NEC

GVT-069999-001-00 1.34

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

改版履歴

版数	日付	改版内容
1.0	2018/08	初版発行
1.1	2018/12	・「2. WLAN」の「1 章 AP 管理」の「1.7.2 ポートベース VLAN の設定」に設定の説明を追加しました。 ・「2. WLAN」の「1 章 AP 管理」の「1.7.2 ポートベース VLAN の設定」の **map-configuration** コマンドに関するメモの内容を変更しました。 ・「2. WLAN」の「1 章 AP 管理」の「1.7.3 リモート設定の割り当て設定」に **remote-configuration** コマンドに関するメモと説明を追加しました。 ・「2. WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「3.31 AP へのコンフィグレーションファイルの設定」に、**remote-configuration** コマンドに関するメモを追加しました。 ・「2. WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」から「802.1X あるいは MAC 認証の失敗の無視」に関する説明を削除しました。 ・「2. WLAN」に「14 章 デュアルリンクバックアップの設定」を追加しました。 ・「2. WLAN」に「18 章 WLAN 最適化」を追加しました。 ・誤記訂正
1.2	2019/01	・「2. WLAN」の「1 章 AP 管理」の「1.7 AP の VLAN 設定」内の **remote-configuration** コマンドおよび **map-configuration** コマンドに関する説明およびメモの内容を見直しました。 ・「2. WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「3.31 AP へのコンフィグレーションファイルの設定」の **remote-configuration** コマンドに関するメモの内容を見直しました。 ・誤記訂正
1.3	2019/02	・「1. はじめに」の「12 章 ソフトウェアのアップグレード」の操作コマンドのパラメータを修正しました。 ・「2. WLAN」の「5 章 WLAN 認証の概要」の「5.4 認証モード」に **mac-and-dot1x** の説明を追加しました。 ・「2. WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「6.4.1 認証モードの設定」に **mac-and-dot1x** パラメータを追加しました。 ・誤記訂正
1.4	2019/08	・「1. はじめに」の「17 章 ライセンス管理」の「17.6 ライセンスの移植」に注意事項を追加しました。 ・「2. WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「2.8.4 TxBF の設定」に関するメモを削除しました。 ・「2. WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「18.4 隠れ端末保護の設定」を追加しました。

版数	日付	改版内容
1.5	2020/01	・「2.WLAN」の「1 章 AP 管理」に「1.8 信頼されたパケットプライオリティタイプの設定」、「1.9 ポートプライオリティの設定」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「4.7.3 cipher スイートの設定」に **gcmp** パラメータを追加しました。 ・「2.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」に「4.7.12 WPA3 の設定」、「4.9.8 WPA3 の設定例」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」に「6.5 レーダによる通信停止回避用サービステンプレート設定」と「6.7.2 レーダによる通信停止回避用サービステンプレートの設定例」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「7 章 WIPS 設定」に対策に関する記載を追加しました。 ・「2.WLAN」の「9 章 WLAN ローミング設定」に「9.6 802.11r の設定」と「9.8 802.11r 設定例」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「14 章 デュアルリンクバックアップの設定」にライセンス共有に関する記載を追加しました。 ・「2.IRF スタック」の「2 章 IRF スタックの設定」に「2.8 AP バックアップ機能の設定」と「2.9 クライアントバックアップ機能の設定」を追加しました。
1.6	2020/08	・「1.はじめに」に「2 章 RBAC」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「1 章 AP 管理」に「1.11.1 CAPWAP トンネル暗号化」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」に「6.6 失敗許可機能の有効化」と「6.8.3 PSK 認証、バイパス認証時の失敗許可機能設定例」と「6.8.4 プライベート PSK 認証、MAC アドレス認証時の失敗許可機能設定例」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」の「9.3 WLAN ローミングメカニズム」にレイヤ 3 ローミングに関するメモを追加しました。 ・「2.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」に「9.7.2 AC 内レイヤ 3 ローミング」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」の「16.4.4 最小送信電力の設定」内の **calibrate-power min** コマンドの補足を変更しました。 ・「2.WLAN」に「19 章 WLAN 無線ロードバランス」を追加しました。 ・「2.WLAN」に「20 章 WLAN メッシュの設定」を追加しました。 ・「11.システム」に「11 章 NetMeister」を追加しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.7	2020/11	・「2.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に 802.11ax /802.11gax に関する追加をしました。 ・「2 WLAN」の「3 章 WLAN セキュリティ」に「Enhanced Open システム認証の設定」と「移行モードでの推奨サービステンプレートの指定」を追加しました。 ・「2 WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」に「6.8.5 802.1X 認証時の失敗許可機能設定例」を追加しました。 ・「11 システム管理」の「11 章 NetMeister」に NetMeister proxy に関する追加をしました。 ・誤記訂正
1.8	2020/12	・「2.WLAN」の「14 章 デュアルリンクバックアップの設定」にチャネル固定推奨に関するメモを追加しました。 ・誤記訂正
1.9	2021/05	・「2.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に OFDMA、MU-MIMO、Spatial reuse に関する概要を追加しました。 ・「2.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「2.8.4 TxBF の設定」のデフォルト状態の補足説明内容を変更しました。 ・「2. WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」に「WPA3 エンタープライズ(192bit セキュリティなし)設定例」を追加しました。 ・「2. WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「6.6 失敗許可機能の有効化」のメモにバックアップ用サービステンプレートに関する内容を追加しました。 ・「2. WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」の「U-APSD 節電方法」に説明を追加しました。 「2. WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」に「8.6 U-APSD の設定」を追加しました。
1.10	2021/07	・「2.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「リモート設定の割り当て設定」に **remote-configuration synchronize** コマンドに関する説明を追加しました。 ・「2.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「無線モードの指定」に QX-W1100 シリーズの Radio3 に関するメモ書きと、QX-W1120 に関するメモ書きを追加しました。 ・「2.WLAN」の「12 章 チャネルスキャンの設定」の **scan max-service-time** コマンドの補足説明を変更しました。 ・「2.WLAN」の「16 章 WLAN RRM の設定」の **wlan rrm calibration-channel interval** コマンドの補足説明を変更しました。 ・「2.WLAN」の「20 章 WLAN メッシュの設定」にレーダ検出時に関するメモ書きを追加しました。 ・「5.IP サービス」に「13 章 NAT の概要」と「14 章 NAT の設定」を追加しました。 ・「11.システム管理」の「11 章 NetMeister」にプロキシ関連の記載、ゼロタッチプロビジョニングに関する記載、トラブルシューティングを追加しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.11	2021/09	・「2.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「AP に対する制御トンネルの keepalive 時間の設定」に、CAPWAP トンネルダウンの判断時間に関するメモ書きを追加しました。 ・「2.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「管理フレーム保護の設定」に、192bit セキュリティなしの WPA3 エンタープライズに関するメモ書きを追加しました。 ・「2.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「WPA3 の設定」にメモ書きを追加しました。また、説明の内容を見直しました。 ・「2.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」に「MAC アドレス認証クライアントのための AC 内ローミング高速接続有効化」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」の「設定の制限とガイドライン」の内容を修正しました。 ・「8.ACL and QoS」の「5 章 トラフィックポリシング」の内容を一部削除しました。 ・「9.セキュリティ」の「3 章 802.1X」の「EAP relay または EAP termination の有効化」の **dot1x authentication-method** コマンドの補足説明を修正しました。 ・「9.セキュリティ」に「5 章 パスワード管理」を追加しました。 ・誤記訂正
1.12	2021/11	・「2.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「1.7 AP の VLAN 設定」のメモ書きの内容を見直しました。 ・「2.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「1.10 リモート設定の割り当て設定」のメモ書きの内容を見直しました。 ・「2. WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「3.31 AP へのコンフィグレーションファイルの設定」のメモ書きの内容を見直し、本文の説明内容を一部削除しました。 ・「2 WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」に「8.7 Air Time Fairness の設定」と「8.9.7 Air Time Fairness の設定例」を追加しました。
1.13	2021/11	・「2.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」に「6.5 Web 認証(ポータル認証)の設定」を追加しました。 ・「2.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」に「9.7 802.11v の設定」と「9.10 802.11v 設定例」を追加しました。
1.14	2021/12	・「1. はじめに」の「18 章 ライセンス管理」の「18.4.1 ライセンスの新規適用」の記述を見直しました。 ・「1. はじめに」の「18 章 ライセンス管理」の「18.2.3 ライセンスファイルの安全性」の記述を見直しました。 ・「2.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「6.4.10 定期的なオンラインユーザ再認証機能の有効化」の説明を修正しました。 ・「2.WLAN」の「20 章 WLAN メッシュの設定」の誤記を修正しました。 ・「4.アクセス」の「5 章 ループ検出」の誤記を修正しました。 ・「12.IRF」の「1 章 IRF スタックの概要」の「III. IRF スタックポート」の記述を見直しました。

版数	日付	改版内容
1.15	2022/02	・「2.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「ブロードキャストおよびマルチキャストのパケットレート制御の設定」を追加しました。
1.16	2022/03	・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「CAPWAP トンネル」の最適な AC の選択基準の記載を見直しました。 ・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「CAPWAP トンネル暗号化」に装置時刻に関するメモ書きを追加しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の **domain default enable** コマンドを使用している設定例のドメイン設定方法を修正しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「管理フレーム保護の設定」に、KDF 設定に関する記述を追記しました。また、pmf コマンドを使用している設定例に、KDF を設定する手順を追記しました。 ・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の **domain default enable** コマンドを使用している設定例のドメイン設定方法を修正しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」の「802.11v の設定」のメモ書きの誤記を修正しました。 ・「02.WLAN」の「11 章 WLAN 無線リソースの計測の設定」に「802.11k 計測」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「ブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「19 章 WLAN 無線ロードバランス」の「5GHz 無線ロードバランス機能」の設定手順誤記を修正しました。 ・「02.WLAN」の「19 章 WLAN 無線ロードバランス」に「無線ロードバランスのバンドナビゲーション機能」を追加しました。 ・「13.謝辞」の内容を更新しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.17	2022/05	・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「暗号化方式の設定」に QX-W1100 シリーズの gcmp パラメータサポートに関する記述を追記しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「WPA3 の設定」に QX-W1100 シリーズの WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティモードサポートに関する記述を追記しました。 ・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」に「MAC アドレス認証の認証方式の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「802.1X 認証クライアントの最大同時接続数の設定」に接続制限の動作に関するメモ書きを追加しました。 ・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「MAC アドレス認証クライアントの最大同時接続数の設定」に接続制限の動作に関するメモ書きを追加しました。 ・「02.WLAN」の「14 章 デュアルリンクバックアップ」の設定例に、AC 切り戻し時の動作に関する記述を追加しました。 ・「02.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」に、「帯域幅自動調整の設定」および「帯域幅自動調整の設定例」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」のスケジュール auto-DFS の設定例を見直しました。 ・「02.WLAN」の「19 章 WLAN 無線ロードバランス」の「5GHz 無線ロードバランス機能」の記載内容を見直しました。 ・「09.セキュリティ」の「3 章 MAC アドレス認証」に「4.5 MAC アドレス認証の認証方式の設定」を追加しました。 ・「11. システム管理」の「11 章 NetMeister」に親機モード関連の記載、親機モードでの接続設定手順、親機モードで利用する場合のトラブルシューティングを追記しました。 ・誤記訂正
1.18	2022/06	・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「OFDMA の設定」、「BSS カラーリングの設定」、「TWT ネゴシエーションの設定」のデフォルト値表記を変更しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」に「モビリティドメイン ID の設定」を追加しました。 ・「11. システム管理」の「11 章 NetMeister」にイベントログ送信の無効に関する記載を追記しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.19	2022/09	・「02.WLAN」の「2 章 AP 管理」に「AC が AP イメージファイルを取得するための優先ロケーションの指定」と「オンライン AP へのイメージファイルの展開」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に「チャネル使用率アラーム閾値の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」に「SSID にもとづくアクセス制御」と「クライアントアソシエーションを許可する SSID の設定」と「ローカル MAC アドレス認証でクライアントアソシエーションを許可する SSID の設定例」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」に、AC 間ローミングの説明、AC 間ローミングの設定例を追記しました。 ・「08. ACL and QoS」の「3 章 QoS ポリシー」に「グローバル QoS ポリシーの適用」を追加しました。 ・「08. ACL and QoS」の「4 章 プライオリティマッピング」の「概要」の説明の一部を見直しました。 ・「09.セキュリティ」に「14 章 ユーザプロファイル」を追加しました。 ・「12. IRF スタック」の「2 章 IRF スタックの設定」の「IRF スタックの設定例」のネットワーク図および設定手順を見直しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.20	2022/12	・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「AP 管理情報の表示」 にコマンドを追加しました。 ・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「AC 再検出の設定」は、QX-W シリーズで使用しない設定であるため削除しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」に「ACL にもとづくアクセス制御」と「ACL にもとづくアクセス制御の設定例」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「WLAN アクセスの表示と維持」にクライアントのデバイス情報表示コマンドを追記しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」に「WPA3-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「GTK アップデートの設定」のデフォルト値表記を変更しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「PTK ライフタイムの設定」のデフォルト値表記を変更しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」に WEP に関する重要事項を記載しました。 ・「02 WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」に「MU EDCA パラメータの設定」を追加しました。 ・「02 WLAN」の「14 章 デュアルリンクバックアップの設定」の「マスタ CAPWAP トンネルの優先接続の設定」の説明を見直しました。 ・「02 WLAN」の「16 章 WLAN RRM の設定」に「死角検出の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」に「21 章 コンフィグレーションプロファイル」を追加しました。 ・「02.WLAN」に「22 章 IoT 機能の設定」を追加しました。 ・「05.IP サービス」の「6 章 DHCP サーバの設定」の「カスタマイズ DHCP オプションの設定」にオプショングループでのカスタマイズ DHCP オプションの設定手順を追記しました。 ・「05.IP サービス」の「6 章 DHCP サーバの設定」の自己定義オプション設定例を見直しました。 ・「08.ACL and QoS」の「1 章 ACL」に、「ACL によるパケットフィルタリングの設定」を追加しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.21	2023/04	・「01.はじめに」の「14 章 装置管理」に「CPU モニタリングの設定」の手順とメモを追記しました。 ・「01.はじめに」の「18 章 ライセンス管理」の「ライセンスタイプ」の誤記を修正しました。 ・「01.はじめに」の「14 章 装置管理」に「温度アラームしきい値の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に「サービステンプレートの無線モードの設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「TxBF の設定」のデフォルト値を変更しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」に「802.11ax 最大 HE-MCS の設定」を追加しました。 ・「02 WLAN」の「16 章 WLAN RRM の設定」に「2.4GHz の無線チャネル最適化の設定」を追加しました。 ・「02 WLAN」の「19 章 WLAN 無線ロードバランス」に「無線ロードバランスのバンドナビゲーションの RSSI しきい値の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「22 章 IoT 機能の設定」に「ロケーションパケットのフィルタリングの設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「22 章 IoT 機能の設定」に「 IoT トランスポートプロファイルの表示および管理」にコマンドを追加しました。 ・「05. IP サービス」の「2 章 Gratuitous ARP」に「装置の MAC アドレス変更を通知するための Gratuitous ARP パケット再送信の設定」を追加しました。 ・「08. ACL and QoS」の「1 章 ACL の設定」に「サービステンプレートに設定するパケットフィルタの設定」を追加しました。 ・「09. セキュリティ」の「1 章 AAA の設定」に「ISP ドメインの NAS-ID の設定」を追加しました。 ・「11.システム管理」の「11 章 NetMeister」に、注意レベルの NM アラームを送信する為の設定を記載しました。 ・「12.IRF スタック」の「2 章 IRF スタックの設定」に「クライアントバックアップ遅延の設定」を追加しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.22	2023/06	・「01.はじめに」の「2 章 RBAC の設定」のユーザロールのルールの設定手順に、Web メニュールールの設定手順を追記しました。 ・「01. はじめに」の「14 章 装置管理」に locator blink コマンドに関する記載（装置の特定）を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「TxBF の設定」のデフォルト値を変更しました。 ・「02.WLAN」の「12 章 チャネルスキャンの設定」の全チャネルのスキャンの設定手順は、使用出来ないコマンドの説明であるため削除しました。 ・「02.WLAN」の「21 章 コンフィグレーションプロファイル」の「標準 ACL の設定」と「拡張 ACL の設定」と「L2 ACL の設定」に、“**acl number** *acl-number*”の形式での設定手順を追記しました。 ・「02.WLAN」の「22 章 IoT 機能の設定」に「AeroScout ロケーションの設定」、「ワイヤレスロケーション共通パラメータの設定」、「AeroScout ロケーションの設定例」を追加しました。 ・「02.WLAN」に「23 章 Web リダイレクトの設定」を追加しました。 ・「08. ACL and QoS」の「1 章 ACL の設定」の「標準 ACL の設定」と「拡張 ACL の設定」と「L2　ACL の設定」に、“**acl number** *acl-number*” の形式での設定手順を追記しました。 ・「09-セキュリティ」の「8 章 SSL」が Web 認証(ポータル認証)と重複していたため削除しました ・「11. システム管理」の「11 章 NetMeister」に **netmeister update** コマンドに関する記載を追加しました。 ・誤記訂正
1.23	2024/01	・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」に「AP の現在のコンフィグの保存」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「作動チャネルの指定」のレーダ信号検出時の説明を修正しました。 ・「02-WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「クライアント高速キープアライブの設定」を追加しました。 ・「02-WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「WPA3 の設定」に **enterprise-only-mode**、**enterprise-transition-mode** のパラメータの説明を追記しました。 ・「09-セキュリティ」に「8 章 PKI」を追加しました。 ・「09-セキュリティ」の「9 章 SSL」に 1.22 版で削除した内容を追加しました。 ・「09-セキュリティ」の「9 章 SSL」に、SSL クライアントポリシーの設定に関する記述を追加しました。 ・「11-システム管理」の「9 章 Information Center」に SSL により暗号化した Syslog の送信に関する記載と設定例を追加しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.24	2024/06	・「01.はじめに」の「14 章 装置管理」の「Power LED の点滅開始」と「Power LED の点滅停止」にパラメータを追加しました。 ・「01.はじめに」の「14 章 装置管理」の「装置管理の表示と維持」に、WLAN プロセスの CPU 使用率を表示するコマンドを追記しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に「レーダチャネルスイッチバックの設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に「802.11be の設定」と「6GHz 帯の無線の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「無線管理の設定例」に 6GHz 帯の無線の設定例を追加しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「WLAN アクセスの表示と維持」にクライアントのオンライン時間表示コマンドを追加しました。 ・「02.WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」の「帯域保証の設定」と「クライアントタイプベースの帯域制限設定」にパラメータを追加しました。 ・「02.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」の「オンデマンド DFS の実行」と「オンデマンド TPC の実行」のコマンドを修正しました。 ・「02.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」の「最大送信電力の設定」と「死角検出の設定」に 6GHz 無線の設定を追記しました。 ・「02.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」の「帯域幅自動調整の設定」の Globalconfiguration view での有効化コマンドを修正しました。 ・「02.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「AP アップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットパケットのレート制限の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」に「24 章 Hotspot 2.0 の設定」を追加しました。 ・「11.システム管理」の「4 章 SNMP」に「SNMP 通知の送信シミュレーション」を追加しました。 ・誤記訂正

版数	日付	改版内容
1.25	2024/06	・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」に「AP の給電モードの設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「OFDMA の設定」、「BSS カラーリングの設定」、「TWT ネゴシエーションの設定」に QX-W1240 に関するメモ書きを追記しました。 ・「02.WLAN」の「4 章 WLAN セキュリティ」の「暗号化方式の設定」、「WEP 鍵の設定」、「ダイナミック WEP メカニズムの有効化」、「WPA3 の設定」に QX-W1240 に関するメモ書きを追記しました。 ・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「802.1X 認証クライアントの最大同時接続数の設定」と「MAC アドレス認証クライアントの最大同時接続数の設定」に QX-W1240 に関する注意書きを追記しました。 ・「02.WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」の「MU EDCA パラメータの設定」と「Air Time Fairness の設定」に QX-W1240 に関するメモ書きを追記しました。 ・「02.WLAN」の「21 章 コンフィグレーションプロファイルの設定」の「コンソールポートからのログイン設定」と「装置の Telnet ログインの設定」に QX-W1240 のデフォルト値を追記しました。 ・誤記訂正
1.26	2024/10	・「02.WLAN」の「8 章 WLAN QoS の設定」に「EDCA パラメータの自動調整」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「19 章 WLAN 無線ロードバランス」の「無線ロードバランスのバンドナビゲーション機能」に 802.11v 以外のクライアントのアソシエーション拒否、6GHz 無線での無線ロードバランスのバンドナビゲーションの内容を追記しました。 ・誤記訂正
1.27	2024/11	・「02.WLAN」の「2 章無線管理の設定」の「6GHz 帯無線サービス検出の設定」に「6GHz 無線を使用した無線サービスの検出」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「2 章無線管理の設定」に「マルチ BSSID の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「クライアントアイドルタイムアウトタイマの設定」のデフォルト値を変更しました。 ・「02.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「クライアントローミング中のパケットロス最適化」を追加しました。 ・「09.セキュリティ」の「13 章 ユーザアイソレーション」の「ユーザアイソレーションの表示と維持」の **display user-isolation statistics** コマンドで使用できるパラメータを追加しました。
1.28	2024/11	・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「認証装置を AP に指定時の 802.1X 認証設定例」の説明を更新しました。 ・「02.WLAN」の「20 章 WLAN メッシュの設定」の「20.13.2 WLAN メッシュリンクへの STP の設定例」の説明を更新しました。 ・「05.セキュリティ」の「5 章 パスワード管理」の「パスワード管理の設定例」の説明を更新しました。
1.29	2025/03	・「02.WLAN」の「2 章無線管理の設定」の説明を更新しました。

版数	日付	改版内容
1.30	2025/06	・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「2.10.4 サービステンプレートの設定」に 6GHz 帯の無線での WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモード(**enterprise-only-mode**)の利用に関する記述を追記しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」に「6GHz 帯の無線(WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなし)の設定例」を追記しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミング」の「クライアント anti-sticky の設定」に v7.2.85a 以降の設定コマンド書式と、コンフィグ引継ぎに関するメモ書きを追記しました。 ・「02.WLAN」の「16 章 WLAN RRM」に「レーダ検出トリガの RRM の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」の「クライアントローミング中のパケットロス最適化の設定」に、ローカル転送モードでもサポートする旨のメモ書きを追記しました。 ・「05.IP サービス」の「8 章 DHCP クライアント」に「DHCP クライアントが送信する DHCP パケットの Option55 のデフォルトオプション削除」を追加しました。 ・「05.IP サービス」の「11 章 DNS」の「スタティックドメイン名解決の設定」に「ホスト名とインタフェースのマッピング」を追加しました。 ・「05.IP サービス」の「11 章 DNS」の「スタティックドメイン名解決の設定」に「ホスト名とインタフェースのマッピング」を追加しました。 ・「11.システム管理」の「9 章 Information Center」に「キープアライブログ送信の設定の有効化」を追加しました。

版数	日付	改版内容
1.31	2025/12	・QX-W1210/QX-W1230 の管理サポートに伴い、メモ書き内の QX-W1240 の型番記載を QX-W1200 シリーズに修正しました。 ・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」に「管理可能な AP モデルと動作モード」の説明を追加しました。 ・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「AP グループの設定」の AP グループに設定できる IPv4 アドレスによる AP グループルール最大数の説明を更新しました。 ・「02.WLAN」の「1 章 AP 管理」の「AP の給電モードの設定」の説明に QX-W1210/QX-W1230 の記載を追加し、メモ書きを更新しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「802.11be 帯域幅モードの設定」に 320MHz 帯域幅モードの設定の記述を追加しました。・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「MRU の設定」に AP group radio view でのサポートの記述を追記しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「preamble puncturing の設定」に AP group radio view でのサポートの記述を追記しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「サービステンプレートの設定」に 6GHz 帯の無線での **wpa3 personal optional**、**wpa3 enterprise-transition-mode** 設定のサービステンプレートの利用に関する記述を追記しました。 ・「02.WLAN」の「2 章 無線管理の設定」の「6GHz 帯の無線(WPA3 パーソナル)の設定例」と「6GHz 帯の無線(WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなし)の設定例」を更新しました。 ・「02.WLAN」の「6 章 WLAN 認証の設定」の「RADIUS サーバ検出の設定」にパラメータを追加しました。 ・「02.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」に「AP のトラフィックスケジューリングモードの設定」を追加しました。 ・「11.システム管理」の「11 章 NetMeister」の「NetMeister を利用するための設定」に、イベントログ(syslog)の送信を無効化する手順を追加しました。 ・誤記訂正
1.32	2026/01	・「02.WLAN」の「14 章 デュアルリンクバックアップ」の「14.6 AP ライセンス同期の設定」の注意書きを更新しました。 ・「12.IRF スタック」の「1 章 IRF スタックの概要」の「1.3 設定の同期メカニズム」に注意書きを追記しました。
1.33	2026/02	・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「3.34 スタティックブラックリストへのクライアントの追加」を削除しました。 ・「02.WLAN」の「10 章 WLAN ロードバランスの設定」の「10.1.4 ロードバランスタイプ」を修正しました。 ・「05.IP サービス」の「章 Proxy ARP」の「3.4.1 ネットワーク案件」を修正しました。 ・「09.セキュリティ」の「1 章 AAA」の「1.1.4 RADIUS 属性」の一般的に使われる標準 RADIUS 属性の表を更新しました。

版数	日付	改版内容
1.34	2026/07	・「01.はじめに」の「12 章 コンフィグレーションファイル管理」の「コンフィグレーションファイルの表示と維持」の 3 つのコンフィグ表示系コマンドに **by-section** パラメータを追加しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の SSID ステルスに、6GHz 無線に関する注記を追加しました。 ・「02.WLAN」の「3 章 WLAN アクセスの設定」の「WLAN アクセスの表示と維持」に **display wlan client history-record mac-address** コマンドを追加しました。 ・「02.WLAN」の「7 章 WIPS の設定」に、無線通信と WIPS センサの併用に関するメモを追加しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」の「802.11r の設定 」のメモ書きに WPA3 との併用に関する記述を追加しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」の「FT を有効にする」に補足を追加しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」の「FT を有効にする」のメモ書きに WPA3 との併用に関する記述を追加しました。 ・「02.WLAN」の「9 章 WLAN ローミングの設定」に、「802.11k の設定」を追加しました。 ・「02.WLAN」の「18 章 WLAN 最適化」の「クライアント高速キープアライブの設定」の記述を修正しました。 ・「02.WLAN」の「20 章 WLAN メッシュ」に、メッシュを使う Radio では RRM と WIPS を使わないことを推奨するメモを追加しました。 誤記訂正

Copyright © NEC Corporation 2018 - 2026

All Rights Reserved

事前に NEC の書面による許可なく、本マニュアルをいかなる形式または方法で複製または配布することを禁止します。

商標

本マニュアルに記載されているその他の商標は、各社が保有します。

注意

- 本装置は *QX-W2230AC アクセスコントローラ コマンドマニュアル*に記載されているコマンドのみ使用することができます。*QX-W2230AC アクセスコントローラ コマンドマニュアル*に記載されていないコマンドを使用した場合の動作については保証しません。
- 本マニュアルの内容は、予告なく変更されることがあります。本マニュアルのすべての記述、情報、および推奨事項は、明示的か暗黙的かにかかわらず、いかなる種類の保証の対象になりません。

本マニュアルについて

バージョン

本マニュアルに対応する製品バージョンは Version 7.1.X を含む以降のソフトウェアです。

関連マニュアル

次のマニュアルには、QX-W2230AC アクセスコントローラに関する詳細な説明があります

マニュアル	内容
QX-W2230AC アクセスコントローラ インスタレーションマニュアル	システムのインストールについて説明しています。
QX-W2230AC アクセスコントローラ オペレーションマニュアル	機能の設定について説明しています。
QX-W2230AC アクセスコントローラ コマンドマニュアル	機能に関するコマンドについて説明しています。
QX-W2230AC アクセスコントローラ Web コンソール操作マニュアル	Web コンソールからの装置設定、状態確認等についての操作を記述しています。

マニュアルの構成

このオペレーションマニュアルは以下のセクションで構成されます。

- **はじめに**

  アクセスコントローラへのアクセス方法、ファイルシステム管理、設定ファイル管理、ソフトウェア管理、装置管理といった、アクセスコントローラの管理の設定について説明します。

- **WLAN**

  WLAN の設定について説明します。

- **インタフェース**

  Ethernet ポートの設定について説明します。

- **アクセス**

  リンクアグリゲーション、VLAN、LLDP といった、レイヤ 2 機能の設定について説明します。

- **IP サービス**

  ARP、IP アドレス（IPv4）、DHCP 関連機能、IP パフォーマンスといった、ネットワークプロトコルの設定について説明します。

- **ルーティングプロトコル**

  各種ルーティングプロトコル（IPv4）の設定について説明します。

- **IP マルチキャスト**

  IGMP スヌーピングの設定について説明します。

- **ACL and QoS**

  QoS、ACL の設定について説明します。

- **セキュリティ**

  AAA、RADIUS、802.1X、MAC アドレス認証、SSH 等の設定について説明します。

- **高可用性**

  Track の設定について説明します。

- **システム管理**

  システム保守、ネットワーク管理の設定といった、アクセスコントローラのシステム管理および保守について説明します。

- **IRF スタック**

  IRF スタックの設定について説明します。

- **謝辞**

表記規則

本マニュアルでは、次の表記規則を使用しています。

I. コマンド表記規則

表記規則	説明
太字体	コマンドラインを示すキーワードには**太字体**を使用します。
イタリック体	コマンドの引数は*イタリック体*を使用します。
[ ]	大カッコに囲まれた項目(キーワード、引数)はオプションです。
{ x | y | ... }	選択する項目は、中カッコに入れて縦線で区切ってあります。1 つを選択します。
[x | y | ...]	オプションの選択項目は､大カッコに入れて縦線で区切ってあります。1 つまたは複数を選択します。
{ x | y | ... }*	選択する項目は、中カッコに入れて縦線で区切ってあります。少なくとも 1 つ選択できます。
[x | y | ...]*	オプションの選択項目は、大カッコに入れて、縦線で区切ってあります。1 つあるいは複数選択することも、何も選択しないこともできます。
&<1-n>	&の前のキーワードと引数を組み合わせます。引数で指定した数までキーワードを繰り返し指定できます。
#	#で始まる行はコメントを示します。

II. GUI 表記規則

表記規則	説明
< >	ボタン名は三角カッコに入っています。例えば、<OK>ボタンをクリックします。
[ ]	ウィンドウ名、メニュー項目、データ表、およびフィールド名は大カッコに入っています。例えば、[New User]ウィンドウが表示されます。
/	複数レベルのメニューはスラッシュで区切ってあります。例えば、[File/Create/Folder]。

III. キーボード操作

表記規則	説明
<KEY>	KEY のキーを押します。例えば、 <Enter>は Enter キーを押します。
<KEY1 + KEY2>	複数のキーを同時に押します。例えば、<Ctrl+Alt+A>は 3 つのキーを同時に押すことを表します。
<KEY1, KEY2>	複数のキーを順番に押します。例えば、 <Alt, A>は 2 つのキーを順に押すことを表します。

IV. マウス操作

表記規則	説明
クリック	マウスのボタンを素早く押します。特に指定がない場合は左ボタンを押します。
ダブルクリック	マウスの左ボタンを素早く 2 回押します。
ドラッグ	マウスの左ボタンを押したまま移動します。

V. 記号

表記規則	説明
⚠ **警告**	表示を無視したり指示に従わない場合、利用者が怪我などをする恐れのある重要な情報を示します。
⚠ **注意**	表示を無視したり指示に従わない場合、データの損失や破損、ハードウェアやソフトウェアの損傷などが発生する恐れのある重要な情報を示します。
⚠ **重要**	注意を払う必要がある情報を示します。
🕮 **メモ**	追加または補足となる情報を示します。
🕮 **ポイント**	参考となる情報を示します。

VI. ネットワークアイコン

表記規則	説明
	ルータ、スイッチ、またはファイアウォールなどの一般的なネットワークデバイスを表しています。
	ルータまたはレイヤ 3 スイッチなどのルーティング対応のデバイスを表しています。
	レイヤ 2、レイヤ 3 スイッチまたはレイヤ 2 転送機能に対応したルータなどの一般的なスイッチデバイスを表しています。

VII. 設定例

本マニュアルの設定例は各機能での代表的な設定例を示します。インタフェース番号、システム名の表記、display コマンドで表示される情報は、ご使用の装置と異なることがあります。

VIII. セキュリティ強化

セキュリティ強化のため、simple で設定されたパスワードも cipher や hash で登録されます。

本マニュアルは以下に示す 13 個のセクションで構成されています。

01 - はじめに

02 - WLAN

03 - インタフェース

04 - アクセス

05 - IP サービス

06 - ルーティングプロトコル

07 - IP マルチキャスト

08 - ACL and QoS

09 - セキュリティ

10 - 高可用性

11 - システム管理

12 - IRF スタック

13 - 謝辞

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

1. はじめに

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-CLI の概要

02-RBAC

03-ログイン

04-コンソールポートによる最初のログイン

05-CLI によるログイン

06-Web コンソールによるログイン

07-SNMP によるログイン

08-ログインユーザの制御

09-FTP

10-TFTP

11-ファイルシステム管理

12-コンフィグレーションファイル管理

13-ソフトウェアのアップグレード

14-装置管理

15-Tcl の使用

16-Python の使用

17-Comware V7 拡張 Python API

18-ライセンス管理

19-Auto Config

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

1 章 CLI の概要 1-1
1.1 CLI view の記述 1-1
1.1.1 user view から system view への移行 1-2
1.1.2 各 view から上位 view への戻り 1-2
1.1.3 user view への戻り 1-2
1.2 コマンドラインを使ったオンラインヘルプ 1-3
1.3 コマンドの undo 1-3
1.4 コマンドの実行 1-4
1.4.1 コマンドラインの編集 1-4
1.4.2 引数の文字列あるいはテキストタイプ値の入力 1-5
1.4.3 インタフェースタイプの入力 1-5
1.4.4 コマンドの補完 1-6
1.4.5 コマンドエイリアスの設定と使用方法 1-6
1.4.6 ホットキーを使用した設定と使用方法 1-8
1.4.7 情報の同期出力 1-9
1.5 コマンドラインのエラーメッセージ 1-9
1.6 履歴コマンドの保存 1-10
1.7 CLI 表示の管理 1-11
1.7.1 出力のスクリーンの休止 1-11
1.7.2 表示コマンドの各出力ラインの番号表示 1-11
1.7.3 出力のフィルタリング 1-12
1.7.4 display コマンドのファイルへの保存 1-14
1.7.5 display コマンドからの出力の有効的な表示、管理 1-15
1.8 稼働中の設定の保存 1-16

1章 CLI の概要

Command-Line Interface (CLI)は、装置とユーザ間の相互運用インタフェースです。装置の設定、管理、モニタリングを行うため、CLI からコマンドを入力します。

```
******************************************************************************
*                                                                            *
*                            BOOTROM, Version 101                            *
*                                                                            *
******************************************************************************
Copyright (c) 2004-2017 New H3C Technologies Co., Ltd.

<AC>
```

図 1-1 CLI の例

CLI にはコンソールポートを使用する以外にも、Telnet、SSH などを使用してログインすることができます。

1.1 CLI viewの記述

コマンドは機能によって異なる view にグループ分けされています。コマンドを使用する場合、その view に入る必要があります。

CLI view は図 1-2 に示すような階層構造となっています。各 view は、どこで何を行うのかを一意に示すプロンプトとなります。たとえば[AC-vlan100]という view は、VLAN100 view で、その VLAN の属性を設定することができます。

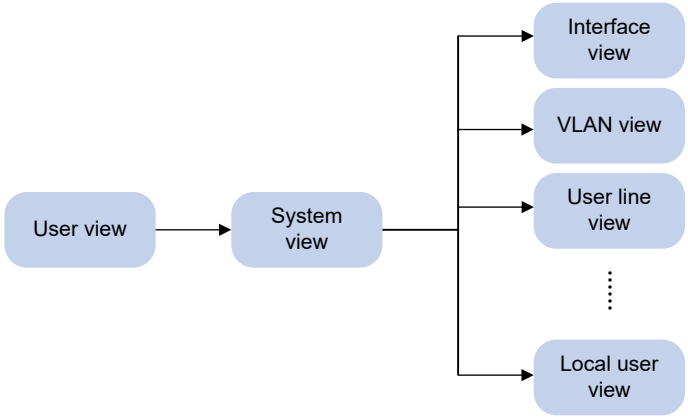


図 1-2 CLI views

CLI でログインした後、最初に user view に入ります。user view のプロンプトは<Device-name>で、Device-name は装置名を示します。デフォルトは装置名で、sysname コマンドを使用して変更することができます。

user view では以下の操作を行うことができます。

- 表示、デバッグ、ファイル管理、FTP、Telnet、日時の設定、再起動などの基本的な操作を行うことができます。
- user view から system view に移行することができます。system view のプロンプトは[Device-name]です。

system view では以下の操作を行うことができます。

- グローバルの設定（時間の設定、バナー、ショートカットキーなど）といくつかの機能を行うことができます。
- system view からさらに、異なる view に移行することができます。たとえば、以下の操作を行うことができます。
  - □ interface view に移行し、インタフェースパラメータの設定ができます。
  - □ VLAN view に移行し、VLAN にポートを追加することができます。
  - □ user line view に移行し、ログインユーザの属性を設定することができます。

view プロンプトでクエスチョン“?”を入力することで、その view で利用できるすべてのコマンドを表示します。

1.1.1 user view から system view への移行

操作	コマンド
system viewへ移行する	**system-view**

1.1.2 各 view から上位 view への戻り

操作	コマンド
各viewから上位viewに戻る	**quit**

user view で **quit** コマンドを実行することで、装置の接続を終了します。

public key view で **peer-public-key end** コマンドを実行することで、system view へ戻ります。

1.1.3 user view への戻り

return コマンドあるいはホットキー**Ctrl+Z** を実行することで直接 user view に戻ることができます。

操作	コマンド
user viewに戻る	**return**

1.2 コマンドラインを使ったオンラインヘルプ

CLI オンラインヘルプは状況に応じてヘルプ情報が異なります。すべてのプロンプトで“?”を入力し、その view で利用できるコマンドを表示するか、コマンドのいずれかの位置で、すべての有効なオプションを表示することができます。

CLI オンラインヘルプにアクセスするには以下の方法を行います。

- 各 view で“?”を入力することで、その view で利用できるすべてのコマンドの最初のキーワードを表示します。

```
<AC> ?
User view commands:
  archive           Archive configuration
  backup            Backup the startup configuration file to a TFTP server
  boot-loader       Software image file management
…
```

- コマンドキーワードの後ろにスペースを空けて”?”を入力することで、設定可能なキーワードかパラメータが表示されます。
  - □ キーワードの場所にスペースを空けて”?”を入力したとき、設定可能なキーワードの概要が表示されます。

```
<AC> terminal ?
  debugging  Enable to display debugging logs on the current terminal
  logging    Display logs on the current terminal
  monitor    Enable to display logs on the current terminal
```

  - □ パラメータの場所にスペースを空けて”?”を入力したとき、設定可能なパラメータの概要が表示されます。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface ?
  <1-4094>  Vlan-interface interface number
[AC] interface vlan-interface 1 ?
  <cr>
[AC] interface vlan-interface 1
```

<1-4094> は引数の範囲で、<cr>はコマンドを示します。完了させるには、Enter キーを押してコマンドを実行することができます。

- コマンドの後ろに?をつけて入力すると、この文字列で始まるすべてのキーワードが表示されます。

```
<AC> b?
  backup       Backup operation
  boot-loader  Software image file management
  bootrom      Update/read/backup/restore bootrom
<AC> display ftp?
  ftp          FTP module
  ftp-server   FTP server information
  ftp-user     FTP user information
```

1.3 コマンドのundo

コマンドにキーワード undo をつけると、**undo** コマンドを形成できます。

ほとんどの設定コマンドに、**undo** を付加できます。以下のことができます。

- システムをデフォルトの状態に戻します。
- 機能を無効にします。
- 設定を取り消すときに使用します。
- たとえば Information Center を有効にするために、**info-center enable** コマンドを使用した場合、**undo info-center enable** コマンドで Information Center を無効にします。

1.4 コマンドの実行

コマンドを入力することで以下のことができます。

- キーあるいはショートカットキーを使用してコマンドラインを編集できます。
- 省略したキーワードあるいはエイリアスを使用することができます。

1.4.1 コマンドラインの編集

コマンドラインを編集するために、表 1-1に示すキーや表 1-4に示すショートカットキーを使用することができます。終了するには **Enter** を押してコマンドを実行します。

表 1-1 コマンドラインの編集キー

キー	機能
コマンドキー	編集バッファが一杯でなければ、カーソルの位置に文字を挿入し、カーソルを右に移動します。コマンドの最大の長さは、511文字です。コマンドの最大の長さに達した場合、システムは次の行に自動的に移ります。次の行に移るには、**Enter** を押します。
Backspace	カーソルの左側の文字を削除し、1文字分カーソルを戻します。
左矢印キー (←)	カーソルが左に1文字分移動します。
右矢印キー (→)	カーソルが右に1文字分移動します。
上矢印キー (↑)	前に入力した履歴コマンドを表示します。
下矢印キー (↓)	次に入力した履歴コマンドを表示します。
Tab	キーワードの一部でTABキーを押した場合、システムは自動的にキーワードを補完します。 • ただ1つマッチングしたら、システムは不完全なキーワードを完全なキーワードに置き換えて、それを次の行に表示します。 • マッチするものが複数ある場合、キーワードを選択するためTABキーを複数回押してください。 • マッチするものが全くない場合は、システムは不完全なキーワードを補完せず、再度それを次の行に表示します。

コマンドラインの最大長は 512 文字を超過することができません。512 文字にはスペース、特殊文字が含まれます。

装置は以下の特殊文字をサポートします。

- **#**－システムによって隣接セクションと区別するためにコンフィグレーションファイルの中で使用します。
- **version**－ソフトウェアバージョンを示すため、コンフィグレーションファイルの中で使用します。たとえば Version 7.1.xxx です。

これらのコマンドは以下の理由があるため特殊文字となります。

- CLI でユーザが使用することはできません。
- すべての view で特殊文字を入力する、あるいはすべての値を入力することができます。たとえば、# abc あるいは version abc を入力することができます。しかし設定は適用されません。
- 装置はこれらの特殊文字に関するオンラインヘルプはありません。

1.4.2 引数の文字列あるいはテキストタイプ値の入力

テキストタイプの引数はクエスチョンマーク（?）を除く印刷可能な文字列を使用することができます。

文字列タイプの引数は以下の文字列を除く印刷可能な文字列を使用することができます。

- クエスチョンマーク（?）
- クオーテーションマーク（”）
- バックスラッシュ（\）
- スペース

特定の引数が必要となる場合があります。特定の引数については、関連するコマンドマニュアルを参照してください。

印刷可能な文字列は、文字あるいは ASCII コード（範囲は 32～126 です）を入力することができます。

1.4.3 インタフェースタイプの入力

以下のフォーマットでインタフェースタイプを入力することができます。

- インタフェースタイプのフルスペル
- インタフェースを識別する固有な短縮形
- インタフェースの頭文字

コマンドラインではすべてのインタフェースのタイプは大文字、小文字を区別しません。表 1-2にインタフェースタイプのフルスペルと短縮形を示します。

たとえば、GigabitEthernet 1/0/1 の view に移行するため、**interface** コマンドを入力する場合、コマンドラインで以下のフォーマットを入力することができます。

- interface gigabitethernet 1/0/1
- interface g 1/0/1
- interface ge 1/0/1
- interface gigabitethernet1/0/1
- interface g1/0/1
- interface ge1/0/1

表 1-2 インタフェースのタイプのフルスペルと短縮形

フルスペル	短縮形
Bridge-Aggregation	BAGG
CMTunnel	CMTunnel
Dialer	Dia
GigabitEthernet	GE
LoopBack	Loop
NULL	NULL
Tunnel	Tun
Virtual-Template	VT
Vlan-interface	Vlan-int

1.4.4 コマンドの補完

コマンドは、キーワードの一部を入力することでコマンドを実行できます。ただし、入力するコマンドを識別するのに十分な文字列を入力した場合のみ有効です。たとえば **system-view** で **s** から始まるコマンドは、**system-view** と **startup saved-configuration** があります。**system-view** を指定する場合、最低でも **sy** を入力する必要があります。**startup saved-configuration** を指定する場合、最低でも **st s** を入力する必要があります。

Tab キーを押すことで、完全なコマンドを表示,入力することができます。

1.4.5 コマンドエイリアスの設定と使用方法

キーワードで始まるコマンドや **undo**＋キーワードで始まるコマンドを実行するとき、以下のエイリアスを使用することができます。

- **undo** コマンドを除くコマンドの先頭キーワード
- **undo** コマンドの 2 番目のキーワードのエイリアス

たとえば、**display** のエイリアスとして **show** を設定する場合、**display clock** コマンドを実行するのに、**show clock** コマンドを入力することができます。

たとえば、**display ip routing-table** コマンドの **alias shiprt** を設定する場合、**display ip routing-table** コマンドを実行するため、**shiprt** を入力することができます。**display ip** コマンドの **alias ship** を設定する場合、**display ip** で始まるすべてのコマンドを実行するため、**ship** を入力することができます。

- **display ip routing-table** コマンドを実行するため、**ship routing-table** を入力します。
- **display ip interface** コマンドを実行するため、**ship interface** を入力します。

I. ガイドライン

コマンドエイリアスで定義したコマンドを実行したのち、装置はエイリアスの代わりにキーワードを保存します。カレントコンフィグレーションはオリジナルコマンドが表示されます。

エイリアスによって説明できる文字列は 9 つのパラメータまで設定することができます。各パラメータはドル記号”$”と 1～9 までのシーケンス番号で開始します。

たとえば、**display ip $1 | include $2** を行うために **alias shinc** コマンドを設定することができます。**display hotkey | include CTRL_C** コマンドを実行するため、**shinc hotkey CTRL_C** を入力することができます。

パラメータがあるコマンドのエイリアスを使用する場合、各パラメータの値を指定する必要があります。パラメータの指定を設定するのに失敗した場合、コマンドは不完全で、エイリアスで表示されるコマンドの文字列を表示します。

表 1-3にシステム定義のコマンドエイリアスを示します。システム定義のコマンドエイリアスは削除することができませんが、設定を変更することはできます。システム定義のコマンドエイリアスを元に戻すと、システム定義のコマンドエイリアスが復元されます。

表 1-3 システム定義のコマンドエイリアス

エイリアス	コマンド
access-list	acl
end	return
erase	delete
exit	quit
hostname	sysname
logging	info-center
no	undo
show	display
write	save

II. 設定手順

以下にコマンドエイリアスの設定を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コマンドエイリアスを有効にする	**command-alias enable**	デフォルト：無効
3. コマンドエイリアスを設定する	**alias** *alias command*	デフォルト：設定なし システム定義のコマンドエイリアスは表 1-3を参照してください。
4. （オプション設定項目）コマンドエイリアスで定義されたコマンドを表示する	**display alias** [**alias**]	すべてのviewで実行可能です。

1.4.6 ホットキーを使用した設定と使用方法

CLI を補助するため、表 1-4にホットキーを定義します。またデフォルトで指定済みのホットキーを示します。ホットキーを押すことでコマンドを入力することと同じことを行うことができます。これらのホットキーは装置が定義しています。

端末のソフトウェアから装置と相互に運用する場合、これらのキーは他の操作を実行するために定義されている可能性があります。その場合は、端末のソフトウェアの定義が優先されます。

以下の手順でホットキーを設定します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． コマンドをホットキーに割り当てる	**hotkey** { **ctrl_g** | **ctrl_l** | **ctrl_o** | **ctrl_t** | **ctrl_u** } *command*	デフォルト： ● **Ctrl+G**は**display current-configuration**コマンドを表示します。 ● **Ctrl+L**は**display ip routing-table**コマンドを表示します。 ● **Ctrl+O**は **undo debugging all**コマンドを表示します。 ● **Ctrl+T**コマンドと**Ctrl+U**コマンドは未割り当てです。
3． （オプション設定項目）ホットキーを表示する	**display hotkey**	すべてのviewで実行可能です。

表 1-4 システムで予約済みのホットキー

ホットキー	昨日
Ctrl+A	カーソルを現在の行の先頭に動かします。
Ctrl+B	カーソルを 1 文字分左に動かします。
Ctrl+C	コマンドの実行を停止させます。
Ctrl+D	現在カーソルがある位置の文字を削除します。
Ctrl+E	カーソルを現在の行の末尾に動かします。
Ctrl+F	カーソルを1文字分右に動かします。
Ctrl+H	カーソルの左側の文字を削除します。
Ctrl+K	外部接続を終了します。
Ctrl+N	履歴バッファの次のコマンドを表示します。
Ctrl+P	履歴バッファの前のコマンドを表示します。
Ctrl+R	現在の行のコマンドを再表示します。
Ctrl+V	クリップボードの中身を貼り付けます。
Ctrl+W	カーソルの左側に続く文字列の文字をすべて削除します。
Ctrl+X	カーソルの左側の文字をすべて削除します。
Ctrl+Y	カーソルの右側の文字をすべて削除します。
Ctrl+Z	終了し、user viewに戻ります。
Ctrl+]	内部接続またはリダイレクト接続を終了します。
Esc+B	カーソルを左側に続く文字列の先頭の文字に移動します。

ホットキー	昨日
Esc+D	現在カーソルがある位置の文字列の文字および右側の文字をすべて削除します。
Esc+F	カーソルを右側に続く次の文字列の先頭に移動します。
Esc+N	カーソルを1行下に移動します。Enterキーを入力する前にホットキーを使用することができます。
Esc+P	カーソルを1行上に移動します。Enterキーを入力する前にホットキーを使用することができます。
Esc+<	クリップボードの先頭にカーソルを移動します。
Esc+<	クリップボードの最後にカーソルを移動します。

1.4.7 情報の同期出力

情報の同期出力とは、システム出力によりユーザの入力が中断された場合、システム出力が完了した後に、システムがコマンドラインプロンプトやそれまで入力していたものを表示する機能を指し、ユーザは操作を中断したところから継続させることができます。

以下の手順で情報の同期出力を設定します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 情報の同期出力を有効にする	**info-center synchronous**	デフォルト：無効 詳細はコマンドマニュアルのセクション11 *システム管理 "Information Center"* を参照してください。

1.5 コマンドラインのエラーメッセージ

Enter キーを押した後、コマンドラインは、コマンドの最初から順番に構文をチェックします。

- 構文エラーがある場合、エラーメッセージが表示されます。
- 構文エラーがない場合、コマンドを実行します。

表 1-5 コマンドラインのエラーメッセージ

エラーメッセージ	原因
% Unrecognized command found at '^' position.	マークしたポジションにあるキーワードが無効です。
% Incomplete command found at '^' position.	1つ以上のキーワードあるいは引数が不完全です。
% Ambiguous command found at '^' position.	入力した文字列があいまいです。
% Too many parameters.	入力した文字列が多すぎます。
% Wrong parameter found at '^' position.	マークしたポジションにあるパラメータが正しくありません。

1.6 履歴コマンドの保存

システムは、使用したコマンドを自動的に保存できます。保存したコマンドを必要に応じて呼び出し、繰り返し使用できます。

システムは、ログインユーザによって実行されたコマンドを自動的に、以下の 2 つの履歴バッファに保存します。

- user line 用のコマンド履歴バッファ
- すべての user line 用のコマンド履歴バッファ

表 1-6に 2 つのコマンド履歴バッファの違いを示します。

表 1-6 コマンド履歴バッファの比較

アイテム	user line のコマンド履歴バッファ	すべての user line のコマンド履歴バッファ
バッファに保存されるコマンドの種類	user lineにログイン中のユーザによって実行されたコマンド	すべてのログインユーザによって実行されたコマンド
ユーザがログアウトしたときに履歴がクリアされるか？	Yes	No
履歴を表示するコマンド	**display history-command**コマンド	**display history-command all**コマンド
履歴を実行するために呼び出す方法	バッファのコマンドを誘導します。Enterキーを押します。バッファ内のコマンドに移動するには上下の矢印キー（↑または↓）を使用します。	履歴を呼び出すことはできません。
バッファサイズの設定方法	user line view で **history-command max-size** *size-value* コマンドを使用します。 デフォルト：10コマンド	バッファサイズをデフォルトから変更することはできません。 デフォルト：1024コマンド
バッファを無効にする方法	バッファサイズの設定を0にします。	バッファを無効にすることはできません。

履歴コマンドを使用したときのルールを示します。

- 正しいフォーマットで入力されたコマンドを履歴します。たとえば、不完全なコマンドが入力された場合、バッファされたコマンドも不完全となります。
- コマンドを入力するのにエイリアスを使用した場合、コマンドをバッファする前に表示されているコマンドあるいは *command* パラメータにエイリアスを変換します。
- 同一フォーマットのコマンドを連続して複数入力した場合、履歴コマンドには 1 回のみ履歴します。異なるフォーマットのコマンドを連続して複数入力された場合、各コマンドが履歴されます。たとえば **display cu** コマンドと **display current-configuration** コマンドの 2 つのエントリが連続して入力された場合、**display cu** コマンドが繰り返されたと認識し、コマンドのみが履歴されます。
- バッファが一杯の状態では、新しいコマンドを保存するため、最も古いコマンドの履歴が削除されます。

1.7 CLI表示の管理

この項では、CLI 表示を早急に認識できることを補助する管理機能を説明します。

1.7.1 出力のスクリーンの休止

表示する情報が 1 つのスクリーンを上回る場合、以下の表で示される方法のうちの 1 つを用いて情報出力を休止することができます。休止した箇所で----more----と表示します。詳細な情報を表示させるために出力管理キーに記載されているキーを使用したり、表示を停止することができます。

通常、24 行が 1 つのスクリーンに表示されます。スクリーン画面に表示される行数を変更するため、**screen-length** *screen-length* コマンドを使用できます。詳細は、コマンドマニュアルのセクション 1 *はじめに “ログイン”* を参照してください。

現在のセッションで出力のスクリーンの休止を無効にすることができます。すべての出力は一度に表示され、最後にスクリーンが表示されるまで連続してスクリーンが更新されます。

I. 出力管理キー

キー	機能
Space	次画面ページの情報を示し続けます。
Enter	次のラインの情報を示し続けます。
Ctrl+C	表示とコマンド実行を中止します。
<PageUp>	前のページを表示します。
<PageDown>	次のページを表示します。

II. 複数のスクリーン出力機能の無効化

複数のスクリーン出力機能を無効にするには、user view で以下のコマンドを実行してください。

操作	コマンド	備考
現在のセッションで複数のスクリーン出力機能を無効にする	**screen-length disable**	デフォルト：**screen-length** *screen-length* コマンドの設定に依存します。 このコマンドは現在のセッションのみ適用されます。

1.7.2 表示コマンドの各出力ラインの番号表示

display コマンドで**| by-linenum** オプションを使用して、各出力ラインに番号を表示させることができます。

各出力ライン番号は 5 文字とコロン（：）あるいはハイフン（－）で表示されます。

| by-linenum オプションと**| begin** *regular-expression* オプションが指定される場合、正規表現にマッチしないすべての行でハイフンが表示されます。

display コマンドから各出力ラインに番号を表示させる方法を以下に示します。

操作	コマンド
番号付けされた**display**コマンドを表示する	**display** *command* **| by-linenum**

例：

VLAN 999 の情報を各出力ラインに番号付けして出力します。

```
<AC> display vlan 999 | by-linenum
    1:  VLAN ID: 999
    2:  VLAN type: Static
    3:  Route interface: Configured
    4:  IPv4 address: 192.168.2.1
    5:  IPv4 subnet mask: 255.255.255.0
    6:  Description: For LAN Access
    7:  Name: VLAN 0999
    8:  Tagged ports:   None
    9:  Untagged ports:
   10:      GigabitEthernet1/0/1
```

1.7.3 出力のフィルタリング

display コマンドに、**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression* オプションを使用して出力をフィルタリングすることができます。

- **begin**– 指定した正規表現から後の情報を表示します。
- **exclude**– 指定した正規表現を含まない情報を表示します。
- **include**– 指定した正規表現を含む情報だけを表示します。
- *regular-expression*– 1～256 文字の文字列で、大文字と小文字を区別します。正規表現は表 1-7に示す特殊文字をサポートします。

複雑な正規表現を使用すると表示に多くの時間が必要となります。コマンドを中止する場合、**Ctrl+C** を押します。

表 1-7 サポートする正規表現の特殊文字

文字	意味	例
^	キャレット。この後の文字列が行の先頭にのみ現れる場合にマッチします。	正規表現“^user”は、”user”で始まる文字列にマッチします。”Auser”はマッチします。
$	ドル記号。この前の文字列が行の最後にのみ現れる場合にマッチします。	正規表現"user$”は、”user”で終わる文字列にマッチします。“userA”はマッチします。
. (period)	ピリオド。空白を含む任意の一文字を示します。	“.s”は“as”と“bs”どちらにもマッチします。
*	アスタリスク。直前の文字の 0回以上の繰り返しにマッチします。	”zo*”は“z”や“zoo”にマッチします。(zo)*は”zo”と”zozo”にマッチします。
+	プラス。直前の文字の1回以上の繰り返しにマッチします。	”zo+”は"zo"や”zoo”にマッチするが、"z" にはマッチしません。
|	パイプ。左または右の文字列にマッチします。	”def|int”は、”def”または”int”を含んでいる文字列とマッチします。

文字	意味	例
( )	括弧。文字列を指定します。"+”や“*”と一緒に使われます。	”(123A)”は文字列“123A”を意味し、“408(12)+”は”40812”” 408121212”にマッチします。”408”にはマッチしません。
\N	Nで表した回数の文字列の繰り返しを示します。文字列とは\の前の( )内の文字列です。 \の前の文字列が一文字の場合は、Nは1のみが指定できます。\の前の文字列がn個の場合、Nは1からnの指定ができます。	“(string)\1”は、stringstringを含む文字列にマッチします。“(string1)(string2)\2”はstring1string2string2を含む文字列にマッチします。“(string1)(string2)\1\2”はstring1string2string1string2を含む文字列にマッチします。
[ ]	ブラケットです。ブラケット内の1文字にマッチします。	“[16A]”は1、6、A、のいずれか1文字にマッチします。“1-36A”は1、2、3、6、Aのうちの1文字にマッチします。(-はハイフン)。“]”にマッチするためには“[”のすぐ後に“]”を入力します。たとえば“[]abc]”です。
[^]	[ ]内の文字列以外を指定します。	“[^16A]“は1、6、A以外で少なくとも1文字を含む文字列にマッチします（例”abc“）。1、6、Aを含む文字列(例”m16“)はマッチするが、1、6、Aのみの文字列（例1、16、16A）はマッチしません。
{n}	正の整数のn回の文字列にマッチします。	“o{2}”は“food”にマッチするが、“Bob”にマッチしません。
{n,}	正の整数のn回以上の文字列にマッチします。	“o{2,}”は“foooood”にマッチするが、“Bob”にマッチしません。
{n,m}	正の整数のnからm回以上の文字列にマッチします。mはnm以上の整数です。	“o{1,3}”は“fod”、“food”、“foooood“にマッチするが、“fd”にマッチしません。
\<	文字列の最初からマッチします。 \<の次の文字列のパターンを含みますが、英数字、アンダーバーは含まれません。	”\<do”は”domain”、”doa”にマッチします。
\>	文字列の最後からがstringにマッチします。\>の次の文字列のパターンを含みますが、英数字、アンダーバーは含まれません。	”do\>”は”undo”や"cdo"にマッチします。
\b	[^A- Za-z0-9_]に等しい文字列にマッチします。 英数字、アンダーラインは含みます。	“\ba”は“-a”にマッチするが、“2a”、“ba”にマッチしません。
\B	[A- Za-z0-9_]に等しい文字列にマッチします。 英数字、アンダーラインは含みません。	“\Bt”は“install”にマッチするが、“big top”にマッチしません。
\w	\Bと同一です。	“v\w”は“"vlan”、“service”にマッチします。
\W	\bと同一です。	“\Wa”は“-a”にマッチするが、"2a"、"ba"にマッチしません。
\	エスケープ文字です。この表に記載された特殊文字が\に続くと、その文字を取り除くことを意味します。	”\\”は、”\”を含む文字列にマッチします。”\^”は、”^”を含んでいる文字列にマッチ、”\\b”は”\b”を含んでいる文字列とマッチします。

例：

 # display current-configuration コマンドで**| begin line** を使用し、**line** を含む最後の行の後の情報を表示します。

```
<AC> display current-configuration | begin line
#
line con 0
 user-role network-admin
#
line vty 0 4
 authentication-mode scheme
 user-role network-operator
#
 ssh server enable
#
return
```

display ip routing-table コマンドで| exclude Direct を使用し、ダイレクトルート以外のルートを表示します。

```
<AC> display ip routing-table | exclude Static

Destinations : 13       Routes : 13

Destination/Mask    Proto   Pre Cost        NextHop         Interface
0.0.0.0/32          Direct  0   0           127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.0/8         Direct  0   0           127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.0/32        Direct  0   0           127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct  0   0           127.0.0.1       InLoop0
127.255.255.255/32 Direct  0   0           127.0.0.1       InLoop0
```

 # display current-configuration コマンドで**| include wlan** を使用し、**wlan** だけを含むエントリを表示します。

```
<AC> display current-configuration | include wlan
wlan global-configuration
wlan ap-group default-group
...
```

1.7.4 display コマンドのファイルへの保存

display コマンドは装置の設定と動作情報を示します。出力は時間、ユーザ設定、動作によって異なります。今後の復旧やトラブルシューティング用に設定をファイルに保存することができます。

display コマンドから出力を保存する方法を、以下の手順の 1 つを使用します。

- ファイルを分離して出力を保存します。1 つの **display** コマンド用に 1 つのファイルを使用する場合に使用します。
- ファイルの最後に出力を追記して保存します。複数の **display** コマンド用に 1 つのファイルを使用する場合に使用します。

display コマンドからファイルからに保存するため、以下のコマンドのどちらか 1 つを使用します。

操作	コマンド
コマンドからファイルを分離して出力を保存する	**display** *command* **>** *filename*

操作	コマンド
ファイルの最後に出力を追記する	**display** *command* **>>** *filename*

例：

VLAN 1 の設定をファイル名 vlan.txt のファイルに分離して保存します。

<AC> display vlan 1 > vlan.txt

VLAN 1 の設定がファイル名 vlan.txt のファイルに保存されているかどうか確認します。

```
<AC> more vlan.txt
VLAN ID: 1
 VLAN type: Static
 Route interface: Not configured
 Description: VLAN 0001
 Name: VLAN 0001
 Tagged ports:   None
 Untagged ports:
    GigabitEthernet1/0/2
```

ファイル名 vlan.txt の最後に VLAN 999 の設定を追記します。

```
<AC> display vlan 999 >> vlan.txt
```

VLAN 999 の設定がファイル名 vlan.txt のファイルに追記保存されているかどうか確認します。

```
<AC> more vlan.txt
VLAN ID: 1
 VLAN type: Static
 Route interface: Not configured
 Description: VLAN 0001
 Name: VLAN 0001
 Tagged ports:   None
 Untagged ports:
    GigabitEthernet1/0/2

 VLAN ID: 999
 VLAN type: Static
 Route interface: Configured
 IPv4 address: 192.168.2.1
 IPv4 subnet mask: 255.255.255.0
 Description: For LAN Access
 Name: VLAN 0999
 Tagged ports:   None
 Untagged ports:
    GigabitEthernet1/0/1
```

1.7.5 display コマンドからの出力の有効的な表示、管理

display コマンドからファイルへの出力とフィルタリングを組み合わせることができます。

- **display** コマンドから各出力ラインを番号付けします。
- **display** コマンドからの出力をフィルタします。
- **display** コマンドからの出力をファイルへ保存します。

以下に **display** コマンドからの出力の有効的な表示、管理を組み合わせる方法を示します。これはすべての view で実行可能です。

操作	コマンド
displayコマンドからの出力の有効的な表示、管理を組み合わせる	**display** *command* [**|** [**by-linenum**] { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*] [**>** *filename* | **>>** *filename*]

例：

各ラインに番号付けして、分離したファイル test.txt に、稼働中の設定を保存します。

```
<AC> display current-configuration | by-linenum > test.txt
```

ファイル test.txt に、稼働中の設定の中で snmp を含む行を追記します。

```
<AC> display current-configuration | include snmp >> test.txt
```

user-group で始まる最初の行から行番号をつけて稼働中の設定を表示します。

```
<AC> display current-configuration | by-linenum begin user-group
  114:  user-group system
  115-  #
  116-  return
```

//（：）は user-group が含まれる行を示します。（ー）は user-group が含まれない行を示します。

1.8 稼働中の設定の保存

すべての view で、**save** コマンドを使用して、実行されたコマンドを設定ファイルに保存することができます。設定ファイルに保存されたコマンドは、再起動して復活させることができます。**save** コマンドは、指定された情報を表示する **display** コマンドや指定された情報をクリアする **reset** コマンドのような 1 回限りのコマンドには適用されません。1 回限りのコマンドは保存されません。

詳細はコマンドマニュアルのセクション 1 *はじめに “コンフィグレーションファイル管理”*を参照してください。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

2 章 RBAC 2-1
2.1 概要 2-1
2.1.1 許可の割り当て 2-1
2.1.2 ユーザロールの割り当て 2-3
2.2 設定作業リスト 2-4
2.3 ユーザロールの作成 2-4
2.4 ユーザロールのルールの設定 2-4
2.4.1 設定の制限とガイドライン 2-5
2.4.2 設定手順 2-5
2.5 機能グループの設定 2-6
2.6 リソースアクセスポリシーの設定 2-6
2.6.1 ユーザロールのインタフェースポリシーの設定 2-6
2.6.2 ユーザロールの VLAN ポリシーの設定 2-7
2.7 ユーザロールの割り当て 2-7
2.7.1 デフォルトユーザロール機能の有効化 2-7
2.7.2 リモート AAA 認証ユーザへのユーザロールの割り当て 2-8
2.7.3 ローカル AAA 認証ユーザへのユーザロールの割り当て 2-8
2.7.4 ユーザラインで非 AAA 認証ユーザへのユーザロールの割り当て 2-9
2.8 一時的なユーザロールの許可設定 2-10
2.8.1 設定ガイドライン 2-10
2.8.2 ユーザロールの認証の設定 2-11
2.8.3 一時的なユーザロールの許可の取得 2-12
2.9 RBAC 設定の表示と維持 2-12
2.10 RBAC の設定例 2-13
2.10.1 ローカル AAA 認証ユーザの RBAC の設定例 2-13
2.10.2 RADIUS 認証ユーザの RBAC の設定例 2-15
2.10.3 RBAC の一時的なユーザロールの許可の設定例 2-19
2.11 RBAC のトラブルシューティング 2-21
2.11.1 ローカルユーザで許可していないコマンドにアクセスできる 2-22
2.11.2 RADIUS ユーザによるログインが常に失敗する 2-22

2章 RBAC

2.1 概要

RBAC(Role based access control)は、ユーザロールの設定に従って、ユーザのアクセスとシステムリソースを制御します。システムリソースにはインタフェース、VLAN を含みます。

複数のユーザにアクセス許可を与える場合、同一のユーザロールを異なるユーザに適用してコマンドやリソースへのアクセス許可を与えることも可能です。ユーザと異なりユーザロールは持続するため、ユーザの許可を分割することで、許可管理が容易になります。また、ユーザの責任分担の変更、追加、削除を行う場合、運用中のユーザロール設定の変更や、新規ユーザロールの作成、割り当てをするだけで管理可能です。

2.1.1 許可の割り当て

以下の方法により、ユーザロールに許可を割り当てることができます。

- アクセスの可否を決定するためのルールを定義します。(オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに　“RBAC”の“ユーザロールのルール”*を参照してください。)
- アクセスを許可するインタフェース、VLAN を指定するアクセスポリシーを定義します。(オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに　“RBAC”の“リモートアクセスポリシー”*を参照してください)

インタフェース、VLAN のリソースに関連したコマンドを使用するには、ユーザロールで、必要なコマンドとリソースにアクセスできるように設定します。

たとえば、ユーザロールは、**qos apply policy** コマンドと **Ten-GigabitEthernet** 1/0/1 インタフェースにアクセスできるように設定した場合、このユーザロールでは、interface view に移行し、**qos apply policy** コマンドを使用することができますが、ほかの interface view に入ることはできません。またほかのコマンドを使用することもできません。もしユーザロールでインタフェースへのアクセスを設定し、**qos apply policy** コマンドへのアクセス許可していない場合、**qos apply policy** コマンドを使用することはできません。

I. ユーザロールのルール

ユーザロールのルールは、コマンドを許可あるいは禁止します。以下に示すように、異なるアクセス制御のルールを詳細に定義することができます。

- **Command rule**– 正規表現に一致するコマンドあるいはコマンドセットのアクセスを管理します。
- **Feature rule**– コマンドタイプにより、コマンドへのアクセスを管理します。
- **Feature group rule**– コマンドタイプにより、コマンドのグループへのアクセスを管理します。

コマンドは以下のタイプにもとづいて管理されます。

- **Read**– 設定の表示と保守コマンドです。たとえば、**display** コマンド、**dir** コマンドがあります。
- **Write**– システムの機能を設定するコマンドです。たとえば **info-center enable** コマンド、**debugging** コマンドがあります。
- **Execute**– 指定した機能を実行するコマンドです。たとえば **ping** コマンド、**ftp** コマンドがあります。

ユーザロールは、ユーザロールのルールで許可された指定コマンドセットにアクセスできます。ユーザロールは定義済みのユーザロール(*sys-n* で識別されます)とユーザ定義のユーザロールがあります。ユーザロールのルールの優先順位はオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに "RBAC"の "ユーザロールのルールの設定"*を参照してください。

II. リソースアクセスポリシー

リソースアクセスポリシーは、以下のタイプのように、システムリソースへのユーザロールのアクセスを管理します。

- **Interface policy**– インタフェースへのアクセスを管理します。
- **VLAN policy**– VLAN へのアクセスを管理します。

リソースアクセスポリシーでは **display** コマンドでのインタフェース、VLAN の情報表示についてのアクセス管理は行いません。ユーザロールルールに **display** コマンドのオプションを指定することで、アクセス制御をすることができます。

III. 定義済みユーザロール

システムには定義済みのユーザロールがあります。すべてのユーザロールはすべてのシステムリソース(インタフェース、VLAN)にアクセスできますが、これらのコマンドはアクセス許可とは異なります。表 2-1を参照してください。

すべての定義済みのユーザロールで、**network-admin** と **Level-15** は以下のことを行うことができます。

- RBAC 機能にアクセスすることができます。
- user line view の user-role コマンド、authentication-mode コマンド、protocol inbound コマンド、set authentication password コマンド等の設定変更ができます。
- ローカルユーザとローカルユーザグループの作成、変更、削除を行うことができます。ローカルユーザとローカルユーザグループを設定する権限を持つほかのユーザロールは、自身のパスワードを変更することのみ行うことができます。
- Level-0～Level-14 のユーザは、**display history-command all** コマンドを除いて自身の許可を変更することができます。

表 2-1 定義済みユーザロールと許可

ユーザロール名	許可
network-admin	システムのすべての機能とリソースにアクセス可能です。**display security-logfile summary**コマンド、**info-center security-logfile directory**コマンド、 **security-logfile save**コマンドを除きます。

ユーザロール名	許可
network-operator	• すべての機能の**display**コマンドとリソースにアクセス可能です。ユーザロールでアクセス可能なコマンドを表示する場合、**display role**コマンドを使用します。 • 自身のパスワードを変更するため、ローカルユーザへのローカル認証が有効です。
level-*n* (*n* = 0 ～ 15)	• **level-0**– **ping**、**quit**、**ssh2**、**super**、**system-view**、**telnet**、**tracert**コマンドを含む診断コマンドにアクセスできます。**level-0**のアクセス権は設定変更可能です。 • **level-1**– **level-0**のコマンドに加えて**display history-command all**コマンドを除く**display**コマンドとリソースが使用可能です。**level-0**のアクセス権は設定可能です。 • **level-2**～**level-8**、**level-10** ～**level-14**– デフォルトでアクセス権はありません。アクセス権は設定変更可能です。 • **level-9**– 以下の機能を除いたすべての機能とリソースにアクセス可能です。もしユーザロールが**level-9**のローカルユーザアカウントのユーザにログインした場合、自身のアカウントのパスワードを変更することができます。**level-9**のアクセス権は設定変更可能です。 　• RBAC-非デバッグコマンド 　• ローカルユーザ 　• ファイル管理 　• 装置管理 　• **display history-command all**コマンド • **level-15**– network-adminと同じアクセス権があります。
guest-manager	ゲスト関連のWebページのみへのアクセス権があります。コマンドへのアクセス権はありません。

2.1.2 ユーザロールの割り当て

ユーザに、少なくとも 1 つのユーザロールを割り当てることによって、アクセス権を割り当てます。ユーザは割り当てられたユーザロールで許可設定されたコマンドとリソースを使用することができます。たとえば、以下に示すユーザロールを設定することで、すべてのインタフェースで **qos apply policy** コマンドを使用することができます。

- ユーザロール A は **qos apply policy** コマンドの禁止と GigabitEthernet 1/0/1 インタフェースのみアクセス許可を行います。
- ユーザロール B は **qos apply policy** コマンドの許可とすべてのインタフェースのアクセス許可を設定します。

ユーザロールの割り当ては認証方法に依存して以下の方法があります。

- **AAA 許可**– scheme 認証が使用されている場合、AAA モジュールはユーザロールの割り当てを操作できます。
  - □ ユーザがローカル認証にパスした場合、装置はローカルユーザアカウントで指定されたユーザロールを割り当てます。
  - □ ユーザがリモート認証にパスした場合、ユーザにサーバで指定したユーザロールを割り当てます。AAA サーバは RADIUS サーバを使用できます。

- **非 AAA 許可**– ユーザが認証を使用していない、あるいはパスワード認証の場合、装置はユーザラインで指定されたユーザロールを割り当てます。この方法は公開鍵あるいはパスワード－公開鍵認証を使用する SSH クライアントにも適用されます。SSH クライアントに割り当てられたユーザロールは、ローカル管理に関係するユーザアカウントに指定されます。

AAA、SSH の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 10 *セキュリティ "AAA"*、*"SSH"* を参照してください。ユーザラインの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに "ログイン"*、および *"CLI によるログイン"* を参照してください。

2.2 設定作業リスト

作業リスト
(必須設定項目)ユーザロールの作成
(必須設定項目)ユーザロールのルールの設定
(オプション設定項目)機能グループの設定
(オプション設定項目)リソースアクセスポリシーの設定
(オプション設定項目)ユーザロールの割り当て
(オプション設定項目)一時的なユーザロールの許可設定

2.3 ユーザロールの作成

詳細なアクセス管理を行うために、あらかじめ定義されたユーザロールに加えて、64 個までカスタムユーザロールを作成することができます。

以下にユーザロールを作成する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ユーザロールを作成し、user role view に移行する	**role name** *role-name*	デフォルト : 定義済みのユーザロール ● network-admin ● network-operator ● level-n (nは0～15です) level-0～14のユーザロールの許可と説明のみ設定することができます。
3. (オプション設定項目) ユーザロールの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし

2.4 ユーザロールのルールの設定

指定されたコマンドにユーザロールのアクセスを許可あるいは禁止するため、コマンド、機能、機能グループを設定します。

2.4.1 設定の制限とガイドライン

RBAC ユーザロールのルールを設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- 1 つのユーザロールには最大 256 個までのルールを設定することができます。ただし、システム全体で 1024 個を超えるルールを作成することはできません。
- ユーザロールの変更、追加、削除は、変更完了後にユーザロールでログインしたユーザのみ適用されます。
- 同じタイプの 2 つのユーザ定義のルールが混在した場合、高い ID のルールが適用されます。たとえば、以下のコマンドが設定されたルールがある場合、ユーザロールは、**tracert** コマンドを使用しますが、**ping** コマンドを使用しません。
  - **rule 1 permit command ping**
  - **rule 2 permit command tracert**
  - **rule 3 deny command ping**
- level-0～14 のユーザロールにおいて、定義済みのユーザロールとユーザ定義のユーザが混在する場合、ユーザ定義のユーザロールが適用されます。

2.4.2 設定手順

🕮 **メモ：**

Web メニュールールの設定はソフトウェアバージョン 7.2.67 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

以下にユーザロールのルールの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． user role view に移行する	**role name** *role-name*	―
3． ルールを設定する	• コマンドルールの設定： **rule** *number* { **deny** | **permit** } **command** *command-string* • 機能ルールの設定： **rule** *number* { **deny** | **permit** } { **execute** | **read** | **write** } * **feature** [*feature-name*] • 機能グループの設定： **rule** *number* { **deny** | **permit** } { **execute** | **read** | **write** } * **feature-group** *feature-group-name* • Webメニュールールの設定： **rule** *number* { **deny** | **permit** } { **execute** | **read** | **write** } * **web-menu** [*web-string*]	デフォルト：なし ユーザロールを複数のルールを作成する場合、繰り返し設定します。最大256まで設定することができます。 ⚠ **重要：** 機能ルールを設定したとき、システムで有効な機能のみ指定することができます。省略した機能名ではなく、大文字小文字を区別して、表示された機能と同じ機能名を正確に設定してください。

2.5 機能グループの設定

機能グループは、機能のセットにコマンドのアクセス権をまとめて割り当てます。あらかじめ定義された機能グループに加えて最大 64 個の機能グループを作成することができ、複数の機能グループに機能を割り当てることができます。

以下に機能グループの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． 機能グループを作成し、feature group view に移行する	**role feature-group name** *feature-group-name*	デフォルト： ● **L2**– すべてのレイヤ2コマンドを含みます。 ● **L3**– すべてのレイヤ3コマンドを含みます。 この2つのグループはユーザで設定できません。
3． 機能グループに機能を追加する	**feature** *feature-name*	デフォルト：設定なし 複数の機能を作成する場合、繰り返し設定します。 ⚠ **重要**： システムで有効な機能のみ指定することができます。省略した機能名ではなく、大文字小文字を区別して、表示された機能と同じ機能名を正確に設定してください。

2.6 リソースアクセスポリシーの設定

各ユーザロールは 1 つのインタフェースポリシー、VLAN ポリシーを持ちます。デフォルトでポリシーはすべてのインタフェース、VLAN にアクセスするユーザロールを許可します。ユーザが定義したユーザロールのポリシー、インタフェース、VLAN へのアクセス制限を行う、あらかじめ定義された Level-*n* のユーザロールを変更することができます。変更されたポリシーは、変更後にユーザロールでログインしたユーザのみ適用されます。

2.6.1 ユーザロールのインタフェースポリシーの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． user role view に移行する	**role name** *role-name*	―

操作	コマンド	補足
3． ユーザロールの interface policy view へ移行する	**interface policy deny**	デフォルト：すべてのインタフェースへのユーザロールのアクセスは有効です。**permit interface**コマンドが設定されていない場合、このコマンドにより、すべてのインタフェースへのアクセスが禁止されます。
4． (オプション設定項目) ユーザロールにアクセス可能なインタフェースのリストを指定する	**permit interface** *interface-list*	デフォルト：設定なし アクセス可能なインタフェースを追加する場合、この操作を繰り返し行ってください。

2.6.2 ユーザロールの VLAN ポリシーの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． user role view に移行する	**role name** *role-name*	―
3． ユーザロールの VLAN policy view へ移行する	**vlan policy deny**	デフォルト：すべてのVLANへのユーザロールのアクセスは有効です。 このコマンドは**permit vlan**コマンドが設定されていない場合、すべてのVLANへのアクセスを禁止します。
4． (オプション設定項目) ユーザロールにアクセス可能な VLAN を指定する	**permit vlan** *vlan-id-list*	デフォルト：設定なし アクセス可能なVLANを追加する場合、この操作を繰り返し行ってください。

2.7 ユーザロールの割り当て

システムにユーザロールを管理するため、少なくとも 1 つのユーザロールを割り当てる必要があります。装置または、サーバによって少なくとも 1 つのユーザロールが割り当てられていることを確認してください。ユーザロールはリモート AAA 認証ユーザ、ローカル AAA 認証ユーザ、AAA 認証を行わないユーザ(オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに　“RBAC”の“ユーザロールの割り当て”*を参照してください)で割り当てる手順が異なります。AAA 認証の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 8 *セキュリティ　“AAA”*を参照してください。

2.7.1 デフォルトユーザロール機能の有効化

AAA サーバがユーザロールをユーザに許可していない場合、デフォルトユーザロール機能は AAA で認証されているユーザにデフォルトユーザロールを割り当てます。ユーザはデフォルトユーザロールでシステムにアクセスできます。

デフォルトユーザロールとしてシステムに存在するすべてのユーザロールを指定することができます。

以下に AAA 認証ユーザにデフォルトユーザロール機能を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． デフォルトユーザロール機能を有効にする	**role default-role enable** [*role-name*]	デフォルト：無効 ローカルユーザ用に許可されていない場合、デフォルトユーザロール機能を有効にする必要があります。

2.7.2 リモート AAA 認証ユーザへのユーザロールの割り当て

リモート AAA 認証ユーザリモート認証サーバでユーザロールを設定します。RADIUS ユーザにユーザロールを設定する方法については、RADIUS サーバのマニュアルを参照してください。

🕮 **メモ：**

- 特権レベルによるアクセス管理に互換性を持たせるために、装置は自動的に、AAA サーバによって割り当てられた特権レベルにもとづくユーザレベル(0～15)を、RBAC ユーザロール(Level-0～Level-15)に変換します。
- AAA サーバが割り当てたユーザレベルによりユーザロールをユーザに割り当てる場合、ユーザレベルとユーザロールの両方にアクセス可能なコマンドとリソースの組み合わせを使用することができます。

2.7.3 ローカル AAA 認証ユーザへのユーザロールの割り当て

ローカルユーザアカウントのローカル AAA 認証ユーザにユーザロールを設定します。各ローカルユーザはデフォルトユーザロールを持っています。もしデフォルトユーザロールが適当でない場合、削除する必要があります。

以下にローカルユーザにユーザロールを割り当てる設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ローカルユーザを作成し、local user view に移行する	**local-user** *user-name* [**class** { **manage** | **network** }]	―

操作	コマンド	補足
3． ユーザがユーザロールを保有することを許可する	**authorization-attribute user-role** *role-name*	デフォルト：ユーザロール network-adminあるいはlevel-15のユーザが作成したローカルユーザのユーザロールはnetwork-operatorが割り当てられます。 ユーザに最大64のユーザロールを割り当てる場合、この操作を繰り返し行ってください。
4． (オプション設定項目) 不要なユーザロールを削除する	**undo authorization-attribute user-role** *role-name*	ユーザは割り当てられたユーザロールに対してアクセス可能なシステムのアイテムとリソースを使用することができます。 ユーザロールが不要である場合(たとえばデフォルトユーザロール)、ユーザロールを削除するため、このコマンドを使用します。

2.7.4 ユーザラインで非 AAA 認証ユーザへのユーザロールの割り当て

ユーザラインで以下の 2 タイプのログインユーザにユーザロールを指定します。

- パスワード認証あるいは認証をしていないユーザにユーザロールを指定します。
- 公開鍵あるいはパスワード公開鍵認証を使用する SSH クライアントユーザロールを指定します。SSH クライアントに割り当てられるユーザロールは関連するローカル装置管理ユーザアカウントで指定されます。

ユーザラインの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “ログイン”*、および *“CLI によるログイン”* を参照してください。SSH の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 10 *セキュリティ “SSH”* を参照してください。

以下にユーザラインで非 AAA ユーザにユーザロールを割り当てる設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． user line view あるいは user line class view に移行する.	● user line viewに移行する： **line** { *first-num1* [*last-num1*] | { **console** | **vty** } *first-num2* [*last-num2*] } ● user line class viewに移行する： **line class** { **console** | **vty** }	user line viewとuser line class viewの優先順位と設定方法については、オペレーションマニュアルのセクション1 *はじめに “CLIによるログイン”* を参照してください。

操作	コマンド	補足
3． user line 上でユーザロールを指定する	**user-role** *role-name*	デフォルト：consoleユーザラインでnetwork-adminが指定されます。ほかのユーザラインでnetwork-operatorが指定されます。 ユーザに最大64のユーザロールを割り当てることができます。複数のユーザロールを割り当てる場合、この操作を繰り返し行ってください。

2.8 一時的なユーザロールの許可設定

一時的なユーザロールを許可することで、ログインしていないユーザが装置に再接続することなく、ユーザロールを取得することができます。この機能は設定を行うために一時的にユーザロールを使用する場合に有効です。

一時的なユーザロールの許可の設定は現在のログインにのみ適用されます。この機能は、すでにログインしているユーザアカウントのユーザロールの設定を変更しません。次回、ユーザアカウントでログインする場合、元のユーザロールの設定が適用されます。

2.8.1 設定ガイドライン

一時的なユーザロールの許可を設定する場合、以下のガイドラインに従ってください。

- ユーザが装置に再接続をしないで別のユーザロールを取得するため、ユーザロール認証を設定する必要があります。表 2-2に有効な認証モードと設定要件を記載します。
- RADIUS 認証が使用されている場合、以下のルールを適用します。
  - 装置はユーザロールの認証を要求するためのユーザ名を使用しません。装置は**$enab*n*$**のフォーマットを使用します。*n* はユーザロールレベルです。ドメイン名はユーザ名に含まれません。パスワードが正しいとき、ユーザロールの認証にパスすることができます。
  - level-*n* のユーザロールを取得するため、RADIUS サーバで**$enab*n*$**のフォーマットで level-*n* のユーザのユーザアカウントを作成する必要があります。*n* はターゲットのユーザロールのレベルです。たとえば、level-3 のユーザロールの許可を取得する場合、ユーザ名を入力します。装置はサーバからユーザロール認証を要求するため、ユーザ名**$enab3$**を使用します。
  - 非 level-n のユーザロールを取得するため、以下の処理を行う必要があります。
    - サーバでユーザアカウント**$enab0$**を作成します。
    - **allowed-roles="***role***"**の形式のアカウントの cisco-av-pair 属性を設定します。変数のロールはターゲットのユーザロールを示します。
- 装置は以下の順番でユーザロール認証の認証ドメインを選択します。

a) 入力されたユーザ名が含まれるISPドメイン

b) デフォルトISPドメイン

- ユーザロールを許可した後、**quit** コマンドを実行した場合、現在のユーザラインをログアウトします。

表 2-2 ユーザロールの認証モード

キーワード	認証モード	記述
local	ローカルパスワード認証のみ(local-only)	装置は認証用にローカルに設定されたパスワードを使用します。 ローカルパスワード認証が設定されない場合、AUXユーザは文字列を入力するか、何も入力しないでEnterキーを押すことでユーザロール許可を取得することができます。
scheme	RADIUSによるリモートAAA認証(remote-only)	装置はリモート認証を行うためRADIUSサーバにユーザ名とパスワードを送信します。 このモードを使用するため、以下の設定を実行する必要があります。 ● 要求されたRADIUS scheme、ユーザのschemeを使用するISP domainを設定します。詳細はオペレーションマニュアルのセクション10 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。 ● RADIUSサーバにユーザアカウントとパスワードを追加します。
local scheme	最初にローカルパスワード認証を行い、次にリモートAAA認証を行う(local-then-remote)	最初にローカルパスワード認証が実行されます。もしローカルパスワードが設定されていない場合、以下となります。 ● 装置はVTYユーザ用にリモートAAA認証を実行します。 ● AUXユーザは文字列を入力するか、何も入力しないでEnterキーを押すことで一時的なユーザロールを取得することができます。
scheme local	最初にリモートAAA認証を行い、次にローカルパスワード認証を行う(remote-then-local)	最初にAAA認証が実行されます。ローカルパスワード認証は以下のいずれかの状況で実行されます。 ● リモートRADIUSサーバからの応答がありません。 ● 装置でのAAAの設定が無効です。

2.8.2 ユーザロールの認証の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 認証モードを設定する	**super authentication-mode** { **local** | **scheme** } *	デフォルト：ローカル認証のみ適用します。
3. (オプション設定項目) 一時的なユーザロール許可のデフォルトターゲットのユーザロールを指定する	**super default role** *rolename*	デフォルト：**network-admin**

操作	コマンド	補足
4． ユーザロールのローカル認証パスワードを設定する	**super password** [**role** *rolename*] [{ **hash** | **simple** } *string*]	デフォルト：設定なし ローカルパスワード認証のために、この操作を使用します。 もし**role** *rolename*を指定しない場合、コマンドはデフォルトターゲットのユーザロールのパスワードを設定します。

2.8.3 一時的なユーザロールの許可の取得

ログインを行うユーザアカウントにユーザロールがない AUX や VTY ユーザは、ユーザロールを使用する前に認証をパスする必要があります。

user view で以下の設定を行います。

操作	コマンド	補足
ユーザロールを使用した一時的な許可を取得する	**super** [*rolename*]	[*rolename*]を指定しない場合、一時的なユーザロールの許可のデフォルトターゲットユーザロールを取得します。 3回連続してパスワードの認証に失敗すると、ユーザロールの取得に失敗します。 現在のユーザロールが**super**コマンドを実行できることを確認してください。

2.9 RBAC設定の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行することができます。

操作	コマンド
ユーザロール情報を表示する	**display role** [**name** *role-name*]
ユーザロール機能の情報を表示する	**display role feature** [**name** *feature-name* | **verbose**]
ユーザロール機能グループ情報を表示する	**display role feature-group** [**name** *feature-group-name*] [**verbose**]

2.10 RBACの設定例

2.10.1 ローカル AAA 認証ユーザの RBAC の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-1に示すように、装置は 192.168.1.58 の Telnet ユーザ用にローカル AAA 認証を実行します。Telnet ユーザはユーザ名 **user1@bbb** を持ち、ユーザロール **role1** を割り当てます。

role1 に以下の許可を設定します。

- すべての機能の read コマンドを実行します。
- VLAN10～VLAN20 のみ設定できるようにします。他の VLAN へのアクセスは拒否されます。

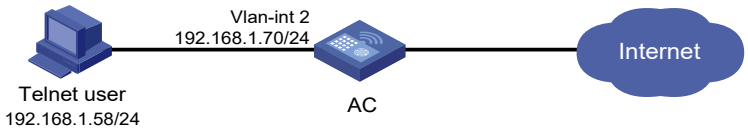


図 2-1 ネットワーク図

II. 設定手順

Telnet ユーザが接続されている VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.70 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
```

Telnet サーバを有効にします。

```
[AC] telnet server enable
```

Telnet ユーザのユーザラインで scheme 認証を有効にします。

```
[AC] line vty 0 4
[AC-line-vty0-4] authentication-mode scheme
[AC-line-vty0-4] quit
```

ISP ドメイン **bbb** 用にローカル認証、許可を有効にします。

```
[AC] domain bbb
[AC-isp-bbb] authentication login local
[AC-isp-bbb] authorization login local
[AC-isp-bbb] quit
```

ユーザロール **role1** を作成します。

```
[AC] role name role1
```

すべての機能の read コマンドにアクセスするようにユーザロールを許可するルール 1 を設定します。

```
[AC-role-role1] rule 1 permit read feature
```

VLAN を作成し、VLAN view でコマンドにアクセスするユーザロールを許可するルール 2 を設定します。

```
[AC-role-role1] rule 2 permit command system-view ; vlan *
```

VLAN 10～VLAN 20 のみ設定するユーザロールを許可するために VLAN ポリシーを変更します。

```
[AC-role-role1] vlan policy deny
[AC-role-role1-vlanpolicy] permit vlan 10 to 20
[AC-role-role1-vlanpolicy] quit
[AC-role-role1] quit
```

装置管理ローカルユーザ **user1** を作成し、local user view に移行します。

```
[AC] local-user user1 class manage
```

ユーザ用にプレーンテキストのパスワード **aabbcc** を設定します。

```
[AC-luser-manage-user1] password simple aabbcc
```

サービスタイプを Telnet に設定します。

```
[AC-luser-manage-user1] service-type telnet
```

ユーザにユーザロール **role1** を割り当てます。

```
[AC-luser-manage-user1] authorization-attribute user-role role1
```

ユーザからデフォルトユーザロール network-operator を削除します。この設定はユーザでユーザロール role1 のみ許可するために行います。

```
[AC-luser-manage-user1] undo authorization-attribute user-role network-operator
[AC-luser-manage-user1] quit
```

III. 設定の確認

AC に Telnet を行い、AC にアクセスするため、ユーザ名とパスワードを入力します(詳細は省略します)。

VLAN 10～VLAN 20 を作成できることを確認します。この例では VLAN10 を使用します。

```
<AC> system-view
[AC] vlan 10
[AC-vlan10] quit
```

VLAN 10～VLAN 20 以外の VLAN を作成できないことを確認します。この例では VLAN30 を使用します。

```
[AC] vlan 30
Permission denied.
```

すべての機能の read コマンドが使用できることを確認します。この例では **display clock** コマンドを使用します。

```
[AC] display clock
09:31:56 UTC Sat 01/01/2011
[AC] quit
```

機能の書き込みあるいは実行コマンドが使用できないことを確認します。

```
<AC> debugging role all
Permission denied.
<AC> ping 192.168.1.58
Permission denied.
```

2.10.2 RADIUS 認証ユーザの RBAC の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-2に示すように、装置は 10.1.1.1/24 の FreeRADIUS サーバを使用し、Telnet ユーザを含むログインユーザに AAA サービスを提供します。Telnet ユーザはユーザ名 **hello@bbb** を持ち、ユーザロール **role2** が割り当てられます。

ユーザロール **role2** に以下の許可を設定します。

- ISP domain view ですべてのコマンドを実行します。
- **arp**、**radius** 機能の read、write コマンドを実行します。
- **acl** 機能の read コマンドへのアクセスを禁止します。
- VLAN 1～VLAN 20 のみを設定変更可能にします。

AC と FreeRADIUS サーバは共有鍵 **expert**、認証ポート 1812 を使用します。装置はサーバにドメイン名のユーザ名を送信します。

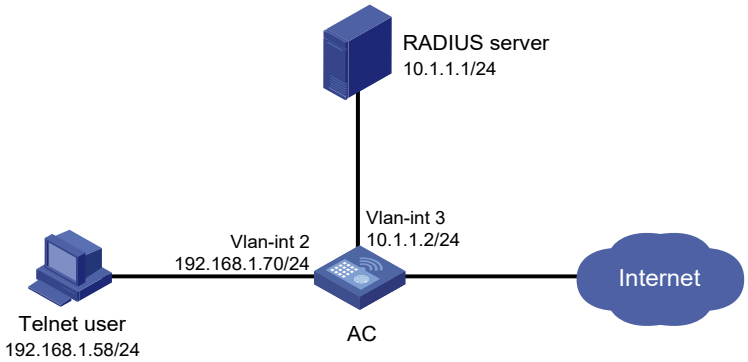


図 2-2 ネットワーク図

II. 設定手順

Switch と RADIUS サーバで設定が一致していることを確認します。

1)　AC を設定します。

Telnet ユーザと同じサブネットから IP アドレスを VLAN インタフェース 2 に割り当てます。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.70 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
```

RADIUS サーバと同じサブネットから IP アドレスを VLAN インタフェース 3 に割り当てます。

```
[AC] interface vlan-interface 3
[AC-Vlan-interface3] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface3] quit
```

Telnet サーバを有効にします。

```
[AC] telnet server enable
```

Telnet ユーザ用に、ユーザラインの scheme 認証を有効にします。

```
[AC] line vty 0 4
[AC-line-vty0-4] authentication-mode scheme
[AC-line-vty0-4] quit
```

RADIUS scheme **rad** を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme rad
```

scheme で、プライマリサーバアドレス 10.1.1.1、サービスポート 1812 を指定します。

```
[AC-radius-rad] primary authentication 10.1.1.1 1812
```

AC とサーバの認証 scheme における専用の共有鍵として expert を設定します。

```
[AC-radius-rad] key authentication simple expert
[AC-radius-rad] quit
```

ISP ドメイン **bbb** 用の認証、許可 scheme として scheme **rad** を指定します。

重要：

RADIUS ユーザ認証の情報は許可(authorization)属性を認証(authentication)の応答に含められて送信します。そのため、authorization の radius-scheme と authentication の radius-scheme には同じ scheme を使用してください。

```
[AC] domain bbb
[AC-isp-bbb] authentication login radius-scheme rad
[AC-isp-bbb] authorization login radius-scheme rad
[AC-isp-bbb] quit
```

機能グループ **fgroup1** を作成します。

```
[AC] role feature-group name fgroup1
```

機能グループに機能 **arp**、**radius** を追加します。

```
[AC-featuregrp-fgroup1] feature arp
[AC-featuregrp-fgroup1] feature radius
[AC-featuregrp-fgroup1] quit
```

ユーザロール **role2** を作成します。

```
[AC] role name role2
```

ISP view ですべてのコマンドを使用するユーザロールを許可するルール 1 を設定します。

```
[AC-role-role2] rule 1 permit command system-view ; domain *
```

fgroup1 ですべての機能の read、write コマンドを使用するユーザロールを許可するルール 2 を設定します。

```
[AC-role-role2] rule 2 permit read write feature-group fgroup1
```

acl 機能の read コマンドのアクセスを禁止するルール 3 を設定します。

```
[AC-role-role2] rule 3 deny read feature acl
```

VLAN を作成し、VLAN view ですべてのコマンドを使用するユーザロールを許可するルール 4 を設定します。

```
[AC-role-role2] rule 4 permit command system-view ; vlan *
```

interface view に移行し、interface view ですべてのコマンドを使用するユーザロールを許可するルール 5 を設定します。

```
[AC-role-role2] rule 5 permit command system-view ; interface *
```

VLAN 1～VLAN 20 を除く VLAN の設定を無効にするユーザロール VLAN ポリシーを設定します。

```
[AC-role-role2] vlan policy deny
[AC-role-role2-vlanpolicy] permit vlan 1 to 20
[AC-role-role2-vlanpolicy] quit
```

2) RADIUS サーバを設定します。

Free RADIUS サーバのディレクトリファイルにどちらかのユーザロールの属性を追加します。

```
Cisco-AVPair = "shell:roles=\"role2\""
Cisco-AVPair = "shell:roles*\"role2\""
```

装置と通信する Free RADIUS サーバの必要な設定を行います。(詳細は省略します)

AC と RADIUS サーバで設定が一致していることを確認します。

III. 設定の確認

AC に Telnet し、AC にアクセスするためのユーザ名、パスワードを入力します(詳細は省略します)。

ISP view で有効なすべてのコマンドが使用できることを確認します。

```
<AC> system-view
[AC] domain abc
[AC-isp-abc] authentication login radius-scheme abc
[AC-isp-abc] quit
```

radius、**arp** 機能についてのすべての read、write コマンドを使用できることを確認します。この例では **radius** を使用します。

```
[AC] radius scheme rad
[AC-radius-rad] primary authentication 2.2.2.2
[AC-radius-rad] display radius scheme rad
…
(display 表示結果は省略します。)
```

VLAN 1～VLAN 20 以外の VLAN を設定できないことを確認します。この例では VLAN 10 と VLAN 30 を使用します。

```
[AC] vlan 10
[AC-vlan10] quit
[AC] vlan 30
Permission denied.
```

2.10.3 RBAC の一時的なユーザロールの許可の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-3に示すように、装置はログインユーザ用にローカル認証を実行します。Telnet ユーザはユーザ名 **test@bbb** を持ち、ユーザロール **level-0** が割り当てられます。

一時的なユーザロールの許可を行うため remote-then-local の認証モードを設定します。装置はユーザロール network-admin の認証を許可するため、RADIUS サーバを使用します。AAA の設定が無効あるいは RADIUS サーバが応答していない場合、装置はローカル認証を実行します。

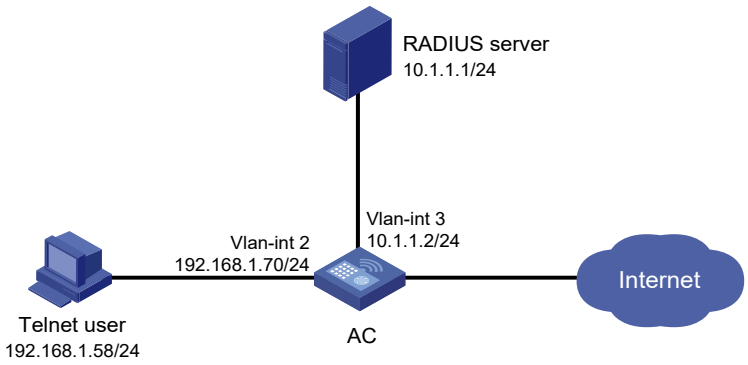


図 2-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AC を設定します。

Telnet ユーザに接続された VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.70 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
```

RADIUS サーバに接続された VLAN インタフェース 3 に IP アドレスを割り当てます。

```
[AC] interface vlan-interface 3
[AC-Vlan-interface3] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface3] quit
```

Telnet サーバを有効にします。

```
[AC] telnet server enable
```

Telnet ユーザ用に、ユーザラインの scheme 認証を有効にします。

```
[AC] line vty 0 15
[AC-line-vty0-15] authentication-mode scheme
[AC-line-vty0-15] quit
```

一時的なユーザロールの許可のため、remote-then-local 認証を有効にします。

```
[AC] super authentication-mode scheme local
```

RADIUS scheme **radius** を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius
```

プライマリ認証サーバのアドレスを 10.1.1.1 に指定し、Switch とサーバ間の通信をセキュアにするため、scheme の専用の共有鍵を設定します。

```
[AC-radius-radius] primary authentication 10.1.1.1 key simple expert
```

RADIUS サーバに送信したユーザ名から ISP ドメイン名を除外します。

```
[AC-radius-radius] user-name-format without-domain
[AC-radius-radius] quit
```

ISP ドメイン **bbb** を作成し、ISP domain view に移行します。

```
[AC] domain bbb
```

ログインユーザでローカル認証を使用する ISP ドメイン **bbb** を設定します。

```
[AC-isp-bbb] authentication login local
```

ログインユーザでローカル許可を使用する ISP ドメイン **bbb** を設定します。

```
[AC-isp-bbb] authorization login local
```

ユーザロール認証のため、RADIUS scheme **radius** を ISP ドメインに適用します。

```
[AC-isp-bbb] authentication super radius-scheme radius
[AC-isp-bbb] quit
```

装置管理ユーザ **test** を作成し、local user view に移行します。

```
[AC] local-user test class manage
```

ユーザのサービスタイプを Telnet に設定します。

```
[AC-luser-manage-test] service-type telnet
```

ユーザのパスワードを **aabbcc** に設定します。

```
[AC-luser-manage-test] password simple aabbcc
```

level-0 をユーザに割り当てます。

```
[AC-luser-manage-test] authorization-attribute user-role level-0
```

デフォルトユーザロール network-operator を削除します。

```
[AC-luser-manage-test] undo authorization-attribute user-role network-operator
[AC-luser-manage-test] quit
```

ユーザロール network-admin のローカル認証パスワードを abcdef654321 に設定します。

```
[AC] super password role network-admin simple abcdef654321
[AC] quit
```

2) RADIUS サーバを設定します。

(詳細は省略します)

III. 設定の確認

1) AC に Telnet 接続を行い、ユーザ名 test@bbb、パスワード aabbcc を入力します。
2) 診断コマンドにアクセスできることを確認します。

<AC> telnet 192.168.1.70

```
Trying 192.168.1.70 ...
Press CTRL+K to abort
Connected to 192.168.1.59 ...

login: test@bbb
Password:
<AC>?
User view commands:
  ping         Ping function
  quit         Exit from current command view
  ssh2         Establish a secure shell client connection
  super        Switch to a user role
  system-view  Enter the System View
  telnet       Establish a telnet connection
  tracert      Tracert function

<AC>
```

3) ユーザロール network-admin を取得できることを確認します。

ユーザロール network-admin を取得するため、super password コマンドを使用します。システムはユーザ名とパスワードが表示されたとき、ユーザ名 test@bbb、パスワード 123456 を入力します。

<AC> super network-admin

```
Username: test@bbb
Password:
```

以下の出力はユーザロール network-admin を取得したことを示します。

```
User privilege role is network-admin, and only those commands that authorized to
the role can be used.
```

#RADIUS サーバが応答しない場合、表示画面でローカル認証のパスワード abcdef654321 を入力します。

```
Invalid configuration or no response from the authentication server.
Change authentication mode to local.
Password:
User privilege role is network-admin, and only those commands that authorized to
the role can be used.
```

出力はユーザロール network-admin を取得したことを示します。

2.11 RBACのトラブルシューティング

本章では、一般的な RBAC の問題と解決方法について記載します。

2.11.1 ローカルユーザで許可していないコマンドにアクセスできる

I. 症状

ローカルユーザで割り当てられたユーザロールで許可していないコマンドが使用できます。

II. 分析

ローカルユーザには意図しないユーザロールが割り当てられている場合があります。たとえば、ローカルユーザを作成すると自動的にデフォルトのユーザロールも割り当てられています。

III. 解決策

1) **display local-user** コマンドを使用し、必要ないユーザロールがあるローカルユーザアカウントを確認し、それを削除します。

2.11.2 RADIUS ユーザによるログインが常に失敗する

I. 症状

以下の状況において RADIUS ユーザによって、ネットワークアクセス装置にログインできません。

- 本装置と RADIUS サーバ間の通信は正常です。
- すべての AAA 設定は正常です。

II. 分析

RBAC は少なくとも 1 つのユーザロールを持つログインユーザが必要です。もし RADIUS サーバがユーザロールを使用するログインユーザを許可していない場合、ユーザは装置にログインすることはできません。

III. 解決策

以下の方法で問題を解決します。

1) 以下のいずれかの方法を使用します。

- ユーザロールが RADIUS サーバに割り当てられていないとき、RADIUS ユーザがデフォルトユーザロールでログインできるようにするため、**role default-role enable** コマンドを設定します。
- ユーザロール許可属性を RADIUS サーバに追加してください。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

3 章 ログイン..... 3-1

3章 ログイン

初回の装置へのログインは、コンソールポートを使用した CLI ログインのみ行うことができます。2 回目以降はコンソールログインパラメータの変更やコンソール、Telnet、SSH、Web、SNMP のログイン方法に変更することができます。

表 3-1 ログイン方法の概要

ログイン方法		デフォルト設定、必要最低限の設定
CLIのログイン	コンソールポートからローカルにログイン	デフォルトでは、コンソールポートでのログインは有効、ユーザ名やパスワードの認証なし、ユーザロールはnetwork-adminです。 ログイン後、装置のセキュリティの対応を行うため、パスワードあるいは認証スキームモードを設定します。
	Telnet接続によるログイン	デフォルトではTelnet接続によるログインは無効です。 Telnet接続によるログインを行うため、以下の設定が必要です。 ● Telnetサーバ機能を有効にします。 ● レイヤ3インタフェースにIPアドレスを設定し、インタフェースとTelnetクライアント間で通信可能なことを確認します。 ● VTYログインユーザ用に認証モードを設定します。デフォルトではパスワード認証が使用されますが、パスワードは設定されていません。 ● VTYログインユーザにユーザロールを割り当てます。(デフォルトはnetwork-operator)
	SSH接続によるログイン	デフォルトではSSH接続によるログインは無効です。SSH接続によるログインを行うため、以下の設定が必要です。 ● SSHサーバ機能を有効にし、SSH属性を設定します。 ● レイヤ3インタフェースにIPアドレスを設定し、インタフェースとSSHクライアント間で通信可能なことを確認します。 ● VTYログインユーザ用に認証モードを設定します。デフォルトではパスワード認証が使用されます。 ● VTYログインユーザにユーザロールを割り当てます。(デフォルトはnetwork-operator)
Webインタフェースからのアクセス		デフォルトでWebインタフェースからのログインは無効です。 Webインタフェースによるログインを行うため、以下の設定が必要です。 ● レイヤ3インタフェースにIPアドレスを設定します。Webインタフェースと Webユーザホスト間で通信可能なことを確認します。 ● Webログインのローカルユーザアカウントを設定し、アカウントにユーザロールを割り当てます。デフォルトは network-operatorです。 ● ユーザにHTTPあるいはHTTPSサービスを割り当てます。デフォルトは設定されていません。
SNMPからのアクセス		デフォルトではSNMPによるログインは無効です。 SNMPによるログインを行うため、以下の設定が必要です。 ● レイヤ3インタフェースにIPアドレスを設定し、インタフェ

ログイン方法	デフォルト設定、必要最低限の設定
	ースとNMS間で通信可能なことを確認します。 ● SNMPの基本パラメータを設定します。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

4 章 コンソールポートによる最初のログイン 4-1

4章 コンソールポートによる最初のログイン

初回の装置へのログインは、コンソールポートを使用した CLI ログインのみ行うことができます。

コンソールポートから装置にログインするには、コンソール端末（例 PC）と端末エミュレーションプログラム（例 Windows の HyperTerminal）などのユーザ端末の関連設定をコンソールポートと同じにしなければなりません。Windows Server 2003 では手動で HyperTerminal を追加する必要があります。Windows Server2008、Windows7、Windows Vista、またはほかのオペレーティングシステムではサードパーティの端末エミュレーションプログラムを取得し、インストールする必要があります。ほかのターミナル端末エミュレーションプログラムの使い方については、プログラムのユーザズガイドあるいはオンラインヘルプを見てください。

コンソールポートでログインする場合は以下の手順に従ってください。

1) PC のシリアルポートに D-sub 9 ピンメスコネクタを接続します。
2) コンソールケーブルの RJ-45 コネクタを装置のコンソールポートに接続します。

⚠ **重要：**

- 接続するポートを確認して間違ったコネクタに接続しないようにしてください。
- PC のシリアルポートはホットスワップ機能にサポートしていません。装置が電源 ON である場合、PC の電源を OFF にしてください。装置に接続する前に PC にコンソールケーブルを最初に接続してください。ケーブルを取り外すときは、最初に装置から取り外してください。

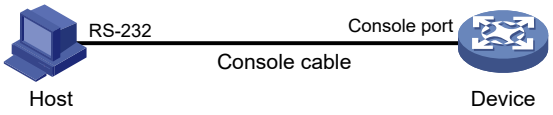


図 4-1 コンソールポートとの接続

3) PC が電源 OFF である場合、PC の電源を ON にしてください。
4) PC で端末エミュレーションソフトウェア（Windows のハイパーターミナルなど）を起動し、装置に接続する端末の設定を行います。通常、端末のコンソールポートのパラメータは以下となっています。

- 通信速度　— 9600 bps
- フローコントロール　— なし
- パリティ　— なし
- ストップビット　— 1
- データビット　— 8

図 4-2から図 4-4は Windows のハイパーターミナルでの設定を示します。Windows サーバ 2003 ではハイパーターミナルを最初に追加し、装置にログインする手順に従ってくだ

さい。Windows 2008 サーバ、Windows 7 などその他の Windows OS や、ほかの OS ではサードパーティの端末エミュレータを起動してください。

a)　スタートボタンをクリックします。

b)　メニューからすべてのプログラム ＞ アクセサリ ＞ 通信 ＞ハイパーターミナルを選択します。

装置にシリアルポートが接続されていることを確認します。

a)　デスクトップにあるマイコンピュータアイコンを右クリックします。

b)　コンピュータ管理ウィンドウ画面で管理を選択します。

c)　ナビゲーションツリーからシステムツール＞デバイスマネージャーを選択します。

d)　ポート（COM＆LPT）を選択します。

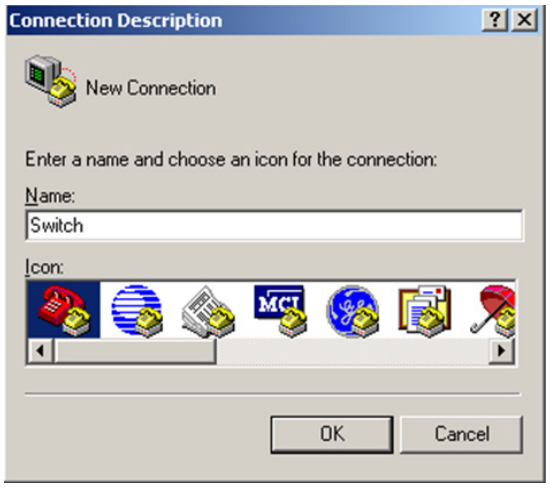


図 4-2 接続の作成

図 4-3 シリアルポートの設定

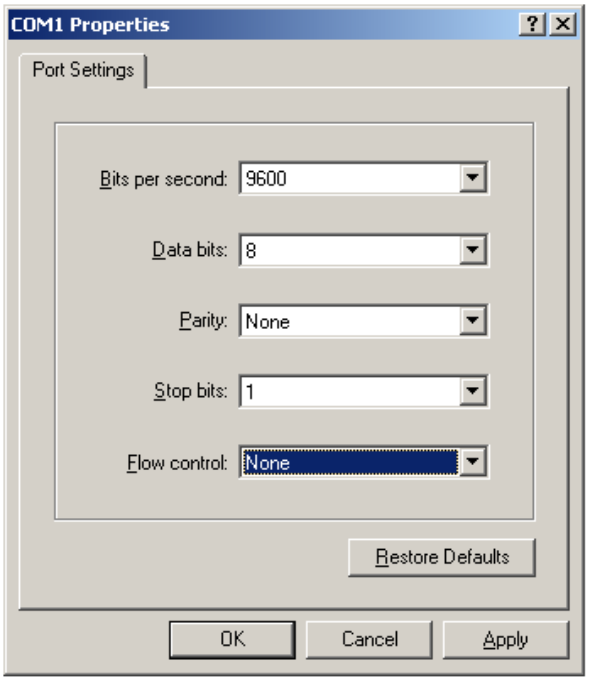


図 4-4 シリアルポートのプロパティの設定

5) 装置の電源を入れます。装置が問題なく POST（power-on self test）を終了すると、**Enter** を押すように指示されます。

デフォルトの user view のプロンプト<Switch>が表示されます。装置の設定や管理を行うため、コマンドを入力することができます。ヘルプ画面を表示する場合、クエスチョンマーク（?）を入力します。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

5 章 CLI によるログイン 5-1
5.1 CLI 概要 5-1
5.1.1 ユーザライン 5-1
5.1.2 ログイン認証モード 5-2
5.1.3 ユーザロール 5-2
5.2 コンソールポートからのローカルログイン 5-3
5.2.1 None 認証の設定 5-3
5.2.2 Password 認証の設定 5-4
5.2.3 Scheme 認証の設定 5-5
5.2.4 console ユーザラインの共通設定 5-6
5.3 Telnet からのログイン 5-7
5.3.1 装置の Telnet ログインの設定 5-7
5.3.2 装置から Telnet サーバへの Telnet 接続 5-14
5.4 SSH からのログイン 5-15
5.4.1 SSH ログインの設定 5-15
5.4.2 装置から SSH サーバへの SSH 接続 5-17
5.5 CLI ログインの表示と維持 5-17

5章 CLI によるログイン

初回の装置へのログインは、コンソールポートを使用した CLI ログインのみ行うことができます。装置の管理を容易にするため、コンソールポートや Telnet、SSH、Web、SNMP でログインすることができます。

CLI への不正アクセスを防止し、ユーザロールを管理するため、以下のことを行うことができます。

- ログイン認証の設定
- ユーザロールの割り当て
- コマンド許可の設定
- 無許可ログインのフィルタリングを行う ACL

この章では設定について方法記載し、ログイン認証、ユーザロール、共通ユーザライン設定を含む CLI ログイン方法について記載します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “ログインユーザの制御”* を参照してください。

5.1 CLI概要

5.1.1 ユーザライン

装置は CLI セッションを管理し、ユーザのふるまいをモニタリングするため、ユーザライン（ユーザインタフェースと呼ばれます）を使用します。ユーザラインでのログイン認証、ユーザロールを含むアクセス管理の設定を行うことができます。ユーザがログインした後、ユーザラインに割り当てられた設定に従う必要があります。

ユーザは、表 5-1のようにログイン方法に依存した異なるユーザラインに割り当てられます。

表 5-1 CLI ログイン方法とユーザライン

ユーザライン	ログイン方法
コンソールユーザライン	コンソールポート
Virtual type terminal （VTY）ユーザライン	TelnetあるいはSSH

I. ユーザラインの識別化

各ユーザラインは、識別化のため絶対値と相対値を持っています。

絶対値は、すべてのユーザライン間でユーザラインを一意に認識します。ユーザラインは、コンソールと VTY ユーザラインで 0 から 1 ずつ増加するユーザライン番号で番号付けられます。**display line** コマンドでパラメータを指定しない場合、サポートされるユーザラインと絶対値を表示することができます。

相対値は同一タイプのすべてのユーザライン間でユーザラインを識別します。番号フォーマットは *interface type + number* です。すべてのユーザラインのタイプは 0 から 1 ずつ増加します。たとえば VTY ユーザラインの最初は VTY0 です。

II. ユーザラインの割り当て

装置は、ログイン方法に依存して、CLI ログインユーザにユーザラインを自動的に割り当てます。各ユーザラインは 1 度に 1 つのユーザにのみユーザラインを割り当てることができます。ユーザラインが有効でない場合、CLI ログインは拒否されます。

CLI ログインで、装置は、ログインタイプ用に、有効で空いているユーザラインから最も低い値を用います。たとえば 4 つの VTY インタフェース（0～3）が設定されている場合、VTY インタフェースの VTY0 と VTY3 は空いています。ユーザが装置に Telnet を行うとき、ユーザに VTY0 が割り当てられ、認証を行い、ユーザを管理するために VTY0 の設定を使用します。

5.1.2 ログイン認証モード

装置の CLI への不正アクセスを防ぐため、ログイン認証を設定することができます。

装置は以下のログイン認証モードをサポートしています。

- **None**　－　認証なし。このモードはセキュリティの保護がありません。
- **Password**－　パスワード認証が必要です。
- **Scheme**　－　ローカルあるいはリモートログイン認証を行うため、AAA モジュールを使用します。ログイン時にユーザ名、パスワードを使用する必要があります。

異なるログイン認証モードは、表 5-2のようにユーザラインで異なる設定が必要です。

表 5-2 異なるログイン認証で必要な設定

認証モード	操作
None	認証モードを**none**に設定します。
Password	1．　認証モードを **password** に設定します。 2．　パスワードを設定します。
Scheme	1．　認証モードを **scheme** に設定します。 2．　ISP domain view でログイン認証方法を設定します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　“AAA”* を参照してください。

5.1.3 ユーザロール

ログインするときユーザはユーザロールが割り当てられます。ユーザロールはユーザが実行できるコマンドを指定します。

装置はログイン認証モードとログイン方法をもとにしたユーザロールを割り当てます。

- もし None あるいは Password 認証が使用される場合、装置はユーザラインで作成されたユーザロールの設定に従ってユーザロールを割り当てます。
- もし Scheme 認証が使用される場合、以下のようにユーザロールを割り当てます。

- 公開鍵あるいはパスワード公開鍵を使用する SSH ログインユーザの認証において、装置はユーザラインで設定されたユーザロールに従ってユーザロールを割り当てます。
- 他のユーザにおいて、AAA モジュールで設定されたユーザロールに従ってユーザロールを割り当てます。リモート AAA 認証ユーザにおいて、もし AAA サーバがユーザにユーザロールを割り当てず、ユーザロール機能が無効である場合、ユーザはログインすることができません。

5.2 コンソールポートからのローカルログイン

図 5-1のように装置にログインし、管理するため、コンソールポートで端末を接続することができます。ログイン手順についてはオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに* *“コンソールポートによる最初のログイン”* を参照してください。

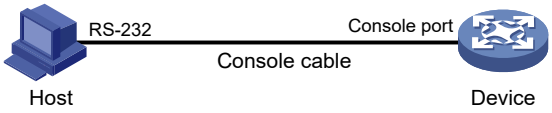


図 5-1 コンソールポートによるログイン

デフォルトでコンソールポートは有効で、認証を必要としません。装置のセキュリティの対応を行うため、パスワードあるいは認証スキームモードを設定します。そして初回に装置へログインした後、すぐに必要とされるようにユーザロールを割り当てます。

コンソールログインを設定するため、以下の作業が完了している必要があります。

操作	備考
（必須設定項目）コンソールログイン用のログイン認証の設定: ● None認証の設定 ● Password認証の設定 ● Scheme認証の設定	いずれか一つの認証モードが必要です。
（オプション設定項目）コンソールユーザラインの共通設定	—

コンソールログインの設定は、ログイン中のユーザには適用しません。設定が行われた後、次にログインするユーザのみ適用されます。

5.2.1 None 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	備考
2. console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。
3. None 認証モードを有効にする	**authentication-mode** *none*	デフォルト：**none**
4. ユーザロールを割り当てる	**user-role** *role-name*	デフォルト：**network-admin**

コンソールポートを使用して、次回ログインを行う場合、ユーザ名あるいはパスワードを必要としません。

5.2.2 Password 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。
3. Password 認証モードを有効にする	**authentication-mode password**	デフォルト：**none**

操作	コマンド	備考
4． password を設定する	**set authentication password** { **hash** | **simple** } *password*	デフォルト：設定なし
5． ユーザロールを割り当てる	**user-role** *role-name*	デフォルト：**network-admin**

コンソールポートを使用して、次回ログインを行う場合、設定したログインパスワードが必要です。

5.2.3 Scheme 認証の設定

操作	コマンド	備考
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。
3． Scheme 認証を有効にする	**authentication-mode** *scheme*	デフォルト：**none**

Scheme 認証を使用するため、以下の設定が完了している必要があります。

- ISP domain view でコンソールログイン方法を設定します。
- リモート認証を使用し、RADIUS スキームを設定します。
- ローカル認証を使用し、ローカルユーザと関連する設定を行います。

詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　“AAA”* を参照してください。

コンソールポートを使用して、次回ログインを行う場合、設定したユーザ名、パスワードが必要です。

5.2.4 console ユーザラインの共通設定

console ユーザライン用のいくつかの共通の設定は、設定された後すぐに適用され、現在のセッションを中断してしまうことがあります。同一のログイン作業を再度行うことを防ぐため、console ユーザラインを変更する前に、コンソールログインとは別のログイン方法を使用します。

設定が完了した後、コンソールポートを経由してログインするため、装置で設定したコンソールポートに合うようにコンソールターミナルの設定を変更します。

以下に console ユーザラインの共通設定を示します。

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。
3. ボーレートを設定する	**speed** *speed-value*	デフォルト：9600 bps このコマンドはconsole line class viewで設定できません。
4. パリティチェックモードを指定する	**parity** { **even** | **mark** | **none** | **odd** | **space** }	デフォルト：**none**（パリティチェックなし） このコマンドはconsole line class viewで設定できません。
5. ストップビットを設定する	**stopbits** { **1** | **1.5** | **2** }	デフォルト：**1** ストップビットは文字の最後を示します。ストップビットが多いと転送が遅くなります。 このコマンドはconsole line class viewで設定できません。
6. データビットを設定する	**databits** { **5** | **6** | **7** | **8** }	デフォルト：**8** 文字コードタイプに依存します。たとえば7に設定されると標準ASCII文字が送信され、8に設定すると拡張ASCII文字が送信されます。 このコマンドはconsole line class viewで設定できません。
7. エスケープキーを設定する	**escape-key** { *character* | **default** }	デフォルト：CTRL+C

操作	コマンド	備考
8. 端末タイプを設定する	**terminal type** { **ansi** | **vt100** }	デフォルト：ANSI 装置はANSIとvt100の2つの端末タイプをサポートします。端末で適した表示を保証するため、両方のタイプを設定し、装置と端末の両方のタイプをvt100に設定することを推奨します。 そうでなければコマンドラインが80文字超えてしまい、カーソル位置がエラーとなったり、異常な端末表示となる場合があります。
9. 画面に表示できる最大行数を設定する	**screen-length** *screen-length*	デフォルト：最大24行 出力の最大行を0とすると画面の表示は停止しません。
10. コマンド履歴バッファのサイズを設定する	**history-command max-size** *value*	デフォルト：10
11. ユーザラインのタイムアウトの時間を設定する	**idle-timeout** *minutes* [*seconds*]	デフォルト：10分 タイムアウト時間内に、ユーザラインで何も実行されないと自動的にユーザラインの接続が終了します。 タイムアウト機能を無効にする場合、0に設定します。
12. ユーザが現在のuser line にログインしたとき、自動で実行されるコマンドを設定する	**auto-execute command** *command*	デフォルト：無効 ユーザが現在のuser lineにログインしたとき、装置は自動で指定されたコマンドを実行します。コマンドが実行されたのち、ユーザの接続を切断します。 このコマンドはconsole line viewあるいはconsole line class viewでサポートしていません。
13. 端末サービスを有効にする	**shell**	デフォルト：有効 console line viewあるいはconsole line class viewでコマンドは**undo shell**サポートしていません。

5.3 Telnetからのログイン

装置のリモート管理を行うため、Telnet サーバを使用することができます。また他の装置を管理するため、装置を Telnet クライアントとして使用することができます。

デフォルトでは Telnet からのログインは無効です。Telnet を使用する場合、Telnet 以外の他のログイン方法を用いて、装置にログインしてください。

5.3.1 装置の Telnet ログインの設定

操作	備考
（必須設定項目）Telnetサーバの有効化	―

操作	備考
（必須設定項目）Telnetからのログイン認証の設定 ● None認証の設定 ● Password認証の設定 ● Scheme認証の設定	いずれか一つの認証モードが必要です。
（オプション設定項目）現在のTelnetユーザの最大数の設定	—
（オプション設定項目）出力telnetパケットのDSCP値の設定	—
（オプション設定項目）VTYユーザラインの共通設定	—

I. Telnet サーバの有効化

操作	コマンド	備考
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． Telnet サーバを有効化する	**telnet server enable**	デフォルト：無効

II. None 認証の設定

操作	コマンド	備考
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する： **line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する： **line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます

操作	コマンド	備考
3． None認証モードを有効にする	**authentication-mode none**	デフォルト：**password** VTY line viewでは**protocol inbound**コマンドに関連します。 ● どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、VTY line viewの設定が適用されます。 ● VTY line viewで両方の設定がデフォルトのままである場合、VTY line class viewの設定が適用されます。
4． （オプション設定項目）ユーザロールを割り当てる	**user-role** *role-name*	デフォルト：**network-operator**

0のように次回 Telnet で装置にログインを行う場合、ユーザ名あるいはパスワードを必要としません。もしログインユーザ数が最大である場合、ログインに失敗し、"All user lines are used, Please try later!"のメッセージが表示されます。

```
<AC>
```

III. Password 認証の設定

操作	コマンド	備考
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する：**line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する：**line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、ログイン中のユーザには適用しません。設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。

操作	コマンド	備考
3. Password 認証モードを有効にする	**authentication-mode password**	デフォルト：**password** VTY line viewでは**protocol inbound** コマンドに関連します。 ● どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、VTY line viewの設定が適用されます。 ● VTY line viewで両方の設定がデフォルトのままである場合、VTY line class viewの設定が適用されます。
4. password の設定	**set authentication password** { **hash** | **simple** } *password*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）ユーザロールを割り当てる	**user-role** *role-name*	デフォルト：**network-operator**

0のように次回 Telnet で装置にログインを行う場合、パスワードが必要となります。もしログインユーザ数が最大である場合、ログインに失敗し、" All user lines are used, please try later!"のメッセージが表示されます。

```
Password:
<AC>
```

IV. Scheme 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	備考
2． VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する：**line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する：**line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、ログイン中のユーザには適用しません。設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。
3． Scheme 認証を有効にする	**authentication-mode scheme**	デフォルト：**password** VTY line viewでは**protocol inbound** コマンドに関連します。 ● どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、VTY line viewの設定が適用されます。 ● VTY line viewで両方の設定がデフォルトのままである場合、VTY line class viewの設定が適用されます。

Scheme 認証を行うため、以下の作業を完了してください。

- ISP domain view でログイン認証を設定してください。
- リモート認証を行うため、使用する RADIUS スキームの設定を行ってください。
- ローカル認証を行うため、ローカルユーザと関連する属性の設定を行ってください。

詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　“AAA”* を参照してください。

0ように次回 Telnet で装置にログインを行う場合、ユーザ名、パスワードが必要となります。もしログインユーザ数が最大である場合、ログインに失敗し、"All lines are used, please try later!"のメッセージが表示されます。

```
Login: admin
Password:
<AC>
```

V. Telnet サーバの共通設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Telnet サービスのポート番号を指定する	• IPv4ネットワーク： **telnet server port** *port-number*	デフォルト：23
3. 出力 Telnet パケットに DSCP 値を設定する	• IPv4のTelnetサーバ **telnet server dscp** *dscp-value*	デフォルト：48 DSCP値は、パケットの伝送優先度を示すために、ToS、IPのトラフィックフィールド、IPパケットで運ばれます。
4. 同時に接続できる Telnet ユーザの最大数を設定する	**aaa session-limit telnet** *max-sessions*	デフォルト：32 オンライン中のTelnetユーザには影響しません。現在のオンライン中のTelnetユーザ数が、新しく設定した最大数以上である場合、オンラインユーザがログアウトするまで新規にログインすることができません。このコマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ“AAA”*を参照してください。

VI. VTY ユーザラインの共通設定

VTY ユーザラインにおいて、ユーザログインを行ったときに自動的に実行されるコマンドを指定することができます。指定したコマンドを実行し、操作を行った後、システムは自動的に Telnet セッションを切断します。この機能を設定する前に設定を保存し、異なるユーザラインによって CLI アクセスができることを確認してください。

一般的に、装置が Telnetユーザを X.X.X.Xのアドレスのホストにリダイレクトさせるため、**auto-execute command telnet** *X.X.X.X* コマンドを設定します。ユーザが X.X.X.X の Telnet 接続を切断したとき、現在の装置の接続が切断します。

以下に VTY ユーザラインの共通設定を示します。

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	備考
2. VTY line view または VTY line class view に移行する	• VTY line viewに移行する：**line vty** *first-number* [*last-number*] • VTY line class viewに移行する：**line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、ログイン中のユーザには適用されません。次にログインするユーザのみ適用されます。
3. 端末サービスを有効にする	**shell**	デフォルト：有効
4. 指定したユーザラインでサポートするプロトコルを設定する	**protocol inbound** { **all** | **ssh** | **telnet** }	デフォルト：all 次回のログイン時に適用されます。 VTY line viewでは、**authentication-mode**コマンドに関連します。 • VTY line viewの設定がデフォルトから変更された場合、VTY line viewの他の設定が適用されます。 • VTY line viewで両方の設定がデフォルトである場合、VTY line class viewの設定が適用されます。
5. エスケープキーを設定する	**escape-key** { *character* | **default** }	デフォルト：CTRL+C
6. 端末タイプを設定する	**terminal type** { **ansi** | **vt100** }	デフォルト：ANSI
7. 画面に表示できる最大数を設定する	**screen-length** *screen-length*	デフォルト：24行 出力の最大行を0とすると画面の表示は停止しません。
8. コマンド履歴のバッファサイズを設定する	**history-command max-size** *value*	デフォルト：10 コマンド履歴のバッファは最大10のコマンドを保存します。

操作	コマンド	備考
9. ユーザラインのタイムアウト時間を設定する	**idle-timeout minutes** [*seconds*]	デフォルト：10分 タイムアウト時間内に、ユーザラインで何も実行されないと自動的にユーザラインの接続が終了します。 タイムアウト機能を無効にする場合、0に設定します。
10. ユーザラインにログイン後、自動で実行されるコマンドを指定する	**auto-execute command** *command*	デフォルト：ユーザがユーザラインにログインした際に自動的に実行されるコマンドはなし ⚠ **重要：** user lineにこのコマンドを実行すると、user lineによるCLIアクセスができなくなる可能性があります。このコマンドを設定する前に、異なるuser lineあるいはconsole user lineによってCLIにアクセスできることを確認してください。

5.3.2 装置から Telnet サーバへの Telnet 接続

装置は Telnet クライアントとして Telnet サーバにログインすることができます。もし Telnet サーバが異なるサブネットにある場合、2 つの装置と Telnet サーバ間で通信できることを確認してください。

図 5-2 装置から Telnet サーバへの Telnet 接続

以下に装置から Telnet サーバへのログインの設定を示します。

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目） Telnet パケットの送信元 IPv4 アドレス/インタフェースを指定する	**telnet client source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address* }	デフォルト：送信元IPv4アドレス/インタフェースは設定なし、送信元アドレスとして出力インタフェースのプライマリIPv4アドレスが使われます。
3. user view へ戻る	**quit**	—

操作	コマンド	備考
4． Telnet サーバへのログインする	● IPv4 Telnet サーバへのログイン： **telnet** *remote-host* [*service-port*] [**source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address* }] [**dscp** *dscp-value*]	—

5.4 SSHからのログイン

SSH は、より強固なセキュリティを持ったログイン方法のアプローチです。強力な暗号化と認証機能によって IP スプーフィング攻撃、パスワード傍受なども防止することができます。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　“SSH”* を参照してください。

装置のリモート管理を行うため、SSH クライアントを使用することができます。また SSH サーバの他の装置を管理するため、装置を SSH クライアントとして使用することができます。

デフォルトでは SSH からのログインは無効です。SSH を使用する場合、SSH 以外の他のログイン方法を用いて、初回に SSH ログインの設定を行う必要があります。

5.4.1 SSH ログインの設定

この章では SSH クライアント認証が password である場合の手順を示します。SSH、公開鍵認証の設定の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　“SSH”*、*“公開鍵”* を参照してください。

以下に装置から SSH ログインの設定を示します。

操作	コマンド	備考
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． ローカル鍵ペアを生成する	**public-key local create** { **dsa** | **rsa** } [**name** *key-name*]	デフォルト：なし
3． SSH サーバを有効にする	**ssh server enable**	デフォルト：無効
4． （オプション設定項目）SSH ユーザを生成し、認証モードを指定する	**ssh user** *username* **service-type stelnet authentication-type** { **password | { any | password-publickey | publickey** } **assign publickey** *keyname* }	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	備考
5. VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する：**line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する：**line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。 どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、他のviewのデフォルト設定よりも優先されます。 User line viewの設定がデフォルトから変更された場合、user line class viewでデフォルトから変更された設定よりも優先されます。 user line viewでの設定はオンラインユーザにすぐさま適用されます。 User line class viewでの設定は、ログイン中のユーザには適用しません。設定が完了したのち、ログインしたユーザに適用されます。
6. scheme 認証を有効にする	**authentication-mode scheme**	デフォルト：**password** VTY line viewでは**protocol inbound**コマンドに関連します。 ● どちらかの設定がデフォルトから変更された場合、VTY line viewの設定が適用されます。 ● VTY line viewで両方の設定がデフォルトのままである場合、VTY line class viewの設定が適用されます。
7. （オプション設定項目）使用するプロトコルを指定する	**protocol inbound** { **all** | **ssh** | **telnet** }	デフォルト：**all** ログイン中のユーザには適用しません。次回のログイン時に適用されます。 VTY line viewでは、**authentication-mode**コマンドに関連します。 ● VTY line viewの設定がデフォルトから変更された場合、VTY line viewの他の設定が適用されます。 ● VTY line viewで両方の設定がデフォルトである場合、VTY line class viewの設定が適用されます。
8. system view から戻る	**quit**	―

操作	コマンド	備考
9.　（オプション設定項目）VTY ユーザラインの共通設定	オペレーションマニュアルのセクション1 *はじめに*“*CLIによるログイン*”の“*Telnetからのログイン*”を参照してください。	–
10.　（オプション設定項目） 現在の SSH ユーザの最大数を設定する	**aaa session-limit ssh** *max-sessions*	デフォルト：32 オンライン中のSSHユーザには影響しません。現在のオンライン中のSSHユーザ数が、新しく設定した最大数以上である場合、オンラインユーザがログアウトするまで新規にログインすることができません。このコマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ*“*AAA*”を参照してください。

5.4.2 装置から SSH サーバへの SSH 接続

装置は SSH クライアントとして SSH サーバにログインすることができます。もし SSH サーバが異なるサブネットにある場合、2 つの装置と SSH サーバ間で通信できることを確認してください。

図 5-3 装置から SSH サーバへの SSH 接続

以下に user view で装置から SSH サーバへのログインの設定を示します。

操作	コマンド
IPv4 SSH サーバへのログイン	**ssh2** *server*

SSH サーバを動作させるためには、SSH クライアントの設定を行う必要があります。SSH クライアントの設定の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ*　*“SSH”*を参照してください。

5.5 CLIログインの表示と維持

display コマンドはすべての view で実行でき、他のコマンドは user view で実行できます。

操作	コマンド	備考
オンラインユーザ情報を表示する	**display users** [**all**]	–

操作	コマンド	備考
ユーザラインを表示する	**display line** [*num1* | { **console** | **vty** } *num2*] [**summary**]	—
送信元IPv4アドレス/インタフェースを表示する	**display telnet client**	—
特定のユーザラインを解放する	**free line** { *num1* | { **console** | **vty** } *num2* }	複数のユーザが同時に設定することができます。必要に応じて、このコマンドを使用して、ある接続を開放します。このコマンドで自分が使用している接続を開放することはできません。 user viewで使用可能です。
現在のユーザラインをロックする	**lock**	デフォルト：ロックされていません。
ユーザラインにメッセージを送信する	**send** { **all** | *num1* | { **console** | **vty** } *num2* }	user viewで使用可能です。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

6 章 Web コンソールによるログイン 6-1
6.1 HTTP ログインの設定 6-1
6.2 HTTPS ログインの設定 6-2
6.3 Web ログインの表示と維持 6-4
6.4 Web ログインの設定例 6-4
6.4.1 HTTP ログインの設定例 6-4

6章 Web コンソールによるログイン

装置は HTTP（1.0、1.1）と HTTPS を使用して Web コンソール機能（Web サーバ機能）をサポートしています。端末の Web ブラウザを使用して、装置の Web コンソールにアクセスしてログインし、装置を管理できます。

HTTPS はクライアントとサーバ間で交換するデータの完全性とセキュリティを保証するため SSL を使用しています。HTTP よりも安全です。正当なクライアントのみが Web インタフェースにアクセスできるように証明書ベースのアクセス管理ポリシーを定義することができます。

Web コンソール機能はデフォルトでは使用できません。Web コンソールによるログインをしたい場合、最初にコンソールポートにてログインし、アクセスできるように設定する必要があります。

6.1 HTTPログインの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. HTTP サービスを有効にする	**ip http enable**	デフォルト：無効
3. （オプション設定項目）HTTP サービスのポート番号を設定する	**ip http port** *port-number*	デフォルト：80
4. （オプション設定項目）Web ユーザの接続のタイムアウトタイマを設定する	**web idle-timeout** *minutes*	デフォルト：10分
5. （オプション設定項目）オンライン HTTP ユーザの最大数を設定する	**aaa session-limit http** *max-sessions*	デフォルト：32 オンライン中のHTTPユーザには影響しません。現在のオンライン中のHTTPユーザ数が、新しく設定した最大数以上である場合、オンラインHTTPユーザがログアウトするまで新規にログインすることができません。詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。
6. ローカルユーザを追加し、local user view に移行する	**local-user** *user-name* [**class manage**]	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
7. ローカルユーザのパスワードを設定する	**password** [{ **hash** | **simple** } *password*]	デフォルト : ローカルユーザのパスワードは設定されていません。 プレーンテキストで設定されたパスワードを含めたすべてのパスワードは、暗号化されて保存されます。 セキュリティのためローカルユーザのパスワードを設定してください。
8. ローカルユーザのユーザロールを設定する	**authorization-attribute user-role** *user-role*	デフォルト：network-operator
9. ローカルユーザのサービスタイプを指定する	**service-type http**	デフォルト：設定なし

6.2 HTTPSログインの設定

装置は HTTPS ログインモードをサポートします。

- **Simplified モード**—装置は自己署名の証明書（装置自身によって作成し署名された証明書）、およびデフォルトの SSL の設定を使用します。装置は装置で HTTPS サービスを有効にしたのち Simplified モードで動作します。
- **Secure モード**—装置は CA、およびセキュリティを保証するためユーザ定義のセキュリティ保護の設定によって署名された証明書を使用します。Secure モードで動作させるため以下の処理を行う必要があります。
  - 装置で HTTPS サービスを有効にします。
  - サービスの SSL サーバポリシーを指定します。
  - PKI ドメインのパラメータを設定します。

Simplified モードは設定が容易ですが Secure モードに比べてセキュリティが高くありません。Secure モードは設定が複雑ですが、Secure モードより高いセキュリティを提供します。

SSL、PKI の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "SSL"、"PKI"* を参照してください。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. HTTPS サービスを有効にする	**ip https enable**	デフォルト：無効 HTTPSサービスを有効にすると、SSLハンドシェイクネゴシエーションが開始します。 ● 装置でローカル認証がある場合、SSLハンドシェイクは成功し、HTTPSサービスが開始します。 ● 装置でローカル証明書がない場合、証明書アプリケーション処理が開始します。証明書アプリケーション処理は時間がかかるため、SSLハンドシェイクのネゴシエーションが失敗し、HTTPSサービスが開始しない可能性があります。この問題に対応するためHTTPSサービスが有効になるまで再度コマンドを実行してください。
3. （オプション設定項目）HTTPS サービスのポート番号を設定する	**ip https port** *port-number*	デフォルト：443
4. （オプション設定項目）Web 接続のタイムアウトタイマを設定する	**web idle-timeout** *minutes*	デフォルト：10分
5. （オプション設定項目）オンライン HTTP ユーザの最大数を設定する	**aaa session-limit https** *max-sessions*	デフォルト：32 オンライン中のHTTPSユーザには影響しません。現在のオンライン中のHTTPSユーザ数が、新しく設定した最大数以上である場合、オンラインHTTPSユーザがログアウトするまで新規にログインすることができません。詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。
6. ローカルユーザを追加し、local user view に移行する	**local-user** *user-name* [**class manage**]	デフォルト：設定なし
7. ローカルユーザのパスワードを設定する	**password** [{ **hash** | **simple** } *password*]	デフォルト：ローカルユーザのパスワードは設定されていません。 プレーンテキストで設定されたパスワードを含めたすべてのパスワードは、暗号化されて保存されます。 セキュリティのためローカルユーザのパスワードを設定してください。

操作	コマンド	補足
8． ローカルユーザのユーザロールを設定する	**authorization-attribute user-role** *user-role*	デフォルト：network-operator
9． ローカルユーザのサービスタイプを指定する	**service-type https**	デフォルト：設定なし

6.3 Webログインの表示と維持

すべての view で実行可能です。

操作	コマンド
オンラインWebユーザを表示する	**display web users**
HTTPサービスの設定と状態を表示する	**display ip http**
HTTPSサービスの設定と状態を表示する	**display ip https**
オンラインWebユーザをログオフする	**free web users** { **all** | **user-id** *user-id* | **user-name** *user-name* }

6.4 Webログインの設定例

6.4.1 HTTP ログインの設定例

I. ネットワーク要件

図 6-1に示すように IP ネットワークで通信可能な PC と AC を接続します。HTTP を使用して PC にログインします。

図 6-1 ネットワーク図

II. 設定手順

VLAN 100 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] vlan 100
[AC-vlan100] quit
```

VLAN-interface 100 を作成し、IP アドレス 192.168.100.99/24 をインタフェースに設定します。

```
[AC] interface vlan-interface 100
[AC-Vlan-interface100] ip address 192.168.100.99 24
[AC-Vlan-interface100] quit
```

admin と名付けたローカルユーザを作成し、パスワードを設定します。サービスタイプを HTTP、ユーザロールを network-admin に設定します。

```
[AC] local-user admin
[AC-luser-manage-admin] service-type http
[AC-luser-manage-admin] authorization-attribute user-role network-admin
[AC-luser-manage-admin] password simple admin
[AC-luser-manage-admin] quit
```

HTTP を有効にします。

```
[AC] ip http enable
```

III. 設定の確認

1) PC で IE ブラウザを起動し、アドレスバーに Device の IP アドレスを入力します。
2) ログインページでユーザ名、パスワード、verification code を入力します。English を選択し“Login”をクリックします。

認証に成功したのち、ホームページが表示されます。Device を設定することができます。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

7 章 SNMP によるログイン..... 7-1

7章 SNMP によるログイン

NMS で SNMP を実行することで、装置の MIB の GET、SET を行い、装置の管理/設定を行うことができます。

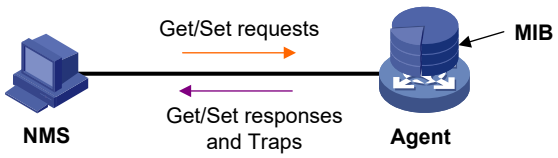


図 7-1 SNMP アクセス

装置は SNMPv1、SNMPv2c、SNMPv3 をサポートし、さまざまなネットワーク管理製品で動作します。NMS は同じ SNMP のバージョンを使用する必要があります。

SNMP に関する詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "SNMP"* を参照してください。

デフォルトで SNMP によるログインはできません。他の方法で装置にログインして、SNMP によるアクセスを可能にする為の設定を行う必要があります。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

8 章 ログインユーザの制御 8-1
8.1 Telnet/SSH ログインの制御 8-1
8.1.1 設定手順 8-1
8.1.2 設定例 8-2
8.2 Web ログインの制御 8-2
8.2.1 送信元 IP アドレスベースの Web ログインの制御 8-3
8.2.2 オンライン Web ユーザのログオフ 8-3
8.2.3 設定例 8-3
8.3 SNMP ログインの制御 8-4
8.3.1 設定手順 8-4
8.3.2 設定例 8-5

8章 ログインユーザの制御

不正なアクセスを防ぐため ACL(Access Control List)を使用し、ユーザのふるまいを監視および制御を行うため、コマンドの許可、アカウンティングの設定を行います。ACL の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS "ACL"* を参照してください。

8.1 Telnet/SSHログインの制御

Telnet、SSH ログインをフィルタするため、異なる条件で ACL を使用します。

- **標準 ACL（2000～2999）**－送信元 IP アドレスを使用します。
- **拡張 ACL（3000～3999）**－送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレスを使用します。
- **L2 ACL（4000～4999）**－送信元 MAC アドレスを使用します。

適用する ACL が存在しないあるいは、ルールがない場合、ユーザはログイン制限が適用されません。ACL がある場合、ACL によって許可されたユーザのみが Telnet あるいは SSH によって装置にアクセスすることができます。

8.1.1 設定手順

以下に Telnet ログインを制御する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． Telnet ログインをフィルタする ACL を適用する	**telnet server acl** *acl-number*	デフォルト：設定なし

以下に SSH ログインを制御する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． SSH ログインをフィルタする ACL を適用する	**ssh server acl** *acl-number*	デフォルト：ACLはなし 詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "SSH"*を参照してください。

🕮 **メモ：**

本設定によるフィルタリングでは暗黙の deny が適用されます。

8.1.2 設定例

I. ネットワーク要件

図 8-1に装置が Host A と Host B からの Telnet パケットのみを許可するように設定します。

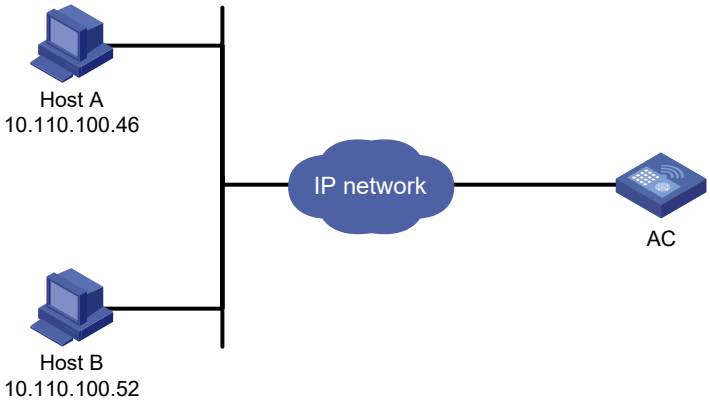


図 8-1 ネットワーク図

II. 設定手順

Host A、Host B からのパケットを許可する ACL を設定します。

```
<AC> system-view
[AC] acl basic 2000 match-order config
[AC-acl-ipv4-basic-2000] rule 1 permit source 10.110.100.52 0
[AC-acl-ipv4-basic-2000] rule 2 permit source 10.110.100.46 0
[AC-acl-ipv4-basic-2000] quit
```

Telnet ログインをフィルタするため ACL を適用します。

```
[AC] telnet server acl 2000
```

8.2 Webログインの制御

HTTP、HTTPS ログインをフィルタするため、送信元 IP アドレスによって標準 ACL（2000～2999）を使用します。

適用する ACL が存在しないあるいは、ルールがない場合、ユーザはログイン制限が適用されません。ACL がある場合、ACL によって許可されたユーザのみが HTTP、HTTPS によって装置にアクセスすることができます。

ログインしている疑わしい Web ユーザをログオフすることもできます。

8.2.1 送信元 IP アドレスベースの Web ログインの制御

Web ログイン要求にはユーザ名、パスワードが含まれます。セキュリティのため、装置は常に Web ログイン要求を転送するため HTTPS を使用します。以下の ACL で許可されたユーザのみが HTTP を通して装置にアクセスできます。

- HTTPS サービスに適用する ACL
- HTTP サービスに適用する ACL

以下に送信元 IP アドレスベースの Web ログインを制御する設定を示します。

以下に Web ログインを制御する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Web ログインをフィルタする ACL を適用する	• **ip http acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* } • **ip https acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* }	デフォルト：設定なし

8.2.2 オンライン Web ユーザのログオフ

以下にオンライン Web ユーザをログオフする設定を示します。

操作	コマンド	補足
オンラインWebユーザをログオフする	**free web users** { **all** | **user-id** *user-id* | **user-name** *user-name* }	―

8.2.3 設定例

I. ネットワーク要件

図 8-2に示すように AC は HTTP サーバです。AC は Host B のみに HTTP サービスを提供するように設定します。

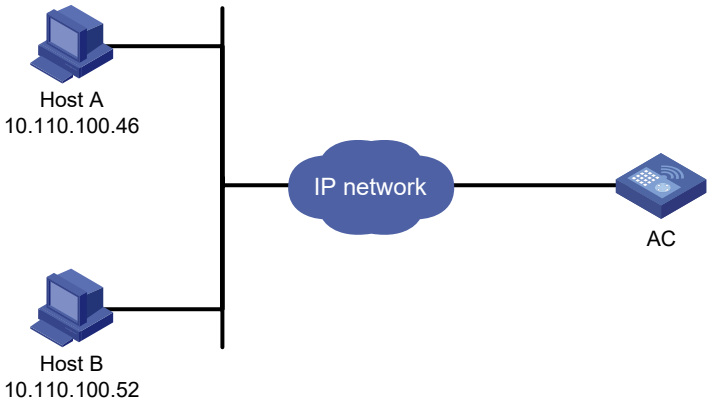


図 8-2 ネットワーク図

II. 設定手順

ACL を作成します。Host B からのパケットを許可するルール 1 を設定します。

```
< AC > system-view
[AC] acl basic 2030 match-order config
[AC-acl-ipv4-basic-2030] rule 1 permit source 10.110.100.52 0
```

Host B の Web ユーザが Device にアクセスできるように HTTP サービスを ACL に関連づけます。

```
[AC] ip http acl 2030
```

8.3 SNMPログインの制御

送信元 IP アドレスによって SNMP アクセスを制御する標準 ACL（2000～2999）を使用します。要求された MIB view にアクセスするため、NMS は ACL によって許可された送信元 IP アドレスを使用する必要があります。

8.3.1 設定手順

以下に SNMPv1/v2c アクセスを制御する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. SNMP v1/v2 コミュニティ、グループ、ユーザに ACL を適用する	● SNMPコミュニティを作成し、ACLを適用する：**snmp-agent community** { **read** | **write** } [**simple** | **cipher**] *community-name* [**mib-view** *view-name*] [**acl** *acl-number*] * ● SNMPv1/v2cグループを作成し、グループにユーザを追加し、その後ACLを適用する： 1. **snmp-agent group** { **v1** | **v2c** } *group-name* [**read-view** *view-name*] [**write-view** *view-name*] [**notify-view** *view-name*] [**acl** *acl-number*] * 2. SNMPv1/v2c ユーザ：**snmp-agent usm-user** { **v1** | **v2c** } *user-name group-name* [**acl** *acl-number*] *	SNMPに関する詳細はオペレーションマニュアルのセクション11 *システム管理* *"SNMP"* を参照してください。

以下に SNMPv3 アクセスを制御する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. SNMPv3 グループに ACL を適用する	**snmp-agent group v3** **group-name** [**authentication** | **privacy**] [**read-view** *view-name*] [**write-view** *view-name*] [**notify-view** *view-name*] [**acl** *acl-number*] *	―
3. SNMPv3 ユーザに ACL を適用する	**snmp-agent usm-user v3** *user-name group-name* [{ **cipher** | **simple** } **authentication-mode** { **md5** | **sha** } *auth-password* [**privacy-mode** { **aes128** | **3des** | **des56** } *priv-password*]] [**acl** *acl-number*] *	SNMPに関する詳細はオペレーションマニュアルのセクション11 *システム管理* *"SNMP"* を参照してください。

🕮 **メモ：**

本設定によるフィルタリングでは暗黙の deny が適用されます。

8.3.2 設定例

I. ネットワーク要件

図 8-3のように AC が Host A と Host B からの SNMP のアクセスを許可するように設定します。

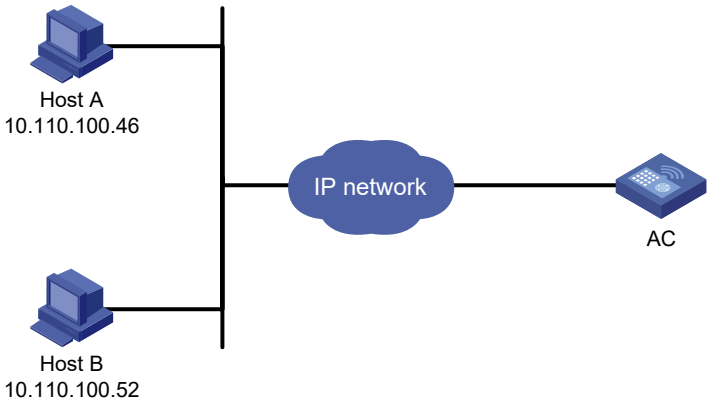


図 8-3 ネットワーク図

II. 設定手順

Host A、Host B からのパケットを許可する ACL を設定します。

```
<AC> system-view
[AC] acl basic 2030 match-order config
[AC-acl-ipv4-basic-2030] rule 1 permit source 10.110.100.52 0
```

HTTP に ACL を適用し、Host B の Web ユーザだけが AC にアクセスできるようにします。

```
[AC] ip http acl 2030
```

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

9 章 FTP 9-1
9.1 FTP サーバの使用 9-1
9.1.1 認証および許可の設定 9-2
9.1.2 FTP 接続の手動解放 9-3
9.1.3 FTP サーバの表示と維持 9-3
9.1.4 FTP サーバ設定例 9-3
9.2 FTP クライアントの使用 9-5
9.2.1 FTP 接続の確立 9-5
9.2.2 FTP サーバのディレクトリの管理 9-6
9.2.3 FTP サーバの動作 9-6
9.2.4 別のユーザアカウントへの変更 9-7
9.2.5 FTP 接続の維持とトラブルシューティング 9-7
9.2.6 FTP 接続の終了 9-8
9.2.7 表示コマンドとヘルプ情報 9-8
9.2.8 FTP クライアントの表示と維持 9-8
9.2.9 FTP クライアント設定例 9-8

9章 FTP

FTP（File Transfer Protocol）は、IP ネットワークのサーバとクライアント間でファイルを共有するためのアプリケーションレイヤプロトコルです。FTP を利用することで、ファイルのアップグレードやダウンロードが可能です。

FTP はクライアント/サーバモデルで動作します。AC は FTP サーバあるいは FTP クライアントとして動作することができます。

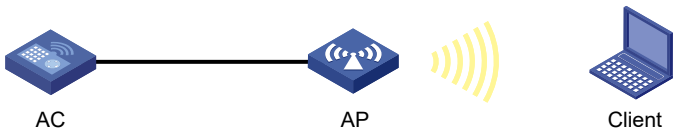


図 9-1 FTP アプリケーションのシナリオ

FTP は、2 つのモードでファイルを送信します。

- **Binary mode**– プログラムファイルの送信に使用します。たとえば、拡張子“**.bin**”、“**.btm**”のファイルです。
- **ASCII mode**– テキストファイルの送信に使用します。たとえば、拡張子“**.txt**”、“**.bat**”、“**.cfg**”のファイルです。

装置が FTP クライアントとして動作する場合、転送モードを設定することができます。デフォルトで binary モードを使用します。

装置が FTP サーバとして動作する場合、転送モードは FTP クライアントによって決定します。

FTP 動作モードは、以下のモードがあります。

- **Active mode（PORT）**– アクティブモードです。FTP サーバはデータ接続リクエストを初期化します。FTP クライアントがプライベートネットワークにあるなどのファイアウォール（Firewall）の内側にある場合、このモードでは使用できません。
- **Passive mode（PASV）**– パッシブモードです。FTP クライアントはデータ接続リクエストを初期化します。サーバ側が、クライアントからランダムポート（1024 以上）で接続することを許可していない場合、使用できません。

FTP 動作モードは、FTP クライアントのプログラムによって異なります。

9.1 FTPサーバの使用

装置を FTP サーバとして使用する場合、装置で FTP サーバを有効にし、認証と許可の設定を行ってください。ほかのコマンドはオプションです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. FTP を有効にする	**ftp server enable**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
3.　（オプション設定項目）FTP サーバのアクセス管理を行うため ACL を使用する	**ftp server acl** *ipv4-acl-number*	デフォルト：設定なし
4.　（オプション設定項目）idle-timeout タイマを設定する	**ftp timeout** *minutes*	デフォルト：30分 アイドルタイムアウト時間内にFTPサーバとFTPクライアント間で情報のやり取りがなければ、FTP接続は終了します。
5.　（オプション設定項目）送信 FTP パケットの DSCP 値を設定する	**ftp server dscp** *dscp-value*	デフォルト：0
6.　（オプション設定項目）現在のログインユーザの最大数を設定する	**aaa session-limit ftp** *max-sessions*	デフォルト：32 この変更はオンラインユーザに影響しません。FTPユーザの現在の数が新しい設定の値以上ならば、オンラインユーザがログアウトするまで、どの追加のFTPユーザもログインすることができません。詳細は、コマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

9.1.1 認証および許可の設定

FTP サーバは、FTP クライアントを認証し、認証されたクライアントがアクセスできる用に許可されたディレクトリを設定する必要があります。

以下の認証モードが有効です。

- **ローカル認証**– 装置はローカルユーザ名データベースのクライアントのユーザ名とパスワードを確認し、もし一致している場合、認証が成功します。
- **リモート認証**– 装置は認証を行うため、クライアントのユーザ名とパスワードをリモート認証サーバに送信します。ユーザの名は、装置ではなくリモート認証サーバに設定されています。

以下の許可モードが有効です。

- **ローカル許可**– 装置は、ローカルに設定された許可の属性に従い、FTP クライアントのディレクトリを割り当てます。
- **リモート許可**– リモート許可サーバは装置で許可されるディレクトリを FTP クライアントに割り当てます。

認証と許可の詳細は、コマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

9.1.2 FTP 接続の手動解放

操作	コマンド
FTP接続を手動で開放する	• 指定したユーザ名を使用して確立したFTP接続を開放する： **free ftp user** *username* • 指定したIPアドレスを使用して確立したFTP接続を開放する： **free ftp user-ip** *client-address* [**port** *port-num*]

9.1.3 FTP サーバの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
FTPサーバの設定とステータス情報を表示する	**display ftp-server**
オンラインFTPユーザの詳細情報を表示する	**display ftp-user**

9.1.4 FTP サーバ設定例

I. ネットワーク要件

- AC を FTP サーバとして設定します。
- FTP サーバにユーザ名 **abc**、パスワード **123456** のローカルユーザアカウントを作成します。
- ユーザアカウントは、FTP クライアントから FTP サーバにログインするために使用します。
- FTP クライアントから FTP サーバにファイル **temp.bin** をアップグレードします。
- FTP サーバから FTP クライアントにバックアップ用として設定ファイル **startup.cfg** をダウンロードします。

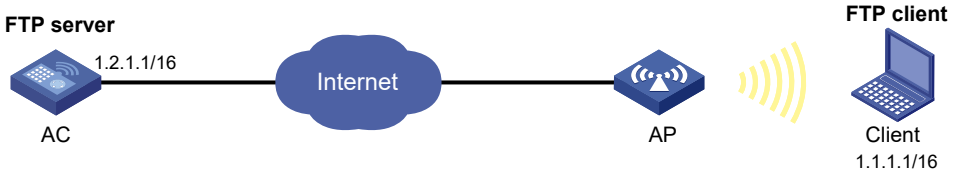


図 9-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 図 9-2に示すように IP アドレスを設定し、AC と PC で互いに通信できることを確認します。（詳細は省略します。）
2) FTP サーバを設定します。

ローカルユーザアカウント **abc**、パスワード **123456** のローカルユーザを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] local-user abc class manage
[AC-luser-abc] password simple 123456
```

ユーザにユーザロール network-admin を割り当てます。フラッシュメモリのルートディレクトリに作業ディレクトリを設定します。

```
[AC-luser-abc] authorization-attribute user-role network-admin work-directory cfa0:/
```

サービスタイプ FTP をユーザに割り当てます。

```
[AC-luser-abc] service-type ftp
[AC-luser-abc] quit
```

FTP ユーザを有効にします。

```
[AC] ftp server enable
[AC] quit
```

#ストレージスペースを確認し、空きスペースが不足している場合、未使用ファイルを削除して空き容量を増やします。

```
<AC> dir
Directory of cfa0:
     0      drw-           -  Jun 29 2016 18:30:38     logfile
     1      drw-           -  Jun 21 2016 14:51:38     diagfile
     2      drw-           -  Jun 21 2016 14:51:38     seclog
     3      -rw-        2943  Jul 02 2016 08:03:08     startup.cfg
     4      -rw-       63901  Jul 02 2016 08:03:08     startup.mdb
     5      -rw-         716  Jun 21 2016 14:58:02     hostkey
     6      -rw-         572  Jun 21 2016 14:58:02     serverkey
     7      -rw-     6541264  Aug 04 2016 20:40:49     backup.bin

473664 KB total (467080 KB free)
<AC> delete /unreserved cfa0:/backup.bin
```

3) FTP クライアントから FTP を実行します。

ローカルユーザアカウント **abc**、パスワード **123456** で FTP サーバ 1.2.1.1 にログインします。

```
c:\> ftp 1.2.1.1
Connected to 1.2.1.1.
220 FTP service ready.
User (1.2.1.1:(none)): abc
331 Password required for abc.
Password:
230 User logged in.
```

FTP 転送モードを ASCII モードに設定し、FTP サーバから PC にバックアップ用の設定ファイル **startup.cfg** をダウンロードします。

```
ftp> ascii
200 TYPE is now ASCII
```

```
ftp> get startup.cfg back-startup.cfg
```

FTP 転送モードを binary モードに設定し、AC へ **temp.bin** をアップロードします。

```
ftp> binary
200 TYPE is now 8-bit binary
ftp> put temp.bin
```

FTP からログアウトします。

```
ftp> bye
```

9.2 FTPクライアントの使用

9.2.1 FTP 接続の確立

FTP サーバにアクセスするため、FTP クライアントから FTP サーバに接続を確立する必要があります。

以下に IPv4 FTP 接続を確立する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目）送信 FTP パケットの送信元 IP アドレスを設定する	**ftp client source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *source-ip-address* }	デフォルト：送信元IPアドレスは、出力インタフェースのプライマリIPアドレスが使用されます。
3. user view へ戻る	**quit**	—

4. FTP サーバにログインする	• （方式1） user viewから直接FTPサーバにログインする：**ftp** [*ftp-server* [*service-port*] [**dscp** *dscp-value* | **source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *source-ip-address* }]] *
	• （方式2） FTP client viewからFTPサーバにログインする：
	  • **ftp**
	  • **open** *server-address* [*service-port*]
		ftpコマンドで指定された送信元IPアドレスは、**ftp client source**コマンドで指定されたアドレスより優先されます。

9.2.2 FTP サーバのディレクトリの管理

操作	コマンド
FTPサーバのディレクトリあるいはファイル情報を表示する	• FTPサーバのディレクトリあるいはファイルの詳細情報を表示する： **dir** [*remotefile* [*localfile*]] • FTPサーバのディレクトリ名あるいはファイル名を表示する： **ls** [*remotefile* [*localfile*]]
FTPサーバの作業ディレクトリを変更する	**cd** { *directory* | **..** | */* }
現在のディレクトリを終了して、上位レベルのディレクトリに移行する	**cdup**
FTPサーバの現在のディレクトリを表示する	**pwd**
FTPサーバにディレクトリを作成する	**mkdir** *directory*
リモートFTPサーバで指定した作業ディレクトリを削除する	**rmdir** *directory*

9.2.3 FTP サーバの動作

FTP サーバにログインした後、以下の手順で、許可されたディレクトリからファイルのアップロードあるいはダウンロードすることができます。

1) FTP サーバのディレクトリとファイルの場所を表示するため **dir** コマンドあるいは **ls** コマンドを使用します。
2) 記憶領域の不要なファイルを削除します。
3) FTP 転送モードを設定します。FTP 転送モードは、テキストデータを転送する ASCII モードと、イメージデータを転送する binary モードの 2 つがあります。
4) **lcd** コマンドを使用して、FTP クライアントの作業ディレクトリを変更します。このディレクトリの下にファイルをダウンロードしたり、ダウンロードしたファイルを保存したりすることができます。
5) ファイルのアップロードあるいはダウンロードを行います。

以下に FTP client view で FTP サーバのファイルの動作を示します。

操作	コマンド	補足
FTPサーバのディレクトリあるいはファイル情報を表示する	• FTPサーバのディレクトリあるいはファイルの詳細情報を表示する： **dir** [*remotefile* [*localfile*]] • FTPサーバのディレクトリ名あるいはファイル名の情報を表示する： **ls** [*remotefile* [*localfile*]]	—
FTPサーバの指定したファイルを完全に削除する	**delete** *remotefile*	—

操作	コマンド	補足
FTP転送モードを設定する	• ASCIIに設定する：**ascii** • バイナリに設定する：**binary**	デフォルト：binary
データ転送モードをpassiveに設定する	**passive**	デフォルト：passive
FTPクライアントの現在の作業ディレクトリを表示あるいは変更する	**lcd** [*directory* | **/**]	—
FTPサーバにファイルをアップロードする	**put** *localfile* [*remotefile*]	—
FTPサーバからファイルをダウンロードする	**get** *remotefile* [*localfile*]	—
ローカルファイルをアップロードする	**newer** *remotefile*	—

9.2.4 別のユーザアカウントへの変更

FTP サーバにログインした後、FTP 接続を再確立しないで、ユーザ名を変更することができます。新しいユーザ名とパスワードを正しく入力してください。間違ったユーザ名とパスワードを入力すると接続は切断されます。

別のユーザアカウントに変更するため、user view で以下のコマンドを行います。

操作	コマンド
FTPサーバにログインした後別のユーザアカウントに変更する。	**user** *username* [*password*]

9.2.5 FTP 接続の維持とトラブルシューティング

操作	コマンド	補足
FTPサーバがサポートしているFTP関連コマンドを表示する	**rhelp**	—
FTPサーバがサポートしているFTP関連コマンドのヘルプ情報を表示する	**rhelp** *protocol-command*	—
FTP動作の詳細情報の表示を有効あるいは無効にする	**verbose**	デフォルト：有効
FTPクライアントのデバッグを有効あるいは無効にする	**debug**	デフォルト：無効

9.2.6 FTP 接続の終了

操作	コマンド
FTP client viewを終了せずにFTPサーバとの接続を切断する	• **disconnect** • **close**
F TPサーバとの接続を切断し、user viewに戻る	• **bye** • **quit**

9.2.7 表示コマンドとヘルプ情報

以下にサーバにログインした後、ヘルプ情報を表示するコマンドを示します。

操作	コマンド
ヘルプ情報を表示する	• **help** [*command-name*] • **?** [*command-name*]

9.2.8 FTP クライアントの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行します。

操作	コマンド
FTPクライアントで送信元IPアドレス情報を表示する	**display ftp client source**

9.2.9 FTP クライアント設定例

I. ネットワーク要件

図 9-3に示すように PC は FTP サーバとして動作します。ユーザ名 **abc**、パスワード **123456** のユーザアカウントは PC 上で作成されています。

- FTP クライアントとして AC が FTP サーバにログインします。
- FTP サーバから FTP クライアントに **temp.bin** ファイルをダウンロードします。
- バックアップ用としてFTPクライアントからFTPサーバに設定ファイル**startup.cfg** をアップロードします。

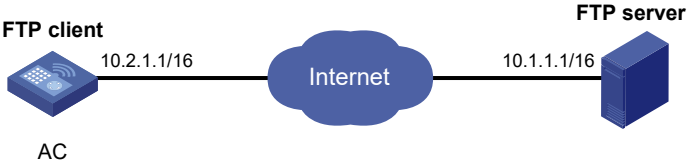


図 9-3 ネットワーク図

II. 設定手順

#図 9-3に示すように IP アドレスを設定し、AC と PC で互いに通信できることを確認します。（詳細は省略します。）

AC の記憶媒体の空き容量が十分あることを確認します。もし空き容量が十分でない場合、**delete /unreserved** *file-url* コマンドを使用し、不必要なファイルを削除してください。（詳細は省略します。）

ユーザ名 **abc**、パスワード **123456** を使用して、FTP サーバ 10.1.1.1 にログインします。

```
<AC> ftp 10.1.1.1
Press CTRL+C to abort.
Connected to 10.1.1.1 (10.1.1.1).
220 WFTPD 2.0 service (by Texas Imperial Software) ready for new user
User (10.1.1.1:(none)): abc
331 Give me your password, please
Password:
230 Logged in successfully
Remote system type is MSDOS.
ftp>
```

ファイル転送モードを設定します。

```
ftp> binary
200 TYPE is now 8-bit binary
```

PC から AC にファイル **temp.bin** をダウンロードします。

```
ftp> get temp.bin
local: temp.bin remote: temp.bin
150 Connecting to port 47457
226 File successfully transferred
23951480 bytes received in 95.399 seconds (251.0 kbyte/s)
```

FTP 転送モードを ASCII モードに設定し、AC から PC にバックアップ用に設定ファイル **startup.cfg** をアップロードします。

```
ftp> ascii
200 TYPE is now ASCII
ftp> put startup.cfg back-startup.cfg
local: startup.cfg remote: back-startup.cfg
150 Connecting to port 47461
226 File successfully transferred
3494 bytes sent in 5.646 seconds (618.00 kbyte/s)
ftp> bye
221-Goodbye. You uploaded 2 and downloaded 2 kbytes.
221 Logout.
<AC>
```

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

10 章 TFTP 10-1
10.1 IPv4 TFTP クライアントの設定 10-1

10章 TFTP

TFTP （Trivial File Transfer Protocol）は、FTP を簡略化したプロトコルです。TCP ベースの FTP と比較して TFTP は認証がないあるいはクライアントとサーバ間で複雑なやり取りを必要としないため、より簡単に使用することができます。TFTP は信頼性のあるネットワークで使用する場合に適しています。

装置は TFTP クライアント機能のみをサポートします。装置から TFTP サーバにファイルのアップロードあるいは TFTP サーバから装置にファイルのダウンロードを行うことができます。目的のディレクトリに、同一の名前のファイルがある状態でファイルをダウンロードした場合、既に存在しているファイルは削除され、ダウンロードされたファイルに上書きされます。ネットワークの切断などの理由によってファイルのダウンロードに失敗した場合、もとのファイルを復旧することはできません。そのため同一の名前がないことを確認した後、ファイルの転送を行います。

図 10-1 TFTP アプリケーションシナリオ

10.1 IPv4 TFTPクライアントの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. （オプション設定項目）TFTP サーバにアクセスするクライアントを管理するため ACL を使用する	**tftp-server acl** *acl-number*	デフォルト：設定なし
3. TFTP クライアントの送信元 IP アドレスを設定する	**tftp client source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *source-ip-address* }	デフォルト：送信元IPアドレスは、出力インタフェースのプライマリIPアドレスが使用されます。
4. user view へ戻る	**quit**	―
5. IPv4 ネットワークでファイルをダウンロードあるいはアップロードする	**tftp** *tftp-server* { **get** | **put** | **sget** } *source-filename* [*destination-filename*] [**dscp** *dscp-value* | **source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *source-ip-address* }] *	このコマンドで指定された送信元IPアドレスは、**tftp client source**コマンドで指定されたアドレスより優先されます。 このコマンドはuser viewで使用します。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

11 章 ファイルシステム管理 11-1
11.1 概要 11-1
11.1.1 ファイルシステム 11-1
11.1.2 ディレクトリ 11-1
11.1.3 ファイル 11-2
11.1.4 ディレクトリ、ファイル名の指定 11-3
11.2 ファイルシステムの管理の制限とガイドライン 11-4
11.3 ファイルシステムの管理 11-4
11.3.1 記憶媒体のフォーマット 11-4
11.3.2 記憶媒体の回復 11-5
11.4 ディレクトリの管理 11-5
11.4.1 ディレクトリ情報の表示 11-5
11.4.2 カレント作業ディレクトリの表示 11-5
11.4.3 カレント作業ディレクトリの変更 11-5
11.4.4 ディレクトリの作成 11-5
11.4.5 ディレクトリ名の変更 11-6
11.4.6 ディレクトリのアーカイブ（圧縮）/解凍 11-6
11.4.7 ディレクトリの削除 11-6
11.4.8 ディレクトリの動作モードの設定 11-6
11.5 ファイルの管理 11-7
11.5.1 ファイル情報の表示 11-7
11.5.2 テキストファイルの内容表示 11-7
11.5.3 ファイル名の変更 11-7
11.5.4 ファイルのコピー 11-7
11.5.5 ファイルの移動 11-8
11.5.6 ファイルの圧縮/解凍 11-8
11.5.7 ファイルのアーカイブ（圧縮）/解凍 11-8
11.5.8 ファイルの削除/回復 11-8
11.5.9 ごみ箱のファイルを削除する 11-9
11.5.10 ファイルの動作モードの設定 11-9

11章 ファイルシステム管理

11.1 概要

11.1.1 ファイルシステム

装置はフラッシュメモリと USB ディスクをサポートします。各ストレージメディアは 1 つのファイルシステムを有します。

I. 記憶媒体の命名ルール

フラッシュメモリ上のファイルシステム名は **cfa0:** です。

USB ディスク上のファイルシステム名は以下になります。

- 記憶媒体タイプ: usb
- シーケンス番号（A、B などの大文字の英字）
- 拡張スロット番号（0、1 などの数字）
- コロン（:）

たとえば、最初の USB ディスク上のファイルシステムの名前は usbA0:です。

⚠ **注意**：
ファイルシステム名は大文字と小文字が区別され、正しく入力する必要があります。

II. デフォルトファイルシステム

装置にログインしたのち、デフォルトではデフォルトファイルシステムで動作します。デフォルトファイルのファイルあるいはディレクトリを指定する場合、ファイルシステム名を指定する必要はありません。たとえば、デフォルトファイルシステムのルートディレクトリにカレントコンフィグレーションを保存する場合、すべての位置情報を指定する必要がありません。

11.1.2 ディレクトリ

ファイルシステムのディレクトリはツリー形状に構成されます。

I. ルートディレクトリ

ルートディレクトリはスラッシュ（/）で示します。たとえば、cfa0:/はフラッシュメモリのルートディレクトリを示します。

II. 作業ディレクトリ

作業ディレクトリはカレントディレクトリとも呼ばれます。

デフォルトの作業ディレクトリはフラッシュメモリのルートディレクトリです。

III. ディレクトリ命名ルール

ディレクトリの名前を指定する場合、以下のルールに従ってください。

- ディレクトリ名は、英字、数字、以下の文字を除く特殊文字を指定することができます。

  アスタリスク（*）、垂直バー（|）、スラッシュ（/）、バックスラッシュ（\）、クエスチョンマーク（?）、左アングルブラケット（<）、右アングルブラケット（>）、ダブルクォーテーションマーク（"）、コロン（:）
- ドット（.）で始まるディレクトリは隠しディレクトリです。システムがディレクトリを隠さないようにするため、ドット（.）で始まるディレクトリ名を指定しないでください。

IV. 共通使用ディレクトリ

装置はデフォルトのディレクトリがあります。システムは動作中に自動でディレクトリを作成します。以下のディレクトリがあります。

- **diagfile**—診断情報ファイルを記録します。
- **license**—ライセンスファイルを記録します。
- **apimage**—FIT-AP のソフトウェアを保管します。
- **logfile**—ログファイルを記録します。
- **seclog**—セキュリティログファイルを記録します。
- **versionInfo**—ソフトウェアのバージョン情報ファイルを記録します。

11.1.3 ファイル

I. ファイル命名ルール

ファイルの名前を指定する場合、以下のルールに従ってください。

- ファイル名は、名は、英字、数字、以下の文字を除く特殊文字を指定することができます。

  アスタリスク（*）、垂直バー（|）、スラッシュ（/）、バックスラッシュ（\）、クエスチョンマーク（?）、左アングルブラケット（<）、右アングルブラケット（>）、ダブルクォーテーションマーク（"）、コロン（:）
- ドット（.）で始まるファイルは隠しファイルです。システムがファイルを隠さないようにするため、ドット（.）で始まるファイル名を指定しないでください。

II. 共通使用ファイル

装置はデフォルトのファイルがあります。システムは動作中に自動でファイルを作成します。以下のファイルがあります。

- **.ipe file**—圧縮されたソフトウェアイメージの一括ファイル
- **.bin file**—ソフトウェアイメージファイル
- **.cfg file**—コンフィグレーションファイル
- **.mdb file**—バイナリ形式のコンフィグレーションファイル
- **.log file**—ログファイル
- **.mpcfg**—map-config 用サンプルコンフィグレーションファイル

III. 隠しファイルとディレクトリ

一部のシステムファイルとディレクトリは隠されています。システムの動作および機能の正常性のため、隠しファイルやディレクトリの変更や削除をしないでください。

11.1.4 ディレクトリ、ファイル名の指定

I. ディレクトリの指定

ディレクトリを指定する場合、絶対パスあるいは相対パスを使用することができます。たとえば、作業ディレクトリは **cfa0:/**です。図 11-1の test2 ディレクトリを指定する場合、以下の方法を使用することができます。

- cfa0:/test/test1/test2 （絶対パス）
- cfa0:/test/test1/test2/ （絶対パス）
- test/test1/test2 （相対パス）
- test/test1/test2/ （相対パス）

図 11-1 ディレクトリ階層の例

II. ファイルの指定

ファイルを指定する場合、以下の方法に従います。

- *filesystem*/*directory1*/*directory2*/…/*directoryn*/*filename* のフォーマットでファイルの絶対パスとファイル名を入力します。ここで *directoryn* はファイルが存在するディレクトリです。
- ファイルの相対パスとファイル名を入力します。

たとえば、作業ディレクトリは **cfa0:/**です。ファイル samplefile.cfg は、図 11-1の test2 ディレクトリにあります。ファイル samplefile.cfg を指定する場合、以下の方法を使用することができます。

- cfa0:/test/test1/test2/samplefile.cfg

- test/test1/test2/samplefile.cfg

11.2 ファイルシステムの管理の制限とガイドライン

ファイルシステムの障害を避けるため、ファイルシステムの操作中に記憶媒体の挿入、及び、取り外しを行わないでください。

記憶媒体のフォルダやファイルにアクセスしている間に記憶媒体を取り外した場合、装置は再インストールするときに記憶媒体を認識しない可能性があります。このような記憶媒体を再インストールする場合、以下の作業の 1 つを行ってください。

- ファイルあるいはディレクトリの絶対パスを使用してください。たとえば、フラッシュメモリのファイルシステムにあるファイル、ディレクトリを表示する場合、**dir cfa0:/**コマンドを使用してください。
- ファイルシステムのファイルあるいはディレクトリにアクセスする前に、ファイルシステムのルートディレクトリの作業ディレクトリを **cd** コマンドで変更してください。たとえば、フラッシュメモリのファイルシステムのルートディレクトリにあるファイルあるいはディレクトリを表示し、以下の処理を行ってください。

a) ファイルシステムのルートディレクトリに作業ディレクトリを、**cd cfa0:/**コマンドで変更してください。

b) **cd**コマンドを実行してください。

- 記憶媒体のファイルにアクセスしている場合は、ファイルを閉じてください。

記録媒体、ファイル、ディレクトリを管理する前に、設定が装置に与える影響を確認してから行ってください。

11.3 ファイルシステムの管理

11.3.1 記憶媒体のフォーマット

⚠ **注意**：
記憶媒体がフォーマットされた後、すべてのファイルとディレクトリは削除され、回復できません。

記憶媒体をフォーマットするとき、他のユーザがアクセスしていないことを確認してください。

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
記憶媒体をフォーマットする	**format** *medium-name*

11.3.2 記憶媒体の回復

記憶媒体のスペースが、何らかの異常な操作のためアクセスできない場合、記憶媒体のスペースを回復するために **fixdisk** コマンドを使用できます。

記憶媒体を復旧する前に、他のユーザが記憶媒体へアクセスしていないことを確認してください。そうでないと回復作業は失敗します。

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
記憶媒体を回復する	**fixdisk** *filesystem*

11.4 ディレクトリの管理

11.4.1 ディレクトリ情報の表示

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ディレクトリの情報を表示する	**dir** [**/all**] [*file* | *directory* | **/all-filesystems**]

11.4.2 カレント作業ディレクトリの表示

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
カレント作業ディレクトリを表示する	**pwd**

11.4.3 カレント作業ディレクトリの変更

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
カレント作業ディレクトリを変更する	**cd** { *directory* | **..** | */* }

11.4.4 ディレクトリの作成

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ディレクトリを作成する	**mkdir** *directory*

11.4.5 ディレクトリ名の変更

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ディレクトリ名を変更する	**rename** *source-directory dest-directory*

11.4.6 ディレクトリのアーカイブ（圧縮）/解凍

ディレクトリをアーカイブ（圧縮）/解凍する場合、ディレクトリの中にあるファイルもアーカイブ（圧縮）/解凍されます。アーカイブ（圧縮）されたディレクトリを表示する場合、ディレクトリの中にあるファイルも解凍されます。

user view で実行可能です。

操作	コマンド
ディレクトリをアーカイブする	**tar create** [**gz**] *archive-file dest-file* [**verbose**] **source** *source-directory* &<1-5>
ディレクトリを解凍する	**tar extract archive-file** *file* [**verbose**] [**screen** | **to** *directory*]
アーカイブされたディレクトリのリストを表示する	**tar list archive-file** *file*

11.4.7 ディレクトリの削除

ディレクトリを削除する場合、ディレクトリ内のすべてのファイルとサブディレクトリを削除する必要があります。ファイルを削除する場合、**delete** コマンドを使用します。サブディレクトリを削除する場合、 **rmdir** コマンド使用します。

ディレクトリを完全に削除すると、ごみ箱のディレクトリ内のすべてのファイルは自動的に完全に削除されます。

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ディレクトリを削除する	**rmdir** *directory*

11.4.8 ディレクトリの動作モードの設定

ファイルシステムには、次のディレクトリの動作モードがあります。

- **alert**：ファイルの破損やデータの損失など、望ましくない結果をもたらす恐れのある操作についてシステムが警告を出します。
- **quiet**：どのような操作に対しても、システムは警告を出しません。

操作ミスによる望ましくない結果を避けるため、**alert** モードがよく使用されます。

以下にディレクトリの動作モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． ディレクトリの操作のプロンプトモードを設定する	**file prompt** { **alert** | **quiet** }	デフォルト：**alert** コマンドはファイルの動作モードも設定します。

11.5 ファイルの管理

コピー、ダウンロード、**save** コマンドを使用して、ファイルを作成することができます。ファイルのダウンロードの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “FTP”、“TFTP”* を参照してください。**save** コマンドについてはコマンドマニュアルのセクション 1 *はじめに “コンフィグレーションファイル管理”* を参照してください。

11.5.1 ファイル情報の表示

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ファイルの情報を表示する	**dir** [**/all**] [*file* | *directory* | **/all-filesystems**]

11.5.2 テキストファイルの内容表示

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
テキストファイルの内容を表示する	**more** *file-url*

11.5.3 ファイル名の変更

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ファイル名を変更する	**rename** *source-file dest-file*

11.5.4 ファイルのコピー

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ファイルをコピーする	**copy** *source-file* { *dest-file* | *dest-directory* } [**vpn-instance** **vpn-instance-name**] [**source interface** *interface-type interface-number*]

11.5.5 ファイルの移動

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ファイルを移動する	**move** *source-file* { *dest-file* | *dest-directory* }

11.5.6 ファイルの圧縮/解凍

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ファイルを圧縮する	**gzip** *file*
ファイルを解凍する	**gunzip** *file*

11.5.7 ファイルのアーカイブ（圧縮）/解凍

user view で実行可能です。

操作	コマンド
ファイルをアーカイブする	**tar create** [**gz**] *archive-file dest-file* [**verbose**] **source** *source-file*&<1-5>
ファイルを解凍する	**tar extract archive-file** *file* [**verbose**] [**screen** | **to** *directory*]
アーカイブされたファイルのリストを表示する	**tar list archive-file** *file*

11.5.8 ファイルの削除/回復

ファイルを完全に削除あるいは、再利用できるようにごみ箱に移動することができます。ごみ箱に移動したファイルは回復できますが、完全に削除したファイルは回復できません。

ごみ箱のファイルは、記憶媒体のスペースを使用します。ごみ箱のファイルを削除するには、**reset recycle-bin** コマンドを実行します。

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
ファイルをごみ箱に移す	**delete** *file*
ファイルをごみ箱から元に戻す	**undelete** *file*
ファイルを完全に削除する	**delete /unreserved** *file*

⚠ **重要**：

ごみ箱のファイルを削除するために **delete** コマンドを使用しないでください。**reset recycle-bin** コマンドを使用してください。

11.5.9 ごみ箱のファイルを削除する

記憶媒体は**.trash** というごみ箱を使用します。ごみ箱のファイルを表示するには以下の方法を使用します。

- 記憶媒体に移動し、**dir /all .trash** コマンドを実行します。
- ごみ箱のフォルダに移動するため、**cd .trash** コマンドを実行し、**dir** コマンドを実行します。

user view でごみ箱のファイルを削除するには以下の操作を実行します。

操作	コマンド
カレントディレクトリ下で、ごみ箱でファイルを削除する	**reset recycle-bin** [**/force**]

11.5.10 ファイルの動作モードの設定

ファイルシステムには、次のファイルの動作モードがあります。

- **alert**：ファイルの破損やデータの損失など、望ましくない結果をもたらす恐れのある操作についてシステムが警告を出します。
- **quiet**：どのような操作に対しても、システムは警告を出しません。

以下にファイルの動作モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ファイルの操作のプロンプトモードを設定する	**file prompt** { **alert** | **quiet** }	デフォルト：**alert** コマンドはディレクトリの動作モードも設定します。

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

12 章 コンフィグレーションファイル管理 12-1
12.1 概要 12-1
12.1.1 コンフィグレーションタイプ 12-1
12.1.2 次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの冗長 . 12-2
12.1.3 コンフィグレーションファイルのフォーマット形式 12-2
12.1.4 スタートアップコンフィグレーションファイルの選択..... 12-2
12.1.5 コンフィグレーションファイルの内容とフォーマット..... 12-3
12.2 2 つのコンフィグレーション設定の差分表示 12-3
12.3 カレントコンフィグレーションの保存..... 12-4
12.4 次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの設定 12-5
12.5 TFTP サーバへスタートアップコンフィグレーションファイルのバックアップ 12-6
12.6 TFTP サーバからスタートアップコンフィグレーションファイルの復元 12-6
12.7 次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの削除 12-7
12.8 コンフィグレーションファイルの表示と維持..... 12-8

12章 コンフィグレーションファイル管理

12.1 概要

コンフィグレーションファイルは、CLI あるいは Boot メニューから管理することができます。この章では CLI からコンフィグレーションファイルを管理する方法を記載します。

コンフィグレーションファイルには、装置のソフトウェア機能を設定するためのコマンドのセットが保存されます。設定はコンフィグレーションファイルに保存できるため、設定は再起動後にも適用されます。将来使用するために、コンフィグレーションファイルをホストにバックアップすることもできます。

12.1.1 コンフィグレーションタイプ

装置起動時に読み込まれた設定はスタートアップコンフィグレーションと呼ばれ、装置で動作している設定はカレントコンフィグレーションと呼ばれます。

以下にコンフィグレーションファイルの種類を示します。

I. デフォルトコンフィグレーション

初回起動時のコンフィグレーション設定で、装置固有のコンフィグレーション設定です。ファイルは”.ipe”の拡張子のパッケージファイルでリリースされ、変更できません。コンフィグレーションファイルあるいはスタートアップコンフィグレーションファイルが存在しない場合、デフォルトコンフィグレーションで起動します。

デフォルトコンフィグレーションの設定を表示するには、**display default-configuration** コマンドを使用します。

II. スタートアップコンフィグレーション

ブートメニューあるいは CLI で指定されるコンフィグレーションファイルです。このファイルは次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルと呼ばれます。スタートアップコンフィグレーションで起動されたのち、カレントコンフィグレーションファイルと呼ばれます。システムの信頼性のため、メインとバックアップの 2 つの次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルを指定することができます。（詳細はオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “コンフィグレーションファイル管理”* の *“次回の起動で使用するメインコンフィグレーションファイル”* を参照してください。）

- カレントコンフィグレーションと次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションの設定を表示するには、**display startup** コマンドを使用します。詳細な設定を表示する場合、**more** コマンドを使用します。
- 次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルの内容を表示するには、**display saved-configuration** コマンドを使用します。次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルが保存されていない場合は表示されません。

III. カレントコンフィグレーション

カレントコンフィグレーションは稼働中の装置の現在の設定です。カレントコンフィグレーションはスタートアップコンフィグレーションと新しく設定したコンフィグレーションとなります。カレントコンフィグレーションは装置の一時的な記憶媒体に記録され、保存をしていない場合は、装置の電源 OFF/ON あるいは **reboot** コマンドを実行するときに削除されます。設定を削除しないようにするには、コンフィグレーションファイルにカレントコンフィグレーションを保存します。

カレントコンフィグレーションは **display current-configuration** コマンドを使用して表示することができます。表示されるパラメータはデフォルトコンフィグファイルのパラメータを含みません。

12.1.2 次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの冗長

次回の起動に使用するコンフィグレーションファイルとバックアップのコンフィグレーションファイルを 1 つずつ指定することができます。

起動時、装置は以下の順番でスタートアップコンフィグレーションファイルの読み込みを行います。

1) メインの次回の起動に使用するコンフィグレーションファイルで起動します。
2) 指定したメインスタートアップファイルがない、あるいは有効でない場合、バックアップの次回の起動に使用するコンフィグレーションファイルで起動します。
3) 指定したバックアップコンフィグレーションファイルがない、あるいは有効でない場合、装置はデフォルトのコンフィグレーションファイルで起動します。

12.1.3 コンフィグレーションファイルのフォーマット形式

コンフィグレーションファイルは、以下のフォーマット形式となります。

拡張子は、“.cfg”を使用する必要があります。“.cfg”ファイルはテキストファイルです。**more** コマンドで内容を表示することができます。“.cfg”で設定を保存したとき、装置は自動的に、同一ファイル名で拡張子が“.mdb”というバイナリデータを保存します。装置は”.mdb“の方が”.cfg“よりも速く読み込みます。

12.1.4 スタートアップコンフィグレーションファイルの選択

起動時、装置は以下の順番でコンフィグレーションファイルを識別します。

1) 装置は有効な“.cfg”の次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルを検索します。
2) ファイルが見つかった場合は、“.cfg”と名前と内容が同じ“.mdb”ファイルを検索します。

3) “.mdb”ファイルが見つかった場合は、その“.mdb”ファイルを起動で使用するコンフィグレーションファイルとします。見つからなかった場合は、“.cfg”ファイルを起動で使用するコンフィグレーションファイルとします。

本章で記載するコンフィグレーションファイルは、特に指定がない限り“.cfg”のコンフィグレーションファイルを示します。

12.1.5 コンフィグレーションファイルの内容とフォーマット

重要：

装置を起動するため、コンフィグレーションファイルは、装置で使用する規則とフォーマット形式に従う必要があります。起動時、コンフィグレーションファイルの読み込み失敗を防ぐため、装置で自動に作成されたコンフィグレーションファイルあるいは **save** コマンドを使用してください。もしコンフィグレーションファイルを編集する場合、装置で使われる規則とフォーマットにあわせてください。

コンフィグレーションファイルは以下の規則に従います。

- すべてのコマンドは省略されていない正しい形式のフォーマットで保存されます。
- コマンドは view 毎にセクションに分かれて区別されています。通常は system view、interface view、protocol view、line view などの順番です。
- セクションは、1 行または複数行のブランク行またはコメント行（#）で区切られます。
- 最後に **return** が付きます。

12.2 2つのコンフィグレーション設定の差分表示

2 つのコンフィグレーションファイルで設定の差分を表示することができます。

比較を行うため次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルを指定した場合、システムは以下の順番で次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルを検索します。

1) 次回の起動で使用するメインコンフィグレーションファイルを検索します
2) 次回の起動で使用するメインコンフィグレーションファイルが有効でない、あるいは不正である場合、次回の起動で使用するバックアップコンフィグレーションファイルを検索します。

メインコンフィグレーションファイルとバックアップコンフィグレーションファイルの両方が有効でない、あるいは不正である場合、次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルが存在しませんと表示します。

2 つのコンフィグレーションファイルの設定の差分を表示する方法を以下に示します。

すべての view で **display** コマンドを実行します。

操作	コマンド
指定された2つのコンフィグレーションファイルの差分を表示する	**display diff configfile** *file-name-s* **configfile** *file-name-d*
指定されたコンフィグレーションファイルとカレントコンフィグレーションファイルの差分を表示する	• 方法1： **display diff configfile** *file-name-s* **current-configuration** • 方法2： **display diff current-configuration configfile** *file-name-d*
指定されたコンフィグレーションファイルと次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルの差分を表示する	• 方法1： **display diff configfile** *file-name-s* **startup-configuration** • 方法2： **display diff startup-configuration configfile** *file-name-d*
次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルとカレントコンフィグレーションファイルの差分を表示する	• 方法1： **display diff current-configuration startup-configuration** • 方法2： **display current-configuration diff** • 方法3： **display diff startup-configuration current-configuration**

12.3 カレントコンフィグレーションの保存

カレントコンフィグレーションをコンフィグレーションファイルに保存するとき、次回に起動するコンフィグレーションファイルとして指定することができます。

次回に起動するコンフィグレーションファイルとしてファイルを指定する場合、以下に示すどちらかの方法で、カレントコンフィグレーションの保存を行ってください。

- **高速保存モード–safely** キーワードを使わないで **save** コマンドを使用します。より速くファイルを保存しますが、装置が再起動、または処理中に電源が切れた場合、カレントコンフィグレーションファイルを失う可能性があります。装置を再起動した後、新しいスタートアップコンフィグレーションファイルを指定してください。（オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに“コンフィグレーションファイル管理”の“次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの指定”*を参照してください）
- **セーフモード–safely** キーワードを使い **save** コマンドを使用します。高速ではありませんが、装置が再起動、または処理中に電源切れた場合でも、装置でコンフィグレーションファイルを保持することができます。

すべての view でカレントコンフィグレーションを保存する方法を以下に示します。

操作	コマンド	補足
指定したファイルに現在の設定を保存します、しかし、コンフィグレーションファイルは次回起動時にファイルとしてセットされません。	**save** *file-url*	–

操作	コマンド	補足
現在の設定をコンフィグレーションファイルに保存し、 次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルに指定する	**save** [**safely**] [**backup** | **main**] [**force**]	このコマンドは記憶媒体のルートディレクトリのファイルに設定を保存します。信頼性のあるファイルの保存を行うため、**safety**パラメータを使用することを推奨します。 **force**パラメータを指定した場合、設定は次回の起動に使用されるコンフィグレーションファイルに保存されます。 **force**パラメータを指定しない場合、次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルを新規作成します。

12.4 次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの設定

カレントコンフィグを“.cfg”コンフィグレーションファイルに保存するとき、**save** [**safely**] [**backup** | **main**] [**force**]コマンドを使用できます。“.cfg”コンフィグレーションファイルは、次回の起動で使用するメインとバックアップの両方のスタートアップコンフィグレーションファイルとして指定することができます。

また **startup saved-configuration** *cfgfile* [**backup** | **main**]コマンドを使用して次回の起動で使用するメインあるいはバックアップのスタートアップコンフィグレーションファイルを指定することができます。この作業を実行するために、以下のガイドラインに従ってください。

- メインもしくはバックアップのどちらも指定しない場合、このコマンドは次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルをメインとして設定します。
- 次回の起動に使用するメインあるいはバックアップのスタートアップコンフィグレーションファイルを同一に設定することができますが、高可用性のため、スタートアップコンフィグレーションファイルを分けてください。
- 指定されたコンフィグファイルが有効であり、ルートディレクトリに保存されていることを確認してください。
- **undo startup saved-configuration** コマンドは次回の起動に使用するメインあるいはバックアップのスタートアップコンフィグレーションファイルを削除する代わりに NULL に変更します。

以下に、user view で、次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルを指定する設定を示します。

操作	コマンド	補足
次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルを指定する	**startup saved-configuration** *cfgfile* [**backup** | **main**]	デフォルト：設定なし **backup**あるいは**main**のいずれのキーワードも指定されない場合、次回の起動に使

操作	コマンド	補足
		用するメインのスタートアップコンフィグレーションファイルとして保存されます。 設定を確認するには、すべてのviewで**display startup** コマンドと**display saved-configuration**を使用します。

12.5 TFTPサーバへスタートアップコンフィグレーションファイルのバックアップ

バックアップを行う前に、以下の要件が完了していることを確認してください。

- 装置と TFTP サーバ間が通信可能であることを確認してください。
- TFTP サービスが有効にされていることを確認してください。
- 読み書き許可があることを確認してください。

以下に、次回の起動に使用するメインのスタートアップコンフィグレーションファイルを TFTP サーバにバックアップする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1.　（オプション設定項目）user view で指定されたスタートアップコンフィグレーションファイルを確認する	**display startup**	スタートアップコンフィグレーションファイルが指定されていない場合、バックアップは失敗します。
2.　user view で TFTP サーバにスタートアップコンフィグレーションファイルをバックアップする	**backup startup-configuration to** *ipv4-server* [*dest-filename*]	―

12.6 TFTPサーバからスタートアップコンフィグレーションファイルの復元

TFTP サーバから装置の次回の起動に使用するメインのスタートアップコンフィグレーションファイルを復元する場合、装置は以下の作業を行います。

次回の起動に使用するメインのスタートアップコンフィグレーションファイルを復元する前に、以下の要件が完了していることを確認してください。

- サーバが到達可能であることを確認してください。
- TFTP サービスが有効にされていることを確認してください。
- 読み書き許可があることを確認してください。

以下に TFTP サーバからスタートアップアップコンフィグレーションファイルを復元する操作を示します。

操作	コマンド	補足
1. user view で TFTP サーバからスタートアップコンフィグレーションファイルを復元する	**restore startup-configuration from** *ipv4-server src-filename*	—
2. （オプション設定項目）メインの次回の起動で使用するように指定されたコンフィグレーションファイルが設定されていることを確認する	**display startup** **display saved-configuration**	—

12.7 次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの削除

⚠ **注意**：

この作業を行うと、次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルを、装置から完全に削除します。削除を行う前に必要に応じてバックアップを行ってください。

次のいずれかの理由である場合、次回の起動時のスタートアップコンフィグレーションファイルを削除する必要があります。

- システムソフトをアップグレードさせた後、既存のコンフィグレーションファイルが、新しいシステムソフトウェアに合わない場合。
- コンフィグレーションファイルが破損している、あるいは不完全である場合。

メインとバックアップの次回の起動で使用するコンフィグレーションファイルを削除した場合、次回の起動時にデフォルトコンフィグレーションで起動します。

メインとバックアップの両方の次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルを削除するため、**reset saved-configuration backup** コマンドと **reset saved-configuration main** コマンドを実行する必要があります。このコマンドを行う前は、ファイルを削除する代わりに、属性を削除します。

たとえば **reset saved-configuration backup** コマンドが行われると、バックアップの次回の起動で使用するスタートアップコンフィグレーションファイルの属性が NULL になり、ファイルがメインファイルとして使用されます。ファイルを削除する場合、**reset saved-configuration main** コマンドを行う必要があります。

以下に user view で次回の起動時のスタートアップコンフィグレーションファイルを削除する操作を示します。

操作	コマンド	補足
次回の起動時のスタートアップコンフィグレーションファイルを削除する	**reset saved-configuration** [**backup** | **main**]	**backup**あるいは**main**の両方が指定されない場合、main のスタートアップコンフィグレーションファイルが削除されます。

12.8 コンフィグレーションファイルの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行します。

操作	コマンド
カレントコンフィグレーションを表示する 🕮メモ：**by-section**パラメータはソフトウェアバージョン7.2.93aを含む以降でサポート	**display current-configuration** [**configuration** [*module-name*] | **interface** [*interface-type* [*interface-number*]]] [**by-section** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
カレントコンフィグレーションファイルと次回の起動に使用するコンフィグレーションファイルの差分を表示する	**display current-configuration diff**
デフォルトコンフィグレーションを表示する	**display default-configuration**
2つのコンフィグレーションファイルの設定の差分を表示する	• **display diff configfile** *file-name-s* { **configfile** *file-name-d* | **current-configuration** | **startup-configuration** } • **display diff current-configuration** { **configfile** *file-name-d* | **startup-configuration** } • **display diff startup-configuration** { **configfile** *file-name-d* | **current-configuration** }
記憶媒体に保存されたコンフィグレーションファイルを表示する 🕮メモ：**by-section**パラメータはソフトウェアバージョン7.2.93aを含む以降でサポート	**display saved-configuration** [**by-section** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
今回および次回の起動に使用するコンフィグレーションファイルを表示する	**display startup**
現在のviewで有効な設定を表示する 🕮メモ：**by-section**パラメータはソフトウェアバージョン7.2.93aを含む以降でサポート	**display this** [**by-section** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
次回の起動時に使用するコンフィグレーションファイルを削除する	**reset saved-configuration** [**backup** | **main**]

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

13 章 ソフトウェアのアップグレード..... 13-1
13.1 概要..... 13-1
13.1.1 ソフトウェアタイプ..... 13-1
13.1.2 ソフトウェアファイル名の規則..... 13-1
13.1.3 Comware イメージの冗長性と読み込み手順..... 13-2
13.1.4 システム起動プロセス..... 13-2
13.2 アップグレード方法..... 13-3
13.3 アップグレードの準備..... 13-3
13.4 アップグレード設定作業リスト..... 13-4
13.5 Boot ROM の Boot ROM イメージへの読み込み..... 13-4
13.6 スタートアップソフトウェアイメージの指定とアップグレードの完了..... 13-4
13.7 ソフトウェア設定の表示と維持..... 13-5
13.8 CLI によるソフトウェアアップグレード例..... 13-5

13章 ソフトウェアのアップグレード

13.1 概要

ソフトウェアアップグレードは、新しい機能の追加や不具合を修正するために行います。

アップグレードを行う前に、新しいソフトウェアのリリースメモを確認して、装置とソフトウェアの互換性およびアップグレードが与える影響を確認してください。

13.1.1 ソフトウェアタイプ

以下にソフトウェアタイプを示します。

- **BootROM イメージ**－基本セグメントと拡張セグメントが含まれます。基本セグメントはシステムを起動する最小のコードです。拡張セグメントはハードウェア初期化を有効にし、システム管理メニューを提供します。装置が正常に起動しないときに、これらのメニューを使用してソフトウェアとスタートアップコンフィグレーションファイルあるいは管理ファイルを読み込むことができます。
- **Comware イメージ**– 以下に示すサブカテゴリのソフトウェアがあります。
  - **Boot イメージ**– Linux オペレーションのシステムカーネルを含む拡張子が“.bin”のファイルです。 プロセス管理、メモリ管理、ファイルシステム管理のプロセスを持っています。
  - **System ソフトウェアイメージ**– 装置が動作するのに必要最小限の機能を含む、拡張子が“.bin”のファイルです。装置管理、インタフェース管理、設定管理、ルーティング管理の機能を持っています。

読み込まれるソフトウェアイメージはカレントソフトウェアイメージと呼ばれます。次回起動時に指定したファイルで起動するソフトウェアイメージはスタートアップソフトウェアイメージと呼ばれます。

Boot ROM イメージ、Boot イメージ、System ソフトウェアイメージは、装置が起動するために必要です。イメージは拡張子“.ipe”の 1 つのパッケージファイル（Comware イメージ）にまとめられてリリースされます。Comware イメージをスタートアップソフトウェアイメージとして選択するとき、システムは自動的にファイルを解凍し、拡張子“.bin“のブートとシステムイメージをロードします。

13.1.2 ソフトウェアファイル名の規則

本章では、ブートイメージの名前に **boot.bin**、システムイメージの名前に **system.bin** を使用します。

13.1.3 Comware イメージの冗長性と読み込み手順

Comware イメージは、メインとバックアップの 2 セットを指定することができます。

スタートアップソフトウェアイメージの Boot イメージとシステムイメージは同一のバージョンにする必要があります。

システムは常にメインソフトウェアで起動を試みます。もしメインソフトウェアが存在しないあるいは無効である場合、システムはバックアップソフトウェアで起動を試みます。図 13-1に Comware イメージの読み込み手順の全体を示します。

メインソフトウェアとバックアップ Boot イメージが存在しないあるいは無効である場合、コンソールポートに接続し、Boot メニューから Boot イメージを読み込ませるため、電源の OFF/ON を行ってください。

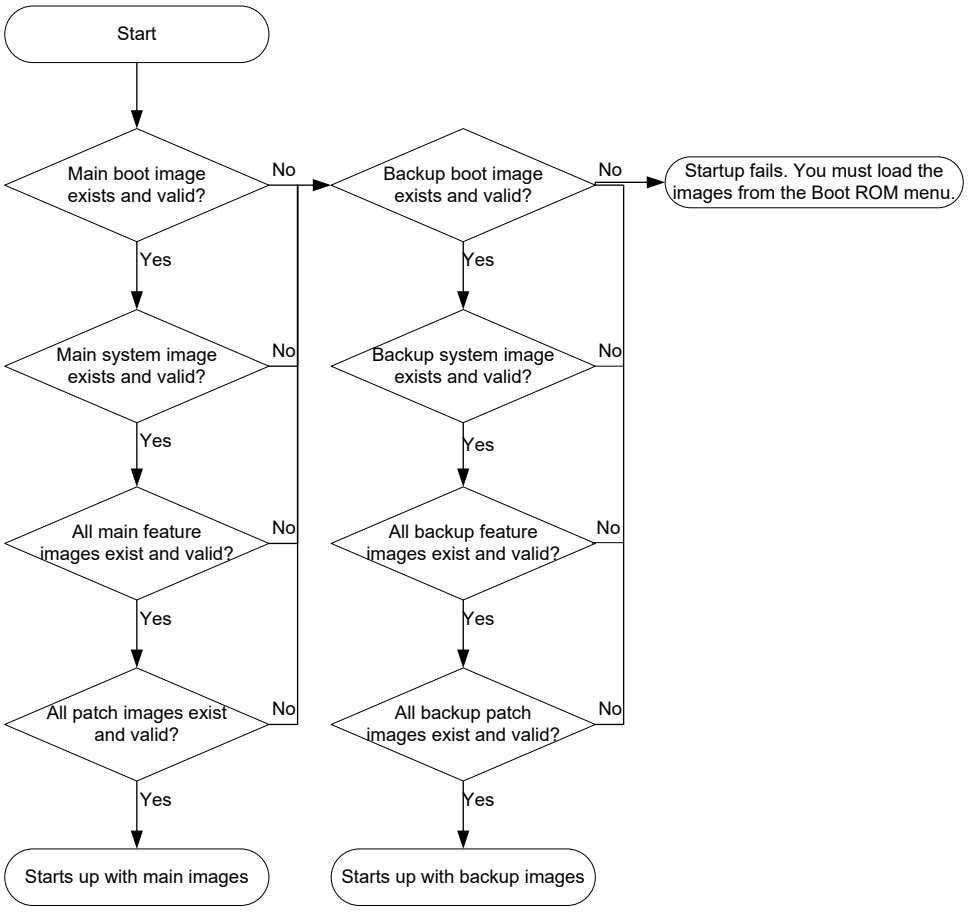


図 13-1 Comware イメージの読み込み手順の全体

13.1.4 システム起動プロセス

装置を起動したのち、ハードウェアを初期化するため Boot ROM イメージが起動します。その後、システム全体を動作させるためスタートアップシステムイメージが起動します。

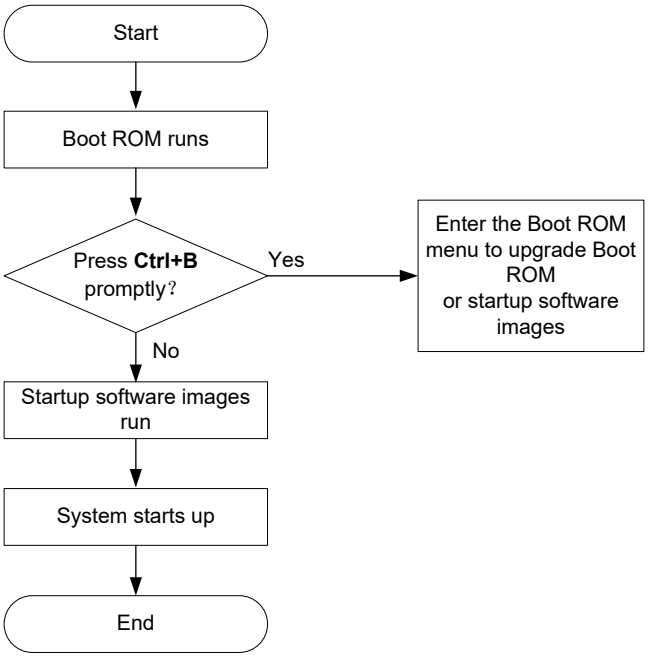


図 13-2 システム起動プロセス

13.2 アップグレード方法

アップグレード方法	ソフトウェアタイプ	補足
CLIからのアップグレード	• Boot ROMイメージ • Comwareイメージ	アップグレードを完了するため、再起動が必要となります。ネットワークサービスの中断が発生します。
Boot メニューからのアップグレード	• Boot ROMイメージ • Comwareイメージ	装置が正常に起動しないときに使用します。 最初にコンソールポートに接続し、装置の電源をONにします。その後Bootメニューにアクセスするため<CTRL+B>を押下します。 Bootメニューからのアップグレードの詳細は*インスタレーションマニュアル*を参照してください。

13.3 アップグレードの準備

1) 現在の Boot ROM バージョンとスタートアップソフトウェアバージョンを確認するため、**display version** コマンドを使用します。
2) アップグレードソフトウェアバージョンがネットワークに与える影響を確認するため、ソフトウェアアップグレードの以下のことを確認します。
   - □ ソフトウェアとハードウェアの互換性

- □　ソフトウェアのアップグレードのバージョンとサイズ
- □　現在の Boot ROM イメージとアップグレードソフトウェアとの互換性

3) ソフトウェアのアップグレードに十分な記憶媒体を持っているかどうか確認するため、**dir** コマンドを使用します。記憶媒体に十分な空き容量がない場合、不要なファイルを **delete** コマンドで削除します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに*　*"ファイルシステム管理"* を参照してください。
4) FTP あるいは TFTP を使用して、装置の記憶媒体のルートディレクトリにアップグレードソフトウェアファイルをダウンロードします。FTP、TFTP の設定や操作方法についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに*　*"FTP"*、*"TFTP"* を参照してください。

13.4 アップグレード設定作業リスト

作業リスト	補足
（オプション設定項目）Boot ROMのBoot ROMイメージへの読み込み	ソフトウェアアップグレードを行う際、Boot ROMイメージのアップグレードが必要な場合、Comwareイメージをアップグレードする前に、このコマンドを使用してBoot ROMに新しいBoot ROMイメージをアップグレードします。このコマンドは、予期しない電気的な故障によってアップグレードの失敗が発生するリスクを減少させ、アップグレードを行う時間を削減することができます。 この作業を省略した場合、スタートアップソフトウェアイメージをアップグレードする際に装置は自動的にBoot ROMをアップグレードします。 Boot ROMイメージは装置を再起動したのち適用します。
（必須設定項目）スタートアップソフトウェアイメージの指定とアップグレードの完了	―

13.5 Boot ROMのBoot ROMイメージへの読み込み

操作	コマンド	補足
Boot ROMイメージを、Boot ROMの通常エリアに読み込む	**bootrom update file** *file-url* [**all**]	*file-url*パラメータにフラッシュのBoot ROMイメージが含まれるファイルを指定します。 アップグレードを完了させるために、装置を再起動してください。

13.6 スタートアップソフトウェアイメージの指定とアップグレードの完了

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド	補足
1. IRF スタックのマスタ装置に、メインあるいはバックアップスタートアップファイルとしてアップグレードファイルを指定する	• アプローチ1 : **boot-loader file** *ipe-filename* { **all** | **slot** *slot-number* } { **backup** | **main** } • アプローチ2 : **boot-loader file boot** *boot-package* **system** *system-package* { **all** | **slot** *slot-number* } { **backup** | **main** }	アップグレードするファイルは装置の記憶媒体のルートディレクトリに保存する必要があります。 ファイル名が正しいことを確認してください。 アプローチ1が使用される場合、ファイル名は *storage-medium*:/*base-filename*.**ipe** を使用します。 例 cfa0:/startup.**ipe** アプローチ2が使用される場合、ファイル名は *storage-medium*:/*base-filename*.**bin** を使用します。 例 cfa0:/startup-boot.**bin**
2. カレントコンフィグレーションを保存する	**save**	再起動によって設定が削除されないように行います。
3. 装置の再起動	**reboot**	スタートアップ後、各装置はダウンロードされたBoot ROMイメージをRAMに読み込ませ、ファイルのスタートアップソフトウェアを読み込みます。
4. （オプション設定項目）ソフトウェアの設定を確認する	**display boot-loader**	カレントソフトウェアがスタートアップソフトウェアと同一であるか確認します。

13.7 ソフトウェア設定の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行します。

操作	コマンド
カレントソフトウェアとスタートアップソフトウェアを表示する	**display boot-loader**

13.8 CLIによるソフトウェアアップグレード例

I. ネットワーク要件

AC にファイル **QX-W2230AC-VABC.ipe** を使用してソフトウェアをアップグレードします。

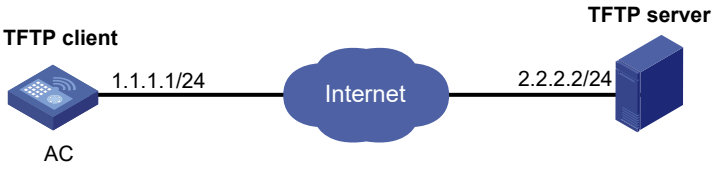


図 13-3 ネットワーク図

II. 設定手順

IP アドレスを設定し、装置と TFTP サーバが通信可能であることを確認します。（詳細は省略します。）

カレントソフトウェアの情報を表示します。

```
<AC> display version
```

TFTP を使用して TFTP サーバから装置の記憶媒体のルートディレクトリにソフトウェアファイル **QX-W2230AC-VABC.ipe** をダウンロードします。この例ではフラッシュメモリを使用します。

```
<AC> tftp 2.2.2.2 get QX-W2230AC-VABC.ipe
```

メインスタートアップソフトウェアとして **QX-W2230AC-VABC.ipe** を指定します。

```
<AC> boot-loader file cfa0:/QX-W2230AC-VABC.ipe slot 1 main
```

スタートアップソフトウェアの設定を確認します。

```
<AC> display boot-loader
```

装置の再起動を行い、アップグレードを完了させます。

```
<AC> reboot
```

装置が正しいソフトウェアで動作しているか確認します。

```
<AC> display version
```

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

14 章 装置管理 14-1
14.1 装置管理作業リスト 14-1
14.2 装置名の設定 14-1
14.3 システムクロックの設定 14-1
14.3.1 システムクロックソースの設定 14-1
14.4 著作権情報表示の有効化 14-3
14.5 バナーの設定 14-3
14.5.1 バナーの種類 14-3
14.5.2 バナー入力モード 14-4
14.5.3 設定手順 14-5
14.6 装置の特定 14-5
14.6.1 Power LED の点滅開始 14-5
14.6.2 Power LED の点滅停止 14-6
14.7 装置の再起動 14-6
14.7.1 CLI による装置の即時再起動 14-6
14.7.2 装置のスケジュール再起動 14-7
14.8 スケジュール自動実行の設定 14-7
14.8.1 設定の制限事項およびガイドライン 14-7
14.8.2 設定手順 14-8
14.8.3 スケジュール自動実行設定例 14-9
14.9 パスワードリカバリ機能の無効化 14-12
14.10 検出間隔の設定 14-12
14.11 CPU 使用率のモニタリングの設定 14-12
14.12 メモリ使用しきい値の設定 14-13
14.13 温度アラームしきい値の設定 14-15
14.14 トランシーバのパラメータ表示 14-15
14.14.1 トランシーバの情報表示 14-15
14.14.2 トランシーバの診断 14-16
14.15 装置管理の表示と維持 14-16

14章 装置管理

この章では装置の基本的なパラメータの設定、装置の管理について記載します。

この章の設定操作は、順番に関係なく実行できます。

14.1 装置管理作業リスト

作業リスト
（必須設定項目） 装置名の設定
（必須設定項目） システムクロックの設定
（オプション設定項目） 著作権情報表示の有効化
（オプション設定項目） バナーの設定
（オプション設定項目） 装置の再起動
（オプション設定項目） スケジュール自動実行の設定
（オプション設定項目） パスワードリカバリ機能の無効化
（オプション設定項目） 検出間隔の設定
（オプション設定項目） CPU使用率のモニタリングの設定
（必須設定項目） メモリ使用しきい値の設定
（必須設定項目） トランシーバのパラメータ表示

14.2 装置名の設定

装置名あるいは、“ホスト名”はネットワークで装置を特定するのに使用されます。システムとしては、装置名は CLI のプロンプトに対応します。装置名が **NEC** の場合、プロンプトは<NEC>です。

以下に装置名を設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． 装置名を設定する	**sysname** *sysname*	デフォルト：装置名

14.3 システムクロックの設定

14.3.1 システムクロックソースの設定

正しいシステムクロックの設定はネットワーク管理と通信に不可欠です。ネットワークで装置を動作させる前に、装置のシステム時間を設定してください。

システムクロックは、UTC 時間、タイムゾーン、サマータイムによって決まります。**display clock** コマンドを使用することで、システムクロックを表示できます。

装置は、ローカルに設定されたシステム時間を使用するか、NTP クロックソースから UTC 時間を取得し、システムクロックを計算することができます。

- **None**－ローカルシステムクロックです。CLI を用いて手動でシステムクロックを設定します。装置はシステム時間を維持するため、装置内部の水晶発振器によって生成されたクロック周波数を使用します。装置の再起動を行うとローカルシステム時間はデフォルトに戻るため、再度コマンドを設定してください。
- **NTP**－NTP クロックソースです。装置が NTP のシステムクロックを使用したとき、手動でシステムクロックを変更できません。NTP についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NTP”* を参照してください。

以下にローカルでシステムクロックソースを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． システムクロックのソースを指定する	**clock protocol none**	デフォルト：**ntp** コマンドを複数回実行した場合、最後に指定した設定が適用されます。
3． user view に戻る	**quit**	－
4． UTC 時間を設定する	**clock datetime** *time date*	－
5． system view に移行する	**system-view**	－
6． タイムゾーンを設定する	**clock timezone** *zone-name* { **add** | **minus** } *zone-offset*	デフォルト：UTC サマータイムを設定したのち、装置はシステム時間を再計算します。システムクロックを確認する場合 **display clock**コマンドを使用します。ネットワークのすべての装置で同一のサマータイムを使用していることを確認してください。
7． （オプション設定項目）サマータイムを設定する	**clock summer-time** *name start-time start-date end-time end-date add-time*	デフォルト：無効 サマータイムを設定したのち、装置はシステム時間を再計算します。システムクロックを確認する場合 **display clock**コマンドを使用します。ネットワークのすべての装置で同一のサマータイムを使用していることを確認してください。

以下に NTP でシステムクロックソースを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． システムクロックのソースを指定する	**clock protocol ntp**	デフォルト：**ntp** コマンドを複数回実行した場合、最後に指定した設定が適用されます。

操作	コマンド	補足
3. タイムゾーンを設定する	**clock timezone** *zone-name* { **add** | **minus** } *zone-offset*	デフォルト：UTC サマータイムを設定したのち、装置はシステム時間を再計算します。システムクロックを確認する場合 **display clock**コマンドを使用します。ネットワークのすべての装置で同一のサマータイムを使用していることを確認してください。
4. （オプション設定項目）サマータイムを設定する	**clock summer-time** *name start-time start-date end-time end-date add-time*	デフォルト：無効 サマータイムを設定したのち、装置はシステム時間を再計算します。システムクロックを確認する場合 **display clock**コマンドを使用します。ネットワークのすべての装置で同一のサマータイムを使用していることを確認してください。

14.4 著作権情報表示の有効化

著作権情報の表示を有効にすると、以下の場合、著作権情報が表示されます。

- Telnet、SSH でログインします。
- コンソールポートから装置にログインした後に user view を終了します。この場合、装置は自動でコンソールセッションを再起動しようとします。

以下に著作権情報表示の有効化の手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 著作権情報表示を有効にする	**copyright-info enable**	デフォルト：無効

14.5 バナーの設定

バナーはユーザが装置にログインしたときにシステムが表示するプロンプト情報です。

14.5.1 バナーの種類

装置は以下のバナーをサポートしています。

- **Legal** バナー – 認証情報とも呼ばれます。システムは著作権または権限情報を表示し、ユーザがログインする前にバナーを表示して、ユーザがログインするかどうか確

認します。”Y”、または Enter キーを入力すると、ユーザはログインプロセスに入ります。”N”を入力すると、ユーザはログインプロセスを終了します。”Y”、”N”は、大文字でも小文字でもかまいません。

- **Message of the Day （MOTD）**バナー – 認証前に表示される welcome information です。legal バナーの後、login バナーの前に表示されます。
- **Login** バナー – ログイン認証時の welcome information です。パスワードと scheme 認証が設定されている場合に表示されます。
- **incoming** バナー – Modem ログインユーザが user view に移行する際に表示されます。認証が必要な場合、認証にパスしたのちバナーが表示されます。
- **Shell** バナー – ログインした後に表示します。

14.5.2 バナー入力モード

バナーを設定する場合、1 行入力モードあるいは複数入力モードを使用します。

- 1 行入力モード

コマンドと同様に同一の行に入力します。入力テキストの開始および終了文字は同じにならなければなりませんが、バナー情報には含まれません。このとき、コマンドキーワードを含む入力テキストは 511 文字を超えないようにする必要があります。たとえば、ユーザが shell バナーの user view に移行した際に“Have a nice day.“と表示するように設定します。

```
<AC> system-view
[AC] header shell %Have a nice day.%
```

- 複数入力モード

バナーや区切り文字を 2002 文字まで入力可能です。バナーには改行を含むことができます。改行は 2 文字分としてカウントされます。

複数行を設定する場合以下のどちらかの方法を使用します。

- **方法 1**–コマンドキーワードの後ろで直接 **Enter** を押し、設定の最後を"%"にします。Enter および"%"はバナー情報には含まれません。たとえば、ユーザが user view に移行した際に“Have a nice day. Please input the password.“と表示するように設定します。

```
<AC> system-view
[AC] header shell
Please input banner content, and quit with the character '%'.
Have a nice day.%
```

- **方法 2**–最初の行のコマンドキーワードの後ろに 1 文字入力し、**Enter** を押します。最初の行に入力した文字で設定を終了します。最初の行の文字および最後の文字はバナー情報には含まれません。たとえば、ユーザが user view に移行した際に“Have a nice day. Please input the password.“と表示するように設定します。

```
<AC> system-view
[AC] header shell A
Please input banner content, and quit with the character 'A'.
Have a nice day.A
```

- **方法 3** – 最初の行のキーワードの後ろに複数の文字（最初と最後の文字は同じにしない）を入力し、**Enter** を押します。最初の行の最初の文字で設定を終了します。最初の行の最初の文字および最後の文字はバナー情報には含まれません。

たとえば、ユーザが user view に移行した際に“Have a nice day. Please input the password. “と表示するように設定します。

```
<AC> system-view
[AC] header shell AHave a nice day.
Please input banner content, and quit with the character 'A'.
A
```

14.5.3 設定手順

以下の手順に従ってバナーの設定を行います。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． バナーを設定する	• ログイン前の権限情報を設定する **header legal** *text* • ログイン前に表示されるバナーを設定する **header motd** *text* • ログイン認証時に表示されるバナーを設定する **header login** *text* • ユーザがuser viewに入るときに表示するバナーを設定する **header shell** *text*	デフォルト：設定無し

14.6 装置の特定

🕮 **メモ：**

locator blink コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.67 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

装置の特定について 本装置は locator blink コマンドを使用することで、指定した装置の Power LED を一定時間緑→赤の順に点滅させます。本機能は装置の位置を特定する際に役立ちます。

14.6.1 Power LED の点滅開始

user view で以下のコマンドを実行します。

操作	コマンド	補足
Power LED の点滅を開始する	**locator blink** *blink-time* [**ap** *ap-name*]	🕮 メモ： **ap** *ap-name*パラメータは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

14.6.2 Power LED の点滅停止

user view で以下のコマンドを実行します。

操作	コマンド	補足
Power LED の点滅を停止する	**locator blink stop** [**ap** *ap-name*]	🕮 メモ： **ap** *ap-name*パラメータは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

14.7 装置の再起動

⚠ **注意：**

- ネットワークサービスに割り込んで再起動する可能性があります。
- 設定が消失するのを避けるため、装置を再起動する前に **save** コマンドでカレントコンフィグレーションを保存してください。**save** コマンドの詳細は、コマンドレファレンスを参照してください。
- システム起動時に使用されるコンフィグレーションファイルとスタートアップファイルを確認するには、**display startup** コマンドと **display boot-loader** コマンドを使用してください。スタートアップコンフィグレーションファイルあるいはソフトウェアイメージが異常である場合、装置は正常に起動しません。**display startup** コマンドと **display boot-loader** コマンドの詳細は、コマンドレファレンスを参照してください。

以下の方法で装置を再起動できます。

- CLI によるスケジュールリブートを行います。指定した時間に自動的に再起動させることができます。
- CLI による再起動を即時行うことができます。再起動中、装置は以下の処理を行います。
  - 装置内部のすべてのチップをリセットします。
  - スタートアップソフトウェアを確認するため、Boot ROM を使用します。圧縮されているイメージを解凍し、イメージを読み込みます。
- システムを初期設定します。
- 電源 ON/OFF による再起動を行います。この手順はデータの損失の可能性があり、推奨されません。

遠隔ホストから CLI により装置を再起動することができます。

データ保護のため、装置がファイルの操作を実行している間、装置の再起動を行わないでください。

14.7.1 CLI による装置の即時再起動

user view で以下のコマンドを実行します。

操作	コマンド
1． 装置を再起動する	**reboot** [**force**]

14.7.2 装置のスケジュール再起動

装置はスケジュール再起動を 1 つのコマンドのみサポートします。もし **scheduler reboot at** コマンドあるいは **scheduler reboot delay** コマンドを複数回あるいは、両方のコマンドを設定した場合、最後に設定したコマンドが適用されます。

スケジュール再起動により装置を再起動する場合、user view で以下のコマンドを実行します。

操作	コマンド	補足
再起動時間と日付を指定し、スケジュール再起動機能を有効にする	**scheduler reboot at** *time* [*date*]	デフォルト：設定なし
再起動遅延時間を指定し、スケジュール再起動機能を有効にする	**scheduler reboot delay** *time*	デフォルト：設定なし

14.8 スケジュール自動実行の設定

スケジュール自動実行機能は、管理者を妨げることなく、指定された時間に、指定されたコマンドまたはコマンド集合を自動的に実行します。

スケジュールされるコマンドは 1 回のみ、あるいは定期的に実行されます。1 回のみのスケジュールは設定ファイルに保存されません。装置が再起動したときに失われます。定期的なスケジュールは設定ファイルに保存され、指定時間に定期的に実行されます。

14.8.1 設定の制限事項およびガイドライン

スケジュール自動実行では、以下の制限事項およびガイドラインに従ってください。

- デフォルトのシステムクロックは、再起動時に常に復元されます。スケジュールを期待どおりに実行できるようにするには、システム時刻を再設定するか、装置を再起動した後に NTP を設定します。NTP の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NTP”* を参照してください。
- コマンド（コマンド A）を job に割り当てるため、コマンド A の view に移行するコマンドを job に割り当ててください。
- スケジュール自動実行を行う場合、実行する view と command 引数をチェックしません。command 引数を正確に設定してください。自動実行の設定時には引数はチェックされません。
- **telnet** コマンド、**ftp** コマンド、**ssh2** コマンドおよび **monitor process** コマンドはスケジュール自動実行することはできません。
- スケジュール自動実行機能はユーザがインタラクティブにコマンドの操作を扱うことができません。もしコマンドが”YES”あるいは”NO”の答えを要求する場合、システムはいつも”Y”あるいは”YES”が入力されます。もし文字列の入力が必要

な場合、システムは自動的にデフォルト文字列を入力するか、デフォルト文字列がない場合、空の文字列を入力します。

- 指定した自動実行時間になった後、バックグラウンドに指定されたコマンドを実行します。ログ、トラップ、デバッグなどの情報では表示されません。

14.8.2 設定手順

以下に 1 回のみのスケジュール自動実行を行う設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. job を作成する	**scheduler job** *job-name*	デフォルト：設定なし
3. job にコマンドを割り当てる	**command** *id command*	デフォルト：設定なし 複数のコマンドをjobに割り当てることができ、最も小さいIDから実行されます。
4. system view に戻る	**quit**	ー
5. スケジュールを作成する	**scheduler schedule** *schedule-name*	デフォルト：設定なし
6. スケジュールに job を割り当てる	**job** *job-name*	デフォルト：設定なし 複数のjobをスケジュールに割り当てることができ、同時に実行できます。
7. 1 回のみのスケジュールに実行時間テーブルを指定する	● 実行日と時間を指定する： **time at** *time date* ● 実行月日と時間を指定する： **time once at** *time* [**month-date** *month-day* | **week-day** *week-day*&<1-7>] ● 指定された遅延時間後にコマンドを自動実行する： **time once delay** *time*	デフォルト：設定なし いずれか1つのコマンドで設定します。 実行時間が指定された後、**clock datetime**コマンド、**clock summer-time**コマンド、**clock timezone**コマンドは既に設定された実行時間テーブルを変更しません。

以下に定期的なスケジュール自動実行を行う設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. job を作成する	**scheduler job** *job-name*	デフォルト：設定なし
3. job にコマンドを割り当てる	**command** *id command*	デフォルト：設定なし 複数のコマンドをjobに割り当てることができ、最も小さいIDから実行されます。
4. system view に戻る	**quit**	ー
5. スケジュールを作成する	**scheduler schedule** *schedule-name*	デフォルト：設定なし
6. スケジュールに job を割り当てる	**job** *job-name*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
		複数のjobをスケジュールに割り当てることができ、同時に実行できます。
7． 定期的なスケジュールを指定する	• 指定された時間で定期的にスケジュールを実行する： **time repeating at** *time* [**month-date** [*month-day* | **last**] | **week-day** week-day&<1-7>] • 指定された月日で定期的にスケジュールを実行する： **time repeating** [**at** *time* [*date*]] **interval** *interval-time*	デフォルト：設定なし いずれか1つのコマンドで設定します。 実行時間が指定された後、**clock datetime**コマンド、**clock summer-time**コマンド、**clock timezone**コマンドは既に設定された実行時間テーブルを変更しません。

14.8.3 スケジュール自動実行設定例

I. ネットワーク要件

図 14-1 に示すように、AP 越しに PC から AC にアクセスします。AC は AP および PC に IP アドレスを付与する DHCP サーバとして動作します。AP は ap1 越しに AC と接続されます。

エネルギーを節約するため、以下のスケジュールを自動で実行します。

- 毎日 8:00 に ap1 を有効にします。
- 毎日 20:00 に ap1 を無効にします。

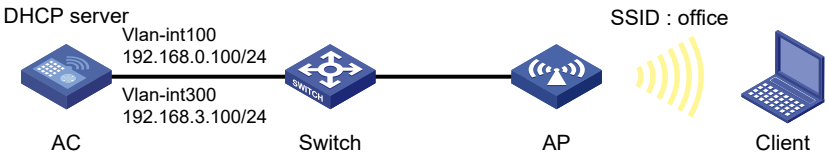


図 14-1 ネットワーク図

II. 設定手順

本章ではスケジュールの設定手順のみを示します。無線アクセスの設定については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* を参照してください。

system view に移行します。

```
<AC> system-view
```

ap1 を無効化する job を設定します。

```
[AC] scheduler job radio_disable
[AC-job-radio_disable] command 1 system-view
```

```
[AC-job-radio_disable] command 2 wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-job-radio_disable] command 3 radio 1
[AC-job-radio_disable] command 4 radio disable
[AC-job-radio_disable] quit
```

毎日 20:00 に無線を無効化する定期スケジュールを設定します。

```
[AC] scheduler schedule stop_radio
[AC-schedule-stop_radio] job radio_disable
[AC-schedule-stop_radio] time repeating at 20:00
[AC-schedule-stop_radio] quit
```

ap1 を有効化する job を設定します。

```
[AC] scheduler job radio_enable
[AC-job-radio_enable] command 1 system-view
[AC-job-radio_enable] command 2 wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-job-radio_enable] command 3 radio 1
[AC-job-radio_enable] command 4 radio enable
[AC-job-radio_enable] quit
```

毎日 8:00 に無線を有効化する定期スケジュールを設定します。

```
[AC] scheduler schedule start_radio
[AC-schedule-start_radio] job radio_enable
[AC-schedule-start_radio] time repeating at 8:00
[AC-schedule-start_radio] quit
```

III. 設定の確認

AP に関する情報を表示します。Admin State フィールドの値が up になっており、8:00 ～20:00 に up、それ以外の時間帯は down になっていることを確認します。

```
[AC] display wlan ap name ap1 verbose
AP name                         : ap1
AP ID                           : 1
AP group name                   : default-group
State                           : Run
Backup Type                     : NULL
Online time                     : 0 days 2 hours 18 minutes 10 seconds
System up time                  : 0 days 2 hours 19 minutes 11 seconds
Model                           : QX-W1020
Region code                     : CN
Region code lock                : Disable
Serial ID                       : 210235A1BSC123000050
MAC address                     : 586a-b1fb-e2c0
IP address                      : 100.1.0.1
H/W version                     : Ver.C
S/W version                     : V700R001B64D003
Boot version                    : 7.01
```

```
Description                    : Not configured
Priority                       : 4
Echo interval                  : 10 seconds
Statistics report interval     : 50 seconds
Jumbo frame value              : 1500
MAC type                       : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                    : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                 : Unknown
Retransmission count           : 3
Retransmission interval        : 5 seconds
Firmware upgrade               : Enabled
Sent control packets           : 3159
Received control packets       : 3159
Connection count               : 1
Backup Ipv4                    : Not configured
Backup Ipv6                    : Not configured
Tunnel encryption              : Disabled
LED mode                       : Normal
Radio 1:
    Basic BSSID                : 586a-b1fb-e2c0
    Admin state                : Up
    Radio type                 : 802.11ac
    Antenna type               : internal
    Client dot11ac-only        : Disabled
    Client dot11n-only         : Disabled
    Channel band-width         : 20/40/80MHz
    Secondary channel offset   : SCA
    Short GI for 20MHz         : Supported
    Short GI for 40MHz         : Supported
    Short GI for 80MHz         : Supported
    Short GI for 160MHz        : Not supported
    A-MSDU                     : Enabled
    A-MPDU                     : Enabled
    LDPC                       : Not Supported
    STBC                       : Supported
    Operational VHT-MCS Set:
        Mandatory              : Not configured
        Supported              : NSS1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
                                 NSS2 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
        Multicast              : Not configured
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory              : Not configured
        Supported              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                 10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast              : Not configured
    Channel                    : 149
    Max power                  : 20 dBm
    Operational rate:
        Mandatory              : 6, 12, 24 Mbps
        Multicast              : Auto
        Supported              : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled               : Not configured
    Distance                   : 1 km
    ANI                        : Enabled
    Fragmentation threshold    : 2346 bytes
    Beacon interval            : 100 TU
    Protection threshold       : 2346 bytes
    Long retry threshold       : 4
    Short retry threshold      : 7
    Maximum rx duration        : 2000 ms
    Noise floor                : -102 dBm
```

14.9 パスワードリカバリ機能の無効化

パスワードリカバリ機能は Boot ROM メニューからデバイス構成と SDRAM へのアクセスを制御できます。

パスワードリカバリ機能が有効の場合、コンソールからのユーザは認証なしで装置にアクセスでき、新しいパスワードを設定することができます。

パスワードリカバリ機能が無効の場合、コンソールからのユーザは、新しいパスワードを設定する前に、工場出荷コンフィグレーションに戻す必要があります。工場出荷コンフィグレーションに戻すことで、次回に起動で使用するコンフィグレーションファイルを削除します。

次回起動時に使用するコンフィグレーションファイルにアクセスする不正なユーザからのアクセスを防ぐため、パスワードリカバリ機能を無効にできます。

以下にパスワードリカバリ機能を無効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． パスワードリカバリ機能を無効にする	**undo password-recovery enable**	デフォルト：有効

14.10 検出間隔の設定

特定の環境において、いくつかのプロトコルはポートをシャットダウンします。ポートがシャットダウンした後、装置は検出間隔タイマを開始します。検出間隔が経過した際にポートがまだダウンされている場合、物理的にポートを復旧させます。

以下に検出間隔を設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． 検出間隔を設定する	**shutdown-interval** *time*	デフォルト：30秒

14.11 CPU使用率のモニタリングの設定

CPU 使用率を検出するため、装置は以下の処理を行います。

- サンプリング間隔は 1 分間隔です。CPU 使用率のしきい値とサンプリング間隔を比較します。サンプリング間隔が CPU 使用率のしきい値に到達した場合、装置は trap を送信します。
- CPU 使用率の記録が有効である場合、設定した間隔で CPU 使用率を検出し、保存します。**display cpu-usage history** コマンドを使用して、最近の CPU 使用率を表示できます。

以下に CPU 使用率のモニタリングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. CPU 使用率のしきい値を設定する	**monitor cpu-usage threshold** *cpu-threshold*	デフォルト：99%
3. CPU 使用率トラッキングを有効化する	**monitor cpu-usage enable**	デフォルト：有効
4. display cpu-usage history コマンドの情報取得間 隔を設定する	**monitor cpu-usage interval** *interval-value*	デフォルト：1分
5. user view に戻る	**quit**	ー
6. CPU 使用率の統計情報を表示する	**display cpu-usage**	すべてのviewで実行可能です。
7. 表で CPU 使用率履歴の統計情報を表示する	**display cpu-usage history** [**job** *job-id*]	すべてのviewで実行可能です。

🕮 **メモ：**

- **monitor cpu-usage interval** コマンドは **display cpu-usage history** コマンドの情報を取得する間隔を表しています。**monitor cpu-usage threshold** コマンドの CPU 使用率を取得する間隔ではありません。

14.12 メモリ使用しきい値の設定

メモリ使用率をモニタするため、装置は以下の処理を行います。

- サンプリング間隔は 1 分です。メモリ容量がしきい値に達したとき、装置はトラップを作成し、送信します。
- 適切な動作とメモリ使用率を改善するため、装置はリアルタイムにおける空きメモリ容量をモニタリングします。空きメモリ容量がしきい値に達したとき、装置は alarm 通知あるいは alarm-removed 通知を生成し、関連するサービスモジュールあるいはプロセスに送信します。

表 14-1 と図 14-2 に示すように装置は以下のレベルのしきい値をサポートしています。

- 通常状態しきい値
- Minor alarm しきい値
- Severe alarm しきい値
- Critical alarm しきい値

表 14-1 Memory alarm 通知と memory alarm-removed 通知

通知	トリガー状況	補足
Minor alarm通知	空きメモリ容量が最初にminor alarmしきい値以下に達した	minor alarm通知を作成、送信した後、装置は最初にminor alarmがキャンセルされるまで追加でminor alarm通知を作成、送信しません。
Severe alarm通知	空きメモリ容量が最初にsevere alarmしきい値以下に達した	severe alarm通知を作成、送信した後、装置は最初にsevere alarmがキャンセルされるまで追加でsevere alarm通知を作成、送信しません。

通知	トリガー状況	補足
Critical alarm通知	空きメモリ容量が最初にcritical alarmしきい値以下に達した	critical alarm通知を作成、送信した後、装置は最初にcritical alarmがキャンセルされるまで追加でcritical alarm通知を作成、送信しません。
Critical alarm-removed 通知	空きメモリ容量が最初にsevere alarmしきい値以上に達した	ー
Severe alarm-removed 通知	空きメモリ容量が最初にminor alarmしきい値以上に達した	ー
Minor alarm-removed 通知	空きメモリ容量が最初にnormal alarmしきい値以上に達した	ー

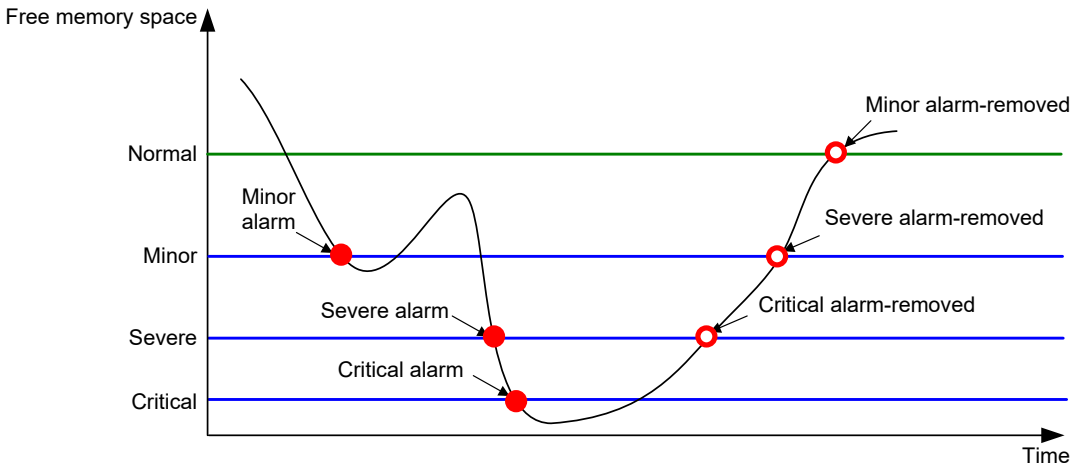


図 14-2 メモリ alarm 通知と alarm-removed 通知

以下にメモリ使用率のしきい値の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. メモリ使用率しきい値を設定する	**memory-threshold usage** *memory-threshold*	デフォルト：100%
3. 空きメモリしきい値を設定する	**memory-threshold minor** *minor-value* **severe** *severe-value* **critical** *critical-value* **normal** *normal-value*	デフォルト： • **Minor alarmしきい値**–96 MB • **Severe alarmしきい値**–64 MB • **Critical alarmしきい値**–48 MB • **Normal stateしきい値**–128 MB

14.13 温度アラームしきい値の設定

I. 装置の温度アラームしきい値について

装置は次のしきい値に基づいて温度を監視します。

- 下限温度しきい値
- ワーニングしきい値
- アラームしきい値

装置の温度が下限温度しきい値を下回るか、ワーニングまたはアラームしきい値に到達したとき、装置は以下の動作を行います。

- ログメッセージとトラップを送信します。
- 装置の前面にある LED で通知します。

II. 設定手順

以下に温度アラームしきい値の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． 温度アラームしきい値を設定する	**temperature-limit slot** *slot-number* { **hotspot** | **inflow** } *sensor-number lowlimit warninglimit* [*alarmlimit*]	デフォルト：温度センサによって異なります。 デフォルト値を確認する場合、**undo temperature-limit**コマンドを使用し、**display environment**コマンドを実行してください。 ワーニングしきい値は、下限温度しきい値よりも高い温度を設定してください。 アラームしきい値は、ワーニングしきい値よりも高い温度を設定してください。

14.14 トランシーバのパラメータ表示

14.14.1 トランシーバの情報表示

搭載しているトランシーバ(SFP)のタイプ、コネクタの形状、送信するレーザーの中心波長、転送距離、ベンダ名などの情報を表示させることができます。

搭載しているトランシーバの表示を行うには、以下の手順に従って下さい。

操作	コマンド	補足
トランシーバの情報を表示する	**display transceiver interface** [*interface-type interface-number*]	―

14.14.2 トランシーバの診断

装置はトランシーバモジュールのデジタル診断機能をサポートします。トランシーバモジュールが故障あるいは正常に動作しない場合、モニタされる温度、電圧、バイアス電流、受信電力、送信電力のデジタル診断パラメータを確認します。

操作	コマンド	補足
トランシーバモジュールのデジタル診断パラメータの現在値を表示する	**display transceiver diagnosis interface** [*interface-type interface-number*]	このコマンドは一度に複数のトランシーバモジュールの情報を表示することができません。

14.15 装置管理の表示と維持

🕮 **メモ：**

display maintain cpu-usage history process コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

すべての view で **display** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
システムクロック、日時、タイムゾーン、サマータイムを表示する	**display clock**
CPU使用率の統計情報を表示する	**display cpu-usage**
CPU使用率のヒストリ統計情報を図で表示する	**display cpu-usage history** [**job** *job-id*]
ハードウェアについての情報を表示する	**display device** [**verbose**]
装置の製造情報を表示する	**display device manuinfo**
複数のモジュールの動作の統計情報を表示する	**display diagnostic-information** [**hardware** | **infrastructure** | **l2** | **l3** | **service**]
WLANプロセスのCPU使用率のヒストリ統計情報を図で表示する	**display maintain cpu-usage history process** *process-name* [**days-ago** *days*] [**start-time** *value*] [**interval** *interval*] [**verbose**]
装置のメモリ使用率を表示する	**display memory**
装置のメモリ使用率のしきい値を表示する	**display memory-threshold**
スケジュール自動実行機能の設定状態を表示する	**display scheduler job** [*job-name*]
スケジュール自動実行機能のログ情報を表示する	**display scheduler logfile**
スケジュールリブート機能の設定状態を確認する	**display scheduler reboot**
スケジュール自動実行機能の情報を表示する	**display scheduler schedule** [*schedule-name*]
システムバージョンを表示する	**display version**
スケジュール自動実行機能のログ情報を削除する	**reset scheduler logfile**

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

15 章 Tcl の使用 15-1
15.1 Tcl を使用した装置設定 15-1
15.2 Tcl configuration view 上での Comware コマンド実行 15-2

15章 Tcl の使用

Comware V7 は、内蔵のツールコマンド言語（Tcl、Tool command language）インタプリタを提供します。user view から、**tclsh** コマンドを使用して Tcl configuration view へ移動すると、以下のコマンドを使用できます。

- 全 Tcl 8.5 コマンド
- Comware コマンド（CLI コマンド）

Tcl configuration view と user view で設定した機能に違いはありません。user view と同等の方法で、Tcl configuration view 上で Comware コマンドを使用することができます。

たとえば、次のタスクを実行できます。

- **system-view** コマンドを使用して、system view に移動し、機能を設定します。
- **quit** コマンドを使用して、上位レベルの view に戻ります。

15.1 Tclを使用した装置設定

Tcl を使用して装置設定する場合、次のガイドラインおよび制限事項に従ってください。

- Tcl 環境変数を Comware コマンドに適用することができます。
- **Tcl** コマンド用のオンラインヘルプ情報は提供していません。
- **Tcl** コマンドではタブ補完機能は使用できません。
- **Tcl** コマンドが正しく実行されたか確認してください。**Tcl** コマンドの実行中に問題が発生した場合は、Telnet または SSH 経由でログインした場合は、プロセスを無効にすることができます。コンソールまたは AUX ポートからログインした場合は、装置を再起動する必要があります。QX シリーズでは、Telnet または SSH 経由でログインすることを推奨します。

以下に Tcl を使用した装置の設定手順を示します。

操作	コマンド
user viewからTcl configuration viewへ移動する	**tclsh**
Tclコマンドを実行する	Tclコマンドを実行する
Tcl configuration viewからuser viewへ戻る	**tclquit**

🕮 **メモ：**

- **tclquit** コマンドは Tcl configuration view 上では、**quit** コマンドと同等の機能です。
- Tcl configuration view 下位の view で Comware コマンドを使用した場合、上位の view に戻るためには **tclquit** コマンドは使用できません。この場合、**quit** コマンドを使用してください。

15.2 Tcl configuration view上でのComwareコマンド実行

Tcl configuration view 上で Comware コマンドを実行する場合、次の制限、ガイドラインに従ってください。

Comware コマンドでは、“**?**”によるオンラインヘルプとタブ補完機能を使用できます。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “CLI”* を参照してください。

- cli コマンドは **Tcl** コマンドのため、“**?**“によるオンラインヘルプとタブ補完機能を使用できません。
- 正しく実行された Comware コマンドは、コマンド履歴バッファに保存されます。保存されたコマンドを実行するには、上矢印キーまたは下矢印キーを使用します。
- 1 回の操作で複数の Comware コマンドを実行する手順を以下に示します。
  - 複数の Comware コマンドをセミコロンで区切って入力すると、入力された順序でコマンドが実行されます。例 wlan ap ap1 model QX-W1020 ; radio 1
  - **cli** コマンドで複数の Comware コマンドを指定する場合、引用符で囲み、スペースとセミコロンで区切ります。例　cli " wlan ap ap1 model QX-W1020 ; radio 1"
  - **cli** コマンドで 1 つの Comware コマンドを指定する場合、スペースとセミコロンで区切ります。例　cli wlan ap ap1 model QX-W1020 ; cli radio 1

以下に Tcl configuration view での Comware コマンド実行の手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． Tcl configuration view へ移動する	**tclsh**	―
2． Comware コマンドを直接実行する	Comwareコマンドを実行する	いずれかの方法を使用してください。 Comwareコマンドを直接実行した場合、**Tcl**コマンドとComwareコマンドが競合すると、**Tcl**コマンドが実行されます。 **cli**コマンドを使用してComwareコマンドを実行した場合、**Tcl**コマンドとComwareコマンドが競合すると、Comwareコマンドが実行されます。
3． **cli** コマンドを使用した Comware コマンドを実行する	**cli** *command*	

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

16 章 Python の使用 16-1
16.1 Python シェルへの移動 16-1
16.2 Python スクリプトの実行 16-1
16.3 Python 使用例 16-1
16.3.1 ネットワーク要件 16-1

16章 Python の使用

Python とは汎用プログラミング言語の 1 つで、分かりやすい文法が特徴です。

Python インタプリタは以下の機能をサポートします。

- Python 2.7 コマンド。
- Python 2.7 標準 API。
- Comware V7 拡張 API。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに* *“Comware V7 拡張 Python API”* を参照してください。
- Python スクリプト。Python スクリプトを作成し使用することができます。

16.1 Pythonシェルへの移動

Python コマンドと API を使用するには、Python シェルに移動する必要があります。

操作	コマンド
user viewからPythonシェルに移動する	**python**

16.2 Pythonスクリプトの実行

user view で Python スクリプトを実行します。

操作	コマンド
Pythonスクリプトを実行する	**python** *filename*

16.3 Python使用例

16.3.1 ネットワーク要件

Python スクリプトを使用して、次のタスクを実行します。

- 設定ファイル（main.cfg と backup.cfg）を装置にダウンロードします。
- 次回の起動時に、メインおよびバックアップ設定ファイルとして設定します。

図 16-1 ネットワーク図

I. 設定手順

PC 上のテキストエディタを使用して、Python スクリプト“test.py”を次のように編集します。

```
#!usr/bin/python
import comware

comware.Transfer('tftp', '192.168.1.26', 'main.cfg', ' cfa0:/main.cfg')
comware.Transfer('tftp', '192.168.1.26', 'backup.cfg', ' cfa0:/backup.cfg')
comware.CLI('startup saved-configuration cfa0:/main.cfg main ;startup
saved-configuration cfa0:/backup.cfg backup')
```

TFTP を使用して、スクリプトを装置にダウンロードします。

```
<AC> tftp 192.168.1.26 get test.py
```

スクリプトを実行します。

```
<AC> python cfa0:/test.py
<AC>startup saved-configuration cfa0:/main.cfg main
Please wait...... Done.
<AC>startup saved-configuration cfa0:/backup.cfg backup
Please wait...... Done.
```

II. 設定の確認

スタートアップ設定ファイルを表示します。

```
<AC> display startup
 Current startup saved-configuration file: cfa0:/startup.cfg
 Next main startup saved-configuration file: cfa0:/main.cfg
 Next backup startup saved-configuration file: cfa0:/backup.cfg
```

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

17 章 Comware V7 拡張 Python API 17-1
17.1 Comware V7 拡張 Python API のインポートと使用 17-1
17.2 Comware V7 拡張 Python API 関数 17-1
17.2.1 CLI クラス 17-1
17.2.2 転送クラス 17-3

17章 Comware V7 拡張 Python API

Comware V7 拡張 Python API は、Python の Syntax と互換性があります。

17.1 Comware V7 拡張Python APIのインポートと使用

Comware V7 拡張 Python API を使用するには、API を Python にインポートする必要があります。

- import comware を使用して API 全体をインポートし、comware.API を使用して API を実行します。

以下に TFTP サーバ 192.168.1.26 からファイル test.cfg をダウンロードするための拡張 API 使用例を示します。

```
<AC> python
Python 2.7.3 (default, May 24 2013, 14:37:26)
[GCC 4.4.1] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import comware
>>> comware.Transfer('tftp', '192.168.1.26', 'test.cfg', ' cfa0:/test.cfg',
user='', password='')
<comware.Transfer object at 0xb7eab0e0>
```

- comware import API から API をインポートし、API を使用して API を実行します。

以下に TFTP サーバ 192.168.1.26 からファイル test.cfg をダウンロードするための拡張 API 使用例を示します。

```
<AC> python
Python 2.7.3 (default, May 24 2013, 14:37:26)
[GCC 4.4.1] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> from comware import Transfer
>>> Transfer('tftp', '192.168.1.26', 'test.cfg', ' cfa0:/test.cfg', user='',
password='')
<comware.Transfer object at 0xb7e5e0e0>
```

17.2 Comware V7拡張Python API関数

17.2.1 CLI クラス

I. CLI

CLI を使用して Comware V7 CLI コマンドを実行し、CLI オブジェクトを作成します。

1) Syntax

CLI(*command*='', *do_print*=True)

2) パラメータ

command: 実行するコマンドを指定します。複数のコマンドを入力するには、スペースとセミコロン（;）を区切り文字として使用します。user view 以外の view でコマンドを入力するには、まずその view に移動するコマンドを入力する必要があります。たとえば、**local-user test class manage** コマンドを実行するには、system-view; local-user test class manage と入力する必要があります。

do_print: 実行結果を出力するかどうかを指定します。

- True-実行結果を出力します。 この値はデフォルト値です。
- False-実行結果を出力しません。

3) 説明

この API は Comware コマンドのみをサポートします。Linux、Python、Tcl コマンドはサポートしません。

4) 戻り値

CLI オブジェクト

5) 例

ユーザー名「test」でローカルユーザーを追加します。

```
<AC> python
Python 2.7.3 (default, May 24 2013, 14:37:26)
[GCC 4.4.1] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import comware
>>> comware.CLI('system-view ;local-user test class manage')
```

6) サンプル出力

```
<AC> system-view
System View: return to User View with Ctrl+Z.
[AC] local-user test class manage
New local user added.
<comware.CLI object at 0xb7f680a0>
```

II. get_output

実行されたコマンドの出力を取得するには、get_output を使用します。

1) Syntax

CLI.get_output()

2) 戻り値

実行されたコマンドからの出力

3) 例

ローカルユーザーを追加し、コマンドから出力を取得します。

```
<AC> python
Python 2.7.3 (default, May 24 2013, 14:37:26)
[GCC 4.4.1] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import comware
>>> c = comware.CLI('system-view ;local-user test class manage', False)
>>> c.get_output()
```

4) サンプル出力

```
['<AC>system-view', 'System View: return to User View with Ctrl+Z.',
'[AC]local-user test class manage', 'New local user added.']
```

17.2.2 転送クラス

I. 転送

転送を使用してサーバからファイルをダウンロードします。

1) Syntax

Transfer(*protocol*='', *host*='', *source*='', *dest*='', *vrf*='',*login_timeout*=10, *user*='', *password*='')

2) パラメータ

protocol: ファイルをダウンロードするために使用するプロトコルを指定します。

- ftp-Uses FTP.
- tftp-Uses TFTP.
- http-Uses HTTP.

host: リモートサーバーの IP アドレスを指定します。

source: リモートサーバーからダウンロードするファイルの名前を指定します。

dest: ダウンロードしたファイルの名前を指定します。

vrf: リモートサーバーが属する VPN インスタンスを指定します。 この引数は大文字と小文字を区別する 1～31 文字の文字列です。 サーバがパブリックネットワークに属している場合は、この引数を指定しないでください。この引数のサポートは、装置モデルによって異なります。

login_timeout: 操作のタイムアウトを秒単位で指定します。デフォルトは 10 秒です。

user: サーバにログインするためのユーザー名を指定します。

password: ログインパスワードを指定します。

3) 戻り値

転送オブジェクト

4) 例

TFTP サーバ 192.168.1.26 からファイル test.cfg をダウンロードします。

```
<AC> python
Python 2.7.3 (default, May 24 2013, 14:37:26)
[GCC 4.4.1] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import comware
>>>     comware.Transfer('tftp',     '192.168.1.26',     'test.cfg',     '
cfa0:/test.cfg', user='', password='')
```

5) サンプル出力

```
<comware.Transfer object at 0xb7f700e0>
```

II. get_error

1) Syntax

Transfer.get_error()

2) 戻り値

エラー情報（エラー情報がない場合、None が返されます。）

3) 例

TFTP サーバ 1.1.1.1 から test.cfg ファイルをダウンロードし、操作からエラー情報を取得します。

```
<AC> python
Python 2.7.3 (default, May 24 2013, 14:37:26)
[GCC 4.4.1] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import comware
>>> c = comware.Transfer('tftp', '1.1.1.1', 'test.cfg', ' cfa0:/test.cfg',
user='', password='')
>>> c.get_error()
```

4) サンプル出力

```
“Couldn’t connect to server”
```

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

18 章 ライセンス管理 18-1
18.1 概要 18-1
18.1.1 ライセンスタイプ 18-1
18.2 制限とガイドライン 18-1
18.2.1 一般的な制限とガイドライン 18-1
18.2.2 異なるデバイスタイプのライセンス 18-1
18.2.3 ライセンスファイルの安全性 18-2
18.3 ライセンス手続きの概要 18-2
18.4 ライセンスの登録 18-2
18.4.1 ライセンスの新規適用 18-2
18.4.2 ライセンスの移植適用 18-3
18.5 ライセンスの有効化 18-5
18.5.1 アクティベーションファイルのインストール 18-5
18.6 ライセンスの移植 18-5
18.7 ライセンスストレージ圧縮 18-6
18.8 ライセンスの表示と維持 18-6

18章 ライセンス管理

18.1 概要

管理するアクセスポイントの台数に応じてライセンスを購入する必要があります。

18.1.1 ライセンスタイプ

ライセンスは、永久ライセンスです。

ライセンスは、管理するアクセスポイントの台数により、以下のタイプが入手可能です。

- アクセスポイント 8 台用ライセンス
- アクセスポイント 64 台用ライセンス
- アクセスポイント 256 台用ライセンス

ライセンスは複数適用することが可能です。例えば、アクセスポイント 8 台追加したい場合は、8 台用ライセンスを 1 つ購入します。72 台追加したい場合は、8 台用ライセンスを 1 つ、64 台用ライセンスを 1 つ購入します。

- **装置限定**－ラインセンスは、特定 DID 装置にのみインストールできます。誤った装置へのライセンス新規適用を行った場合、および装置の故障時は、該当装置と同じ型番の別装置にライセンスを移植適用することが可能です。

18.2 制限とガイドライン

18.2.1 一般的な制限とガイドライン

ライセンスを管理する場合の一般的な制限とガイドラインを示します。

- 対応装置のライセンスを購入していることを確認してください。
- ライセンス機能表示コマンドを使用して、ライセンスベース機能とそのライセンス情報を確認します。
- 使用装置で他の誰もライセンス管理タスクを実行していないことを確認してください。
- オペレーティングシステムやブラウザのエラーなどの問題によりアクティベーションファイルを取得または登録できない場合は、QX サポートにお問い合わせください。

18.2.2 異なるデバイスタイプのライセンス

- ライセンス登録には、ライセンスキー、シルアル番号、DID を使用します。これらは、装置固有情報です。登録ライセンスは、登録装置で有効です。

18.2.3 ライセンスファイルの安全性

ライセンスを管理する場合のライセンスファイルの安全性に関する制限とガイドラインを示します。

- 紛失に備えて、取得したアクティベーションファイルを保存してバックアップします。
- FTP を使用してアクティベーションファイル（".ak"ファイル）を転送する場合は、バイナリモードを使用します。
- ライセンスエラーを避けるために、装置にライセンスを適用した後はアクティベーションファイル（".ak"ファイル）の名前を変更しないでください。
- 装置の cfa0:/license ディレクトリでファイルを削除したり移動したりしないでください。ライセンス管理機能は、ライセンス管理のために、このディレクトリを使います。誤ったファイル操作は問題を引き起こす可能性があります。たとえば、使用可能、または、使用中のアクティベーションファイルを削除すると、関連する機能が正しく動作しません。ファイルが存在しないか破損している場合は、アクティベーションファイルをディレクトリにコピーしてライセンスを回復します。 復元されたライセンスの状態が使用中にもかかわらず、ライセンスされたすべての機能が動作しない場合は、装置を再起動してください。ライセンスの状態を確認するには、**display license** コマンドを使用します。

18.3 ライセンス手続きの概要

作業リスト	補足
アクティベーションファイルの取得	ライセンスサーバにアクセスして下さい
ライセンスの有効化	ー
ライセンスの移植	ー
ライセンスストレージ圧縮	ー

18.4 ライセンスの登録

18.4.1 ライセンスの新規適用

装置に新規にライセンス適用を行う場合、以下の手順でライセンスの適用を行います。

また、装置にライセンス追加適用する場合も、追加分について新規適用と同様の手順でライセンス適用を行います。

1) ライセンスキーを用意してください。ライセンスを購入することにより、ライセンスキーを入手可能です。
2) 装置のデバイス ID ファイルを用意してください。**display license device-id** コマンドにより装置のデバイス ID ファイルのパスを確認可能です。デバイス ID ファイルを FTP/TFTP で取得してください。
3) 装置のシリアル番号を用意してください。装置背面のラベル、もしくは **display device manuinfo** コマンドによりシリアル番号を確認可能です。
4) ライセンスサーバ(URL: https://www.qx-info.com/License)にアクセスしてください。

5) ライセンスキー/装置のデバイス ID ファイル/装置のシリアル ID を用いて以下の手順でアクティベーションファイルを発行してください。指定したメールアドレスに、ライセンス発行 URL が送付されます。

6) 一定時間(10 分程度)待った後に、ライセンス発行 URL にアクセスしてアクティベーションファイルを取得してください。(同一装置のアクティベーションファイルは、デフォルトで同じ名前となっているため任意の名前に変更して取得してください。)

7) 取得したアクティベーションファイルを FTP/TFTP で装置に転送して、license activation-file install file-name コマンドでライセンスのアクティベーションを行ってください。

🕮 **メモ：**

デバイス ID ファイルとは、License フォルダ内の拡張子が.did のファイルのことを指します。
表示例）

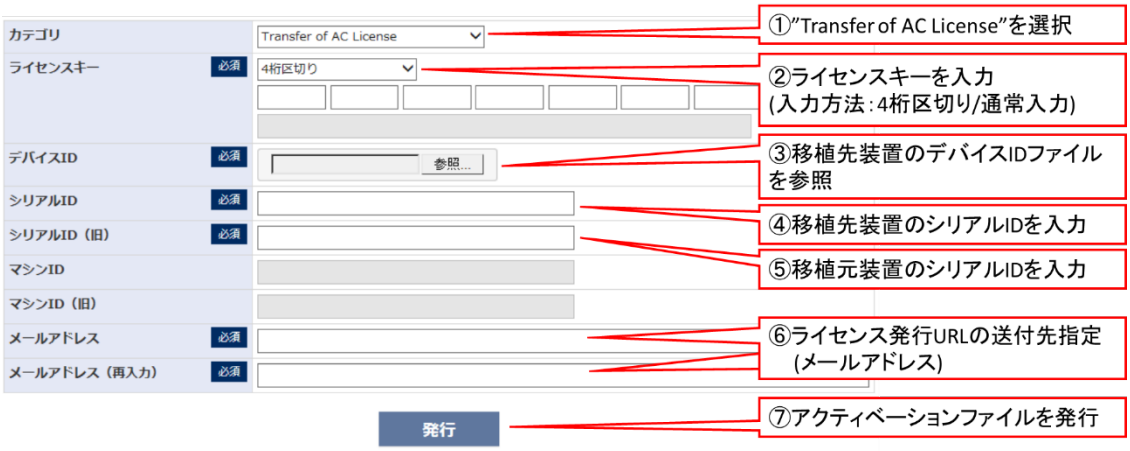
```
<AC>dir license/
Directory of cfa0:/license
  0 -rw-       1026 Mar 01 2018 04:16:49   210235A3KYC17B000013.did
```

18.4.2 ライセンスの移植適用

誤った装置へのライセンス新規適用を行った場合、および装置の故障時は、該当装置と同じ型番の別装置にライセンスを移植適用することが可能です。以下の手順でライセンスの移植適用を行います。

1) ライセンスキーを用意してください。ライセンスを購入することにより、ライセンスキーを入手可能です。
2) 移植先装置のデバイス ID ファイルを用意してください。**display license device-id** コマンドにより移植先装置のデバイス ID ファイルのパスを確認可能です。デバイス ID ファイルを FTP/TFTP で取得してください。
3) 移植先装置のシリアル番号を用意してください。装置背面のラベル、もしくは **display device manuinfo** コマンドによりシリアル番号を確認可能です。
4) 移植元装置のシリアル番号を用意してください。装置背面のラベル、もしくは **display device manuinfo** コマンドによりシリアル番号を確認可能です。

5) ライセンスサーバ(URL: https://www.qx-info.com/License)にアクセスしてください。
6) ライセンスキー/移植先装置の DID ファイル/移植先装置のシリアル ID/移植元装置のシリアル ID を用いて以下の手順でアクティベーションファイルを発行してください。指定したメールアドレスに、ライセンス発行 URL が送付されます。



7) 一定時間(10 分程度)待った後に、ライセンス発行 URL にアクセスしてアクティベーションファイルを取得してください。(同一装置のアクティベーションファイルは、デフォルトで同じ名前となっているため任意の名前に変更して取得してください。)
8) 取得したアクティベーションファイルを FTP/TFTP で移植先装置に転送して、**license activation-file install** *file-name* コマンドでライセンスのアクティベーションを行ってください。(*file-name* はライセンスの移植適用で取得したアクティベーションファイル名となります。)
9) [誤った装置へのライセンス適用をした場合(装置故障時は本操作不要)]移植元装置において license activation-file uninstall file-name コマンドでライセンスのインアクティベーションを行ってください。(file-name はライセンスの新規適用で取得したアクティベーションファイル名となります。)
10) [誤った装置へのライセンス適用をした場合(装置故障時は本操作不要)]移植元装置において license compress コマンドでライセンスストレージを圧縮してください。

⚠ **注意：**

ライセンスの移植適用は、誤った装置へのライセンス新規適用を行った場合、および装置の故障時のみ実行可能です。これ以外のケースでライセンスの移植適用を行わないでください。
不正なライセンスの移植適用を行った場合、該当ライセンスが適用されている装置はサポート対象外となります。
license activation-file uninstall file-name コマンドでライセンスのインアクティベーションを行ったライセンスは、削除した装置に再度適用することはできません。

18.5 ライセンスの有効化

18.5.1 アクティベーションファイルのインストール

操作	コマンド
1. アクティベーションファイルを FTP または TFTP 経由で装置の記録媒体にアップロードする	－
2. system view に移行する	**system-view**
3. アクティベーションファイルをインストールする	**license activation-file install** *file-name*

18.6 ライセンスの移植

注意：
アンインストールを行ったライセンスは、同じ装置に再度適用することはできません。

誤った装置へのライセンス新規適用を行った場合、および装置の故障時は、該当装置と同じ型番の別装置にライセンスを移植適用することが可能です。以下の手順でライセンスの移植適用を行います。

以下にライセンスを移転する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. 移植元装置で「system view に移行する	**system-view**	装置故障の場合は不要です。
2. 移植元装置でアクティベーションファイルをアンインストールする	**license activation-file uninstall** *file-name*	装置故障の場合は不要です。
3. 移植元のシリアル番号を取得する	**display device manuinfo**	装置故障の場合は、装置背面のラベルでシリアル番号を確認可能です。
4. 移植先で、シリアル番号と DID の“.did”ファイルパスを表示する	**display license device-id**	これより先は、移植先装置での設定になります
5. FTP、または TFTP を使用して“.did”ファイルを PC に転送する	－	－

操作	コマンド	補足
6. ライセンスサーバ(URL: https://www.qx-info.com/License)にアクセスし、ライセンスキーと移植先装置のシリアル番号および DID 情報と移植元のシリアル番号を使用して、新しいアクティベーションファイルを生成する	–	–
7. 新しいアクティベーションファイルを移植先装置にダウンロードする	–	–
8. 新しいアクティベーションファイルを移植先装置にインストールする	–	オペレーションマニュアルのセクション1 *はじめに* *“ライセンス管理”* の *“ライセンスの有効化”* を参照してください。

18.7 ライセンスストレージ圧縮

⚠ **注意**：
ライセンスストレージが圧縮されるたびに DID は変わります。圧縮を実行する前に、古い DID に基づいて生成された全アクティベーションファイルがインストールされていることを確認してください。圧縮後にインストールすることはできません。

ライセンスストレージエリアに新しいライセンスをインストールする十分な空きがない場合、ライセンスストレージを圧縮してください。この操作で、期限切れのライセンスとアンインストールされたライセンスを削除します。

以下にライセンスストレージを圧縮する手順を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. ライセンスストレージを圧縮する	**license compress**

18.8 ライセンスの表示と維持

すべての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
装置のシリアル番号とDIDを表示する	**display license device-id**

操作	コマンド
詳細なライセンス情報を表示する	**display license** [**activation-file**]
ライセンス情報の概要を表示する	**display license feature**

目次

このセクションのページは **1-x-x** です。

19 章 Auto Config..... 19-1
19.1 概要..... 19-1
19.2 Auto Config 作業リスト..... 19-1
19.3 ファイルサーバの設定..... 19-2
19.4 Auto Config に必要なファイルの準備..... 19-2
19.4.1 ホスト名ファイル..... 19-2
19.4.2 コンフィグレーションファイル..... 19-2
19.4.3 スクリプトファイル..... 19-3
19.5 DHCP サーバの設定..... 19-3
19.5.1 コンフィグレーションガイドライン..... 19-3
19.5.2 HTTP ファイルサーバ使用時の DHCP サーバの設定..... 19-4
19.5.3 TFTP ファイルサーバ使用時の DHCP サーバの設定..... 19-5
19.6 DNS サーバの設定..... 19-5
19.7 ゲートウェイの設定..... 19-5
19.8 Auto Config で使用するインタフェースの準備..... 19-6
19.9 Auto Config の開始と完了..... 19-6

19章 Auto Config

19.1 概要

Auto Config 機能は、スタートアップコンフィグレーションファイルを設定されていない状態で装置が起動するとき、自動でコンフィグレーションファイルを取得し、適用することを可能にします。Auto Config はネットワークの設定を簡略化とネットワーク管理を容易にすることで、メンテナンスの作業負荷を削減することができます。

Auto Config を実装するために、ネットワーク管理者はサーバにコンフィグレーションファイルを保存しておく必要があります。装置は自動でコンフィグレーションファイルを取得し、その設定を適用します。

図 19-1 に示すように、Auto Config は以下のサーバを要求します。

- DHCP サーバ
- ファイルサーバ（TFTP もしくは HTTP サーバ）
- （オプション）DNS サーバ

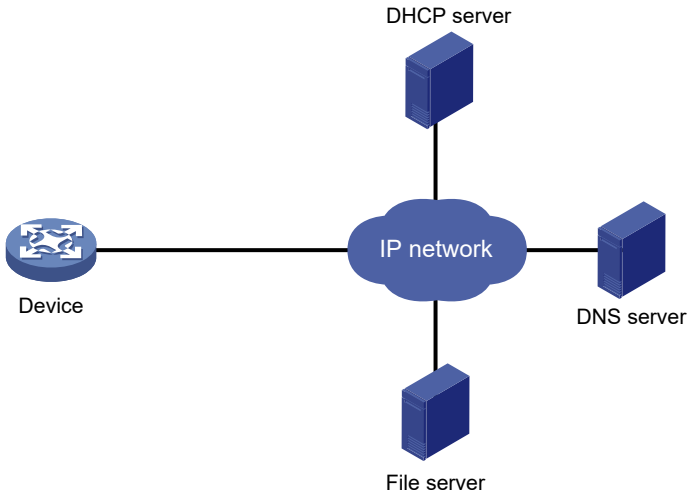


図 19-1 ネットワーク図

19.2 Auto Config作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）ファイルサーバの設定
（必須設定項目）Auto Configに必要なファイルの準備
（必須設定項目）DHCPサーバの設定
（オプション設定項目）DNSサーバの設定
（オプション設定項目）ゲートウェイの設定
（必須設定項目）Auto Configで使用するインタフェースの準備
（必須設定項目）Auto Configの開始と完了

19.3 ファイルサーバの設定

装置が TFTP サーバからコンフィグレーション情報を取得できるように、ファイルサーバで TFTP サービスを開始します。

装置が HTTP サーバからコンフィグレーション情報を取得できるように、ファイルサーバで HTTP サービスを開始します。

19.4 Auto Configに必要なファイルの準備

装置は Auto Config のために、スクリプトファイルもしくはコンフィグレーションファイルを使用することができます。

- 装置が Auto Config のためにコンフィグレーションファイルを使用する場合、セクション 1 *はじめに オペレーションマニュアルの“Auto Config”の“Auto Config に必要なファイルの準備“の“コンフィグレーションファイル”*に記載されているように、ファイルサーバにコンフィグレーションファイルを作成し、保存する必要があります。コンフィグレーションファイル名を割り当てるための DHCP サーバを設定していない場合、TFTP サーバでのホスト名ファイルの作成も必要になります。
- 装置が Auto Config のためにスクリプトファイルを使用する場合、セクション 1 *はじめに オペレーションマニュアルの“Auto Config”の“Auto Config に必要なファイルの準備“の“スクリプトファイル”*に記載されているように、ファイルサーバにスクリプトファイルを作成し、保存する必要があります。

19.4.1 ホスト名ファイル

ホスト名ファイルには、ホスト名－IP アドレスマッピングが含まれており、network.cfg と名付ける必要があります。

ホスト名ファイル内のすべてのマッピングエントリは **ip host** *host-name ip-address* フォーマットを使用する必要があります。各マッピングエントリは個別の行に記述する必要があります。例として、以下のように記述してください。

ip host host1 101.101.101.101

ip host host2 101.101.101.102

ip host client1 101.101.101.103

ip host client2 101.101.101.104

19.4.2 コンフィグレーションファイル

コンフィグレーションファイルの設定は以下に示すとおりです。

- 装置が、異なるコンフィグレーションを要求できるように、以下の作業を実行してください。
  - □ 各装置のコンフィグレーションファイルの名前を決定します。

コンフィグレーションファイル名は“.cfg”拡張子を使用する必要があります。ファイル名識別子を例に挙げると、スペースを含まないコンフィグレーションファイル名を使用してください。

- □ ファイルサーバに装置のコンフィグレーションファイルを保存するために、設定した名前を使用します。

- 装置がすべてあるいは一部のコンフィグレーションを共有するために、ファイルサーバ上の“.cfg”ファイルには共通のコンフィグレーションを保存してください。
- TFTP ファイルサーバを使用する場合、TFTP ファイルサーバ上で device.cfg と名付けたデフォルトコンフィグレーションファイルを保存することができます。このファイルは、装置がほかに使用できるコンフィグレーションファイルを持たないときに使用されます。

Auto Config 処理中、装置は最初に専用のコンフィグレーションファイルの取得を行います。専用のコンフィグレーションファイルが見つからない場合、装置は共通のコンフィグレーションファイルの取得を行います。TFTP ファイルサーバが使用されている状態で共通のコンフィグレーションファイルが見つからない場合、装置はデフォルトコンフィグレーションファイルを使用します。

19.4.3 スクリプトファイル

スクリプトファイルは自動ソフトウェア更新と Auto Config で使用できます。装置は Python スクリプト（.py files）と Tcl スクリプト（.tcl files）をサポートします。Python スクリプトと Tcl スクリプトに関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “Python の使用”* と *“Tcl の使用”* を参照してください。

以下にスクリプトファイルの設定を示します。

- 装置がすべてあるいは一部のコンフィグレーションを共有できるように、共通のコンフィグレーションを含むスクリプトファイルを作成します。
- その他の装置のために、個別のスクリプトを作成します。

19.5 DHCPサーバの設定

DHCP サーバは、Auto Config を必要とする装置に以下のアイテムを割り当てます。

- IP アドレス
- コンフィグレーションファイルもしくはスクリプトの経路

19.5.1 コンフィグレーションガイドライン

DHCP サーバを設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 異なるコンフィグレーションファイルを準備された各装置は、DHCP サーバ上で以下の作業を実行します。
  - □ DHCP アドレスプールを作成します。
  - □ スタティックアドレスバインディングを設定します。
  - □ コンフィグレーションファイルもしくはスクリプトファイルを指定します。

アドレスプールは 1 つのコンフィグレーションファイルしか使用できないため、アドレスプールに対してスタティックアドレスバインディングを 1 つだけ指定できます。

- 同じコンフィグレーションファイルを準備された各装置は、以下の手法のいずれか 1 つを使用します。
  - 手法 1
    - 装置に DHCP アドレスプールを作成します。
    - アドレスプール内の各装置にスタティックアドレスバインディングを設定します。
    - 装置にコンフィグレーションファイルを指定します。
  - 手法 2
    - 装置に DHCP アドレスプールを作成します。
    - ダイナミックアロケーションにサブネットを指定します。
    - TFTP サーバを指定します。
    - 装置にコンフィグレーションファイルを指定します。
- サブネット上のすべての装置が同じコンフィグレーションファイルもしくはスクリプトファイルを共有する場合、DHCP サーバ上に以下の作業を実行します。
  - ダイナミックアドレスアロケーションを設定します。
  - 装置にコンフィグレーションファイルもしくはスクリプトファイルを指定します。

コンフィグレーションファイルは、装置に対する共通の設定のみ含むことができます。装置を起動させた後、コンフィグレーションを変更するために、装置管理機器に手法を提供することができます。

19.5.2 HTTP ファイルサーバ使用時の DHCP サーバの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. DHCP を有効にする	**dhcp enable**	デフォルト：無効
3. DHCP アドレスプールを作成し、DHCP address pool view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
4. アドレスプールを設定する	● （手法1）アドレスプールにプライマリサブネットを指定する： **network** *network-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] ● （手法2）スタティックバインディングを設定する： **static-bind ip-address** *ip-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] { **client-identifier** *client-identifier* | **hardware-address** *hardware-address* [**ethernet** | **token-ring**] }	いずれかの手法を使用します。 デフォルト：設定なし 多重スタティックバインディングを追加できます。 1つのIPアドレスは1つのクライアントにのみ設定できます。DHCPクライアントに対するバインディングを変更するためには、バインディングを取り除き、再設定する必要があります。
5. コンフィグレーションファイルもしくはスクリプトファイルの URL を指定する	**bootfile-name** *url*	デフォルト：設定なし

19.5.3 TFTP ファイルサーバ使用時の DHCP サーバの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． DHCP を有効にする	**dhcp enable**	デフォルト：無効
3． DHCP アドレスプールを作成し、DHCP address pool view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
4． アドレスプールを設定する	● （手法1）アドレスプールにプライマリサブネットを指定する：**network** *network-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] ● （手法2）スタティックバインディングを設定する：**static-bind ip-address** *ip-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] { **client-identifier** *client-identifier* | **hardware-address** *hardware-address* [**ethernet** | **token-ring**] }	いずれかの手法を使用します。 デフォルト：設定なし 多重スタティックバインディングを追加できます。 1つのIPアドレスは1つのクライアントにのみ設定できます。DHCPクライアントに対するばバインディングを変更するためには、バインディングを取り除き、再設定する必要があります。
5． TFTP サーバを指定する	● （手法1）TFTPサーバのIPアドレスを指定する：**tftp-server ip-address** *ip-address* ● （手法2）TFTPサーバの名前を指定する：**tftp-server domain-name** *domain-name*	いずれかの手法を使用します。 デフォルト：設定なし 自身の名前でTFTPサーバを指定した場合、ネットワーク上でDNSサーバが要求されます。
6． コンフィグレーションファイル名を指定する	**bootfile-name** *bootfile-name*	デフォルト：設定なし

19.6 DNSサーバの設定

DNS サーバは以下の状況で必要になります。

- TFTP サーバがホスト名ファイルを持っていませんが、装置は以下の操作を実行する必要があります
  - ホスト名を取得するために IP アドレスを使用します。
  - TFTP サーバから *host name*.**cfg** フォーマットで名付けられたコンフィグレーションファイルを取得します。
- DHCP サーバが､DHCP 応答メッセージで TFTP サーバドメイン名を割り当てます。装置は TFTP サーバの IP アドレスを取得するためにドメイン名を使用する必要があります。

19.7 ゲートウェイの設定

Auto Config 装置と Auto Config のためのサーバが違うネットワークセグメントに存在する場合、以下の作業を実行する必要があります。

- ゲートウェイを配置し、装置がサーバと通信できることを確認します。
- DHCP リレーエージェント機能を設定します。
- UDP ヘルパー機能を設定します。

装置がブロードキャストパケットでファイルサーバに要求を送信するとき、UDP ヘルパーはブロードキャストパケットをユニキャストパケットに変換してファイルサーバに転送します。

19.8 Auto Configで使用するインタフェースの準備

装置は Auto Config のインタフェースを選択するために以下のステップを使用します。

1) レイヤ 2 の管理イーサネットインタフェースのステータスを識別します。ステータスが up の場合、装置は管理イーサネットインタフェースを使用します。
2) レイヤ 2 イーサネットインタフェースのステータスを識別します。1 つ以上のレイヤ 2 イーサネットインタフェースが up 状態の場合、装置はデフォルト VLAN の VLAN インタフェースを使用します。
3) up 状態のすべてのレイヤ 3 イーサネットインタフェースのインタフェースタイプをアルファベット順にソートし、それからインタフェース番号を昇順にソートします。最初のインタフェースタイプのインタフェースの間で最も小さなインタフェース番号によってインタフェースを使います。
4) up 状態のレイヤ 3 イーサネットインタフェースがない場合、装置は 30 秒間待機し、ステップ 1 に戻り再試行します。

Auto Config をすばやく行うために、各装置の管理イーサネットインタフェースだけをネットワークに接続してください。

19.9 Auto Configの開始と完了

1) Auto Config のために装置を起動します。

   装置がローカルで次回起動時のコンフィグレーションファイルを見つけない場合、コンフィグレーションファイルを取得するために Auto Config プロセスを開始します。1 度失敗した場合、装置は 30 秒待機し、その後自動的に再びプロセスを開始します。プロセスを止めるためには、<Ctrl+C>または<Ctrl+D>を押下してください。

   コンフィグレーションファイルを取得した後、装置は自動的にコンフィグレーションファイルを実行します。

2) カレントコンフィグレーションを保存するために **save** コマンドを使用します。

   装置はローカルで入手したコンフィグレーションファイルを保存しません。カレントコンフィグレーションを保存しない場合、装置は再起動後に再び Auto Config 機能を使用する必要があります。

save コマンドに関する詳細は、コマンドマニュアルのセクション 1 *はじめに “コンフィグレーションファイル管理”* を参照してください。

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

2. WLAN

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-AP 管理

02-無線管理の設定

03-WLAN アクセスの設定

04-WLAN セキュリティ

05-WLAN 認証の概要

06-WLAN 認証の設定

07-WIPS の設定

08-WLAN QoS の設定

09-WLAN ローミングの設定

10-WLAN ロードバランスの設定

11-WLAN 無線リソースの計測の設定

12-チャネルスキャンの設定

13-バンドナビゲーションの設定

14-デュアルリンクバックアップの設定

15-WLAN アップリンクの検出設定

16-WLAN RRM の設定

17-WLAN IP スヌーピング

18-WLAN 最適化

19-WLAN 無線ロードバランス

20-WLAN メッシュの設定

21-コンフィグレーションプロファイルの設定

22-IoT 機能の設定

23-Web リダイレクトの設定

24-Hotspot 2.0 の設定

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

1 章 AP 管理 1-1
1.1 概要 1-1
1.1.1 管理可能な AP モデルと動作モード 1-1
1.1.2 CAPWAP トンネル 1-1
1.1.3 AP 設定方式 1-4
1.1.4 APDB 1-4
1.1.5 プロトコルと基準 1-5
1.2 設定操作リスト 1-5
1.3 設定要件 1-5
1.4 CAPWAP トンネルの確立 1-6
1.4.1 手動 AP の作成 1-6
1.4.2 自動 AP 機能の有効化 1-6
1.4.3 自動 AP パーシステンスの設定 1-6
1.4.4 AC に対する AP 接続優先度の設定 1-7
1.4.5 ユニキャスト検出要求のみ応答する AC の設定 1-7
1.5 AP のソフトウェアのアップグレード 1-8
1.5.1 概要 1-8
1.5.2 ソフトウェアのアップグレードの設定 1-8
1.5.3 AC が AP イメージファイルを取得するための優先ロケーションの指定 1-9
1.5.4 オンライン AP へのイメージファイルの展開 1-10
1.6 AP の給電モードの設定 1-10
1.6.1 AP の給電モードの仕様 1-10
1.6.2 設定手順 1-11
1.7 AP の VLAN 設定 1-12
1.7.1 VLAN の基本設定 1-12
1.7.2 ポートベース VLAN の設定 1-13
1.8 信頼されたパケットプライオリティタイプの設定 1-17
1.9 ポートプライオリティの設定 1-19
1.10 リモート設定の割り当て設定 1-20
1.11 CAPWAP トンネルの設定 1-21
1.11.1 CAPWAP トンネル暗号化 1-21
1.11.2 CAPWAP トンネルの待ち時間検出の設定 1-22
1.11.3 AP に対する制御トンネルの keepalive 時間の設定 1-23
1.11.4 AP に対するデータトンネルの keepalive 時間の設定 1-23
1.11.5 CAPWAP パケットの最大フラグメントサイズの設定 1-24
1.11.6 CAPWAP トンネルの TCP MSS の設定 1-25
1.12 AC 要求の再送信の設定 1-25
1.13 統計情報報告間隔の設定 1-26
1.14 リモート AP の設定 1-26
1.15 AP のリセット 1-27
1.16 手動 AP の名前の変更 1-27
1.17 AP のファイルシステムの管理 1-27
1.18 AP の現在のコンフィグの保存 1-28
1.19 AP グループの設定 1-28

1.19.1 設定の制限とガイドライン 1-28
1.19.2 AP group の作成 1-29
1.20 AP の事前プロビジョニングの設定 1-29
1.20.1 AP に対する事前プロビジョニングの設定 1-30
1.20.2 AP group に対するネットワークの設定 1-30
1.20.3 事前プロビジョニングの設定の割り当て 1-31
1.20.4 事前プロビジョニング設定の自動ローディングの設定 1-32
1.21 SNMP 通知の有効化 1-32
1.22 APDB ユーザスクリプトのローディング 1-33
1.22.1 設定の制限とガイドライン 1-33
1.22.2 設定手順 1-34
1.23 AP 管理の表示と維持 1-34
1.23.1 LED 点灯モードの設定 1-34
1.23.2 AP 管理情報の表示 1-34
1.23.3 AP 管理情報の削除 1-35
1.24 AP 管理の設定例 1-36
1.24.1 DHCP を通した CAPWAP トンネル確立の設定例 1-36
1.24.2 DNS を通した CAPWAP トンネル確立の設定例 1-39
1.24.3 自動 AP の設定例 1-42
1.24.4 AP group の設定例 1-46

1章 AP 管理

1.1 概要

数多くの AP（Access Point）を管理するのは、時間を浪費しコストもかかります。AP＋AC 適合ネットワーク構築により、AC は数多くの AP を有する CAPWAP（Control And Provisioning of Wireless Access Points）トンネルを確立でき、集約した AP の管理と保守が可能となります。

1.1.1 管理可能な AP モデルと動作モード

QX-W2230AC アクセスコントローラで管理可能な AP モデルと動作モードを表 1-1 に示します。

表 1-1 QX-W2230AC でサポートしている AP モデルと動作モード

FIT/Anchor-FIT AP モデル アクセスコントローラ	QX-W1010 QX-W1020 QX-W1030	QX-W1110 QX-W1120 QX-W1130	QX-W1210 QX-W1230	QX-W1240
QX-W2230AC	FIT	Anchor-FIT	Anchor-FIT (v7.2.89 以降でサポート)	Anchor-FIT (v7.2.82 以降でサポート)

1.1.2 CAPWAP トンネル

CAPWAP は、AP と AC の通信方法を定義します。CAPWAP は、AP と AC 間に包括的なカプセル化とトランスポート構造を提供します。CAPWAP は UDP を使用し、IPv4 をサポートします。

図 1-1 に示すように、AC と AP は、データパケットを転送するためにデータトンネルを確立します。また、制御パケットを転送するために、制御トンネルを確立します。

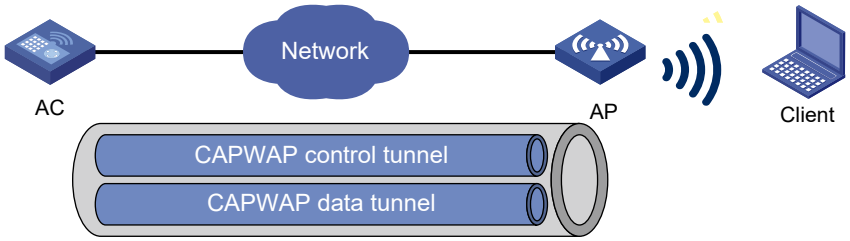


図 1-1 CAPWAP トンネル

I. AC 検出

使用するコンフィグレーションファイルが設定されていない状態で、AP は自動的に VLAN-interface1 を作成し、インタフェース上で DHCP クライアント、DHCPv6 クライアント、DNS 機能を使用可能にします。その後、DHCP サーバから自身の IP アドレスを取得し、以下の手法を用いて AC を検出します。

- 静的 IP アドレス

  AC の IP アドレスが AP に対して手動で設定された場合、AP は AC を検出するために、ユニキャスト検出要求を各 AC の IP アドレスに対して送信します。

- DHCP オプション

a) APは、Option 138およびOption 43からACのIPv4アドレスを取得します。IPv4アドレスは後の操作で使用します。

b) APはACを検出するために、受信した各ACアドレスに対してユニキャスト検出要求を送信します。

DHCP オプションに関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DHCP”* を参照してください。

- DNS

a) APはDHCPサーバからドメイン名のサフィックスを取得します。

b) APは、取得したサフィックスをホスト名に追加します。

c) DNSサーバは、ドメイン名をIPアドレスに変換します。

d) APはACを検出するために、各IPアドレスに対してユニキャスト検出要求を送信します。

DNS に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DNS”* を参照してください。

- ブロードキャスト

  AP は AC を検出するために、IP アドレス 255.255.255.255 に対してブロードキャスト検出要求を送信します。

- IPv4 マルチキャスト

  AP は AC を検出するために、IPv4 アドレス 224.0.1.140 に対してマルチキャスト検出要求を送信します。

AP は、検出した AC の 1 つとの CAPWAP トンネルを確立するまで AC 検出を停止しません。

II. CAPWAP トンネル確立

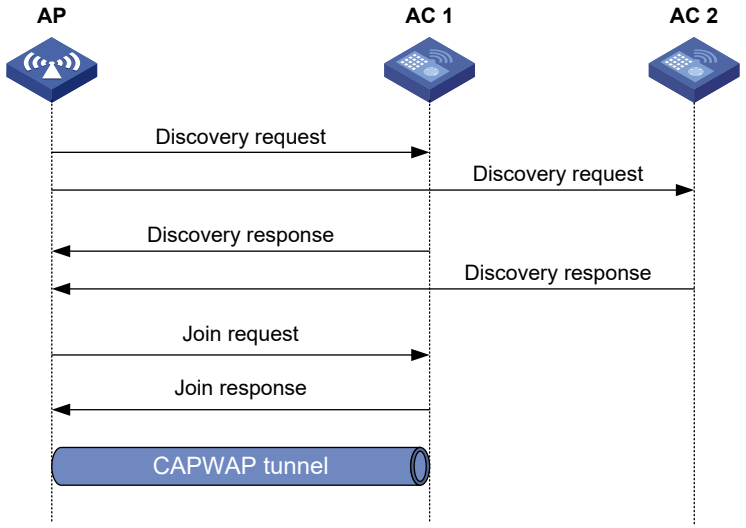


図 1-2 CAPWAP トンネルの確立

図 1-2 に示すように、AP と AC は、以下の手順で CAPWAP トンネルを確立します。

1) AP は AC を検出するために、各 AC に対して検出要求を送信します。
2) 検出要求を受信したあと、各 AC は、自身のローカル設定と要求内の情報にもとづき、検出応答を送信するかどうか決定します。

a) 検出要求がユニキャストパケットかどうかを識別します。

- **ユニキャストパケット**－AC はステップ B に進みます。
- **ブロードキャストあるいはマルチキャストパケット**－ユニキャスト検出要求のみ応答する機能が無効の場合、AC はステップ B に進みます。ユニキャスト検出要求のみ応答する機能が有効の場合、AC は検出応答を送信しません。

b) 検出要求で指定されたACモデルで手動APの設定があるかどうかを識別します。

- 手動 AP の設定が存在する場合、AC は AP に検出応答を送信します。検出応答には、AP で手動設定があるかどうかの情報、AP の接続優先度、AC の負荷状態が含まれます。
- 手動 AP の設定が存在する場合、AC はステップ C に進みます。

c) 自動APが有効かどうかを識別します。

- 自動 AP が有効の場合、AC は AP に検出応答を送信します。検出応答には、自動 AP の有効化機能の状態、AP の接続優先度、AC の負荷状態が含まれます。
- 自動 AP が無効の場合、AP は検出応答を送信しません。

3) 検出応答を受信すると、AP は下記の順に条件を比較し、最適な AC を選択します。

- 1. AP に関する情報を保存している AC
- 2. 自動 AP 機能が有効な AC
- 3. AP 接続の優先度が高い AC
- 4. 管理している AP 数が少ない AC

4) AP は、AC に対して参加要求を送信します。
5) 参加要求を受信したあと、AC は AP に対してアクセスサービスを提供するかどうかを決定するために、要求内の情報を調査し、参加応答を送信します。
6) 参加応答を受信したあと、AP は応答内のリザルトコードを調査します。

- リザルトコードが失敗と表示された場合、AP は AC との CAPWAP トンネルを確立しません。

- リザルトコードが成功と表示された場合、AP は AC との CAPWAP トンネルを確立します。

III. AC の再検出

AC 再検出機能が有効な AC は、CAPWAP を制御する IP アドレスのメッセージ要素を AP に送信する検出応答に追加します。検出応答を受信すると、AP は以下の手順で CAPWAP トンネルを確立します。

1) CAPWAP を制御する IP アドレスのメッセージ要素で指定された IP アドレスを、検出要求が送信したかどうか確認します。
2) 以下のいずれかの処理を行います。

- 検出要求が送信された場合、CAPWAP の確立を行うため、最適な AC を示す IP アドレスに参加要求を送信します。
- 検出要求が送信されていない場合、新しい AC 検出プロセスを初期化するため、指定された各 IP アドレスに検出要求を送信します。

AC の再検出機能が無効の場合、CAPWAP を制御する IP アドレスのメッセージ要素を AP に送信する検出応答に追加しません。検出応答を受信する AP は、AC と CAPWAP トンネルを確立するため、検出応答の送信元 IP アドレスに参加要求を送信します。

1.1.3 AP 設定方式

以下のいずれかの方式で AP を設定することができます。

- AP view で 1 つずつ AP を設定します。
- AP グループに AP を割り当て、AP group view の AP グループを設定します。
- global configuration view ですべての AP を設定します。

AP の設定の優先度は、AP view、AP group view、global configuration view の順番で優先されます。

1.1.4 APDB

AC の APDB（Access Point Information Database）は以下の AP 情報を記録します。

- AP のモデル名
- ハードウェアバージョン、ソフトウェアバージョンの対応表
- AP モデル名でサポートされる無線情報
  - 無線数
  - 無線タイプ
  - 有効な region code
  - 有効なアンテナタイプ
  - 最大出力電力

APDB に対応する AP モデル情報が含まれるときのみ、AC は AP と CAPWAP トンネルを確立することができます。

APDB のデータを管理するため、システムスクリプトとユーザスクリプトを使用することができます。システムスクリプトは AC のソフトウェアによってリリースされます。AC が起動するたびに自動で読み込まれます。新しい AP モデルを追加する場合、以下の作業が必要となります。

- AP ソフトウェアバージョンをアップグレードします。(AP ソフトウェアバージョンについてはオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに* を参照してください。)
- ユーザスクリプトを作成します。
- AC でスクリプトを読み込ませます。(オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "AP 管理" の "APDB ユーザスクリプトのローディング"* を参照してください。)

1.1.5 プロトコルと基準

- RFC 5415, *Control And Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Protocol Specification*
- RFC 5416, *Control and Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Protocol Binding for IEEE 802.11*
- RFC 5417, *Control And Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Access Controller DHCP Option*

1.2 設定操作リスト

操作リスト
(必須設定項目) CAPWAPトンネルの確立
(オプション設定項目) AC再検出の設定
(オプション設定項目) APのソフトウェアのアップグレード
(オプション設定項目) APのVLANの設定
(オプション設定項目) CAPWAPトンネルの設定
(オプション設定項目) AC要求の再送信の設定
(オプション設定項目) 統計情報報告間隔の設定
(オプション設定項目) リモートAPの設定
(オプション設定項目) APのリセット
(オプション設定項目) 手動APの名前の変更
(オプション設定項目) APのファイルシステムの管理
(オプション設定項目) APの現在のコンフィグの保存
(オプション設定項目) APグループの設定
(オプション設定項目) APの事前プロビジョニングの設定
(オプション設定項目) SNMP通知の有効化
(オプション設定項目) APDBユーザスクリプトのローディング

1.3 設定要件

AP を管理する前に、以下の操作を完了しなければなりません。

- AP に IP アドレスを割り当てるために、DHPC サーバ上で DHCP アドレスプールを作成します。
- DHCP オプションを AC 検出に使用する場合、DHCP サーバ上の特定の DHCP アドレスプール内に、Option 138、Option 43、または Option 53 を設定します。
- DNS を AC 検出に使用する場合、DHCP サーバ上の特定の DHCP アドレスプール内に、DNS サーバの IP アドレスと AC ドメイン名のサフィックスを設定します。その後、DHCP サーバ上でドメイン名と AC IP アドレス間のマッピングを設定します。

- AP と AC が互いに連携がとれるか確認します。

DHCP と DNS に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "DHCP"、"DNS"* を参照してください。

1.4 CAPWAPトンネルの確立

1.4.1 手動 AP の作成

手動 AP は、手動でのみ作成、削除、修正が可能です。手動 AP は、手動 AP コンフィグレーションを保存した AC で CAPWAP トンネルを確立することを優先します。

以下に手動 AP の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. 手動 AP を作成し、手動 AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：手動APは存在しません。 APを作成するときは、モデル名を指定しなければなりません。
3. AP に対してシリアル ID または MAC アドレスを指定する	• APに対してシリアルIDを指定する： **serial-id** *serial-id* • APに対してMACアドレスを指定する： **mac-address** *mac-address*	いずれかのコマンドを使用します。
4. （オプション設定項目）AP に対して記述を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし

1.4.2 自動 AP 機能の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. 自動 AP 機能を有効にする	**wlan auto-ap enable**	デフォルト：無効

1.4.3 自動 AP パーシステンスの設定

自動 AP を手動 AP に変換するために本操作を実行します。

以下に自動 AP パーシステンスの設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． 自動 AP パーシステンスを設定する	• オンライン自動APを手動APに変換する： **wlan auto-ap persistent** { **all** | **name** *auto-ap-name* [*new-ap-name*] } • 自動APがオンラインになったあと、自動的に自動APを手動APに変換する： **wlan auto-persistent enable**	いずれかのコマンドを使用します。 すでにオンラインの自動APに対しては、**wlan auto-persistent enable** コマンドは適用しません。

1.4.4 AC に対する AP 接続優先度の設定

AC は、検出応答内に AP 接続優先度を記載します。また AP は、より接続優先度の高い AC との CAPWAP トンネルを優先して確立します。以下のどちらかの状態が存在します。

- 複数の AC は手動 AP の設定があります。
- AC に手動 AP の設定がないが、複数の AC で自動 AP 機能が有効です。

I. AP view での AP 接続優先度の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． AP 接続優先度を設定する	**priority** *priority*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。 数の大きいほうが高い優先度を示します。

II. AP group view での AP 接続優先度の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP 接続優先度を設定する	**priority** *priority*	デフォルト設定は4です。 数の大きいほうが高い優先度を示します。

1.4.5 ユニキャスト検出要求のみ応答する AC の設定

AP は、検出した AC に対してユニキャスト、マルチキャスト、ブロードキャスト検出要求を送信できます。本機能により、AC はユニキャスト検出要求に対してのみ応答することができるようになります。

以下に AC にユニキャスト検出要求のみに応答させる設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． ユニキャスト検出要求に対してのみ応答する AC を設定する	**wlan capwap discovery-policy unicast**	デフォルト：ACは、ユニキャスト、マルチキャスト、ブロードキャスト検出要求に応答できます。

1.5 APのソフトウェアのアップグレード

1.5.1 概要

AP のソフトウェアのアップグレードは以下の手順で行われます。

1) AP は AC にソフトウェアバージョン、AP モデル情報を通知します。
2) AC は受信した AP のソフトウェアバージョンを確認します。
   - □ バージョンが同一である場合、AC は AP と CAPWAP トンネルを確立します。
   - □ バージョンが異なる場合、AC は AP に AP ソフトウェアバージョンの不一致を通知するメッセージを送信します。
3) 不一致を通知するメッセージを受信すると、AP は AC からソフトウェアバージョンを要求します。
4) AP からリクエストを受信したあと、AC は AP にソフトウェアバージョンを割り当てます。
5) AP はソフトウェアバージョンをアップグレードし、AC との CAPWAP トンネルを再確立します。

1.5.2 ソフトウェアのアップグレードの設定

ソフトウェアのアップグレード機能が有効である場合、AC は CAPWAP トンネルの確立中に AP ソフトウェアバージョンを確認します。ソフトウェアのアップグレード機能が無効である場合、AC は AP のソフトウェアバージョンを調査せず、AP を有する CAPWAP トンネルを直接確立します。

I. AP view でのソフトウェアアップグレードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． ソフトウェアアップグレードを設定する	**firmware-upgrade** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。AP group viewにソフトウェアアップグレードの設定がない場合、APはglobal configuration viewの設定を使用します。

II. AP group view でのソフトウェアアップグレードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. ソフトウェアアップグレードを設定する	**firmware-upgrade** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはglobal configuration viewの設定を使用します。

III. global configuration view でのソフトウェアアップグレードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. ソフトウェアアップグレードを設定する	**firmware-upgrade** { **disable** | **enable** }	デフォルト： 有効

1.5.3 AC が AP イメージファイルを取得するための優先ロケーションの指定

AP が CAPWAP トンネルの確立中にソフトウェアバージョンを要求した場合、AC は AP に AP イメージファイルを割り当てます。AC が AP イメージファイルを取得するための AC の RAM またはローカルフォルダとして、優先する場所を指定できます。AC が優先ロケーションから AP イメージファイルを取得できない場合、AC は他のロケーションから AP イメージファイルを取得します。AP イメージファイルが存在しない場合、AC はイメージファイルの取得に失敗し、AP にソフトウェアバージョンを割り当てることができません。

🕮 **メモ：**

このコマンドはソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. 設定の制限とガイドライン

AC は、.ipe AP イメージファイルのみを AP に割り当てることができます。

ローカルフォルダを指定する場合は、AC がデフォルトのファイルシステムとして CF またはフラッシュカードを使用し、AP イメージファイルが AC 上のファイルシステムのルートディレクトリに保存されていることを確認します。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AC が AP イメージファイルを取得するための優先ロケーションを指定する	**wlan image-load filepath** { **local** | **ram** }	デフォルトでは、ACは、APにソフトウェアバージョンを割り当てるときに、RAMに保存されているAPイメージファイルを優先します。

1.5.4 オンライン AP へのイメージファイルの展開

この機能を使用すると、すべてのオンライン AP のイメージをアップグレードできます。アップグレードを有効にするには、アップグレード後に AP を再起動します。

🕮 **メモ：**

このコマンドはソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

設定手順

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． すべてのオンライン AP にイメージファイルを展開する。	**wlan ap-image-deploy { all | name** *ap-name* **| ap-group** *group-name* **}**	—

1.6 APの給電モードの設定

🕮 **メモ：**

AP の給電モードの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアでサポートします。この機能が設定できるのは QX-W1200 シリーズのみです。

1.6.1 AP の給電モードの仕様

QX-W1240 は 10G Ethernet インタフェースの最大リンク速度と USB インタフェースの利用を制限することにより、消費電力を 25W 以下に制限し PoE+(802.3at)給電での動作を可能にします。

- PoE++(802.3bt)もしくは AC アダプタによる給電の場合は、**high** を設定します
- PoE+(802.3at)による給電の場合は、**middle** または **low** を設定します。

QX-W1210、QX-W1230 はこのコマンドによる制限をしなくても PoE+(802.3at)給電での動作が可能です。

表 1-2、表 1-3、表 1-4 に QX-W1200 シリーズの AP の給電モード設定時の動作仕様を示します。

表 1-2 QX-W1240 の給電モードの動作仕様

給電モード	必要な給電	10GE interface 最大リンク速度	USB interface 利用制限
High	PoE++	制限なし	制限なし
Middle	PoE+	5Gbps	使用不可
low	PoE+	2.5Gbps	使用不可

表 1-3 QX-W1230 の給電モードの動作仕様

給電モード	必要な給電	10GE interface 最大リンク速度	USB interface 利用制限
High	PoE+	制限なし	未サポート
Middle	PoE+	5Gbps	未サポート
low	PoE+	2.5Gbps	未サポート

表 1-4 QX-W1210 の給電モードの動作仕様

給電モード	必要な給電	10GE interface 最大リンク速度	USB interface 利用制限
High	PoE+	制限なし	制限なし
Middle	PoE+	5Gbps	使用不可
low	PoE+	2.5Gbps	使用不可

1.6.2 設定手順

🕮 **メモ：**

- 10G Ethernet インタフェースの通信速度が "**10000**" または "**5000**" の固定設定の場合、AP の給電モード設定 "**low**" を設定することはできません。
- 10G Ethernet インタフェースの通信速度が "**10000**" の固定設定の場合、AP の給電モード設定 "**middle**" と "**low**" を設定することはできません。
- AP の給電モード設定 "**middle**" または "**low**" が設定されている場合、10G Ethernet インタフェースの通信速度、通信モードを変更することはできません。
- AP の給電モード設定による USB インタフェースの利用制限は "**usb**" コマンドの設定よりも優先されます。
- AP の給電モードを異なるモードに変更する場合、AutoNegotiation をやり直すため 10G Ethernet インタフェースがリンクダウンします。

I. AP view での AP の給電モードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—

操作	コマンド	補足
3． AP の給電モードを設定する	**power-level default { high | middle | low }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での AP の給電モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． AP の給電モードを設定する	**power-level default { high | middle | low }**	デフォルト：high

1.7 APのVLAN設定

AC は、パケットの転送やパケットを隔離するため、AP に VLAN の設定を行うことができます。たとえば、クライアントデータのトラフィックを転送する AP を有効にするため、異なる VLAN からのトラフィックを許可するように AP のポートを設定する必要があります。

VLAN の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス “VLAN”* を参照してください。クライアントデータのトラフィックフォワーダの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “WLAN アクセスの設定”* を参照してください。

AP の設定を行なう場合、**remote-configuration** コマンドもしくは **map-configuration** コマンドを使用できます。

🕮 **メモ：**

AP へのコンフィグ設定は **remote-configuration** を使用することを推奨します。**remote-configuration** を有効にした場合、**remote-configuration** で設定可能なコマンドがデフォルト値として適用されます。**remote-configuration** で設定できないコマンドを設定したい場合に限り、**map-configuration** の併用をご検討ください。また、**remote-configuration** と **map-configuration** の両方に同じ機能を有するコマンド設定がある場合、AP へのコンフィグ適用が正常におこなわれません。**map-configuration** コマンドの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “WLAN アクセスの設定”* の *“AP コンフィグレーションファイルの設定”* を参照してください。

1.7.1 VLAN の基本設定

I. AP view での VLAN の基本設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—

操作	コマンド	補足
3.　（オプション設定項目）VLAN を作成し、その view に移行する、あるいは VLAN リストを作成する	**vlan** { *vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** }	デフォルト：VLAN1のみ（システムデフォルトVLAN）
4.　VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	VLANリストを作成する場合、必要です。
5.　VLAN の名前を設定する	**name** *text*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
6.　VLAN の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での VLAN の基本設定

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	—
2.　AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3.　（オプション設定項目）VLAN を作成し、その view に移行する、あるいは VLAN リストを作成する	**vlan** { *vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** }	デフォルト：VLAN1のみ（システムデフォルトVLAN）
4.　VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	VLANリストを作成する場合、必要です。
5.　VLAN の名前を設定する	**name** *text*	デフォルト：**VLAN** *vlan-id* *vlan-id*は4桁のフォーマットでVLAN IDを指定します。3桁で指定した先頭に0が追加されます。たとえばVLAN 100のVLAN名はVLAN 0100です。
6.　VLAN の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：**VLAN** *vlan-id* *vlan-id*は4桁のフォーマットでVLAN IDを指定します。3桁で指定した先頭に0が追加されます。たとえばVLAN 100のVLAN名はVLAN 0100です。

1.7.2 ポートベース VLAN の設定

I. アクセスポート VLAN の設定

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view の VLAN にアクセスポートを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	—
2.　AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—

操作	コマンド	補足
3. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
4. リンクタイプをアクセスに設定する	**port link-type access**	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。
5. アクセスポートを VLAN に割り当てる	**port access vlan** *vlan-id*	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view の VLAN にアクセスポートを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
5. リンクタイプをアクセスに設定する	**port link-type access**	デフォルト：アクセス
6. アクセスポートを VLAN に割り当てる	**port access vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1に属します。

II. トランクポート VLAN の設定

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view の VLAN にトランクポートを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
4. リンクタイプをトランクに設定する	**port link-type trunk**	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。
5. トランクポートで許可する VLAN を設定する	**port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。
6. （オプション設定項目）トランクポートの PVID を設定する	**port trunk pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view の VLAN にトランクポートを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number*	—
5． リンクタイプをトランクに設定する	**port link-type trunk**	デフォルト：アクセス
6． トランクポートで許可する VLAN を設定する	**port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：VLAN 1のみ許可
7． （オプション設定項目）トランクポートの PVID を設定する	**port trunk pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1

III. ハイブリッドポート VLAN の設定

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view の VLAN にハイブリッドポートを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number*	—
4． リンクタイプをハイブリッドに設定する	**port link-type hybrid**	デフォルト：APグループの Layer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。
5． ハイブリッドポートで許可する VLAN を設定する	**port hybrid vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	デフォルト：APグループの Layer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。
6． （オプション設定項目）トランクポートの PVID を設定する	**port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：APグループの Layer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view の VLAN にハイブリッドポートを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number*	—
5． リンクタイプをハイブリッドに設定する	**port link-type hybrid**	デフォルト：アクセス

操作	コマンド	補足
6. ハイブリッドポートで許可する VLAN を設定する	**port hybrid vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	デフォルト：ハイブリッドポートは、リンクタイプがアクセスであるときに、ポートが所属しているVLANのタグなしメンバです。
7. （オプション設定項目）トランクポートの PVID を設定する	**port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：ハイブリッドポートのPVIDは、リンクタイプがアクセスであるときに、ポートが所属しているVLANのIDです。

IV. リンクアグリゲーションの設定

🕮 **メモ：**
リンクアグリゲーションを使用する場合、ポートアイソレーションを無効にしてください。

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view にリンクアグリゲーショングループを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. リンクアグリゲーショングループを作成する	**bridge-aggregation** *interface-number*	—
4. ポートアイソレーションを無効にする	**port-isolate disable**	—
5. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
6. ポートアイソレーションを無効にする	**port-isolate disable**	—
7. リンクアグリゲーショングループを設定する	**port link-aggregation group** *group-id*	デフォルト：APグループの Layer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view にリンクアグリゲーショングループを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. リンクアグリゲーショングループを作成する	**bridge-aggregation** *interface-number*	—
5. ポートアイソレーションを無効にする	**port-isolate disable**	—

操作	コマンド	補足
6. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
7. ポートアイソレーションを無効にする	**port-isolate disable**	—
8. リンクアグリゲーショングループを設定する	**port link-aggregation group** *group-id*	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。

V. ポートアイソレーションの設定

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view にポートアイソレーションを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
4. ポートアイソレーションを設定する	**port-isolate** { **enable** | **disable** }	デフォルト：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view にポートアイソレーションを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. Layer 2 Ethernet interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する：**gigabitethernet** *interface-number*	—
5. ポートアイソレーションを設定する	**port-isolate** { **enable** | **disable** }	デフォルト：有効

1.8 信頼されたパケットプライオリティタイプの設定

🕮 **メモ：**

- **qos trust** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **qos trust** コマンドは **remote-configuration** コマンドにて設定可能です。

I. 概要

インタフェースに指定されたプライオリティタイプとポートプライオリティ値に基づき、AP はインタフェースで受信したすべてのパケットに、指定されたタイプのプライオリティを割り当てます。

システムでは以下の信頼されたパケットプライオリティタイプをサポートします。

- **dot11p**－802.1p プライオリティをマッピングに使用します。
- **dscp**－DSCP プライオリティをマッピングに使用します。

II. 設定手順

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view にプライオリティタイプを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number* aggregate interface viewに移行する： **bridge-aggregation** *interface-number*	—
4. 信頼されたパケットプライオリティタイプを設定する	**qos trust** { **dot1p** | **dscp** }	デフォルト：Layer 2 Ethernet interface view では、APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。Layer 2 aggregate interface view では、APグループのLayer 2 aggregate interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view にプライオリティタイプを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number* aggregate interface viewに移行する： **bridge-aggregation** *interface-number*	—

操作	コマンド	補足
5． 信頼されたパケットプライオリティタイプを設定する	**qos trust** { **dot1p** | **dscp** }	デフォルト Layer 2 Ethernet interface view：設定なし Layer 2 aggregate interface view：設定なし

1.9 ポートプライオリティの設定

🕮 **メモ：**

- **qos priority** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **qos priority** コマンドは **remote-configuration** コマンドにて設定可能です。

I. 概要

インタフェースに指定されたプライオリティタイプとポートプライオリティ値に基づき、AP はインタフェースで受信したすべてのパケットに、指定されたタイプのプライオリティを割り当てます。

II. 設定手順

以下に AP の Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view にポートプライオリティを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number* aggregate interface viewに移行する： **bridge-aggregation** *interface-number*	—
4． ポートプライオリティを設定する	**qos priority** *priority-value*	デフォルト Layer 2 Ethernet interface view ：APグループのLayer 2 Ethernet interface viewの設定を使用します。 Layer 2 aggregate interface view：APグループのLayer 2 aggregate interface viewの設定を使用します。

以下に AP グループの Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view にポートプライオリティを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． Layer 2 Ethernet interface view もしくは Layer 2 aggregate interface view に移行する	GigabitEthernet interface viewに移行する： **gigabitethernet** *interface-number* aggregate interface viewに移行する： **bridge-aggregation** *interface-number*	—
5． ポートプライオリティを設定する	**qos priority** *priority-value*	デフォルト Layer 2 Ethernet interface view：0 Layer 2 aggregate interface view：0

1.10 リモート設定の割り当て設定

AP の設定を行なう場合、**remote-configuration** コマンドもしくは **map-configuration** コマンドを使用できます。

remote-configuration を使用するとき、**remote-configuration synchronize** コマンドを使用して、AP view の設定を任意の AP に即座に同期します。なお、AP が AC に接続された状態で、AP の設定内容を AC 上で変更した場合、**remote-configuration synchronize** コマンドを実行するまで変更内容が AP に反映されません。

🕮 **メモ：**

AP へのコンフィグ設定は **remote-configuration** を使用することを推奨します。**remote-configuration** を有効にした場合、**remote-configuration** で設定可能なコマンドがデフォルト値として適用されます。**remote-configuration** で設定できないコマンドを設定したい場合に限り、**map-configuration** の併用をご検討ください。また、**remote-configuration** と **map-configuration** の両方に同じ機能を有するコマンド設定がある場合、AP へのコンフィグ適用が正常におこなわれません。**map-configuration** コマンドの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* *“WLAN アクセスの設定”の“AP コンフィグレーションファイルの設定”* を参照してください。

---

remote-configuration synchronize コマンドを使用する前に、**remote-configuration enable** が設定されていることを確認してください。

AP view の設定は、AP group view の設定よりも優先されます。

I. AP view でのリモート設定の割り当て

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． リモート設定を割り当てる	**remote-configuration** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

操作	コマンド	補足
4. リモートコンフィグレーションシンクロナイゼーションを使用して設定を AP に同期する。	**remote-configuration synchronize**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

II. AP group view でのリモート設定の割り当て

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. リモート設定を割り当てる	**remote-configuration** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効
4. リモートコンフィグレーションシンクロナイゼーションを使用して設定を AP に同期する。	**remote-configuration synchronize**	デフォルト：無効

1.11 CAPWAPトンネルの設定

1.11.1 CAPWAP トンネル暗号化

CAPWAP トンネル経由で送られた制御パケットとデータパケットを暗号化するために、CAPWAP トンネル暗号化はデータグラムトランスポート層セキュリティ(DTLS)プロトコルを使います。

CAPWAP 制御トンネル暗号化が有効の場合、暗号化フラグのついた検出応答を AP が AC から受信後、AP は AC と CAPWAP トンネルを確立できます。CAPWAP トンネルが確立されると、AC と AP は DTLS ハンドシェイク後に CAPWAP 制御トンネルで送られた制御パケットを暗号化します。

CAPWAP データトンネル暗号化が有効の場合、AP は AC から keepalive パケットを初めて受信すると、AP は鍵を含む暗号化情報を、CAPWAP 制御トンネルを通して AC と交換します。交換後、AC と AP は CAPWAP データトンネルで送られたデータパケットを暗号化します。Keepalive パケットは暗号化されません。

🕮 **メモ：**

CAPWAP データトンネル暗号化には独自の証明書をしており、時刻の有効性を確認しています。CAPWAP トンネル暗号化を利用する場合は、事前に装置の時刻が正しく設定されているか確認してください。

I. 制限とガイドライン

CAPWAP トンネル暗号化は、適用時に CAPWAP トンネルが再接続されます。

II. 設定手順

以下に AP view での CAPWAP トンネル暗号化の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． CAPWAP 制御トンネル暗号化を設定する	**tunnel encryption** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
4． CAPWAP データトンネル暗号化を設定する	**data-tunnel encryption** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

以下に AP group view での CAPWAP トンネル暗号化の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． CAPWAP 制御トンネル暗号化を設定する	**tunnel encryption** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効
4． CAPWAP データトンネル暗号化を設定する	**data-tunnel encryption** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

1.11.2 CAPWAP トンネルの待ち時間検出の設定

本機能により AC は、CAPWAP 制御フレームもしくは AP から AC へのデータフレームを送信する待ち時間を検出することができます。

本機能は、CAPWAP トンネルが確立されたあと、マスタ AC にのみ適用されます。

AP がオフラインのとき、CAPWAP トンネルの待ち時間検出は自動的に停止します。AP が再びオンラインになると、**tunnel latency-detect start** コマンドを使用して CAPWAP トンネルの待ち時間検出を再始動させる必要があります。

CAPWAP トンネル待ち時間情報を表示させるには、**display wlan tunnel latency ap name** コマンドを使用します。

以下に CAPWAP トンネル待ち時間を検出するための手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． CAPWAP トンネル待ち時間検出を設定する	**tunnel latency-detect** { **start** | **stop** }	デフォルト：CAPWAPトンネルの待ち時間検出は開始しません。

1.11.3 AP に対する制御トンネルの keepalive 時間の設定

AP は、CAPWAP トンネルが正しく動作しているかどうか確認するために、指定されたエコー間隔で AC にエコー要求を送信します。AC は、エコー応答を送信することで応答します。AC が keepalive 時間以内にエコー要求を受信しない場合、AP の接続が終了します。

制御トンネルの keepalive 時間は、”**echo-interval**”と” **echo-count**”の積です。

🕮 **メモ：**

CAPWAP トンネルがダウンしたかどうかを AC もしくは AP が判断する時間は、ポートのリンクダウンの有無により異なります。

- ポートのリンクダウンが伴う場合、AC および AP は即座に CAPWAP トンネルがダウンしたと判断します。
- ポートのリンクダウンが伴わない場合、AC および AP は keepalive 時間（”**echo-interval**”と” **echo-count**”の積）により CAPWAP トンネルのダウンを判断します。ただし、AC は 120 秒間は CAPWAP トンネルを維持するため、keepalive 時間が 120 秒未満でも 120 秒間は CAPWAP トンネルがダウンしたと判断しません。

I. AP view での AP に対する keepalive 時間の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. AP がエコー要求を送信する間隔を設定する	**echo-interval** *interval*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
4. エコー要求の再送試行回数の最大値を設定する	**echo-count** *count*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での AP に対する keepalive 時間の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP がエコー要求を送信する間隔を設定する	**echo-interval** *interval*	デフォルト：10秒
4. エコー要求の再送試行回数の最大値を設定する	**echo-count** *count*	デフォルト：3

1.11.4 AP に対するデータトンネルの keepalive 時間の設定

AP は AC との CAPWAP トンネルが確立されると、指定した keepalive 時間で AC にデータトンネルの keepalive パケットを送信します。

I. AP view での AP に対する keepalive 時間の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． AP がエコー要求を送信する間隔を設定する	**keepalive-interval** *interval*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での AP に対する keepalive 時間の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP がエコー要求を送信する間隔を設定する	**keepalive-interval** *interval*	デフォルト：10秒

1.11.5 CAPWAP パケットの最大フラグメントサイズの設定

AP がインターネットを経由して AC と接続している場合、中継装置でパケットの廃棄を防ぐことができます。

最大フラグメントサイズの変更はオンライン中の AP でのみ適用されます。

I. AP view での CAPWAP パケットの最大フラグメントサイズの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． CAPWAP 制御、データパケットの最大フラグメントサイズを設定する	**fragment-size** { **control** *control-size* | **data** *data-size* }	デフォルト： APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での CAPWAP パケットの最大フラグメントサイズの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． CAPWAP 制御、データパケットの最大フラグメントサイズを設定する	**fragment-size** { **control** *control-size* | **data** *data-size* }	デフォルト：CAPWAP制御パケットの最大フラグメントサイズは1450バイト、データパケットの最大フラグメントサイズは1500バイトです。

1.11.6 CAPWAP トンネルの TCP MSS の設定

I. TCP MSS の概要

CAPWAP トンネルを経由して転送された SYN パケットの MSS（Maximum Segment Size）オプションの値を設定します。

MSS オプションは送信側が受信したもっとも大きいセグメントの受信側を通知します。TCP 接続の確立を行う間、各端末間で MSS を通知します。TCP セグメントのサイズが受信側の MSS 以下である場合、TCP はフラグメントを行わずに TCP セグメントを送信します。TCP セグメントのサイズが受信者の MSS よりも大きい場合、受信側の MSS にもとづいてセグメントを分割します。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. CAPWAP トンネルの TCP MSS を設定する	**wlan tcp mss** *value*	—

1.12 AC要求の再送信の設定

AC は、AP 要求の再送信の試行が最大数に達するまで、あるいは応答が受信されるまで、AP に送信された要求を再送信間隔で送信します。

I. AP view での AC 要求再伝送の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. 要求再伝送の最大試行回数を設定する	**retransmit-count** *value*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
4. AC 要求が再伝送される間隔を設定する	**retransmit-interval** *interval*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での AC 要求の再送信の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. 要求再伝送の最大試行回数を設定する	**retransmit-count** *value*	デフォルト：3
4. AC 要求が再伝送される間隔を設定する	**retransmit-interval** *interval*	デフォルト：5秒

1.13 統計情報報告間隔の設定

AP が統計情報を報告する間隔を変えるために、本操作を実行します。AP 上での無線通信の作動状況を監視するために、報告された統計情報を用いることができます。

I. AP view での統計情報報告間隔の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*[	—
3． 統計情報報告間隔を設定する	**statistics-interval** *interval*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での統計情報報告間隔の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． 統計情報の通知間隔を設定する	**statistics-interval** *interval*	デフォルト：50秒

1.14 リモートAPの設定

AP と AC 間のトンネルが接続されていないとき、AP はクライアントに対してサービスの提供を停止します。本機能により AP は、AP と AC 間のトンネルが接続されていないとき、AP でクライアントアクセスサービスを有効にします。

リモート AP は、ローカル転送モード内で作動する AP でのみ有効です。

AC と AP 間のトンネルが復元されると、AC を有するクライアントは認証者として再認証を必要とします。

リモート AP はテレコミュニケーション、スモールブランチ、SOHO ソリューションに適用可能です。

I. AP view でのリモート AP の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． リモート AP を設定する	**hybrid-remote-ap** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view でのリモート AP の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． リモート AP を設定する	**hybrid-remote-ap** { **disable** | **enable** }	デフォルト：リモートAPは無効化されます。

1.15 APのリセット

user view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
すべてのAPもしくは指定されたAPをリセットする	**reset wlan ap** { **all** | **name** *ap-name* | **model** *model-name* | **ap-group** *group-name* }

1.16 手動APの名前の変更

操作	コマンド
1． system view に移行する	s**ystem-view**
2． 手動 AP の名前を変更する	**wlan rename-ap** *ap-name new-ap-name*

1.17 APのファイルシステムの管理

CAPWAP トンネルが確立されたあと、AC で AP のファイルを管理する項目を行うことができます。

- AP のファイル情報を確認します。
- AP からファイルを削除します。
- AC から AP に画像ファイルをダウンロードします。

本機能は、マスタ AC に対してのみ適用されます。

以下に AP のファイルシステムを管理する手順を示します。

操作	コマンド
APのファイルあるいはフォルダの情報を表示する	**display wlan ap files name** *ap-name*
system viewに移行する	**system-view**
AP viewに移行する	**wlan ap** *ap-name*
APからファイルを削除する	**delete file** *filename*
APに画像ファイルをダウンロードする	**download file** *file-name*

1.18 APの現在のコンフィグの保存

🕮 **メモ：**

wlan save ap-configuration コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.73 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

AC から、指定した AP、AP グループ、または全てのオンライン状態の AP を対象に、現在のコンフィグを AP 上に保存し、次回の起動に使用するスタートアップコンフィグレーションファイルとして設定することができます。

以下に、AP の現在のコンフィグを保存する手順を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. AP の現在のコンフィグを保存する	**wlan save ap-configuration** { **all** | **ap-group** *group-name* | **name** *ap-name* }

1.19 APグループの設定

本機能により、バッチ内で複数の AP 設定ができるようになり、作業負担の低減につながります。

AP group 内の AP は、AP group の設定を使用します。デフォルトでは、すべての AP はデフォルト AP グループ（default-group）に属します。デフォルト AP グループを作成、削除することはできません。

指定された AP グループに AP を追加するために、AP 名、シリアル ID、MAC アドレス、IP アドレスを用いて AP グループルールを設定できます。これらのグループルールの優先度は上記の順序に準じます。AP がどのグループルールにも適合しない場合、デフォルト AP グループに追加されます。

1.19.1 設定の制限とガイドライン

AP グループを設定するときは、以下に示す制限とガイドラインに従います。

- AP は、1 つの AP グループにのみ追加することができます。
- AP を含む AP グループを削除することはできません。
- デフォルト AP グループに対してグループルールを作成することはできません。
- 異なる AP グループに対して同じグループルールを作成することはできません。同一のグループルールを作成した場合、最後に行った設定が適用されます。
- AP view、AP group view、global configuration view 内の AP に対する優先度は、上記の記述順序に準じます。ある view 内で設定が存在しない場合、優先度の低い view 内の設定が使用されます。3 つの view 内のいずれにも設定が存在しない場合、AP はもっとも優先度の低い view 内のデフォルト設定を使用します。
- AP グループあるいは異なる AP グループの IPv4 アドレスによる AP グループルールは互いに重複させることができません。

- AP グループに設定できる IPv4 アドレスによる AP グループルールの最大数はソフトウェアバージョンにより異なります。
  - □ ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以前のソフトウェアでは、AP グループに設定できる AP グループルールの最大数は 32 です。
  - □ ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアでは、AP グループに設定できる AP グループルールの最大数は 64 です。

1.19.2 AP group の作成

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group を作成し、AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP groupがあります。
3. （オプション設定項目） AP group に対して記述を設定する	**description** *text*	デフォルト：AP groupに対して記述は設定されません。
4. AP 名で AP group ルールを作成する	**ap** *ap-name-list*	—
5. シリアル ID で AP group ルールを作成する	**serial-id** *serial-id*	—
6. MAC アドレスで AP group ルールを作成する	**mac-address** *mac-address*	—
7. IPv4 アドレスで AP group ルールを作成する	**if-match ip** *ip-address* { *mask-length* | *mask* }	—
8. （オプション設定項目） AP グループルールを作成する	**wlan re-group** { **ap** *ap-name* | *ap-list* **list-name** | **ap-group** *old-group-name* | **mac-address** *mac-address* | **serial-id** *serial-id* } *group-name*	—

1.20 APの事前プロビジョニングの設定

AP 事前プロビジョニング（preprovisioning）により、AC 上の FIT AP に対してネットワーク設定を行うことができます。AC は、バッチ内の CAPWAP トンネルを通して、稼働状態の FIT AP に対してネットワーク設定を自動的に割り当てます。これにより、大きな WLAN ネットワーク内の作業負荷は低減されます。

AP に対するネットワーク設定をコンフィグレーションファイル（wlan_ap_prvs.xml）内に保存しなければなりません。

本機能は、マスタ AC にのみ適用されます。

AP provision view または AP group provision view で、ネットワーク設定を行うことができます。AP provision view 内の設定は、より高い優先度を持ちます。

AP の事前プロビジョニングの設定を修正する場合、事前プロビジョニングのコンフィグレーションファイルの設定を再度保存します。

事前プロビジョニングの設定が存在しない場合、**save wlan ap-provision** コマンドは、**reset wlan ap provision** コマンドと同じ機能となります。

save wlan ap-provision コマンドを実行したのち、AP provision view での事前プロビジョニングの設定は即座に適用されます。

save wlan ap-provision コマンドを実行したのち、AP provision view での事前プロビジョニングの設定を取り消すことはできません。AP を再起動する必要があります。

AP で **reset wlan ap provision** コマンドを実行した場合、AP が再起動します。

1.20.1 AP に対する事前プロビジョニングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． AP 事前プロビジョニングを有効化し、AP provision view に移行する。	**provision**	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
4． AP に対して AC を指定する	**ac** { **host-name** *host-name* | **ip** *ipv4-address* }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
5． 管理 VLAN インタフェースに対して IPv4 アドレスを指定する	**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* }	デフォルト：設定なし
6． ゲートウェイ IP アドレスを設定する	**gateway ip** *ipv4-address*	デフォルト：設定なし
7． DNS サーバを指定する	**dns server ip** *ipv4-address*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
8． DNS ドメイン名サフィックスを設定する	**dns domain** *domain-name*	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

1.20.2 AP group に対するネットワークの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP 事前プロビジョニングを有効化し、AP group provision view に移行する。	**provision**	デフォルト：無効
4． AC を指定する	**ac** { **host-name** *host-name* | **ip** *ip-address* }	デフォルト：設定なし
5． DNS サーバを指定する	**dns server** { **ip** *ip-address* }	デフォルト：設定なし
6． DNS ドメイン名サフィックスを設定する	**dns domain** *domain-name*	デフォルト：設定なし

1.20.3 事前プロビジョニングの設定の割り当て

AC は、AC と CAPWAP トンネルを確立している AP に、事前プロビジョニングを割り当てます。

プロビジョニングの設定は AP の wlan_ap_prvs.xml ファイルに保存され、コンフィグレーションファイルに保存された設定に上書きします。

- **手動コンフィグレーション**－オンライン後、AP に wlan_ap_prvs.xml ファイルに手動で保存します。

  AP のコンフィグレーションファイルに AC のアドレスを変更すると、AP は最適な AC を検出する処理を開始します。AP はもとの CAPWAP トンネルを終了し、新しい AC と CAPWAP トンネルを確立します。
- **事前プロビジョニングの自動割り当て**－オンライン後、事前プロビジョニングの設定は AP に割り当てられます。AP は事前プロビジョニングで指定された AC と CAPWAP トンネルを確立します。最適な AC の検出の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “AP 管理”の“CAPWAP トンネルの確立”*を参照してください。

I. AP 上のコンフィグレーションファイルへのネットワーク設定の保存

すべての view で以下の操作を実行します。

操作	コマンド
指定されたAPまたはすべてのAP上のコンフィグレーションファイル（wlan_ap_prvs.xml）にネットワーク設定を保存する	**save wlan ap provision** { **all** | **name** *ap-name* }

II. 事前プロビジョニングの自動割り当ての設定

以下に AP view での事前プロビジョニングの割り当て手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. AP の事前プロビジョニングを自動で割り当てる	**provision auto-update** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

以下に AP group view での事前プロビジョニングの割り当て手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP の事前プロビジョニングを自動で割り当てる	**provision auto-update** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

1.20.4 事前プロビジョニング設定の自動ローディングの設定

本機能により、エラーが発生した際の AP と AC 間の CAPWAP トンネルの確立が保証されます。自動ローディングの設定が有効な場合、AP は以下の処理を行います。

1) エラーのある事前プロビジョニングの設定で AP を起動した場合、AP は再起動し、手動 AP もしくは自動 AP として、AC を有する CAPWAP トンネルを確立します。
2) AC の検出に失敗した場合、AP は再起動し、他の方法を使用します。
3) AP が目的の AC の検出に失敗した場合、AP は再起動し、再度事前プロビジョニングの設定を使用します。

この AC 検出処理は、AP が CAPWAP トンネルを確立するため、目的の AC を検出するまで繰り返されます。

I. AP に対する事前プロビジョニング設定の自動ローディングの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. AP に対して事前プロビジョニング設定の自動ローディングを設定する	**provision auto-recovery** { **disable** | **enable** }	デフォルト：APはAP group view内の設定を使用します。

II. AP group に対する事前プロビジョニング設定の自動ローディングの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP group に対して事前プロビジョニング設定の自動ローディングを設定する	**provision auto-recovery** { **disable** | **enable** }	デフォルト：有効

1.21 SNMP通知の有効化

NMS に対して重要な WLAN 事例を報告するために、SNMP 通知を有効化します。WLAN 事例通知を正確に送信するため SNMP の設定を行ってください。SNMP の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

以下に SNMP 通知を有効にする手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. SNMP 通知を有効にする	• AP管理に対してSNMP通知を有効にする：**snmp-agent trap enable wlan ap** • CAPWAPに対してSNMP通知を有効にする：**snmp-agent trap enable wlan capwap**	デフォルト：AP管理とCAPWAPに対するSNMP通知は無効化されます。

1.22 APDBユーザスクリプトのローディング

この機能は AC ソフトウェアをアップグレードすることなく APDB に新しい AP モデルを追加します。

1.22.1 設定の制限とガイドライン

APDB ユーザスクリプトをロードするとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- ユーザスクリプトが有効であることを確認します。無効なスクリプトはローディングの失敗の原因となる可能性があります。
- ユーザスクリプト内の AP モデルは、システムスクリプト内の AP モデルと異なる必要があります。
- AC 上で複数のユーザスクリプトをロードする場合、直近でロードされたユーザスクリプトは、古いユーザスクリプトを上書きします。
- ファイルシステムでユーザスクリプトの名前を変更する場合、ユーザスクリプトの AP モデルの設定が再起動後に削除してしまわないように、ユーザスクリプトをリロードしてください。
- ユーザスクリプトをファイルシステムの新しいユーザスクリプトに置き換える場合、新しいユーザスクリプトをリロードします。置き換えられるユーザスクリプトにある AP モデル情報が、新しいユーザスクリプトに含まれていない場合、AC の再起動後に AP モデル情報は失われます。
- ファイルシステムでユーザスクリプトを削除する場合、AC の再起動後に AP モデル情報は失われます。

古いユーザスクリプトが存在する場合、APDB ユーザスクリプトをロードするとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- 手動 AP または、古いユーザスクリプト内にモデルが記載されているオンラインの自動 AC が存在するとき、AC 上で一致する AP モデル情報を削除します。
- AP がすでに AP グループに追加されている場合、古いユーザスクリプト内にモデルが記載されている AP を、AP グループから取り除きます。
- 古いユーザスクリプトが、ソフトウェアバージョンがすでに設定された AP モデルを含む場合、もとのソフトウェアバージョンを復元するために **wlan apdb** コマンドを使用します。

1.22.2 設定手順

以下に APDB ユーザスクリプトをロードするための手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． APDB ユーザスクリプトをロードする	**wlan apdb file** *user.apdb*	デフォルト：ユーザスクリプトはACにロードされません。

1.23 AP管理の表示と維持

1.23.1 LED 点灯モードの設定

AP 上で以下のモードで LED を点灯させるように設定できます。

- **quiet**－すべての LED をオフにします。
- **awake**－すべての LED を 1 分毎に点灯させます。
- **always-on**－すべての LED を常にオンにします。
- **normal**－本モードでの LED 点灯の仕方は、AP モデルにより変わります。本モードでは AP の作動状況を識別します。

I. AP view での LED 点灯モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． LED 点灯モードを設定する	**led-mode** { **always-on** | **awake** | **normal** | **quiet** }	デフォルト：APはAP group view内の設定を使用します。

II. AP group view での LED 点灯モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP group（default-group）が存在します。 デフォルトAP group削除することができません。
3． LED 点灯モードを設定する	**led-mode** { **always-on** | **awake** | **normal** | **quiet** }	デフォルト：normal

1.23.2 AP 管理情報の表示

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
すべてのAPもしくは指定したAPに関する情報を表示する	**display wlan ap** { **all** | **name** *ap-name* } [**verbose**]
すべてのAPもしくは指定したAPのアドレス情報を表示する	**display wlan ap** { **all** | **name** *ap-name* } **address**
アドレスの割り当てに失敗した記録を表示する	**display wlan ap association-failure-record**
ACでAPの接続記録を表示する	**display wlan ap connection record** { **all** | **name** *ap-name* }
APのオンライン間隔を表示する	**display wlan ap online-time** { **all** | **name** *ap-name* }
指定したAPの再起動ログを表示する	**display wlan ap reboot-log name** *ap-name*
APイメージのダウンロードに関する情報を表示します	**display wlan ap statistics image-download [failed | in-progress | succeeded]**
すべてのAPもしくは指定したAPに対するカレントコンフィグレーションを表示する	**display wlan ap running-configuration** { **all** | **ap-name** *ap-name* } [**verbose**]
CAPWAPトンネルがダウンした記録を表示する	**display wlan ap tunnel-down-record**
すべてのAP groupもしくは指定したAP groupに関する情報を表示する	**display wlan ap-group** [**brief** | **name** *group-name*]
APモデル情報を表示する	**display wlan ap-model** { **all** | **name** *model-name* }
指定したCAPWAPトンネルに対してトンネル待ち時間情報を表示する	**display wlan tunnel latency ap name** *ap-name*
ACに所属しているAPの区分を表示する	**display wlan ap-distribution all**
APの接続位置を表示する	**display wlan ap-distribution ap-name** *ap-name*

1.23.3 AP 管理情報の削除

user view で reset コマンドを実行することができます。

操作	コマンド
すべてのAPもしくは指定したAPの再起動ログを削除する	**reset wlan ap reboot-log** { **all** | **name** *ap-name* }
CAPWAPトンネルもしくは指定したCAPWAPトンネルに対するトンネル待ち時間情報を削除する	**reset wlan tunnel latency ap** { **all** | **name** *ap-name* }
設定ファイル（wlan_ap_prvs.xml）をすべてのAPもしくは指定したAPから削除する	**reset wlan ap provision** { **all** | **name** *ap-name* }

1.24 AP管理の設定例

1.24.1 DHCP を通した CAPWAP トンネル確立の設定例

I. ネットワーク要件

図 1-3 に示すように、AP が DHCP Option 43 を通して DHCP サーバから自身の IP アドレスと AC の IP アドレスを取得できるように設定します。AP は、AC との CAPWAP トンネルを確立するために、AC の IP アドレスを使用します。

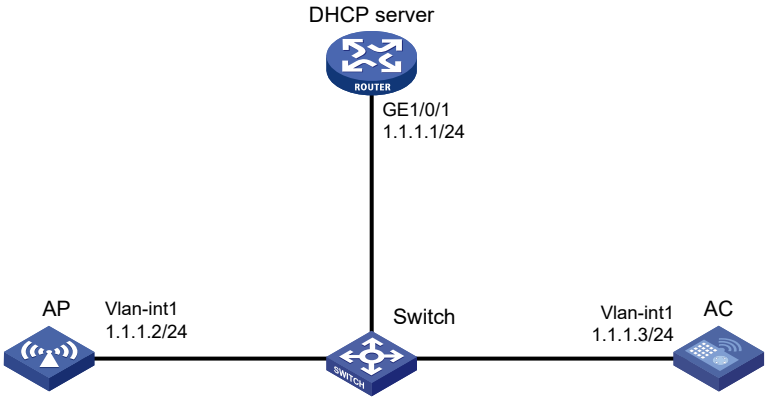


図 1-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　DHCP サーバを設定します。

DHCP を有効にします。

```
<DHCP server> system-view
[DHCP server] dhcp enable
```

DHCP address pool 1 を設定します。

```
[DHCP server] dhcp server ip-pool 1
[DHCP server-dhcp-pool-1] network 1.1.1.0 mask 255.255.255.0
```

address pool 0 に AC の IP アドレスを指定するために Option 43 を設定します。右端のバイト 01010103（1.1.1.3）は AC の IP アドレスを示します。

```
[DHCP server-dhcp-pool-1] option 43 hex 800700000101010103
```

2)　AC を設定します。

AC 上の VLAN-interface 1 の IP アドレスに 1.1.1.3/24 を設定します。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 1
[AC-Vlan-interface1] ip address 1.1.1.3 24
```

```
[AC-Vlan-interface1] quit
```

QX-W1020 を有する AP 名が ap1 の AP を作成し、シリアル ID を 210235A1BSC123000050 に設定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

#AP を始動させます。AP は以下の操作を実行します。

- DHCP サーバから自身の IP アドレス 1.1.1.2 を取得します。
- Option 43 を通して AC の IP アドレスを取得します。
- AC との CAPWAP トンネルを確立します。

III. 設定の確認

以下の情報を検証します。

- AP は、DHCP を通して AC の IP アドレスを取得します。
- AP と AC が、確立された CAPWAP トンネルを有します。
- AP は稼働状態です。

```
[AC] display wlan ap name ap1 verbose
AP name                          : ap1
AP ID                            : 1
AP group name                    : default-group
State                            : Run
Backup type                      : Master
Online time                      : 0 days 1 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                   : 0 days 2 hours 22 minutes 12 seconds
Model                            : QX-W1020
Region code                      : JP
Region code lock                 : Disable
Serial ID                        : 219801A0CNC138011454
MAC address                      : 0AFB-423B-893C
IP address                       : 192.168.1.50
UDP control port number          : 18313
UDP data port number             : N/A
H/W version                      : Ver.C
S/W version                      : R2206P02
Boot version                     : 1.01
USB state                        : N/A
Power Level                      : N/A
PowerInfo                        : N/A
Description                      : wtp1
Priority                         : 4
Echo interval                    : 10 seconds
Statistics report interval       : 50 seconds
Fragment size (data)             : 1500
Fragment size (control)          : 1450
MAC type                         : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                      : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                   : DHCP
Retransmission count             : 3
Retransmission interval          : 5 seconds
Firmware upgrade                 : Enabled
Sent control packets             : 1
Received control packets         : 1
Echo requests                    : 147
Lost echo responses              : 0
Average echo delay               : 3
Last reboot reason               : User soft reboot
Latest IP address                : 10.1.0.2
Tunnel down reason               : Request wait timer expired
```

```
Connection count              : 1
Backup Ipv4                   : Not configured
Backup Ipv6                   : Not configured
Tunnel encryption             : Disabled
LED mode                      : Normal
Remote configuration          : Enabled
Radio 1:
    Basic BSSID               : 7848-59f6-3940
    Admin state               : Up
    Radio type                : 802.11ac
    Antenna type              : internal
    Client dot11ac-only       : Disabled
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20/40/80MHz
    Active band-width         : 20/40/80MHz
    Secondary channel offset  : SCB
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    Short GI for 80MHz        : Supported
    Short GI for 160MHz       : Not supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
    STBC                      : Supported
    Operational VHT-MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : NSS1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
                                NSS2 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
        Multicast             : Not configured
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 44(auto)
    Channel usage(%)          : 15
    Max power                 : 20 dBm
    Operational rate:
        Mandatory             : 6, 12, 24 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : -102 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
    Protection mode           : rts-cts
    Continuous mode           : N/A
    HT protection mode        : No protection
Radio 2:
    Basic BSSID               : 7848-59f6-3950
    Admin state               : Down
    Radio type                : 802.11b
    Antenna type              : internal
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20MHz
    Active band-width         : 20MHz
    Secondary channel offset  : SCN
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
```

```
    STBC                        : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory               : Not configured
        Supported               : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                  10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast               : Not configured
    Channel                     : 5(auto)
    Channel usage(%)            : 0
    Max power                   : 20 dBm
    Preamble type               : Short
    Operational rate:
        Mandatory               : 1, 2, 5.5, 11 Mbps
        Multicast               : Auto
        Supported               : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled                : Not configured
    Distance                    : 1 km
    ANI                         : Enabled
    Fragmentation threshold     : 2346 bytes
    Beacon interval             : 100 TU
    Protection threshold        : 2346 bytes
    Long retry threshold        : 4
    Short retry threshold       : 7
    Maximum rx duration         : 2000 ms
    Noise Floor                 : 0 dBm
    Smart antenna               : Enabled
    Smart antenna policy        : Auto
    Protection mode             : rts-cts
    Continuous mode             : N/A
    HT protection mode          : No protection
```

1.24.2 DNS を通した CAPWAP トンネル確立の設定例

I. ネットワーク要件

図 1-4 に示すように、AP が DNS を通して AC の IP アドレスを取得できるように設定します。

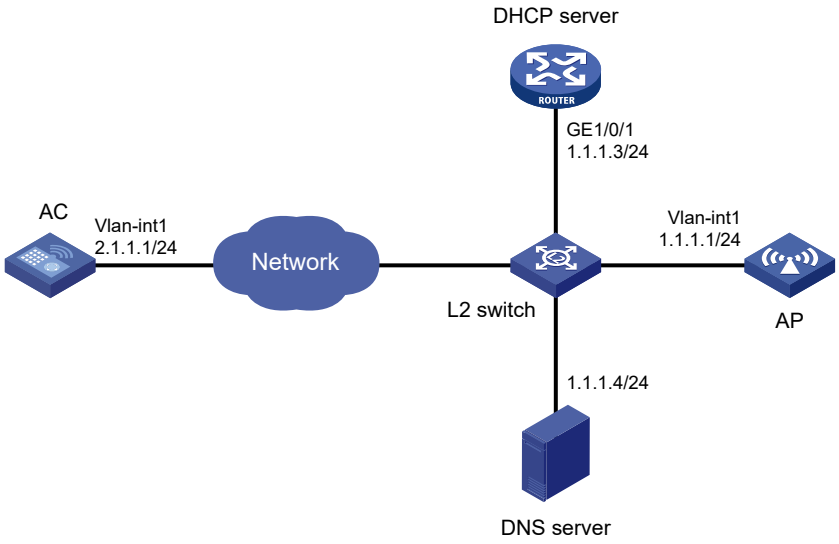


図 1-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1) DHCP サーバを設定します。

```
<DHCP server> system-view
[DHCP server] dhcp enable
[DHCP server] dhcp server ip-pool 1
[DHCP server-dhcp-pool-1] network 1.1.1.0 mask 255.255.255.0
[DHCP server-dhcp-pool-1] domain-name abc
```

2) ドメイン名（host.abc）と IP アドレス 2.1.1.1/24 の間のマッピングを設定します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "IP アドレス"* を参照してください。（詳細は省略します。）
3) AC を設定します。

VLAN-interface の IP アドレスを 2.1.1.1/24 に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 1
[AC-Vlan-interface1] ip address 2.1.1.1 24
[AC-Vlan-interface1] quit
```

ap 1 と名づけた AP を作成し、モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

AP を起動させます。

```
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP は以下の操作を実行します。

- DHCP サーバから、自身の IP アドレス 1.1.1.1、AC のドメイン名サフィックス、DNS サーバの IP アドレスを取得します。
- ドメイン名サフィックスをホスト名に追加します。
- ドメイン名を IP アドレスに変換するように DNS クライアントに知らせます。
- AC との CAPWAP トンネルを確立するために、AC の IP アドレスを使用します。

III. 設定の確認

#以下の操作を検証します。

- AP と AC が、確立された CAPWAP トンネルを有します。
- AP は稼働状態です。
- AP は、DNS を通して AC の IP アドレスを取得します。

```
[AC] display wlan ap name ap1 verbose
AP name                         : ap1
AP ID                           : 1
AP group name                   : default-group
State                           : Run
Backup Type                     : Master
Online time                     : 0 days 1 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                  : 0 days 2 hours 22 minutes 12 seconds
```

```
Model                          : QX-W1020
Region code                    : JP
Region code lock               : Disable
Serial ID                      : 219801A0CNC138011454
MAC address                    : 0AFB-423B-893C
IP address                     : 192.168.1.50
H/W version                    : Ver.C
S/W version                    : V700R001B49D001
Boot version                   : 1.01
Description                    : wtp1
Priority                       : 4
Echo interval                  : 10 seconds
Statistics report interval     : 50 seconds
Jumbo frame value              : Disabled
MAC type                       : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                    : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                 : DNS
Retransmission count           : 3
Retransmission interval        : 5 seconds
Firmware upgrade               : Enabled
Sent control packets           : 1
Received control packets       : 1
Connection count               : 1
Backup Ipv4                    : Not configured
Backup Ipv6                    : Not configured
Tunnel encryption              : Disabled
LED mode                       : Normal
Radio 1:
    Basic BSSID                : 7848-59f6-3940
    Admin state                : Up
    Radio type                 : 802.11ac
    Antenna type               : internal
    Client dot11ac-only        : Disabled
    Client dot11n-only         : Disabled
    Channel band-width         : 20/40/80MHz
    Secondary channel offset   : SCB
    Short GI for 20MHz         : Supported
    Short GI for 40MHz         : Supported
    Short GI for 80MHz         : Supported
    Short GI for 160MHz        : Not supported
    A-MSDU                     : Enabled
    A-MPDU                     : Enabled
    LDPC                       : Not Supported
    STBC                       : Supported
    Operational VHT-MCS Set:
        Mandatory              : Not configured
        Supported              : NSS1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
                                 NSS2 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
        Multicast              : Not configured
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory              : Not configured
        Supported              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                 10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast              : Not configured
    Channel                    : 44(auto)
    Max power                  : 20 dBm
    Operational rate:
        Mandatory              : 6, 12, 24 Mbps
        Multicast              : Auto
        Supported              : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled               : Not configured
    Distance                   : 1 km
    ANI                        : Enabled
    Fragmentation threshold    : 2346 bytes
    Beacon interval            : 100 TU
    Protection threshold       : 2346 bytes
    Long retry threshold       : 4
    Short retry threshold      : 7
    Maximum rx duration        : 2000 ms
    Noise Floor                : 5 dBm
```

```
    Smart antenna              : Enabled
    Smart antenna policy       : Auto
Radio 2:
    Basic BSSID                : 7848-59f6-3950
    Admin state                : Down
    Radio type                 : 802.11b
    Antenna type               : internal
    Client dot11n-only         : Disabled
    Channel band-width         : 20MHz
    Secondary channel offset   : SCN
    Short GI for 20MHz         : Supported
    Short GI for 40MHz         : Supported
    A-MSDU                     : Enabled
    A-MPDU                     : Enabled
    LDPC                       : Not Supported
    STBC                       : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory              : Not configured
        Supported              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                 10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast              : Not configured
    Channel                    : 5(auto)
    Max power                  : 20 dBm
    Preamble type              : Short
    Operational rate:
        Mandatory              : 1, 2, 5.5, 11 Mbps
        Multicast              : Auto
        Supported              : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled               : Not configured
    Distance                   : 1 km
    ANI                        : Enabled
    Fragmentation threshold    : 2346 bytes
    Beacon interval            : 100 TU
    Protection threshold       : 2346 bytes
    Long retry threshold       : 4
    Short retry threshold      : 7
    Maximum rx duration        : 2000 ms
    Noise Floor                : 5 dBm
    Smart antenna              : Enabled
    Smart antenna policy       : Auto
```

1.24.3 自動 AP の設定例

I. ネットワーク要件

図 1-5 に示すように、AC 上で自動 AP 機能を有効にします。AP は、DHCP Option 43 を通して AC の IP アドレスを取得し、AC との CAPWAP トンネルを確立します。

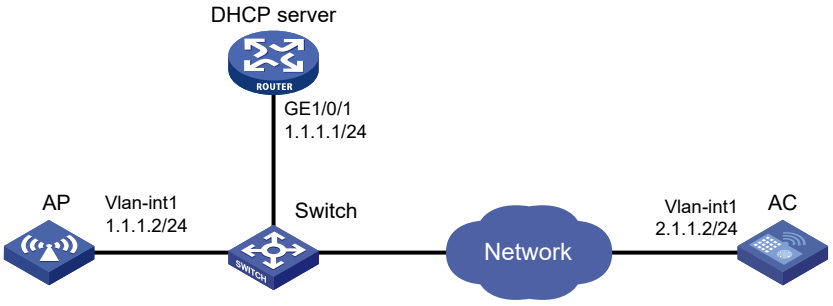


図 1-5 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　DHCP サーバを設定します。

DHCP サーバを有効にします。

```
<DHCP server> system-view
[DHCP server] dhcp enable
```

DHCP address pool 1 を設定します。

```
[DHCP server] dhcp server ip-pool 1
[DHCP server-dhcp-pool-1] network 1.1.1.0 mask 255.255.255.0
```

address pool 0 内で AC の IP アドレスを指定するために Option 43 を設定します。右端のバイト 02010102 （2.1.1.2）は AC の IP アドレスを示します。

```
[DHCP server-dhcp-pool-1] option 43 ip-address hex 800700000101010102
```

2)　AC を設定します。

AC 上で VLAN-interface 1 の IP アドレスを 2.1.1.2/24 に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 1
[AC-Vlan-interface1] ip address 2.1.1.2 24
[AC-Vlan-interface1] quit
```

自動 AP を有効にします。

```
[AC] wlan auto-ap
```

III. 設定の確認

#AP が AC との CAPWAP トンネルを確立したか検証します。

```
[AC] display wlan ap name 0011-2200-0101 verbose
AP name                          : 0011-2200-0101
AP ID                            : 1
AP group name                    : default-group
State                            : Run
```

```
Backup type                     : Master
Online time                     : 0 days 1 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                  : 0 days 2 hours 22 minutes 12 seconds
Model                           : QX-W1020
Region code                     : JP
Region code lock                : Disable
Serial ID                       : 219801A0CNC138011454
MAC address                     : 0011-2200-0101
IP address                      : 1.1.1.2
UDP control port number         : 18313
UDP data port number            : N/A
H/W version                     : Ver.C
S/W version                     : R2206P02
Boot version                    : 1.01
USB state                       : N/A
Power Level                     : N/A
PowerInfo                       : N/A
Description                     : wtp1
Priority                        : 4
Echo interval                   : 10 seconds
Statistics report interval      : 50 seconds
Fragment size (data)            : 1500
Fragment size (control)         : 1450
MAC type                        : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                     : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                  : DHCP
Retransmission count            : 3
Retransmission interval         : 5 seconds
Firmware upgrade                : Enabled
Sent control packets            : 1
Received control packets        : 1
Echo requests                   : 147
Lost echo responses             : 0
Average echo delay              : 3
Last reboot reason              : User soft reboot
Latest IP address               : 10.1.0.2
Tunnel down reason              : Request wait timer expired
Connection count                : 1
Backup Ipv4                     : Not configured
Backup Ipv6                     : Not configured
Tunnel encryption               : Disabled
LED mode                        : Normal
Remote configuration            : Enabled
Radio 1:
    Basic BSSID                 : 7848-59f6-3940
    Admin state                 : Up
    Radio type                  : 802.11ac
    Antenna type                : internal
    Client dot11ac-only         : Disabled
    Client dot11n-only          : Disabled
    Channel band-width          : 20/40/80MHz
    Active band-width           : 20/40/80MHz
    Secondary channel offset    : SCB
    Short GI for 20MHz          : Supported
    Short GI for 40MHz          : Supported
    Short GI for 80MHz          : Supported
    Short GI for 160MHz         : Not supported
    A-MSDU                      : Enabled
    A-MPDU                      : Enabled
    LDPC                        : Not Supported
    STBC                        : Supported
    Operational VHT-MCS Set:
        Mandatory               : Not configured
        Supported               : NSS1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
                                  NSS2 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
        Multicast               : Not configured
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory               : Not configured
        Supported               : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                  10, 11, 12, 13, 14, 15
```

```
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 44(auto)
    Channel usage(%)          : 15
    Max power                 : 20 dBm
    Operational rate:
        Mandatory             : 6, 12, 24 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : -102 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
    Protection mode           : rts-cts
    Continuous mode           : N/A
    HT protection mode        : No protection
Radio 2:
    Basic BSSID               : 7848-59f6-3950
    Admin state               : Down
    Radio type                : 802.11b
    Antenna type              : internal
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20MHz
    Active band-width         : 20MHz
    Secondary channel offset  : SCN
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
    STBC                      : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 5(auto)
    Channel usage(%)          : 0
    Max power                 : 20 dBm
    Preamble type             : Short
    Operational rate:
        Mandatory             : 1, 2, 5.5, 11 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : 0 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
    Protection mode           : rts-cts
    Continuous mode           : N/A
    HT protection mode        : No protection
```

1.24.4 AP group の設定例

I. ネットワーク要件

図 1-6 に示すように、AP group を設定し、AP 1 を AP group group 1 に、AP 2、AP 3、AP 4 を AP group group 2 に追加します。

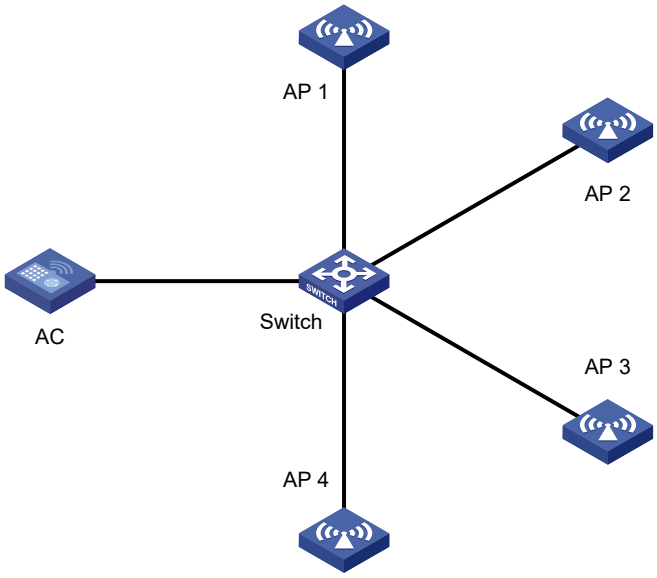


図 1-6 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 各 AP が、DHCP サーバから各自の AP の IP アドレスと AC の IP アドレスを入手するように設定します。（詳細は省略します。）
2) 手動 AP を設定します。（詳細は省略します。）
3) AP group を設定します。（詳細は省略します。）

AP group group 1 を作成します。

```
<System> system-view
[System] wlan ap-group group1
```

AP group group 2 を作成します。

```
<System> system-view
[System] wlan ap-group group2
```

#AP 1 を AP group group 1 を追加します。

```
[System] wlan ap-group group1
[System-wlan-ap-group-group1] ap ap1
```

#AP 2、AP 3、AP 4 を AP group group 2 に追加します。

```
[System] wlan ap-group group2
```

```
[System-wlan-ap-group-group2] ap ap2 ap3 ap4
```

III. 設定の確認

#AP 1 が AP group group1 内に存在し、AP 2、AP 3、AP 4 が AP group group 2 内に存在することを検証します。

```
[System-wlan-ap-group-group2] display wlan ap-group
AP group name       : default-group
Description         : Not configured
AP model            : Not configured
APs                 : Not configured

AP group name       : group1
Description         : Not configured
AP model            : QX-W1020
AP grouping rules:
  AP name           : ap1
  Serial ID         : Not configured
  MAC address       : Not configured
  IPv4 address      : Not configured
  IPv6 address      : Not configured
APs                 : ap1 (AP name)

AP group name       : group2
Description         : Not configured
AP model            : QX-W1020
AP grouping rules:
  AP name           : ap2, ap3, ap4
  Serial ID         : Not configured
  MAC address       : Not configured
  IPv4 address      : Not configured
  IPv6 address      : Not configured
APs                 : ap2 (AP name), ap3 (AP name), ap4 (AP name)
```

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

2 章 無線管理の設定 2-1
2.1 概要 2-1
2.1.1 無線モード 2-1
2.1.2 チャネル 2-1
2.1.3 伝送電力 2-2
2.1.4 伝送速度 2-2
2.1.5 MPDU アグリゲーション 2-2
2.1.6 MSDU アグリゲーション 2-3
2.1.7 MCS 2-3
2.1.8 VHT-MCS 2-6
2.1.9 HE-MCS 2-10
2.1.10 OFDMA 2-14
2.1.11 MU-MIMO 2-15
2.1.12 Spatial reuse 2-16
2.2 設定の制限とガイドライン 2-16
2.3 設定作業リスト 2-16
2.4 無線の有効化/無効化 2-18
2.4.1 すべての無線の有効化/無効化 2-18
2.4.2 radio view での無線の有効化/無効化 2-18
2.4.3 AP group radio view での無線の有効化/無効化 2-18
2.5 無線モードの指定 2-19
2.6 基本的な無線機能の設定 2-20
2.6.1 作動チャネルの指定 2-20
2.6.2 自動チャネル選択による欧州チャネルギャップを使用する 2.4GHz の設定 2-21
2.6.3 ブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択の設定 2-21
2.6.4 アンテナタイプの設定 2-22
2.6.5 アンテナゲインの設定 2-23
2.6.6 最大伝送電力の設定 2-24
2.6.7 電力ロックの設定 2-25
2.6.8 伝送速度の設定 2-25
2.6.9 プリアンプルタイプの設定 2-27
2.6.10 最大伝送距離の設定 2-28
2.6.11 ビーコン間隔の設定 2-29
2.6.12 DTIM 間隔の設定 2-29
2.6.13 AP に関連づけるクライアントの最大数の設定 2-30
2.6.14 802.11b クライアント拒否の設定 2-31
2.6.15 ANI の設定 2-32
2.6.16 衝突回避モードの指定 2-32
2.6.17 RTS しきい値の設定 2-33
2.6.18 802.11g 保護の設定 2-34
2.6.19 フラグメンテーションしきい値の設定 2-35
2.6.20 ハードウェア再伝送の最大数の設定 2-36
2.6.21 オンデマンドでのチャネル使用率の測定 2-37
2.6.22 チャネル使用率アラーム閾値の設定 2-37
2.6.23 サービステンプレートの無線モードの設定 2-38

2.6.24 レーダチャネルスイッチバックの設定 2-38
2.7 802.11n 機能の設定 2-39
2.7.1 A-MPDU アグリゲーション方式の指定 2-39
2.7.2 A-MSDU アグリゲーション方式の指定 2-40
2.7.3 ショート GI の設定 2-41
2.7.4 LDPC の設定 2-42
2.7.5 STBC の設定 2-42
2.7.6 MCS インデックスの設定 2-43
2.7.7 802.11n/ac/ax クライアント限定アクセスの設定 2-45
2.7.8 802.11n 帯域幅モードの設定 2-46
2.7.9 エネルギ節約機能の設定 2-47
2.7.10 802.11n 保護の設定 2-47
2.8 802.11ac/ax 機能の設定 2-48
2.8.1 NSS の設定 2-49
2.8.2 802.11ac/ax クライアント限定アクセスの設定 2-51
2.8.3 802.11ac/ax 帯域幅モードの設定 2-52
2.8.4 TxBF の設定 2-53
2.8.5 OFDMA の設定 2-55
2.8.6 BSS カラーリングの設定 2-56
2.8.7 TWT ネゴシエーションの設定 2-58
2.9 802.11be 機能の設定 2-59
2.9.1 NSS の設定 2-59
2.9.2 802.11be 帯域幅モードの設定 2-61
2.9.3 MRU の設定 2-62
2.9.4 preamble puncturing 機能の設定 2-64
2.10 6GHz 帯の無線の設定 2-67
2.10.1 6GHz 帯の無線モードの指定 2-67
2.10.2 6GHz 帯無線サービス検出の設定 2-68
2.10.3 マルチ BSSID の設定 2-69
2.10.4 サービステンプレートの設定 2-69
2.10.5 サービステンプレートの有効化 2-72
2.10.6 無線に対するサービステンプレートの設定 2-73
2.11 スマートアンテナ機能の設定 2-73
2.12 無線管理の表示および管理 2-74
2.13 無線管理の設定例 2-75
2.13.1 基本無線機能の設定例 2-75
2.13.2 802.11n 設定例 2-78
2.13.3 6GHz 帯の無線(Enhanced Open)の設定例 2-81
2.13.4 6GHz 帯の無線(WPA3 パーソナル)の設定例 2-83
2.13.5 6GHz 帯の無線(WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティあり)の設定例 .. 2-86
2.13.6 6GHz 帯の無線(WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなし)の設定例 .. 2-89

2章 無線管理の設定

2.1 概要

RF（Radio Frequency）は、300kHz～300GHz の範囲内で電気的に振動する割合を示します。WLAN は、2.4GHz 帯（2.4GHz～2.4835GHz）と 5 GHz 帯（5.150GHz～5.350GHz、および 5.470～5.730GHz）の無線周波数を伝送メディアとして使用します。

“無線周波数”もしくはその略語“RF”は、無線コミュニケーションの“無線”に対する同義語としても使用されます。

2.1.1 無線モード

IEEE 基準では、802.11a、802.11b、802.11g、802.11n、802.11ac、802.11ax を定義しています。

表 2-1 802.11 基準の比較

IEEE 基準	周波数帯	最大速度
802.11a	5GHz	54Mbps
802.11b	2.4GHz	11Mbps
802.11g	2.4GHz	54Mbps
802.11n	2.4GHz or 5GHz	600Mbps
802.11ac	5GHz	6900Mbps
802.11gac	2.4GHz	1600Mbps
802.11ax	5GHz	9600Mbps
802.11gax	2.4GHz	2294Mbps

🕮 **メモ：**

- 802.11ac を 2.4GHz で使用するモードを 802.11gac と定義します。
- 802.11ax を 2.4GHz で使用するモードを 802.11gax と定義します。
- 特に指定が無い場合、文中に登場する“802.11ac”には 802.11gac が含まれます。
- 特に指定が無い場合、文中に登場する“802.11ax”には 802.11gax が含まれます。
- 到達範囲は、ご利用の環境(電波状況、パソコン性能、遮蔽物など)により異なります。

2.1.2 チャネル

チャネルとは、特定の帯域幅をもつ周波数の範囲のことです。2.4GHz 帯の中には、指定された 14 のチャネルがあります。各チャネルに対する帯域幅は 20MHz で、2 チャネル間は 5MHz 離れています。14 チャネル中、4 グループは重複のないチャネルとして存在し、もっとも一般的に使用されるのはチャネル 1、6、11 です。

5GHz 帯はより高い速度を供給でき、インタフェースに対してより影響を受ける可能性が低いです。5GHz 帯の中には、指定された 19 の重複しないチャネルが存在します。そのチャネルは 20MHz の帯域幅を有し、20MHz の間隔をおいて配置されます。

2.1.3 伝送電力

伝送電力は、無線装置の信号強度を表します。無線は、伝送電力が高いほどより広範囲のエリアをカバーできますが、隣接する装置により多くの影響をもたらします。信号強度は、伝送距離が大きくなるにつれて減衰します。

2.1.4 伝送速度

伝送速度は、無線装置が通信する速度について言及します。伝送速度は、無線モード、拡散方式、コーディング方式、変調方式により変わります。異なる無線モードにサポートされた速度を以下に示します。

- **802.11a**－6Mbps、9Mbps、12Mbps、18Mbps、24Mbps、36Mbps、48Mbps、54Mbps
- **802.11b**－1Mbps、2Mbps、5.5Mbps、11Mbps
- **802.11g**－1Mbps、2Mbps、5.5Mbps、6Mbps、9Mbps、11Mbps、12 Mbps、18Mbps、24Mbps、36Mbps、48Mbps、54Mbps
- **802.11n**－802.11n 無線に対する速度は、チャネル帯域幅により変化します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”の “概要”の “MCS”*を参照してください。
- **802.11ac**－802.11ac 無線に対する速度は、チャネル帯域幅および NSS（Number of Spatial Streams）により変化します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”の “MCS”*を参照してください。
- **802.11gac**－2.4GHz 帯で作動し、802.11ac と互換性があります。伝送帯域と NSS（number of spatial streams）によって変わります。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”の “VHT-MCS”*を参照してください。
- **802.11ax**－802.11ax に対する速度は、チャネル帯域幅および NSS（Number of Spatial Streams）により変化します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”の “HE-MCS”*を参照してください。
- **802.11gax**－2.4GHz 帯で作動し、802.11ax と互換性があります。伝送帯域と NSS（number of spatial streams）によって変わります。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”の “HE-MCS”*を参照してください。

2.1.5 MPDU アグリゲーション

MPDU（MAC Protocol Data Unit）は、802.11 フォーマット内のデータフレームについて言及します。MPDU アグリゲーションにより、多重の MPDU が 1 つの A-MPDU（Aggregate MPDU）に集約します。これにより、追加情報、ACK（Acknowledgement）フレーム、PLCP（Physical Layer Convergence Procedure）ヘッダオーバーヘッドが削減され、ネットワーク処理能力とチャネル効率が向上します。

A-MPDU 内のすべての MPDU は、同じ QoS（Quality of Service）優先度、送信元アドレス、宛先アドレスをもたなければなりません。

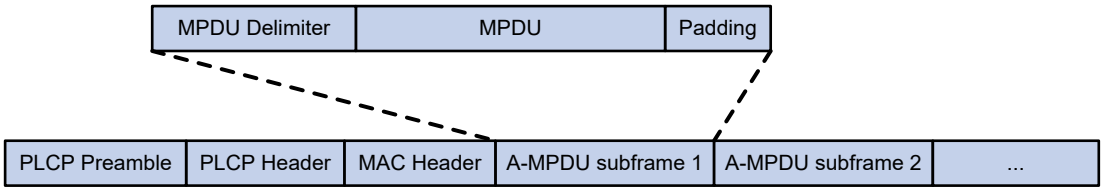


図 2-1 A-MPDU フォーマット

2.1.6 MSDU アグリゲーション

AP もしくはクライアントは、イーサネットヘッダを有する MSDU （MAC Service Data Unit）をカプセル化し、転送するために、フレームを 802.11 フォーマットに変換します。

MSDU アグリゲーションにより、多重の MSDU が 1 つの A-MSDU（Aggregate MSDU）に集約します。これにより、PLCP 序文、PLCP ヘッダ、MAC ヘッダオーバーヘッドが削減され、ネットワーク処理能力と転送効率が向上します。

A-MSDU 内のすべての MSDU は、同じ QoS 優先度、送信元アドレス、宛先アドレスをもたなければなりません。装置が A-MSDU を受信すると、処理のために A-MSDU を多重 MSDU に記憶します。

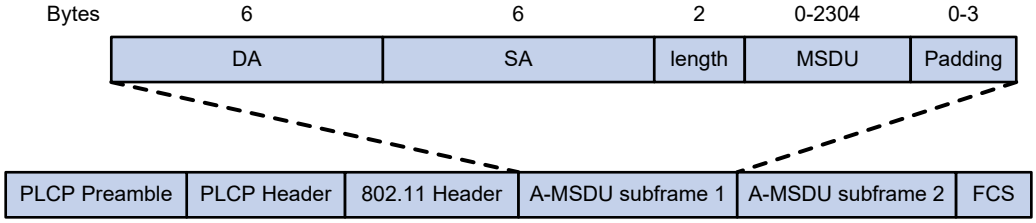


図 2-2 A-MSDU フォーマット

2.1.7 MCS

IEEE 802.11n-2009 内で定義される MCS（Modulation and Coding Scheme）は、変調方式、コーディング、および NSS を決定する値です。MCS は MCS インデックスにより指定され、MCS インデックスは 0～76 の整数で示されます。MCS パラメータは、MCS インデックスからデータ速度までをマッピングしたものです。

表 2-2～表 2-9 は、20 MHz と 40 MHz の両方に対する MCS パラメータの例を示します。

帯域幅モードが 20 MHz のとき、0～15 の MCS インデックスは AP に対して必須であり、0～7 の MCS インデックスはクライアントに対して必須です。

表 2-2 表 2 MCS パラメータ （20 MHz, NSS=1）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
0	1	BPSK	6.5	7.2

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
1	1	QPSK	13.0	14.4
2	1	QPSK	19.5	21.7
3	1	16-QAM	26.0	28.9
4	1	16-QAM	39.0	43.3
5	1	64-QAM	52.0	57.8
6	1	64-QAM	58.5	65.0
7	1	64-QAM	65.0	72.2

表 2-3 MCS パラメータ （20 MHz, NSS=2）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
8	2	BPSK	13.0	14.4
9	2	QPSK	26.0	28.9
10	2	QPSK	39.0	43.3
11	2	16-QAM	52.0	57.8
12	2	16-QAM	78.0	86.7
13	2	64-QAM	104.0	115.6
14	2	64-QAM	117.0	130.0
15	2	64-QAM	130.0	144.4

表 2-4 MCS パラメータ （20 MHz, NSS=3）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
16	3	BPSK	19.5	21.7
17	3	QPSK	39.0	43.3
18	3	QPSK	58.5	65.0
19	3	16-QAM	78.0	86.7
20	3	16-QAM	117.0	130.0
21	3	64-QAM	156.0	173.3
22	3	64-QAM	175.5	195.0
23	3	64-QAM	195.0	216.7

表 2-5 MCS パラメータ （20 MHz, NSS=4）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
24	4	BPSK	26.0	28.9
25	4	QPSK	52.0	57.8
26	4	QPSK	78.0	86.7
27	4	16-QAM	104.0	115.6
28	4	16-QAM	156.0	173.3
29	4	64-QAM	208.0	231.1
30	4	64-QAM	234.0	260.0
31	4	64-QAM	260.0	288.9

表 2-6 MCS パラメータ （40 MHz, NSS=1）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
0	1	BPSK	13.5	15.0
1	1	QPSK	27.0	30.0
2	1	QPSK	40.5	45.0
3	1	16-QAM	54.0	60.0
4	1	16-QAM	81.0	90.0
5	1	64-QAM	108.0	120.0
6	1	64-QAM	121.5	135.0
7	1	64-QAM	135.0	150.0

表 2-7 MCS パラメータ （40 MHz, NSS=2）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
8	2	BPSK	27.0	30.0
9	2	QPSK	54.0	60.0
10	2	QPSK	81.0	90.0
11	2	16-QAM	108.0	120.0
12	2	16-QAM	162.0	180.0
13	2	64-QAM	216.0	240.0
14	2	64-QAM	243.0	270.0
15	2	64-QAM	270.0	300.0

表 2-8 MCS パラメータ （40 MHz, NSS=3）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
16	3	BPSK	40.5	45.0
17	3	QPSK	81.0	90.0
18	3	QPSK	121.5	135.0
19	3	16-QAM	162.0	180.0
20	3	16-QAM	243.0	270.0
21	3	64-QAM	324.0	360.0
22	3	64-QAM	364.5	405.0
23	3	64-QAM	405.0	450.0

表 2-9 MCS パラメータ （40 MHz, NSS=4）

MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			800 ns GI	400 ns GI
24	4	BPSK	54.0	60.0
25	4	QPSK	108.0	120.0
26	4	QPSK	162.0	180.0
27	4	16-QAM	216.0	240.0
28	4	16-QAM	324.0	360.0
29	4	64-QAM	432.0	480.0
30	4	64-QAM	486.0	540.0
31	4	64-QAM	540.0	600.0

MCS インデックスは以下のタイプに分類されます。

- **必須 MCS インデックス**—AP に対して必須の MCS インデックスです。クライアントは、必須 MCS インデックスを AP に対してサポートするときのみ、802.11n AP に関連づけることができます。
- **サポート MCS インデックス**—AP によりサポートされた MCS インデックスです（必須 MCS インデックスは除きます）。サポート MCS インデックスにより、必須 MCS インデックスとサポート MCS インデックスの両方をサポートするクライアントは、AP と接続するためにより高い速度を使用できます。
- **マルチキャスト MCS インデックス**—AP がマルチキャストフレームを転送する速度と一致する MCS インデックスです。

🕮 **メモ：**

- MCS データ速度については IEEE 802.11n-2009 を参照してください。

2.1.8 VHT-MCS

802.11ac は、無線データ速度を示すために、VHT-MCS（Very High Throughput Modulation and Coding Scheme）インデックスを使用します。VHT-MCS は VHT-MCS インデックスにより識別され、VHT-MCS インデックスは 0～9 の整数で表されます。VHT-MCS パラメータは、VHT-MCS インデックスからデータ速度までをマッピングしたものです。

802.11ac は 20 MHz、40 MHz、80MHz、160 MHz の帯域幅モードをサポートし、最大で 8 つの空間ストリームをサポートします。802.11gac は 20 MHz、40 MHz の帯域幅モードをサポートします。

表 2-10～表 2-21 は、AP にサポートされた VHT-MCS パラメータを示します。

表 2-10 VHT-MCS パラメータ （20 MHz, NSS=1）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	6.5	7.2
1	QPSK	13.0	14.4
2	QPSK	19.5	21.7
3	16-QAM	26.0	28.9
4	16-QAM	39.0	43.3
5	64-QAM	52.0	57.8
6	64-QAM	58.5	65.0
7	64-QAM	65.0	72.2
8	256-QAM	78.0	86.7
9	無効		

表 2-11 VHT-MCS パラメータ （20 MHz, NSS=2）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	13.0	14.4
1	QPSK	26.0	28.9
2	QPSK	39.0	43.3
3	16-QAM	52.0	57.8

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
4	16-QAM	78.0	86.7
5	64-QAM	104.0	115.6
6	64-QAM	117.0	130.0
7	64-QAM	130.0	144.4
8	256-QAM	156.0	173.3
9	無効		

表 2-12 VHT-MCS パラメータ （20 MHz, NSS=3）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	19.5	21.7
1	QPSK	39.0	43.3
2	QPSK	58.5	65.0
3	16-QAM	78.0	86.7
4	16-QAM	117.0	130.0
5	64-QAM	156.0	173.3
6	64-QAM	175.5	195.0
7	64-QAM	195.0	216.7
8	256-QAM	234.0	260.0
9	256-QAM	260.0	288.9

表 2-13 VHT-MCS パラメータ （20 MHz, NSS=4）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	26.0	28.9
1	QPSK	52.0	57.8
2	QPSK	78.0	86.7
3	16-QAM	104.0	115.6
4	16-QAM	156.0	173.3
5	64-QAM	208.0	231.1
6	64-QAM	234.0	260.0
7	64-QAM	260.0	288.9
8	256-QAM	312.0	346.7
9	無効		

表 2-14 VHT-MCS パラメータ （40 MHz, NSS=1）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	13.5	15.0
1	QPSK	27.0	30.0
2	QPSK	40.5	45.0
3	16-QAM	54.0	60.0
4	16-QAM	81.0	90.0
5	64-QAM	108.0	120.0
6	64-QAM	121.5	135.0
7	64-QAM	135.0	150.0
8	256-QAM	162.0	180.0

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
9	256-QAM	180.0	200.0

表 2-15 VHT-MCS パラメータ （40 MHz, NSS=2）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	27.0	30.0
1	QPSK	54.0	60.0
2	QPSK	81.0	90.0
3	16-QAM	108.0	120.0
4	16-QAM	162.0	180.0
5	64-QAM	216.0	240.0
6	64-QAM	243.0	270.0
7	64-QAM	270.0	300.0
8	256-QAM	324.0	360.0
9	256-QAM	360.0	400.0

表 2-16 VHT-MCS パラメータ （40 MHz, NSS=3）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	40.5	45.0
1	QPSK	81.0	90.0
2	QPSK	121.5	135.0
3	16-QAM	162.0	180.0
4	16-QAM	243.0	270.0
5	64-QAM	324.0	360.0
6	64-QAM	364.5	405.0
7	64-QAM	405.0	450.0
8	256-QAM	486.0	540.0
9	256-QAM	540.0	600.0

表 2-17 VHT-MCS パラメータ （40 MHz, NSS=4）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	54.0	60.0
1	QPSK	108.0	120.0
2	QPSK	162.0	180.0
3	16-QAM	216.0	240.0
4	16-QAM	324.0	360.0
5	64-QAM	432.0	480.0
6	64-QAM	486.0	540.0
7	64-QAM	540.0	600.0
8	256-QAM	648.0	720.0
9	256-QAM	720.0	800.0

表 2-18 VHT-MCS パラメータ （80 MHz, NSS=1）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	29.3	32.5
1	QPSK	58.5	65.0
2	QPSK	87.8	97.5
3	16-QAM	117.0	130.0
4	16-QAM	175.5	195.0
5	64-QAM	234.0	260.0
6	64-QAM	263.0	292.5
7	64-QAM	292.5	325.0
8	256-QAM	351.0	390.0
9	256-QAM	390.0	433.3

表 2-19 VHT-MCS パラメータ （80 MHz, NSS=2）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	58.5	65.0
1	QPSK	117.0	130.0
2	QPSK	175.5	195.0
3	16-QAM	234.0	260.0
4	16-QAM	351.0	390.0
5	64-QAM	468.0	520.0
6	64-QAM	526.5	585.0
7	64-QAM	585.0	650.0
8	256-QAM	702.0	780.0
9	256-QAM	780.0	866.7

表 2-20 VHT-MCS パラメータ （80 MHz, NSS=3）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	87.8	97.5
1	QPSK	175.5	195.0
2	QPSK	263.3	292.5
3	16-QAM	351.0	390.0
4	16-QAM	526.5	585.0
5	64-QAM	702.0	780.0
6	無効		
7	64-QAM	877.5	975.0
8	256-QAM	1053.0	1170.0
9	256-QAM	1170.0	1300.0

表 2-21 VHT-MCS パラメータ （80 MHz, NSS=4）

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	117.0	130.0
1	QPSK	234.0	260.0
2	QPSK	351.0	390.0
3	16-QAM	468.0	520.0

VHT-MCS インデックス	変調方式	データ速度（Mbps）	
		800 ns GI	400 ns GI
4	16-QAM	702.0	780.0
5	64-QAM	936.0	1040.0
6	64-QAM	1053.0	1170.0
7	64-QAM	1170.0	1300.0
8	256-QAM	1404.0	1560.0
9	256-QAM	1560.0	1733.3

802.11ac の NSS は、以下のタイプに分類されます。

- **必須 NSS**－AP に対して必須の NSS です。クライアントは、AP に対する必須 NSS をサポートするときのみ 802.11ac AP と関連づけることができます。
- **サポート NSS**－AP にサポートされた NSS です（必須 NSS は除きます）。サポート NSS により、必須 NSS とサポート NSS の両方をサポートするクライアントは、AP と接続するためにより高い速度を使用することができます。
- **マルチキャスト NSS**－AP は、マルチキャストフレームを転送するために、VHT-MCS データ速度表内の速度を使用します。

🕮 **メモ：**

- VHT-MCS データ速度については IEEE 802.11ac-2013 を参照してください。

2.1.9 HE-MCS

HE-MCS は、0～11 の整数で表される HE-MCS インデックスによって識別されます。HE-MCS パラメータは、HE-MCS インデックスからデータ速度までをマッピングしたものです。

802.11ax は、20 MHz、40 MHz、80 MHz、および 160 MHz の帯域幅モードをサポートし、最大 8 つの空間ストリームをサポートします。802.11gax は、20MHz および 40MHz の帯域幅モードをサポートします。

表 2-22～表 2-33 に、AP でサポートされている HE-MCS パラメータを示します。

表 2-22 HE-MCS パラメータ（20 MHz, NSS =1）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	1	BPSK	8.0	8.6
1	1	QPSK	16.0	17.2
2	1	QPSK	24.0	25.8
3	1	16-QAM	33.0	34.4
4	1	16-QAM	49.0	51.6
5	1	64-QAM	65.0	68.8
6	1	64-QAM	73.0	77.4
7	1	64-QAM	81.0	86.0
8	1	256-QAM	98.0	103.2
9	1	256-QAM	108.0	114.7
10	1	1024-QAM	122.0	129.0
11	1	1024-QAM	135.0	143.4

表 2-23 HE-MCS パラメータ（20 MHz, NSS =2）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	2	BPSK	16.0	17.2
1	2	QPSK	32.0	34.4
2	2	QPSK	48.0	51.6
3	2	16-QAM	66.0	68.8
4	2	16-QAM	98.0	103.2
5	2	64-QAM	130.0	137.6
6	2	64-QAM	146.0	154.8
7	2	64-QAM	162.0	172.0
8	2	256-QAM	196.0	206.4
9	2	256-QAM	216.0	229.4
10	2	1024-QAM	244.0	258.0
11	2	1024-QAM	270.0	286.8

表 2-24 HE-MCS パラメータ（20 MHz, NSS =3）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	3	BPSK	24.0	25.8
1	3	QPSK	48.0	51.6
2	3	QPSK	72.0	77.4
3	3	16-QAM	99.0	103.2
4	3	16-QAM	147.0	154.8
5	3	64-QAM	195.0	206.4
6	3	64-QAM	219.0	232.2
7	3	64-QAM	243.0	258.0
8	3	256-QAM	294.0	309.6
9	3	256-QAM	324.0	344.1
10	3	1024-QAM	366.0	387.0
11	3	1024-QAM	405.0	430.2

表 2-25 HE-MCS パラメータ（20 MHz, NSS =4）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	4	BPSK	32.0	34.4
1	4	QPSK	64.0	68.8
2	4	QPSK	96.0	103.2
3	4	16-QAM	132.0	137.6
4	4	16-QAM	196.0	206.4
5	4	64-QAM	260.0	275.2
6	4	64-QAM	292.0	309.6
7	4	64-QAM	324.0	344.0
8	4	256-QAM	392.0	412.8
9	4	256-QAM	432.0	458.8
10	4	1024-QAM	488.0	516.0
11	4	1024-QAM	540.0	573.6

表 2-26 HE-MCS パラメータ（40 MHz, NSS =1）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	1	BPSK	16.0	17.2
1	1	QPSK	33.0	34.4
2	1	QPSK	49.0	51.6
3	1	16-QAM	65.0	68.8
4	1	16-QAM	98.0	103.2
5	1	64-QAM	130.0	137.6
6	1	64-QAM	146.0	154.9
7	1	64-QAM	163.0	172.1
8	1	256-QAM	195.0	206.5
9	1	256-QAM	217.0	229.4
10	1	1024-QAM	244.0	258.1
11	1	1024-QAM	271.0	286.8

表 2-27 HE-MCS パラメータ（40 MHz, NSS =2）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	2	BPSK	32.0	34.4
1	2	QPSK	66.0	68.8
2	2	QPSK	98.0	103.2
3	2	16-QAM	130.0	137.6
4	2	16-QAM	196.0	206.4
5	2	64-QAM	260.0	275.2
6	2	64-QAM	292.0	309.8
7	2	64-QAM	326.0	344.2
8	2	256-QAM	390.0	413.0
9	2	256-QAM	434.0	458.8
10	2	1024-QAM	488.0	516.2
11	2	1024-QAM	542.0	573.6

表 2-28 HE-MCS パラメータ（40 MHz, NSS =3）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	3	BPSK	48.0	51.6
1	3	QPSK	99.0	103.2
2	3	QPSK	147.0	154.8
3	3	16-QAM	195.0	206.4
4	3	16-QAM	294.0	309.6
5	3	64-QAM	390.0	412.8
6	3	64-QAM	438.0	464.7
7	3	64-QAM	489.0	516.3
8	3	256-QAM	585.0	619.5
9	3	256-QAM	651.0	688.2
10	3	1024-QAM	732.0	774.3
11	3	1024-QAM	813.0	860.4

表 2-29 HE-MCS パラメータ（40 MHz, NSS =4）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	4	BPSK	64.0	68.8
1	4	QPSK	132.0	137.6
2	4	QPSK	196.0	206.4
3	4	16-QAM	260.0	275.2
4	4	16-QAM	392.0	412.8
5	4	64-QAM	520.0	550.4
6	4	64-QAM	584.0	619.6
7	4	64-QAM	652.0	688.4
8	4	256-QAM	780.0	826.0
9	4	256-QAM	868.0	917.6
10	4	1024-QAM	976.0	1032.4
11	4	1024-QAM	1084.0	1147.2

表 2-30 HE-MCS パラメータ（80 MHz, NSS =1）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	1	BPSK	34.0	36.0
1	1	QPSK	68.0	72.1
2	1	QPSK	102.0	108.1
3	1	16-QAM	136.0	144.1
4	1	16-QAM	204.0	216.2
5	1	64-QAM	272.0	288.2
6	1	64-QAM	306.0	324.4
7	1	64-QAM	340.0	360.3
8	1	256-QAM	408.0	432.4
9	1	256-QAM	453.0	480.4
10	1	1024-QAM	510.0	540.4
11	1	1024-QAM	567.0	600.5

表 2-31 HE-MCS パラメータ（80 MHz, NSS =2）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	2	BPSK	68.0	72.0
1	2	QPSK	136.0	144.2
2	2	QPSK	204.0	216.2
3	2	16-QAM	272.0	288.2
4	2	16-QAM	408.0	432.4
5	2	64-QAM	544.0	576.4
6	2	64-QAM	612.0	648.8
7	2	64-QAM	680.0	720.6
8	2	256-QAM	816.0	864.8
9	4	256-QAM	906.0	960.8
10	4	1024-QAM	1020.0	1080.8
11	4	1024-QAM	1134.0	1201.0

表 2-32 HE-MCS パラメータ（80 MHz, NSS =3）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	3	BPSK	102.0	108.0
1	3	QPSK	204.0	216.3
2	3	QPSK	306.0	324.3
3	3	16-QAM	408.0	432.3
4	3	16-QAM	612.0	648.6
5	3	64-QAM	816.0	864.6
6	3	64-QAM	918.0	973.2
7	3	64-QAM	1020.0	1080.9
8	3	256-QAM	1224.0	1297.2
9	4	256-QAM	1359.0	1441.2
10	4	1024-QAM	1530.0	1621.2
11	4	1024-QAM	1701.0	1801.5

表 2-33 HE-MCS パラメータ（80 MHz, NSS =4）

HE-MCS インデックス	NSS	変調方式	データ速度（Mbps）	
			1600 ns GI	800 ns GI
0	4	BPSK	136.0	144.0
1	4	QPSK	272.0	288.4
2	4	QPSK	408.0	432.4
3	4	16-QAM	544.0	576.4
4	4	16-QAM	816.0	864.8
5	4	64-QAM	1088.0	1152.8
6	4	64-QAM	1224.0	1297.6
7	4	64-QAM	1360.0	1441.2
8	4	256-QAM	1632.0	1729.6
9	4	256-QAM	1812.0	1921.6
10	4	1024-QAM	2040.0	2161.6
11	4	1024-QAM	2268.0	2402.0

802.11ax の HE-MCS は、以下のタイプに分類されます。

- **必須 HE-MCS**－AP に対して必須の HE-MCS です。802.11ax AP に関連づけるには、クライアントは AP に対する必須 HE-MCS をサポートする必要があります。
- **サポート HE-MCS**－必須 HE-MCS に加えて、AP によってサポートされる HE-MCS です。クライアントが必須とサポートされている HE-MCS の両方をサポートしている場合、クライアントはサポートされている速度を使用して AP と通信できます。
- **マルチキャスト HE-MCS**－AP がマルチキャストフレームを送信する速度の HE-MCS です。

🕮 **メモ：**

- すべての HE-MCS データ速度については、IEEE802.11ax を参照してください。

2.1.10 OFDMA

802.11 a、802.11 g、802.11 n、および 802.11 ac では、データ伝送に直交周波数分割多重方式 (OFDM) を使用して、1 人のユーザが特定の時間帯にすべてのサブキャリアでデータ

を伝送できるようにします。OFDM に基づき、直交周波数分割多元接続 (OFDMA) は、特定のサブキャリア (トーン) を持つ Resource Unit (RU) として知られるサブチャネルにチャネルを分割し、同時伝送のために異なる RU を異なるユーザに割り当てます。これにより、データレートが増加し、伝送遅延が減少します。

802.11 ax は OFDMA を使用し、いくつかのヌルサブキャリアを予約して、RU でのサブキャリア間干渉を低減します。

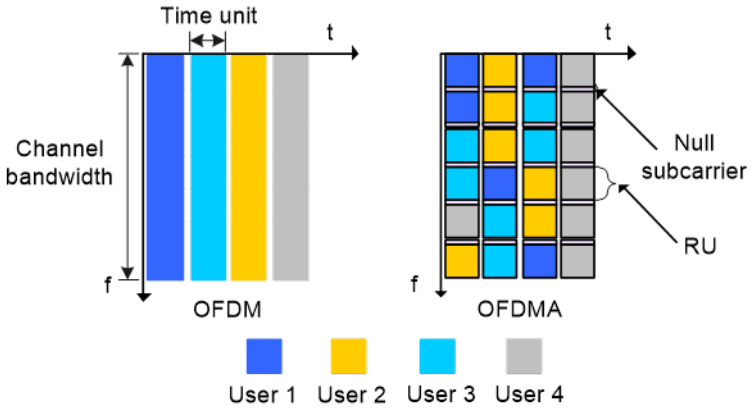


図 2-3 OFDM および OFDMA の動作モード

2.1.11 MU-MIMO

マルチユーザ Multiple-Input Multiple-Output (MU-MIMO) は、帯域幅を個々のストリームに分割して、複数のユーザが同時にデータを送受信できるようにします。

- ダウンリンク MU-MIMO では、AP はビームフォーミングを使用して、異なる場所にある無線クライアントにパケットを送信します。複数の無線クライアントは AP から同時にデータを受信できるようになります。

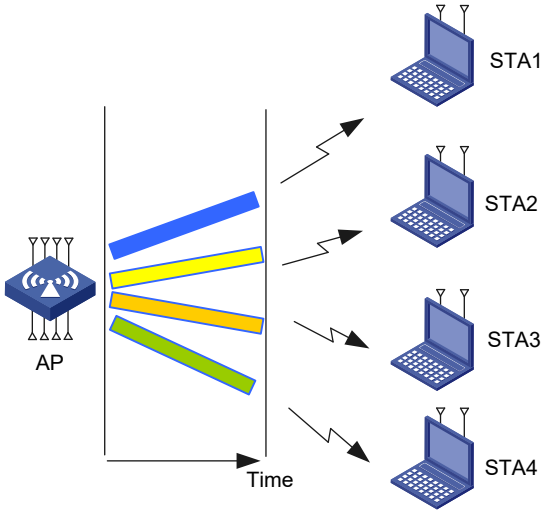


図 2-4 ダウンリンク MU-MIMO

2.1.12 Spatial reuse

Spatial reuse は、無線クライアントが重複する基本サービスセット (OBSS) からの信号を識別し、無線の衝突を回避し、干渉を管理するために特定の情報を使用するのに役立ちます。高密度環境におけるシステム性能とスペクトル資源利用を効果的に改善できます。

802.11 ax は、BSS ごとに BSS カラーと呼ばれる一意でない ID (1 から 63 の範囲)を割り当てて、パケットがクライアントと同じ BSS からのものかどうかを識別できるようにします。

クライアントは 802.11 ax パケットを受信すると、まずパケットヘッダの色を調べます。カラーが関連する AP の BSS のカラーと同じである場合、クライアントはそのパケットが Intra-BSS パケットであると判断します。色が関連する AP の BSS の色と異なる場合、クライアントはそのパケットが BSS 間パケットであると判断します。クライアントは内部 BSS パケットだけを処理し、内部 BSS パケットは無視します。

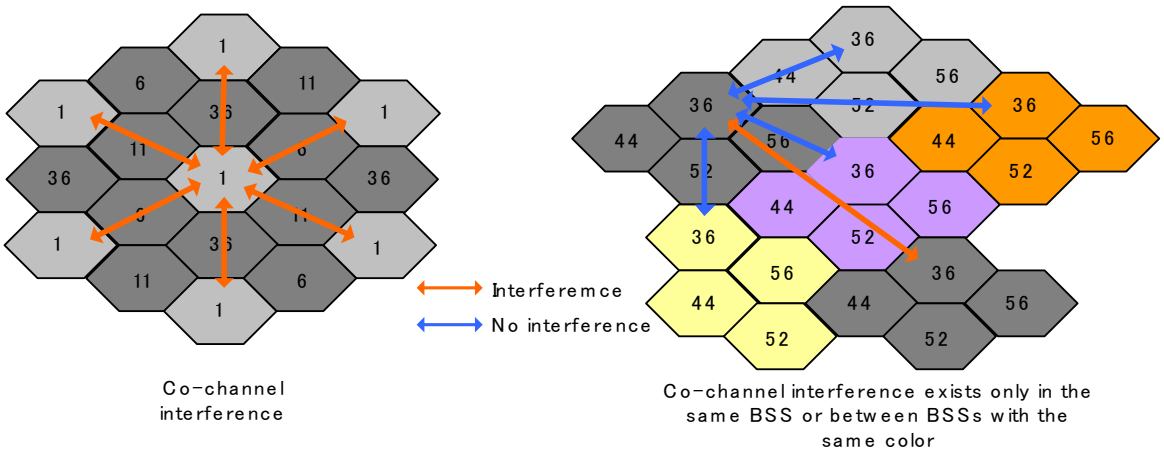


図 2-5 BSS カラーリング

2.2 設定の制限とガイドライン

設定の優先順位は radio view、AP group radio view、global configuration view の順番で優先します。

2.3 設定作業リスト

操作	補足
（必須設定項目） 無線の有効化/無効化	—
（必須設定項目） 無線モードの指定	—
（オプション設定項目） 基本的な無線機能の設定 • 作動チャネルの指定	基本的な無線機能はすべての無線に適用されます。

操作	補足
• 自動チャネル選択による欧州チャネルギャップを使用する2.4GHzの設定 • ブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択の設定 • アンテナタイプの設定 • アンテナゲインの設定 • 最大伝送電力の設定 • 電力ロックの設定 • 伝送速度の設定 • プリアンプルタイプの設定 • 最大伝送距離の設定 • ビーコン間隔の設定 • DTIM間隔の設定 • APに関連づけるクライアントの最大数の設定 • 802.11bクライアントアクセスの設定 • ANIの設定 • 衝突回避モードの指定 • RTSしきい値の設定 • 802.11g保護の設定 • フラグメンテーションしきい値の設定 • ハードウェアの再伝送の最大数の設定 • オンデマンドでのチャネル使用率の測定 • チャネル使用率アラーム閾値の設定 • サービステンプレートの無線モードの設定	
（オプション設定項目） 802.11n機能の設定 • A-MPDUアグリゲーション方式の指定 • A-MSDUアグリゲーション方式の指定 • ショートGIの設定 • LDPCの設定 • STBCの設定 • MCSインデックスの設定 • 802.11nと802.11ac/axクライアント限定のアクセスの設定 • 802.11n帯域幅モードの設定 • エネルギ節約機能の設定 • 802.11n保護の設定	80211n機能は802.11an、802.11gn、802.11ac、802.11gac、802.11ax、802.11gax無線にのみ適用されます。
（オプション設定項目） 802.11ac/ax機能の設定 • NSSの設定 • 802.11ac/axクライアント限定アクセスの設定 • 802.11ac/ax帯域幅モードの設定	802.11ac/ax機能は802.11ac、802.11gac、802.11ax、802.11gax無線にのみ適用されます。

操作	補足
• TxBFの設定	
（オプション設定項目）スマートアンテナ機能の設定	—

2.4 無線の有効化/無効化

2.4.1 すべての無線の有効化/無効化

注意：
すべての無線を無効にした場合、ワイヤレスサービスが終了します。無効にする場合は影響を十分に考慮して行ってください。

この機能は手動 AP とオンライン自動 AP でのみ適用します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． すべての無線を有効あるいは無効にする	**wlan radio** { **enable** | **disable** }	デフォルト：無線はradio viewあるいはAP group radio viewで有効にしない限り無効です。

2.4.2 radio view での無線の有効化/無効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 無線を有効あるいは無効にする	**radio** { **enable** | **disable** }	デフォルト：**wlan radio enable**コマンドがsystem viewで実行されている場合、有効です。実行されていない場合、AP group radio viewの設定を使用します。

2.4.3 AP group radio view での無線の有効化/無効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 無線を有効にする	**radio** { **enable** | **disable** }	デフォルト：**wlan radio enable**コマンドがsystem view で実行されていない場合、無効です。

2.5 無線モードの指定

⚠ **注意：**

有効化した無線モードを修正すると、関連したすべてのクライアントがログオフになります。

🕮 **メモ：**

- QX-W1100 シリーズは Raido3 で 802.11a、ac、an も指定できますが設定した場合 Raido3 が無効になります。
- QX-W1120 は Radio3 で 802.11gax を設定することができません。Radio 3 を 802.11a、ac、an のいずれかに設定することで、Radio 2 を 802.11gax に設定することができます。

無線モードに応じてチャネルと伝送電力をサポートします。無線モードを変更するとき、システムはチャネルと電力パラメータを自動で無線に適用します。

I. radio view での無線モードの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 無線モードを指定する	**type** { **dot11a** | **dot11ac** | **dot11an** | **dot11ax** | **dot11b** | **dot11g** | **dot11gac** | **dot11gax** | **dot11gn** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での無線モードの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 無線モードを指定する	**type** { **dot11a** | **dot11ac** | **dot11an** | **dot11ax** | **dot11b** | **dot11g** | **dot11gac** | **dot11gax** | **dot11gn** }	デフォルト：APモデルにより異なります。

2.6 基本的な無線機能の設定

2.6.1 作動チャネルの指定

無線装置と非無線装置の両方からのインタフェースを削減するためにこのタスクを実行します。

無線チャネルを選択するため、手動もしくはシステムで自動に設定することができます。

無線の作動チャネル上でレーダ信号が検出されると、チャネルが手動で指定されているか自動的に割り当てられているかにかかわらず、無線は使用中のチャネルを変更します。レーダチャネルスイッチバックが有効の場合は、30 分経過後に変更前に使用していたチャネルに戻り、静止タイマを起動します。静止時間内にレーダ信号が検出されなければ、無線はそのチャネルの使用を開始します。静止時間内にレーダ信号が検出されると、無線は再びチャネルを変更します。

レーダチャネルスイッチバックが無効の場合は、30 分経過しても変更後のチャネルを使用し続けます。

I. radio view での作動チャネルの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 作動チャネルを指定する	**channel** { *channel-number* | **auto** { **lock** | **unlock** } }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での作動チャネルの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 作動チャネルを指定する	**channel** { *channel-number* | **auto** { **lock** | **unlock** } }	デフォルト：ACは無線に対して自動でチャネルを選択し、ロックしません。

2.6.2 自動チャネル選択による欧州チャネルギャップを使用する 2.4GHz の設定

2.4GHz 無線は、チャネル 1、6、11 を自動で選択するため、デフォルトで非欧州チャネルのギャップ 5 を使用します。この機能を有効にすることで、欧州チャネルギャップ 6 を使用し、チャネル 1、7、13 を自動で選択することができます。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． 自動チャネル選択による欧州チャネルギャップを使用する 2.4GHz を設定する	**auto-channel european-gap enable**	デフォルト：無効

2.6.3 ブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択の設定

この機能を行うと、AP で自動チャネルを使用するとき、ブラックリストのチャネルを選択しない、あるいはホワイトリストのチャネルのみ選択することができます。同一 AP でブラックリストとホワイトリストのチャネルの両方を設定することはできません。

I. radio view でのブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． ブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択を設定する	**channel auto-select** { **blacklist** | **whitelist** } *channel-number*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． ブラックリスト、ホワイトリストのチャネル選択を設定する	**channel auto-select** { **blacklist** | **whitelist** } *channel-number*	デフォルト：設定なし

2.6.4 アンテナタイプの設定

🕮 **メモ：**
AP にサポートされたアンテナタイプは、装置モデルにより変わります。

AP がサードパーティ（第三者）製のアンテナを使用する場合、AP が使用するアンテナのタイプにアンテナタイプを設定しなければなりません。

伝送電力が適切な範囲内で保証するようにアンテナタイプを設定したあと、アンテナゲインは自動で変更します。

I. radio view でのアンテナタイプの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときはAP名とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． アンテナタイプを設定する	**antenna type** *antenna-type*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのアンテナタイプの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。

操作	コマンド	補足
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． アンテナタイプを設定する	**antenna type** *antenna-type*	デフォルト：装置モデルによって異なります。

2.6.5 アンテナゲインの設定

⚠ **重要**：
この機能は、AP がサードパーティ製のアンテナを使用するときにのみ使用可能です。

実効輻射電力（EIRP）は、アンテナの実質的な伝送電力であり、無線のアンテナゲインと最大伝送電力の合計です。

AP がサードパーティ製のアンテナを使用する場合、AP が使用するアンテナのゲインにアンテナゲインを設定しなければなりません。

I. radio view でのアンテナゲインの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． アンテナゲインを設定する	**custom-antenna gain** *antenna-gain*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのアンテナゲインの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
5. アンテナゲインを設定する	**custom-antenna gain** *antenna-gain*	デフォルト：0 dBi

2.6.6 最大伝送電力の設定

最大伝送電力が、無線にサポートされた伝送電力範囲内であることを確認します。無線にサポートされた伝送電力範囲は、カントリーコード、チャネル、AP モデル、無線モード、アンテナタイプ、帯域幅モードにより変化します。最大伝送電力を設定後、無線に対するこれらの特性を変更する場合、設定された最大伝送電力がサポートされた伝送電力の範囲を超える可能性があります。範囲を超えた場合、システムは自動的に最大伝送電力を有効な値に適応させます。

電力ロックを有効にする場合、ロックされた電力が最大伝送電力になります。電力ロックに関する詳細な情報については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”* の *“電力ロックの設定”* を参照してください。

I. radio view での最大伝送電力の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 最大伝送電力を設定する	**max-power** *radio-power*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での最大伝送電力の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 最大伝送電力を設定する	**max-power** *radio-power*	デフォルト：無線はサポートされた最大伝送電力を使用します。

2.6.7 電力ロックの設定

電力ロックコマンドは TPC(RRM)機能と同時に使用します。TPC(RRM)機能は電力値を自動的に変更します。変更中の電力値をそのまま継続して使用したい場合に"power-lock enable"にします。通常はこのコマンドを使用する必用はありません。

電力値の変更が多い場合、一部の装置の電力値を固定して状況が変化するか確認することができます。

電力ロックを有効にする場合、現在の電力はロックされ、最大伝送電力となります。ロックされた電力は、AC を再始動したのちも適用されます。

電力ロックを有効にした無線が、ロックされた電力より低い電力を供給する新たなチャネルに切り替わる場合、新規のチャネルによってサポートされた最大電力が適用されます。

I. radio view での電力ロックの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 電力ロックを設定する	**power-lock** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での電力ロックの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 電力ロックを設定する	**power-lock** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.6.8 伝送速度の設定

伝送速度は以下のタイプに分類されます。

- **禁止速度**—AP により使用できない速度です。
- **必須速度**—AP と関連づけるためにクライアントがサポートしなければならない速度です。

- **サポート速度**—AP がサポートする速度です。クライアントが AP と関連づけられたたあと、クライアントは AP と接続するために、サポートされた速度より高い速度を選択することができます。多くのインタフェース、再伝送、あるいはパケット廃棄を検出したとき、AP は自動的に伝送速度を低減します。また少ないインタフェース、再伝送、パケット廃棄を検出したとき、自動的に伝送速度を増加します。
- **マルチキャスト速度**—AP 伝送マルチキャストとブロードキャストが伝送する速度です。マルチキャスト速度は必須速度から選択する必要があります。

I. radio view での伝送速度の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 無線に伝送速度を設定する	**rate** { **multicast** { **auto** | *rate-value* } | { **disabled** | **mandatory** | **supported** } *rate-value* }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での伝送速度の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view を入力する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

5． 無線に伝送速度を設定する	**rate** { **multicast** { **auto** | *rate-value* } | { **disabled** | **mandatory** | **supported** } *rate-value* }	デフォルト：
		• 802.11a/802.11an/802.11ac/802.11ax無線：
		  • **禁止速度**：なし
		  • **必須速度**：6、12、24
		  • **マルチキャスト速度**：必須速度から選択します。
		  • **サポート速度**：9、18、36、48、54
		• 802.11b 無線：
		  • **禁止速度**：なし
		  • **必須速度**：1、2

操作	コマンド	補足
		• **マルチキャスト速度**：必須速度から選択します。 • **サポート速度**：5.5、11 ● 802.11g/802.11gn/802.11gac/802.11gax無線： • **禁止速度**：なし • **必須速度**：1、2、5.5、11 • **マルチキャスト速度**：必須速度から選択します。 • **サポート速度**：9、12、18、24、36、48、54

2.6.9 プリアンプルタイプの設定

重要：
プリアンプルタイプの設定機能は、802.11b 無線、802.11g 無線、802.11gn 無線に対してのみ適用されます。

プリアンプルは、送信側と受信側の間で伝送信号を同期させるためのパケットヘッダ内のビットのセットです。short プリアンプルはネットワーク性能を改善し、long プリアンプルは初期モデルのすべての無線装置との互換性を保証します。

I. radio view でのプリアンプルタイプの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. プリアンプルタイプを設定する	**preamble** { **long** | **short** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのプリアンプルタイプの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． プリアンプルタイプを設定する	**preamble** { **long** | **short** }	デフォルト：**short**

2.6.10 最大伝送距離の設定

無線信号の強さは、伝送距離が大きくなるにつれて徐々に低下します。無線信号の最大伝送距離は、周辺の環境や外部アンテナの使用の有無に依存します。

- **外部アンテナ不使用**—約 300m。
- **外部アンテナ使用**—30km～50km
- **障害のあるエリア**—35m～50m

I. radio view での最大伝送距離の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 最大伝送距離を設定する	**distance** *distance*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での最大伝送距離の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
5. 最大伝送距離を設定する	**distance** *distance*	デフォルト：1km

2.6.11 ビーコン間隔の設定

AP が、指定された間隔でビーコンフレームをブロードキャストできるように、ビーコン間隔を設定します。小さなビーコン間隔により、クライアントは AP を容易に検出することができますが、より多くのシステムリソースを消費します。

I. radio view でのビーコン間隔の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. ビーコン間隔を設定する	**beacon-interval** *interval*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのビーコン間隔の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. ビーコン間隔を設定する	**beacon-interval** *interval*	デフォルト：100 TU

2.6.12 DTIM 間隔の設定

AP は、DTIM（Delivery Traffic Indication Map）に従ったビーコンを周期的にブロードキャストします。ビーコンをブロードキャストしたのち、AP は DTIM 間隔の値にもとづいてバッファされたブロードキャストとマルチキャストフレームを送信します。たとえば、DTIM 間隔を 5 に設定した場合、AP はバッファされたブロードキャストとマルチキャストフレームを 5 ビーコンフレームごとに送信します。

I. radio view での DTIM 間隔の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． DTIM 間隔を設定する	**dtim** counter	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での DTIM 間隔の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． DTIM 間隔を設定する	**dtim** *counter*	デフォルト：1

2.6.13 AP に関連づけるクライアントの最大数の設定

クライアントの数が AP 上で最大になると、AP は新たなクライアントの許可を停止します。これにより、AP に過負荷がかかることを防ぎます。

I. radio view での AP に関連づけるクライアントの最大数の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． AP に関連づけるクライアントの最大数を設定する	**client max-count** *max-number*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での AP に関連づけるクライアントの最大数の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． AP に関連づけるクライアントの最大数を設定する	**client max-count** *max-number*	デフォルト：設定なし（各APの最大接続数）

2.6.14 802.11b クライアント拒否の設定

低速度の 802.11b クライアントの影響を軽減し、無線データ伝送の速度をあげるために、802.11g 無線、802.11gn 無線、802.11gac 無線、802.11gax 無線に 802.11b クライアントにアクセスするのを禁止するように設定できます。

I. radio view での 802.11b クライアント拒否の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 802.11b クライアント拒否を設定する	**client dot11b-forbidden** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 802.11b クライアント拒否の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 802.11b クライアント拒否を設定する	**client dot11b-forbidden** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.6.15 ANI の設定

ANI（Adaptive Noise Immunity）は、周辺環境からの干渉を減少させるために、無線装置が環境にもとづいた騒音防止レベルを調整できるようにします。

I. radio view での ANI の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． ANI を設定する	**ani** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での ANI の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． ANI を設定する	**ani** { **disable** | **enable** }	デフォルト：有効

2.6.16 衝突回避モードの指定

無線装置は半二重モードで作動し、データの送受信を同時に行うことはできません。802.11 により、衝突を回避するために、無線装置は RTS（Request to Send）パケットもしくは CTS（Clear to Send）パケットを送信できるようになります。

AP に対して以下の衝突回避モードのいずれかを指定することができます。

- **RTS/CTS**－AP は、クライアントにデータを送信する前に、RTS パケットを送信します。RTS パケットを受信したあと、クライアントは CTS パケットを AP に送信します。CTS パケット受信後、AP はデータの送信を開始します。また、その RTS パケットもしくは CTS パケットを検出した別の装置が、指定された時間内にデータを送信することはありません。

🕮 **メモ：**

802.11b 無線は RTS/CTS モードのみサポートします。

- **CTS-to-self**－AP は、クライアントにデータを送信する前に、CTS パケットを送信します。この CTS パケットには、AP 自体の MAC アドレスが宛先 MAC アドレスとして付随されています。CTS-to-self パケット受信後、AP はデータの送信を開始します。また、その CTS-to-self パケットを受信した別の装置が、指定された時間内にデータを送信することはありません。CTS-to-self モードにより伝送時間は減少しますが、隠れたノード問題を引き起こす可能性があります。

無線リソース効率を保証するために、以下の条件が満たされるときに限り衝突回避が適用されます。

- 送信されるパケットが、RTS しきい値 2346 バイトより長い場合。
- 802.11g 保護もしくは 802.11n 保護が有効な場合。802.11g 保護もしくは 802.11n 保護に関する詳細な情報は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”* の *“802.11g 保護の設定”* と *“802.11n 保護の設定”* を参照してください。

I. radio view での衝突回避モードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 衝突回避モードを指定する	**protection-mode** { **cts-to-self** | **rts-cts** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での衝突回避モードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 衝突回避モードを指定する	**protection-mode** { **cts-to-self** | **rts-cts** }	デフォルト：CTS-to-selfモード

2.6.17 RTS しきい値の設定

802.11 により、無線装置は衝突回避のために RTS パケットもしくは CTS パケットを送信できるようになります。しかし、過度な RTS パケットや CTS パケットはシステムリソースの過剰消費の原因となり、伝送効率を低下させます。この問題を解決するために、RTS しきい値を設定することができます。このシステムは、パケットが RTS しきい値より大きい場合に限り衝突回避を実行します。

低密度 WLAN 内では、ネットワークの処理能力と効率を向上させるために RTS しきい値を増加させます。

高密度 WLAN 内では、ネットワーク内の衝突を減少させるために RTS しきい値を低下させます。

I. radio view での RTS しきい値の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． RTS しきい値を設定する	**protection-threshold** size	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での RTS しきい値の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． RTS しきい値を設定する	**protection-threshold** *size*	デフォルト： 2346 バイト

2.6.18 802.11g 保護の設定

重要：
この機能は、802.11g 無線と 802.11n（2.4GHz）無線、802.11gac 無線、802.11gax 無線にのみ適用されます。

802.11b と 802.11g のクライアントの両方が WLAN 内に存在しているとき、両者は異なる変調モードを使用するため伝送衝突が生じる可能性があります。802.11g 保護を設定することにより、そのような衝突を回避することができます。また、メディアに対するアクセスを遅らせるように 802.11b クライアントに知らせるために、802.11g、802.11n、802.11ac、802.11ax 装置が RTS/CTS パケットまたは CTS-to-self パケットを送信できるようになります。RTS/CTS または CTS-to-self に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”* の *“衝突回避モードの指定”* を参照してください。

802.11g、802.11n、802.11gac 装置は、チャネル上で 802.11b 信号を検出したときに限り、データを送信する前に RTS/CTS パケットもしくは CTS-to-self パケットを送信します。

802.11g 保護は、802.11b クライアントが 802.11g、802.11n（2.4 GHz）、802.11gac、802.11gax AP に関連づけされたとき、自動的に適用されます。

I. radio view での 802.11g 保護の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 802.11g 保護を設定する	**dot11g protection** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 802.11g 保護の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 802.11g 保護を設定する	**dot11g protection** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.6.19 フラグメンテーションしきい値の設定

フラグメンテーションのしきい値より大きいフレームは、伝送の前にフラグメントされます。フラグメンテーションのしきい値より小さいフレームは、フラグメントされずに伝送されます。

多くのインタフェースを有する WLAN 内では、ネットワーク処理能力と効率を向上させるために、フラグメンテーションのしきい値を低く設定してください。

I. radio view でのフラグメンテーションしきい値の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． フラグメンテーションしきい値を設定する	**fragment-threshold** size	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのフラグメンテーションしきい値の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． フラグメンテーションしきい値を設定する	**fragment-threshold** *size*	デフォルト： 2346バイト

2.6.20 ハードウェア再伝送の最大数の設定

無線ネットワークにおいて、ユニキャストフレームは Acknowledgement を必要とします。装置がパケットに対する Acknowledgement の受信に失敗した場合、装置はパケットを再伝送します。

装置が Acknowledgement の受信に失敗しつづけ、フレーム再伝送の最大値に達した場合、装置はパケットを破棄し上位レイヤに伝送失敗のプロトコルを通知します。

ハードウェア再伝送の最大数の値を、大きいフレームと小さいフレームに対して異なる値で設定することができます。大きいフレームとは、RTS しきい値より大きいフレームを示し、小さいフレームとは、RTS しきい値以下のフレームを示します。

大きいフレームの伝送には、大きなバッファサイズと長い時間が必要となります。なぜなら、システムは大きなフレームを伝送する前に、衝突回避を実行しなければならないからです。したがって、システムバッファと伝送時間を節約するために、大きなフレームに対するハードウェア再伝送の最大数を小さくすることができます。

I. radio view でのフレーム再伝送の最大数の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 小さいフレームに対するフレーム再伝送の最大数を設定する	**short-retry threshold** *count*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。
5． 大きいフレームに対するフレーム再伝送の最大数を設定する	**long-retry threshold** *count*	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのフレーム再伝送の最大数の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—

操作	コマンド	補足
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 小さいフレームに対するフレーム再伝送の最大数を設定する	**short-retry threshold** *count*	デフォルト：7
6． 大きいフレームに対するフレーム再伝送の最大数を設定する	**long-retry threshold** *count*	デフォルト：4

2.6.21 オンデマンドでのチャネル使用率の測定

この機能は、AP でサポートされるチャネルと、スキャニングを行った後、チャネルの使用率を表示します。

以下にオンデマンドでのチャネル使用率を測定する手順を示します。

操作	コマンド
1． system view に移行する	**system-view**
2． AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*
4． オンデマンドでのチャネル使用率を測定する	**channel-usage measure**

2.6.22 チャネル使用率アラーム閾値の設定

🕮 **メモ：**

チャネル使用率アラーム閾値の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

チャネル使用率がしきい値を超えると、装置は info-center にアラームを報告します。

以下にチャネル使用率アラームしきい値を設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． チャネル使用率アラームのしきい値を設定する	**channel-usage threshold** *threshold*	デフォルト：90%。

2.6.23 サービステンプレートの無線モードの設定

🕮 **メモ：**

サービステンプレートの無線モードの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソ フトウェアからサポートしています。

デフォルトでは、無線に設定した無線モードが、この無線によって提供されるすべての BSS に適用されます。

無線が異なる無線モードを使用して BSS を提供するには、サービステンプレート毎に異なる無線モードを指定しサービステンプレートを無線にバインドします。

2.4 GHz 無線モードのレベルは、802.11gax、802.11gac、802.11gn、802.11g の順に低くなります。

5 GHz 無線モードのレベルは、802.11ax、802.11ac、802.11an、802.11a の順に低くなります。

Service template view と Radio view の両方で無線モードを設定すると、下位レベルの無線モードが有効になります。Radio view で指定した無線モードのレベルが、バインドされたサービステンプレートのいずれかで指定した無線モードよりも高いことを確認してください。

この作業を実行する前に、サービステンプレートが無効になっていることを確認してください。

以下にサービステンプレートの無線モードの設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． 無線モードを指定する	• **radio-type 2.4g** { **dot11g** | **dot11gac** | **dot11gax** | **dot11gn** } • **radio-type 5g** { **dot11a** | **dot11ac** | **dot11an** | **dot11ax** }	デフォルト：設定なし

2.6.24 レーダチャネルスイッチバックの設定

🕮 **メモ：**

レーダチャネルスイッチバックの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

無線の作動チャネル上でレーダ信号が検出されると、チャネルが手動で指定されているか自動的に割り当てられているかにかかわらず、無線は使用中のチャネルを変更します。

レーダチャネルスイッチバックを無効にすると、レーダ信号の検出によるチャネル変更をしてから 30 分経過しても、AP が元のチャネルに切り替えないようにすることができます。この場合、AP は新しいチャネルを使用し続けます。

以下にレーダチャネルスイッチバックの設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． global configuration view へ移行する	**wlan global-configuration**	—
3． レーダチャネルスイッチバックを設定する	**radar-channel-switchback disable**	デフォルト：有効

2.7 802.11n機能の設定

🕮 **メモ：**

802.11n に対するサポートは装置のモデルに依存します。

⚠ **重要：**

AP に対して 802.11n 機能を設定するとき、別のユーザが同じ AP に対して 802.1n 機能を設定している場合、設定は失敗します。

IEEE 802.11n は、高品質の無線サービスを提供し、WLAN が Ethernet と同じネットワークパフォーマンスを実現できるように定義されました。802.11n は、物理レイヤと MAC（Media Access Control）レイヤを最適化することにより、WLAN の処理能力と伝送速度を向上させます。

802.11n の物理レイヤは、OFDM にもとづいています。802.11n は、物理レイヤでの高い処理能力を実現するために、MIMO（Multiple Input Multiple Output）、40MHz 帯域幅、ショート GI（Guard Interval）、STBC（Space-Time Block Coding）、および LDPC（Low-Density Parity Check）を使用します。また、802.11n は、MAC レイヤでの伝送効率を向上させるために、A-MPDU、A-MSDU、および BA（Block Acknowledgment）を使用します。

2.7.1 A-MPDU アグリゲーション方式の指定

I. radio view での A-MPDU アグリゲーション方式の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． A-MPDU アグリゲーション方式を指定する	**a-mpdu** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での A-MPDU アグリゲーション方式の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． A-MPDU アグリゲーション方式を指定する	**a-mpdu** { **disable** | **enable** }	デフォルト： 無効

2.7.2 A-MSDU アグリゲーション方式の指定

I. radio view での A-MSDU アグリゲーション方式の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． A-MSDU アグリゲーション方式を指定する	**a-msdu** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での A-MSDU アグリゲーション方式の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． A-MSDU アグリゲーション方式を指定する	**a-msdu** { **disable** | **enable** }	デフォルト：有効

2.7.3 ショート GI の設定

802.11 OFDM は、伝送するためフレームをデータブロックにフラグメントします。また、データブロック伝送が互いに干渉せず、伝送遅延の影響を受けづらくなることを保障するため、802.11 OFDM は GI を使用します。

802.11a/g に使用される GI は 800ns です。802.11n は 400ns のショート GI をサポートします。ショート GI により、データ速度は 10%向上します。

20MHz 帯域幅モードと 40MHz 帯域幅モードのどちらもショート GI をサポートします。

I. radio view でのショート GI の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． ショート GI を設定する	**short-gi** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのショート GI の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． ショート GI を設定する	**short-gi** { **disable** | **enable** }	デフォルト：有効

2.7.4 LDPC の設定

802.11n は、S/N 比（信号対雑音比）と伝送品質を向上させるために、LDPC（Low-Density Parity Check）機能を導入します。LDPC は、両端が LDPC をサポートするときに限り適用されます。

I. radio view での LDPC の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． LDPC を設定する	**ldpc** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での LDPC の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． LDPC を設定する	**ldpc** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.7.5 STBC の設定

STBC（Space-Time Block Coding）機能により、データ伝送の信頼性を向上させることができます。また、STBC 機能は、クライアントに対して高い伝送速度を要求しません。

I. radio view での STBC の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
4． STBC を設定する	**stbc** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での STBC の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． STBC を設定する	**stbc** { **disable** | **enable** }	デフォルト：有効

2.7.6 MCS インデックスの設定

802.11n AP に対して MCS インデックスを設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- 802.11n クライアントは、ユニキャストフレームを送信するために、MCS インデックスと一致した速度を使用します。802.11a/b/g クライアントは、ユニキャストフレームを送信するために、802.11a/b/g 速度を使用します。
- マルチキャスト MCS インデックスを設定しない場合、802.11n クライアントと AP は、マルチキャストフレームを送信するために、802.11a/b/g マルチキャスト速度を使用します。マルチキャスト MCS インデックスを設定する場合、以下のケースのいずれかが発生します。
  - □ すべてのクライアントが 802.11n クライアントの場合、AP とクライアントはマルチキャストフレームを送信するために、マルチキャスト MCS インデックスと一致する速度を使用します。
  - □ 802.11a/b/g クライアントが存在する場合、AP とクライアントはマルチキャストフレームを送信するために、802.11a/b/g マルチキャスト速度を使用します。
- 最大必須 MCS インデックスあるいはサポート MCS インデックスを設定するとき、実際に範囲を指定します。たとえば、最大必須 MCS インデックスを 5 に設定する場合、0～5 の MCS インデックスに一致する速度が 802.11n 必須速度として設定されます。

I. radio view での MCS インデックスの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
4. 最大必須 MCS インデックスを設定する	**dot11n mandatory maximum-mcs** *index*	デフォルト： ● 最大サポートMCSインデックスが設定されている場合、最大必須MCSインデックスは設定されません。 ● 最大サポートMCSインデックスが設定されていない場合、無線はAP group radio viewの設定を使用します。
5. 最大サポート MCS インデックスを設定する	**dot11n support maximum-mcs** *index*	デフォルト： ● 最大必須MCSインデックスが設定されている場合、最大サポートMCSインデックスは76です。 ● 最大必須MCSインデックスが設定されていない場合、無線はAP group radio viewの設定を使用します。 最大サポートMCSインデックスは、最大必須MCSインデックスより小さくすることはできません。
6. マルチキャスト MCS インデックスを設定する	**dot11n multicast-mcs** *index*	デフォルト： ● 最大サポートMCSインデックスまたは最大必須MCSインデックスが設定されている場合、マルチキャストMCSインデックスは設定されません。 ● 最大サポートMCSインデックスと最大必須MCSインデックスのどちらも設定されていない場合、無線はAP group radio viewの設定を使用します。 マルチキャストMCSインデックスは、最大必須MCSインデックスより大きくすることはできません。

II. AP group radio view での MCS インデックスの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。

操作	コマンド	補足
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 最大必須 MCS インデックスを設定する	**dot11n mandatory maximum-mcs** *index*	デフォルト：設定なし
6． 最大サポート MCS インデックスを設定する	**dot11n support maximum-mcs** *index*	デフォルト： 76 最大サポートMCSインデックスは、最大必須MCSインデックスより小さくすることはできません。
7． マルチキャスト MCS インデックスを設定する	**dot11n multicast-mcs** *index*	デフォルト：設定なし マルチキャストMCSインデックスは、最大必須MCSインデックスより大きくすることはできません。

2.7.7 802.11n/ac/ax クライアント限定アクセスの設定

低速の 802.11a/b/g クライアントの影響を減らし、無線データ通信を加速するために、802.11n/ac/ax クライアントにのみアクセスできるように AP を設定することができます。

I. radio view での 802.11n/ac/ax クライアント限定アクセスの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 802.11n/ac/ax クライアント限定アクセスを設定する	**client dot11n-only** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 802.11n/ac/ax クライアント限定アクセスの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
5． 802.11n/ac/ax クライアント限定アクセスを設定する	**client dot11n-only** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.7.8 802.11n 帯域幅モードの設定

802.11n は 802.11a/b/g のチャネル構造を使用しますが、データを送信するための 20MHz のチャネルにおけるサブチャネルの数は 52 まで増加します。これにより、データ通信速度は向上します。

802.11n は、2 つの隣接した 20MHz のチャネルに対して、40MHz のチャネル（一方は 1 次チャネル、もう一方は 2 次チャネル）を形成することを義務づけます。これは、データ転送速度を 2 倍にする簡単な方法を提供します。

無線のための帯域幅は帯域幅モード設定とチップ機能により変化します。

I. radio view での 802.11n 帯域幅モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 802.11n 帯域幅モードを設定する	**channel band-width** { **20** | **40** [**auto-switch**] }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。 802.11gn無線のみ**auto-switch** パラメータをサポートします。

II. AP group radio view での 802.11n 帯域幅モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
5. 802.11n 帯域幅モードを設定する	**channel band-width** { **20** | **40** [**auto-switch**] }	デフォルト：802.11an無線のデフォルトは40MHzです。802.11gn無線のデフォルトは20MHzです。802.11gn無線のみ**auto-switch**パラメータをサポートします。

2.7.9 エネルギ節約機能の設定

エネルギ節約機能を有効にしたあと、無線に関連づけられたクライアントが存在しない場合、無線の MIMO モードは自動的に 1x1 に変更されます。これにより電力の消費を抑えることができます。

I. radio view でのエネルギ節約機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. エネルギ節約機能を設定する	**green-energy-management** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのエネルギ節約機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. エネルギ節約機能を設定する	**green-energy-management** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.7.10 802.11n 保護の設定

802.11n と 802.11n 以外のクライアントの両方が WLAN 内に存在しているとき、両者は異なる変調モードを使用するため伝送衝突が生じる可能性があります。802.11n 保護はそ

のような衝突を避けることができます。802.11n 保護により、802.11n 機器は 802.11n 以外のクライアントに対してメディアへのアクセスを延期するよう知らせるために、RTS/CTS または CTS-to-self パケットを送信することができるようになります。RTS/CTS または CTS-to-self に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "無線管理の設定" の "衝突回避モードの指定"* を参照してください。

802.11n 機器は、チャネルの上で 802.11n 以外の信号が検出された場合に限り、データを送信する前に RTS/CTS または CTS-to-self パケットを送信します。

802.11n 保護は、802.11n 以外のクライアントが 802.11n AP と関連づけられたとき、自動的に適用されます。

🕮 **メモ：**

802.11n 装置は、802.11n 装置と 802.11ac/ax 装置を指します。

I. radio view での 802.11n 保護の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 802.11n 保護を設定する	**dot11n protection** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 802.11n 保護の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 802.11n 保護を設定する	**dot11n protection** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2.8 802.11ac/ax機能の設定

🕮 **メモ：**

802.11ac/ax 装置に対するサポートは、装置モデルに依存します。

重要：

AP に対して 802.11ac/ax 機能を設定するとき、別のユーザが同じ AP に対して 802.11ac/ax 機能を設定している場合、設定は失敗します。

2.8.1 NSS の設定

802.11ac/ax AP に対して NSS を設定するときは、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- AP が NSS をサポートする場合、AP は NSS に対するすべての VHT-MCS/HE-MCS インデックスをサポートします。
- 802.11ac/ax クライアントは、ユニキャストフレームを送信するために、NSS に対して VHT-MCS/HE-MCS インデックスと一致した速度を使用します。また、802.11ac/ax 以外のクライアントは、ユニキャストフレームを送信するために、802.11a/b/g/n 速度を使用します。
- マルチキャスト NSS を送信しない場合、802.11ac/ax クライアントと AP は、マルチキャストフレームを送信するために 802.11a/b/g/n マルチキャスト速度を使用します。NSS を設定し、VHT-MCS/HE-MCS インデックスを指定した場合、以下のケースのうちいずれかが発生します。
  - すべてのクライアントが 802.11ac/ax クライアントである場合、AP とクライアントはマルチキャストフレームを送信するために、VHT-MCS/HE-MCS インデックスと一致した速度を使用します。
  - 802.11ac/ax 以外のクライアントが存在する場合、AP とクライアントはマルチキャストフレームを送信するために、802.11a/b/g/n マルチキャスト速度を使用します。
- 最大必須 NSS または最大サポート NSS を設定するとき、実際に範囲を指定します。たとえば、最大必須 NSS を 5 に設定する場合、1～5 までの NSS に対して VHT-MCS/HE-MCS インデックスと一致する速度が、802.11ac/ax 必須速度として設定されます。

I. radio view での NSS の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 最大必須 NSS を設定する	• 802.11ac **dot11ac mandatory maximum-nss** *nss-number* • 802.11ax **dot11ax mandatory maximum-nss** *nss-number*	デフォルト： • 最大サポートNSSが設定されている場合、最大必須NSSは設定されません。 • 最大サポートNSSが設定されていない場合、無線はAP group radio viewの設定を使用します。

操作	コマンド	補足
5. 最大サポート NSS を設定する	• 802.11ac **dot11ac support maximum-nss** *nss-number* • 802.11ax **dot11ax support maximum-nss** *nss-number*	デフォルト： • 最大必須NSSが設定されている場合、最大サポートNSSは8です。 • 最大必須NSSが設定されていない場合、無線はAP group radio viewの設定を使用します。 最大サポートNSSは、最大必須NSSより小さくすることはできません。
6. マルチキャスト NSS の設定と VHT-MCS/HE-MCS インデックスを指定する	• 802.11ac **dot11ac multicast-nss** *nss-number* **vht-mcs** *index* • 802.11ax **dot11ax multicast-nss** *nss-number* **he-mcs** *index*	デフォルト： • 最大サポートNSSまたは最大必須NSSが設定されている場合、マルチキャストNSSは設定されません。 • 最大サポートNSSと最大必須NSSのどちらも設定されていない場合、無線はAP group radio viewの設定を使用します。 マルチキャストNSSは、最大必須NSSより大きくすることはできません。

II. AP group radio view での NSS の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP グループを作成し、AP view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 最大必須 NSS を設定する	• 802.11ac **dot11ac mandatory maximum-nss** *nss-number* • 802.11ax **dot11ax mandatory maximum-nss** *nss-number*	デフォルト：設定なし
6. 最大サポート NSS を設定する	• 802.11ac **dot11ac support maximum-nss** *nss-number* • 802.11ax **dot11ax support maximum-nss** *nss-number*	デフォルト： 8

操作	コマンド	補足
7． マルチキャスト NSS の設定と VHT-MCS/HE-MCS インデックスを指定する	● 802.11ac **dot11ac multicast-nss** *nss-number* **vht-mcs** *index* ● 802.11ax **dot11ax multicast-nss** *nss-number* **he-mcs** *index*	デフォルト：設定なし

2.8.2 802.11ac/ax クライアント限定アクセスの設定

低速 802.11a/b/g/n クライアントの影響を低減し、無線データ伝送を加速させるために、AP が 802.11ac/ax クライアントのみを許可するように設定することができます。

I. radio view での 802.11ac/ax クライアント限定アクセスの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 802.11ac/ax クライアント限定アクセスを設定する	● 802.11acクライアント限定アクセス **client dot11ac-only** { **disable** | **enable** } ● 802.11axクライアント限定アクセス **client dot11ax-only** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 802.11ac/ax クライアント限定アクセスの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
5． 802.11ac/ax クライアント限定アクセスを設定する	• 802.11acクライアント限定アクセス **client dot11ac-only** { **disable** | **enable** } • 802.11axクライアント限定アクセス **client dot11ax-only** { **disable** | **enable** }	デフォルト： 無効

2.8.3 802.11ac/ax 帯域幅モードの設定

802.11ac/ax は 802.11n のチャネル構造を使用し、最大帯域幅を 40MHz から 160MHz まで増大させます。802.11ac/ax は、2 つの隣接した 20MHz のチャネルに対して 40MHz のチャネルを関連づけることができ、2 つの隣接した 40MHz チャネルに対して、80MHz のチャネルを形成することを関連づけることができます。また、2 つの隣接した 80MHz チャネルに対して、160MHz のチャネルを形成することを関連づけることができます。

🕮 **メモ：**

160MHz は QX-W1130 と QX-W1200 シリーズの AP でサポートします。

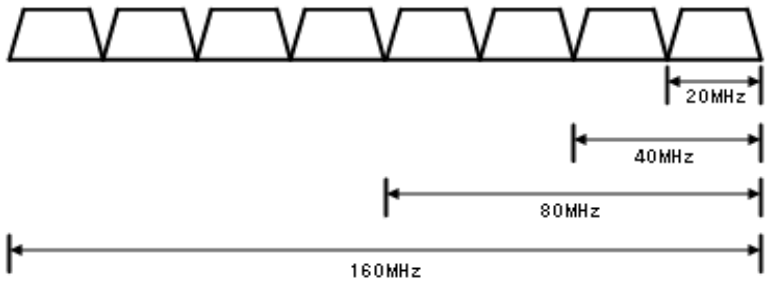


図 2-6 802.11ac/ax 帯域幅モード

I. radio view での 802.11ac/ax 帯域幅モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
4． 802.11ac/ax 帯域幅モードを設定する	● 802.11ac/ax帯域幅モードを設定する：**channel band-width** { **20** | **40** | **80** | **160** } ● 802.11gac/gax帯域幅モードを設定する：**channel band-width** { **20** | **40** [**auto-switch**] }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 802.11ac/ax 帯域幅モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 802.11ac/ax 帯域幅モードを設定する	● 802.11ac/ax帯域幅モードを設定する：**channel band-width** { **20** | **40** | **80** | **160** } ● 802.11gac/gax帯域幅モードを設定する：**channel band-width** { **20** | **40** [**auto-switch**] }	デフォルト： 802.11ac/ax帯域幅モード：80 802.11gac/gax帯域幅モード：20

2.8.4 TxBF の設定

TxBF（Transmit beamforming）は、クライアントに意図した RF 信号に焦点を合わせるため、AP がチャネル情報にもとづいて送信するパラメータを適合させます。この機能は RF 信号の品質を向上させます。TxBF はシングルユーザ TxBF とマルチユーザ TxBF があります。

- **シングルユーザ TxBF**－意図した 1 クライアントへの信号を向上します。シングルユーザ TxBF はクライアントが広範囲にわたっている、品質が低いネットワーク、信号の減衰に対して厳しい WLAN に適しています。
- **マルチユーザ TxBF**－802.11ac wave2 の一部です。マルチユーザ TxBF は干渉と伝送遅延を縮小させるため、AP が意図したクライアントに異なる RF 信号の焦点を合わせます。

I. radio view での TxBF の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． シングルユーザ TxBF を設定する	**su-txbf** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。
5． マルチユーザ TxBF を設定する	**mu-txbf** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での TxBF の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAP グループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． シングルユーザ TxBF を設定する	**su-txbf** { **disable** | **enable** }	デフォルト：ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは有効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.27, 7.2.27aから7.2.59のソフトウェアでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.63のソフトウェアでは有効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.67を含む以降のソフトウェアでは無効(コンフィグ上は非表示)です。

操作	コマンド	補足
6． マルチユーザ TxBF を設定する	**mu-txbf** { **disable** | **enable** }	デフォルト：ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは有効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン7.2.27, 7.2.27aから7.2.59のソフトウェアでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン7.2.63のソフトウェアでは有効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン7.2.67を含む以降のソフトウェアでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 マルチユーザTxBFはシングルユーザTxBFが有効である場合のみ適用します。

2.8.5 OFDMA の設定

🕮 **メモ：**

- **dl-ofdma** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.42 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **ul-ofdma** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.42 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- OFDMA は QX-W1100 シリーズおよび QX-W1200 シリーズでのみサポートしています。

I. OFDMA について

OFDMA は、小さなデータパケットが送信される高密度環境で有効にすると、次の利点があります。

- 複数ユーザへの同時通信
- 無線使用率の向上
- 転送遅延の短縮
- 衝突バックオフの削減

II. radio view での OFDMA の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
4． ダウンリンク OFDMA を設定する	**dl-ofdma** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用
5． アップリンク OFDMA を設定する	**ul-ofdma** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用

III. AP group radio view での OFDMA の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． ダウンリンク OFDMA を設定する	**dl-ofdma** { **disable** | **enable** }	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.55を含む以前のバージョンでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン7.2.56を含む以降のバージョンでは有効(コンフィグ上は非表示)です。
6． アップリンク OFDMA を設定する	**ul-ofdma** { **disable** | **enable** }	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.55を含む以前のバージョンでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン7.2.56を含む以降のバージョンでは有効(コンフィグ上は非表示)です。

2.8.6 BSS カラーリングの設定

🕮 **メモ：**

- **bss-color** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.42 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- BSS カラーリングは QX-W1100 シリーズおよび QX-W1200 シリーズでのみサポートしています。

I. BSS カラーリングについて

BSS カラーリングを使用すると、システムは各 BSS にカラーを割り当て、クライアントへのデータパケットにカラーID を含めることができます。データパケットにカラーID が含まれることで、クライアントは関連付いた AP からパケットが送信されたかどうかを識別できます。衝突を避けるために、関連付けられた BSS と同じカラーの 802.11 ax データパケットを検出したクライアントは送信を延期します。

II. 制限とガイドライン

本機能は 802.11ax 無線でのみ設定可能です。

III. radio view での BSS カラーリングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． BSS カラーリングを設定する	**bss-color** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用

IV. AP group radio view での BSS カラーリングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． BSS カラーリングを設定する	**bss-color** { **disable** | **enable** }	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.55を含む以前のバージョンでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.56を含む以降のバージョンでは有効(コンフィグ上は非表示)です。

2.8.7 TWT ネゴシエーションの設定

🕮 **メモ：**

- **twt negotiate** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.42 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- TWT ネゴシエーションは QX-W1100 シリーズおよび QX-W1200 シリーズでのみサポートしています。

I. TWT ネゴシエーションについて

Trget Wake Time (TWT) ネゴシエーションを使用すると、クライアントと AP はサービス期間中にのみデータパケットを交換し、クライアントの休止状態をスケジュールして、クライアントの電力消費量と無線リソースの競合を減らすことができます。

TWT ネゴシエーションを有効にすると、クライアントはサービス期間、TWT 間隔、および最初のスリープ状態解除時間(クライアントによって計算される)を含むネゴシエーション要求を AP に送信します。このような要求を受信すると、AP は応答を送信します。クライアントはスケジュールに従って起動し、その AP からのトリガーフレームを待機します。トリガーフレームを受信すると、クライアントはサービス期間に入り、その AP とのデータパケットの交換を開始します。サービス期間が終了すると、データパケットの交換が完了していなくても、クライアントは休止モードに入ります。

II. 制限とガイドライン

無線は、最大 8 台のクライアントに TWT サービスを提供できます。8 つのクライアントの TWT ネゴシエーション要求に応答した後、無線は他のクライアントからの要求を拒否します。

本機能は、802.11 ax および 802.11 gax でのみ有効です。無線タイプを 802.11 ax または 802.11 gax 以外に変更すると、設定が削除されます。

III. radio view での TWT ネゴシエーションの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． TWT ネゴシエーションを設定する	**twt negotiate** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用

IV. AP group radio view での TWT ネゴシエーションの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． TWT ネゴシエーションを設定する	**twt negotiate** { **disable** | **enable** }	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.55を含む以前のバージョンでは無効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.56を含む以降のバージョンでは有効(コンフィグ上は非表示)です。

2.9 802.11be機能の設定

🕮 **メモ：**

- QX-W1240 は 802.11be (draft)に対応しています。
- 802.11be 機能の設定はソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアでサポートしています。

2.9.1 NSS の設定

802.11be クライアントがオンラインになると、システムは NSS に対応する EHT-MCS インデックスで表される MCS を使用して、クライアントのユニキャストデータを送信します。

- マルチキャスト NSS が設定されていない場合、システムはマルチキャストレートまたはマルチキャスト MCS を使用して、802.11be クライアントと AP の間でマルチキャスト データを送信します。
- マルチキャスト NSS が設定され、すべてのクライアントが 802.11be クライアントである場合、AP とクライアントは EHT-MCS インデックスで表される MCS を使用してマルチキャスト データを送信します。
- マルチキャスト NSS は最大必須 NSS の値以下であることを確認してください。
- 最大必須 NSS はサポートされる最大 NSS の値 以下であることを確認してください。

I. radio view での NSS の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 最大必須 NSS を設定する	**dot11be mandatory maximum-nss** *nss-number*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用
5． 最大サポート NSS を設定する	**dot11be support maximum-nss** *nss-number*	デフォルト： AP group radio viewの設定を使用
6． マルチキャスト NSS の設定と EHT-MCS インデックスを指定する	**dot11be multicast-nss** *nss-number* **eht-mcs** *index*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用

II. AP group radio view での NSS の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 最大必須 NSS を設定する	**dot11be mandatory maximum-nss** *nss-number*	デフォルト：設定なし
6． 最大サポート NSS を設定する	**dot11be support maximum-nss** *nss-number*	デフォルト： 8
7． マルチキャスト NSS の設定と EHT-MCS インデックスを指定する	**dot11be multicast-nss** *nss-number* **eht-mcs** *index*	デフォルト：設定なし

2.9.2 802.11be 帯域幅モードの設定

🕮 **メモ：**

- QX-W1240 は、320MHz 帯域幅モードをサポートしていません。
- QX-W1210 と QX-W1230 の 320MHz 帯域幅モードの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

802.11be は、チャネル帯域幅を最大 160 MHz から最大 320 MHz に拡張します。802.11be は、隣接するチャネルをマージすることでより大きな帯域幅チャネルを得る 802.11n からのチャネル帯域幅割り当て方式を採用しています。802.11be では、隣接する 2 つの 20 MHz チャネルをマージして 40 MHz チャネルを形成し、80 MHz および 160 MHz チャネルも同じ方法でマージできます。

プロトコル仕様によると、動作周波数帯域幅は 2/2 に分割されます。前半の位置はプライマリチャネルによって決定され、後半の位置はセカンダリチャネルによって決定されます。プライマリチャネルは、すべての制御および管理フレームと同様にデータフレームの送信に使用され、セカンダリチャネルはプライマリチャネルにバンドルされ、データフレームの送信にのみ使用されます。channel コマンドを使用してプライマリチャネルを設定し、動作周波数帯域幅を 320/160 MHz に設定すると、secondary-channel パラメータを使用してセカンダリ 160/80 MHz 周波数帯域幅を指定できます。その他の場合、セカンダリチャネルはシステムによって自動的に選択されます。

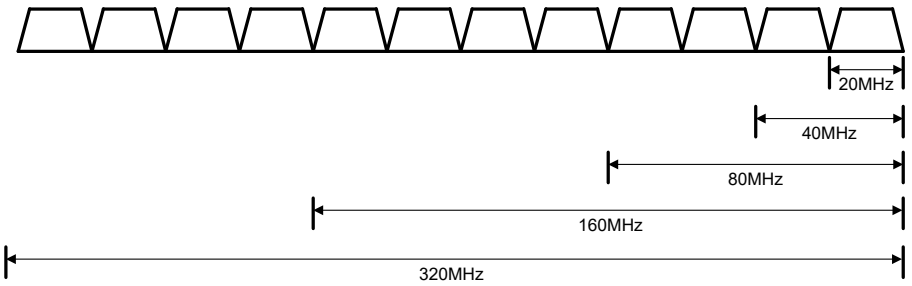


図 2-7 802.11be 帯域幅モード

I. radio view での 802.11be 帯域幅モードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 帯域幅モードを設定する(6GHz 帯の Radio)	802.11be帯域幅モードを設定する **channel band-width** { **20** | **40** | **80** | { **160** | **320** } [**secondary-channel** *channel-number*] }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用

操作	コマンド	補足
5. 帯域幅モードを設定する(5GHz 帯の Radio)	802.11abe帯域幅モードを設定する **channel band-width** { **20** | **40** | **80** | **160** [**secondary-channel** *channel-number*] }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用
6. 帯域幅モードを設定する(2.4GHz 帯の Radio)	802.11gbe帯域幅モードを設定する **channel band-width** { **20** | **40** [**auto-switch**] }	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用

II. AP group radio view での 802.11be 帯域幅モードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 帯域幅モードを設定する(6GHz 帯の Radio)	802.11be帯域幅モードを設定する **channel band-width** { **20** | **40** | **80** | { **160** | **320** } [**secondary-channel** *channel-number*] }	デフォルト： 160MHz
6. 帯域幅モードを設定する(5GHz 帯の Radio)	802.11abe帯域幅モードを設定する **channel band-width** { **20** | **40** | **80** | **160** [**secondary-channel** *channel-number*] }	デフォルト： 80 MHz
7. 帯域幅モードを設定する(2.4GHz 帯の Radio)	802.11gbe帯域幅モードを設定する **channel band-width** { **20** | **40** [**auto-switch**] }	デフォルト： 20 MHz

2.9.3 MRU の設定

Multiple Resource Unit (MRU) は、主にマルチユーザシナリオで、スペクトルリソースの使用率を向上させるために使用される手法です。

従来の技術では、各ユーザが使用できるリソースユニット (RU) は 1 つだけです。MRU の機能を導入することにより、ユーザは複数の RU を使用できます。同じ帯域幅で 2 人のユーザに同時にデータを送信する場合、MRU 技術は、1 つの STA が同時に複数の RU リソースを占有することを可能にし、スペクトルリソースの利用率を向上させ、遅延を削減します。

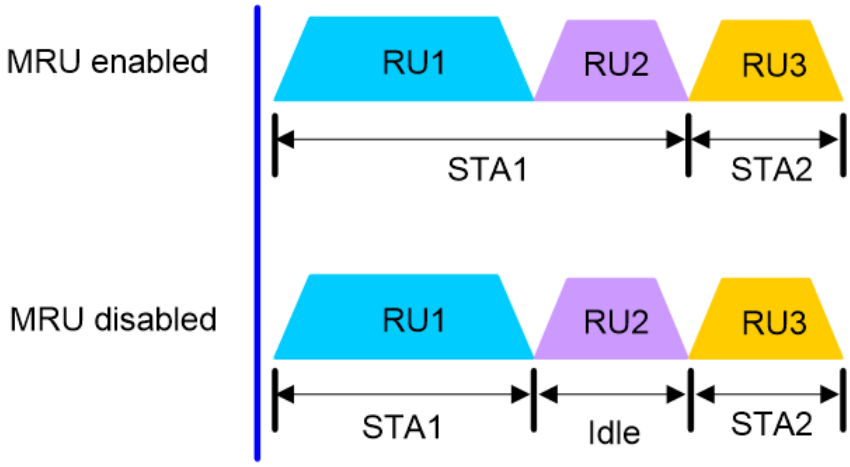


図 2-8 MRU

このコマンドは Radio type が 802.11be、802.11gbe、および 802.11abe の無線でのみ使用することができます。Radio type が 802.11be、802.11gbe、802.11abe 以外のモードに切り替わると、このコマンドは無効になります。

MRU の設定方法は以下の通りです。

I. radio view での MRU の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． MRU を設定する	**mru** { **disable** | **enable** }	デフォルト： ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.85aを含む以前のソフトウェアでは無効。 ソフトウェアバージョン7.2.89を含む以降のソフトウェアではAP group radio viewの設定を使用。

II. AP group radio view での MRU の設定

🕮 **メモ：**

AP group radio view での設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． MRU を設定する	**mru** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効。

2.9.4 preamble puncturing 機能の設定

🕮 **メモ：**

QX-W1240 は、320MHz 帯域幅モードをサポートしていません。

preamble puncturing 機能を使用すると、非連続チャネルを使用したデータ送信が可能になり、主にチャネル干渉を使用するシナリオでチャネルの使用効率が向上します。

図 2-9 のように、preamble puncturing 機能がサポートされていない場合は、80 MHz チャネルでデータを送信する場合、チャネル 56 で干渉が検出され、チャネル帯域幅は 20 MHz に減少します。

図 2-10 のように、preamble puncturing 機能がサポートされている場合は、80 MHz チャネル全体の干渉部分 (channel 56) が puncturing およびシールドされ、残りのチャネル 52、60、および 64 がまとめられて情報を送信し続けます。AP は引き続き 80 MHz 帯域幅モードで動作しますが、干渉されたチャネルは Null 状態になります。つまり、実際の送信中はアイドル状態になります。

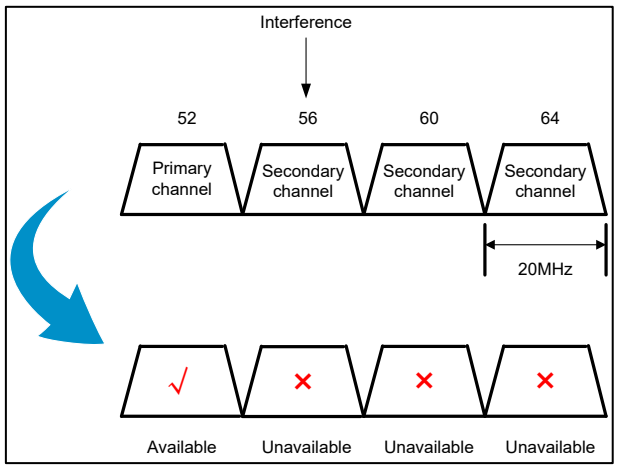


図 2-9 preamble puncturing 機能がサポートされていない場合

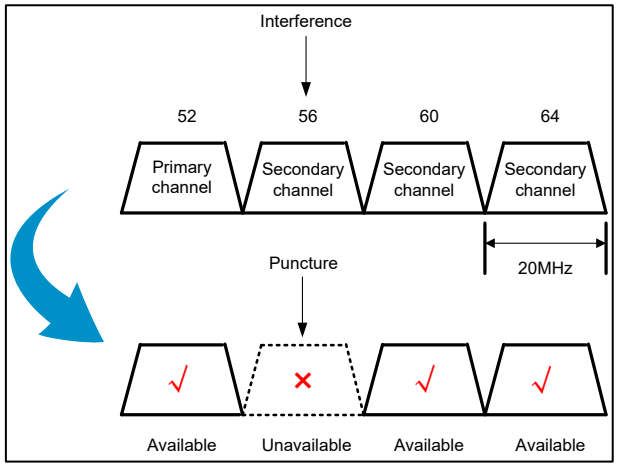


図 2-10 preamble puncturing 機能 がサポートされている場合

静的 preamble puncturing は、ソフトウェアが帯域幅モードとプライマリチャネルの場所に基づいて puncturing の位置を指定します。

このコマンドは 80 MHz、160 MHz、320 MHz の帯域幅モードに適用することができます。

このコマンドは Radio type が 802.11be、802.11abe、802.11gbe の無線でのみ使用することができます。Radio type が 802.11be、802.11abe、802.11gbe 以外のモードに切り替わると、このコマンドは無効になります。

preamble puncturing の設定方法は以下の通りです。

I. radio view での preamble puncturing の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． preamble puncturing を設定する	**pre-puncture static { disable | enable }**	デフォルト： ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.85aを含む以前のソフトウェアでは無効。 ソフトウェアバージョン7.2.89を含む以降のソフトウェアではAP group radio viewの設定を使用。

II. AP group radio view での preamble puncturing の設定

メモ：

AP group radio view での設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP グループを作成し、AP group view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． preamble puncturing を設定する	**pre-puncture static { disable | enable }**	デフォルト：無効。

2.10 6GHz帯の無線の設定

🕮 **メモ：**

6GHz 帯の無線の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアでサポートしています。

2.10.1 6GHz 帯の無線モードの指定

🕮 **メモ：**

QX-W1240 は 802.11be (draft)に対応しています。

6GHz 帯の無線モードを指定する方法は以下の通りです。

I. radio view での 6GHz 帯の無線モードの指定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* **[model** *model-name* **]**	—
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 6GHz 帯の無線モードを指定する	**type { dot11be | dot11eax }**	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での 6GHz 帯の無線モードの指定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 6GHz 帯の無線モードを指定する	**type { dot11be | dot11eax }**	デフォルト：dot11be

2.10.2 6GHz 帯無線サービス検出の設定

I. 5GHz、2.4GHz 無線を使用した 6GHz 無線サービス検出

🕮 **メモ：**

- この機能は、ソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- 6GHz 帯無線サービス検出を使用するためには、6GHz 帯無線を使用する AP の Radio2 または Radio3 を有効化し、サービステンプレートをバインドする必要があります。

6GHz 帯無線サービス検出を有効にすると、6GHz 帯無線をサポートするクライアントは AP の 2.4GHz または 5GHz 無線から送信されたパケットを読み取り、伝送された 6GHz 帯の無線サービスの情報を取得することができます。この機能を使用する場合は、AP の 2.4GHz または 5GHz 無線が有効になっていることを確認してください。

2.4GHz､5GHz 無線を使用した 6GHz 帯無線サービス検出の設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． global configuration view へ移行する	**wlan global-configuration**	—
3． 6GHz 帯ワイヤレスサービス検出機能を有効にする	**wlan out-band 6g-discovery enable**	デフォルト：有効

II. 6GHz 無線を使用した 6GHz 無線サービス検出

🕮 **メモ：**

この機能は、ソフトウェアバージョン 7.2.82 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

この機能を有効にすると、6GHz 無線で有効になっている無線サービスの情報を、以下のいずれかのフレームを 6GHz 無線から送信することで検出できるようにします。

- **fils** モードでは、FILS(Fast Initial Link Setup）discovery フレームを使用して 6GHz の無線サービスを検出します。FILS discovery フレームは圧縮ビーコンフレームであり、SSID、BSSID、およびチャネルなどの重要な情報のみを含みます。この方法が構成されていると、AP の 6GHz 無線は 20 ミリ秒の間隔で FILS discovery フレームをブロードキャストします｡無線サービスの検出方法を指定せずにこの機能を有効にした場合、fils モードが使用されます。
- **upr** モードでは、UPR(Unsolicited Probe Response)フレームを使用して 6GHz 無線サービスを検出します。UPR フレームはビーコンフレームと同じ詳細情報を含みます。この方法が構成されていると、AP の 6GHz 無線は 20 ミリ秒の間隔で UPR をブロードキャストします。

6GHz 無線を使用した 6GHz 帯無線サービス検出の設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． global configuration view へ移行する	**wlan global-configuration**	—
3． 6GHz 帯ワイヤレスサービス検出機能を設定する	**wlan in-band 6g-discovery { enable | mode { fils | upr } }**	デフォルト：無効

2.10.3 マルチ BSSID の設定

🕮 **メモ：**

マルチ BSSID の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.82 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

この機能を有効にすると、AP は 1 つのビーコンフレームまたはプローブ応答に複数の BSSID に関する情報を含めて送信します。この機能は 6 GHz 帯無線を使用するときに有効にしてください。

マルチ BSSID の設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． global configuration view へ移行する	**wlan global-configuration**	—
3． マルチ BSSID を有効にする	**wlan multiple-bssid enable**	デフォルト：無効

2.10.4 サービステンプレートの設定

🕮 **メモ：**

- 6GHz 帯の無線での WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモード(enterprise-only-mode)の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- 6GHz 帯の無線での WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモード(**wpa3 enterprise-transition-mode**)の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- 6GHz 帯の無線での WPA3 パーソナル(**wpa3 personal optional**)の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

6GHz 帯の無線は、次の機能が有効になっているサービステンプレートのみ設定することができます。次のいずれかのサービステンプレートを設定します。

- Enhanced Open システム認証を有効にしてください。有効にするには、**enhanced-open enable** コマンを使用します。
- WPA3 パーソナルセキュリティモードを有効にしてください。有効にするには、次のいずれかのコマンドを設定します。
  - **wpa3 personal mandatory** コマンドを使用します。WPA3-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式として H2E モードを設定してください。H2E モードを設定す

るには、**akm sae pwe h2e** コマンドを使用します。なお、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアでは **akm sae pwe h2e** コマンドが設定されていないサービステンプレートを 6GHz 帯の無線に設定できますが、内部では H2E モードとして動作します。

- □ **wpa3 personal optional** コマンドを使用します。**akm sae pwe** コマンドの設定は不要です。6GHz 帯の無線に設定すると、内部では **wpa3 personal mandatory**、H2E モード(**akm sae pwe h2e**)として動作します。

- WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティモードを有効にしてください。有効にするには、**wpa3 enterprise** コマンドを使用します。暗号化規格を RSN に設定し、暗号化方式を GCMP に設定する必要があります。
- WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモードを有効にしてください。有効にするには、次のいずれかのコマンドを設定します。
  - □ **wpa3 enterprise-only-mode** コマンドを設定します。
  - □ **wpa3 enterprise-transition-mode** コマンドを設定します。6GHz 帯の無線に設定すると、内部では **wpa3 enterprise-only-mode** として動作します。

I. Enhanced Open システム認証の設定

Enhanced Open システム認証では、Opportunistic Wireless Encryption (OWE) を使用して、OWE 対応クライアントのデータパケットを暗号化するためのキーをネゴシエートし、セキュリティパフォーマンスを強化したオープンシステム認証を提供します。

この機能を有効にする前に、WPA3 セキュリティモード、FT、管理フレーム保護、暗号化規格、暗号化方式、KDF がデフォルト設定になっていることを確認してください。

この機能を有効にすると、次の操作が実行されます。

- セキュリティ IE を RSN として指定します。
- 暗号スイートを CCMP として指定します。
- 管理フレーム保護を有効にします。
- HMAC-SHA256 および HMAC-SHA384 アルゴリズムを KDF として指定します。

Enhanced Open システム認証の設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service-template view へ移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. 拡張オープンシステム認証機能を有効にする	**enhanced-open enable**	デフォルト：無効

II. WPA3 パーソナルモードの設定

🕮 **メモ：**

6GHz 帯の無線での WPA3 パーソナル(**wpa3 personal optional**)の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

WPA3-SAE では、WPA2-Personal の PSK に代わる Simultaneous Authentication of Equals (SAE) を使用して、より堅牢なパスワードベースの認証を提供します。これにより、個々

のユーザの保護が向上します。6GHz 帯の無線は、WPA3 パーソナル mandatory モードのみをサポートします。

WPA3-SAE は、Hunting-and-Pecking (HnP) と Hash-to-Element (H2E) を使用した PWE の生成方式をサポートしています。H2E は最新の PWE 生成方法であり、強化されたセキュリティパフォーマンスを提供します。

クライアントが指定された PWE 生成方式をサポートしていない場合、クライアントはワイヤレスネットワークにアクセスできません。6GHz 帯の無線は H2E 方法のみをサポートします。

WPA3-SAE を使用するには、暗号スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

一部のクライアントは、一時的に WPA3 エンタープライズセキュリティモードを使用してオンラインになった場合、WPA3-SAE セキュリティモードを使用してオンラインになることができません。このような問題が発生した場合、クライアントは WPA3-SAE セキュリティモードを使用して再試行できます。

WPA3 セキュリティモードを設定し、同時に 802.11r FT または Enhanced Open システム認証を有効にしないでください。その場合、サービステンプレートを有効にすることができなくなります。

WPA3 パーソナルモードの設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service-template view へ移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． WPA3 パーソナルモードを設定する	**wpa3 personal { mandatory | optional }**	デフォルト：無効
4． WPA3-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式として H2E 方式を設定する	**akm sae pwe h2e**	🕮 メモ：ソフトウェアバージョン7.2.89を含む以降のソフトウェアでは、**akm sae pwe h2e**コマンド設定は不要です。
5． 暗号化規格として RSN を設定する	**security-ie rsn**	デフォルト：設定なし
6． 暗号化方式として CCMP を設定する	**cipher-suite ccmp**	デフォルト：設定なし
7． 管理フレーム保護機能を有効にする	**pmf { optional | mandatory }**	デフォルト：無効
8． KDF を設定する	**key-derivation { sha1 | sha256 | sha1-and-sha256 }**	デフォルト：sha1

III. WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティモードの設定

WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティモードは、**wpa3 enterprise** コマンドで有効にします。暗号化規格を RSN に設定し、暗号化方式を GCMP に設定する必要があります。

WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティモードの設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service-template view へ移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. WPA3 エンタープライズモードを設定する	**wpa3 enterprise**	デフォルト：無効
4. 暗号化規格として RSN を設定する	**security-ie rsn**	デフォルト：設定なし
5. 暗号化方式として GCMP を設定する	**cipher-suite gcmp**	デフォルト：設定なし
6. 管理フレーム保護機能を有効にする	**pmf { optional | mandatory }**	デフォルト：無効
7. KDF を設定する。	**key-derivation { sha1 | sha256 | sha1-and-sha256 }**	デフォルト：sha1

IV. WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモードの設定

🕮 **メモ：**

- 6GHz 帯の無線での WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモード(enterprise-only-mode)の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモード(wpa3 enterprise-transition-mode) の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモードは、**wpa3 enterprise-only-mode** コマンドもしくは **wpa3 enterprise-transition-mode** コマンドで有効にします。暗号化規格を RSN に設定し、暗号化方式を CCMP に設定する必要があります。

WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモードの設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service-template view へ移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモードを設定する	**wpa3 { enterprise-only-mode | enterprise-transition-mode }**	デフォルト：無効
4. 暗号化規格として RSN を設定する	**security-ie rsn**	デフォルト：設定なし
5. 暗号化方式として GCMP を設定する	**cipher-suite ccmp**	デフォルト：設定なし

2.10.5 サービステンプレートの有効化

サービステンプレートの設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service-template view へ移行する	**wlan service-template** service-template-name	—
3. サービステンプレートを有効にする	**service-template enable**	デフォルト：無効

2.10.6 無線に対するサービステンプレートの設定

I. radio view での無線に対するサービステンプレートの設定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* **[model** *model-name* **]**	—
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線に対してサービステンプレートを設定する	**service-template** *service-template-name*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view での無線に対するサービステンプレートの設定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 無線に対してサービステンプレートを設定する	**service-template** *service-template-name*	デフォルト：設定なし

2.11 スマートアンテナ機能の設定

🕮 **メモ：**
この機能に対するサポートは装置モードに依存します。

⚠ **重要：**
この機能は、802.11n と 802.11ac/ax 無線に対してのみ適用されます。

スマートアンテナ機能により、AP は信号品質と安定性を向上させるために、クライアント位置とチャネル情報にもとづいたアンテナパラメータを自動的に適用可能になります。

無線が、以下のスマートアンテナモードのいずれかで作動するように設定することができます。

- **自動モード**－音声パケットとビデオパケットに対しては高可用性モードを使用します。また、別のパケットに対しては高処理能力モードを使用します。
- **高可用性モード**－安定した帯域幅を要求する WLAN に適用されます。このモードは、雑音とインタフェースの影響を低減し、クライアントに対して帯域幅を保証します。
- **高処理能力モード**－ハイパフォーマンスを要求する WLAN に適用されます。このモードは、信号強度と関連づけ機能を強化します。

I. radio view でのスマートアンテナ機能の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	デフォルト：設定なし APを作成するときは名前とモデルを指定する必要があります。
3． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4． スマートアンテナ機能の有効化	**smart antenna enable**	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。
5． スマートアンテナモードを指定する	**smart-antenna policy** { **auto** | **high-availability** | **high-throughput** }	デフォルト：無線はAP group radio viewの設定を使用します。

II. radio view でのスマートアンテナ機能の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AP model view へ移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5． スマートアンテナ機能の有効化	**smart antenna enable**	デフォルト：無効
6． スマートアンテナモードを指定する	**smart-antenna policy** { **auto** | **high-availability** | **high-throughput** }	デフォルト：自動モード

2.12 無線管理の表示および管理

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
無線の情報を表示する	**display wlan ap** { **all** | **name** ap-name } **radio** [**frequency-band** { **5** | **2.4** }]
無線チャネルの情報を表示する	**display wlan ap** { **all** | **name** *ap-name* } **radio channel**
無線タイプの情報を表示する	**display wlan ap** { **all** | **name** *ap-name* } **radio type**
無線の統計情報を表示する	**display wlan statistics ap { all | name** *ap-name* **} radio**
無線の統計情報を削除する	**reset wlan statistics ap { all | name** *ap-name* **} radio**

2.13 無線管理の設定例

2.13.1 基本無線機能の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-11 に示すように、手動 AP を作成し、無線モード、作動チャネル、最大伝送電力に対してそれぞれ 802.11gn、channel 11、19 dBm を設定します。

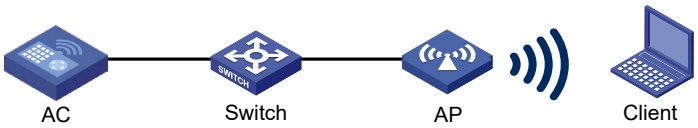


図 2-11 ネットワーク図

II. 設定手順

AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、モデル名、シリアル ID を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

radio 2 の radio view に移行します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
```

無線モードを dot11gn に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] type dot11gn
```

radio 2 の作動チャネルを channel 11 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] channel 11
```

最大伝送電力を 19 dBm に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] max-power 19
```

radio 2 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
```

III. 設定の確認

すべての無線の情報を表示します。

```
[AC] display wlan ap all verbose
Total number of APs: 1
Total number of connected APs: 1
Total number of connected manual APs: 1
Total number of connected auto APs: 0
Total number of connected common APs: 1
Total number of connected WTUs: 0
Total number of inside APs: 0
Maximum supported APs: 3072
Remaining APs: 3071

AP name                         : ap1
AP ID                           : 1
AP group name                   : default-group
State                           : Run
Backup type                     : Master

Online time                     : 0 days 1 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                  : 0 days 2 hours 22 minutes 12 seconds
Model                           : QX-W1020
Region code                     : CN
Region code lock                : Disable
Serial ID                       : 219801A0CNC138011454
MAC address                     : 0AFB-423B-893C
IP address                      : 192.168.1.50
UDP port number                 : 65488
H/W version                     : Ver.C
S/W version                     : R2206P02
Boot version                    : 1.01
Description                     : wtp1
Priority                        : 4
Echo interval                   : 10 seconds
Statistics report interval      : 50 seconds
Fragment size (data)            : 1500
Fragment size (control)         : 1450
MAC type                        : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                     : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                  : Static Configuration
Retransmission count            : 3
Retransmission interval         : 5 seconds
Firmware upgrade                : Enabled
Sent control packets            : 1
Received control packets        : 1
Echo requests                   : 147
Lost echo responses             : 0
Average echo delay              : 3
Last reboot reason              : User soft reboot
Latest IP address               : 10.1.0.2
Tunnel down reason              : Request wait timer expired
Connection count                : 1
Backup Ipv4                     : Not configured
Backup Ipv6                     : Not configured
Tunnel encryption               : Disabled
LED mode                        : Normal
Remote configuration            : Enabled
Radio 1:
    Basic BSSID                 : 7848-59f6-3940
    Admin state                 : Up
    Radio mode                  : 802.11ac
```

```
    Antenna type              : internal
    Client dot11ac-only       : Disabled
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20/40/80MHz
    Secondary channel offset  : SCB
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    Short GI for 80MHz        : Supported
    Short GI for 160MHz       : Not supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
    STBC                      : Supported
    Operational VHT-MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : NSS1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
                                NSS2 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
        Multicast             : Not configured
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 44(auto)
    Max power                 : 20 dBm
    Operational rate:
        Mandatory             : 6, 12, 24 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : -102 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
    Protection mode           : rts-cts
    Continuous mode           : N/A
    HT protection mode        : No protection
Radio 2:
    Basic BSSID               : 7848-59f6-3950
    Admin state               : Up
    Radio mode                : 802.11n(2.4GHz)
    Antenna type              : internal
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20MHz
    Secondary channel offset  : SCN
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
    STBC                      : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 11
    Max power                 : 19 dBm
    Preamble type             : Short
    Operational rate:
        Mandatory             : 1, 2, 5.5, 11 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
```

```
      Disabled                : Not configured
  Distance                    : 1 km
  ANI                         : Enabled
  Fragmentation threshold     : 2346 bytes
  Beacon interval             : 100 TU
  Protection threshold        : 2346 bytes
  Long retry threshold        : 4
  Short retry threshold       : 7
  Maximum rx duration         : 2000 ms
  Noise Floor                 : -105 dBm
  Smart antenna               : Enabled
  Smart antenna policy        : Auto
  Protection mode             : rts-cts
  Continuous mode             : N/A
  HT protection mode          : No protection
```

2.13.2 802.11n 設定例

I. ネットワーク要件

図 2-12 に示すように、AP 上で無線 1 を 802.11an 無線として指定し、無線上で A-MSDU アグリゲーションと A-MPDU アグリゲーション方式を有効にします。

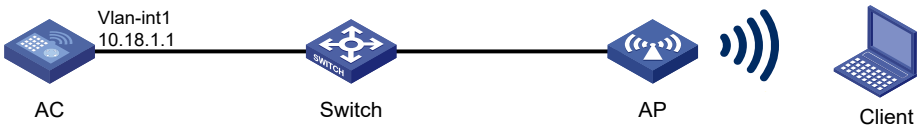


図 2-12 ネットワーク図

II. 設定手順

AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、モデル名、シリアル ID を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

ap1 の radio 1 の radio view に移行し、802.11an 無線を指定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] type dot11an
```

A-MPDU、A-MSDU アグリゲーション方式を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] a-mpdu enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] a-msdu enable
```

radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

III. 設定の確認

ap1 の無線の情報を表示します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] display wlan ap name ap1 verbose
AP name                          : ap1
AP ID                            : 1
AP group name                    : default-group
State                            : Run
Backup type                      : Master

Online time                      : 0 days 1 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                   : 0 days 2 hours 22 minutes 12 seconds
Model                            : QX-W1020
Region code                      : CN
Region code lock                 : Disable
Serial ID                        : 219801A0CNC138011454
MAC address                      : 0AFB-423B-893C
IP address                       : 192.168.1.50
UDP port number                  : 65488
H/W version                      : Ver.C
S/W version                      : R2206P02
Boot version                     : 1.01
Description                      : wtp1
Priority                         : 4
Echo interval                    : 10 seconds
Statistics report interval       : 50 seconds
Fragment size (data)             : 1500
Fragment size (control)          : 1450
MAC type                         : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                      : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                   : Static Configuration
Retransmission count             : 3
Retransmission interval          : 5 seconds
Firmware upgrade                 : Enabled
Sent control packets             : 1
Received control packets         : 1
Echo requests                    : 147
Lost echo responses              : 0
Average echo delay               : 3
Last reboot reason               : User soft reboot
Latest IP address                : 10.1.0.2
Tunnel down reason               : Request wait timer expired
Connection count                 : 1
Backup Ipv4                      : Not configured
Backup Ipv6                      : Not configured
Tunnel encryption                : Disabled
LED mode                         : Normal
Remote configuration             : Enabled
Radio 1:
    Basic BSSID                  : 7848-59f6-3940
    Admin state                  : Up
    Radio mode                   : 802.11n(5GHz)
    Antenna type                 : internal
    Client dot11ac-only          : Disabled
    Client dot11n-only           : Disabled
    Channel band-width           : 20/40/80MHz
    Secondary channel offset     : SCB
    Short GI for 20MHz           : Supported
    Short GI for 40MHz           : Supported
    Short GI for 80MHz           : Supported
    Short GI for 160MHz          : Not supported
    A-MSDU                       : Enabled
    A-MPDU                       : Enabled
    LDPC                         : Not Supported
    STBC                         : Supported
    Operational VHT-MCS Set:
        Mandatory                : Not configured
        Supported                : NSS1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
```

```
                                NSS2 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
        Multicast             : Not configured
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 44(auto)
    Max power                 : 20 dBm
    Operational rate:
        Mandatory             : 6, 12, 24 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : -102 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
    Protection mode           : rts-cts
    Continuous mode           : N/A
    HT protection mode        : No protection
Radio 2:
    Basic BSSID               : 7848-59f6-3950
    Admin state               : Up
    Radio mode                : 802.11n(2.4GHz)
    Antenna type              : internal
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20MHz
    Secondary channel offset  : SCN
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
    STBC                      : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 11
    Max power                 : 19 dBm
    Preamble type             : Short
    Operational rate:
        Mandatory             : 1, 2, 5.5, 11 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : -105 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
    Protection mode           : rts-cts
    Continuous mode           : N/A
    HT protection mode        : No protection
```

2.13.3 6GHz 帯の無線(Enhanced Open)の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-13 に示すように、AP 上の無線 1(6GHz 帯)にクライアントが接続して通信できるように設定します。

- 6GHz 帯の無線サービス検出を有効にします。
- AP 上の無線 1(6GHz 帯)に、サービステンプレート service を設定します。サービステンプレートは Enhanced Open システム認証を設定します。
- AP 上の無線 2 に、6GHz 帯の無線サービスを検出するためのサービステンプレート radio2 を設定します。

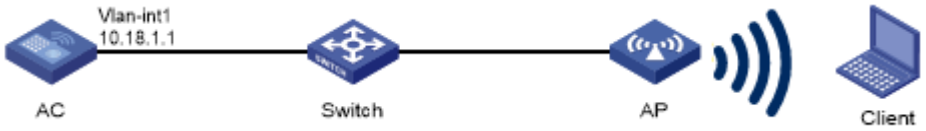


図 2-13 ネットワーク図

II. 設定手順

#6GHz 帯無線サービスの検出を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan global-configuration
[AC-wlan-global-configuration] wlan out-band 6g-discovery enable
[AC-wlan-global-configuration] quit
```

#サービステンプレート service を作成します。

```
[AC] wlan service-template service
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] ssid service
```

#enhanced open システム認証を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] enhanced-open enable
```

#サービステンプレート service を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

#サービステンプレート radio2 を作成します。

```
[AC] wlan service-template radio2
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-radio2] ssid radio2
```

#サービステンプレート radio2 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-radio2] service-template enable
[AC-wlan-st-radio2] quit
```

AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、モデル名、シリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1240
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A5B1234567890
```

#サービステンプレート service を ap1 の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
```

#サービステンプレート radio2 を ap1 の radio 2 に割り当て、radio 2 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template radio2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] return
```

III. 設定の確認

クライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

2.13.4 6GHz 帯の無線(WPA3 パーソナル)の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-14 に示すように、AP 上の無線 1(6GHz 帯)にクライアントが接続して通信できるように設定します。

- 6GHz 帯の無線サービス検出を有効にします。
- AP 上の無線 1(6GHz 帯)に、サービステンプレート service を設定します。サービステンプレートは WPA3 パーソナルを設定します。
- AP 上の無線 2 に、6GHz 帯の無線サービスを検出するためのサービステンプレート radio2 を設定します。

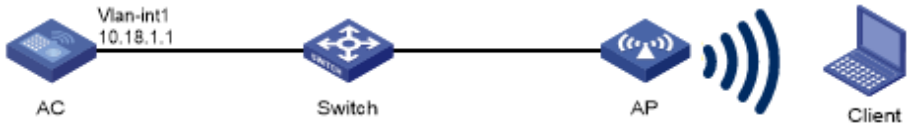


図 2-14 ネットワーク図

II. 設定手順

#6GHz 帯無線サービスの検出を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan global-configuration
[AC-wlan-global-configuration] wlan out-band 6g-discovery enable
[AC-wlan-global-configuration] quit
```

#サービステンプレート service を作成します。

```
[AC] wlan service-template service
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] ssid service
```

#AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] akm mode psk
[AC-wlan-st-service] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に RSN を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service] security-ie rsn
```

WPA3 の設定を personal に設定し、管理フレーム保護を設定します。

- WPA3 セキュリティモードを mandatory に設定し、mandatory モードで管理フレーム保護を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] wpa3 personal mandatory
[AC-wlan-st-service] pmf mandatory
```

- WPA3 セキュリティモードを optional に設定し、optional モードで管理フレーム保護を有効にします。

📖メモ：6GHz 帯の無線での wpa3 personal optional の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 以降のソフトウェアからサポートしています。

```
[AC-wlan-st-service] wpa3 personal optional
[AC-wlan-st-service] pmf optional
```

KDF を sha1-and-sha256 に設定します。

```
[AC-wlan-st-service] key-derivation sha1-and-sha256
```

WPA3-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式として H2E 方式を設定します。

📖メモ：ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアではこの設定は省略可能です。必要に応じて設定してください。

```
[AC-wlan-st-service] akm sae pwe h2e
```

#サービステンプレート service を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

#サービステンプレート radio2 を作成します。

```
[AC] wlan service-template radio2
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-radio2] ssid radio2
```

#サービステンプレート radio2 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-radio2] service-template enable
[AC-wlan-st-radio2] quit
```

AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、モデル名、シリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1240
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A5B1234567890
```

#サービステンプレート service を ap1 の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
```

#サービステンプレート radio2 を ap1 の radio 2 に割り当て、radio 2 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template radio2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] return
```

III. 設定の確認

クライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

2.13.5 6GHz 帯の無線(WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティあり)の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-15 に示すように、AP 上の無線 1(6GHz 帯)にクライアントが接続して通信できるように設定します。

- 6GHz 帯の無線サービス検出を有効にします。
- AP 上の無線 1(6GHz 帯)に、サービステンプレート service を設定します。サービステンプレートは WPA3 エンタープライズ (192bit セキュリティあり)を設定します。
- AP 上の無線 2 に、6GHz 帯の無線サービスを検出するためのサービステンプレート radio2 を設定します。

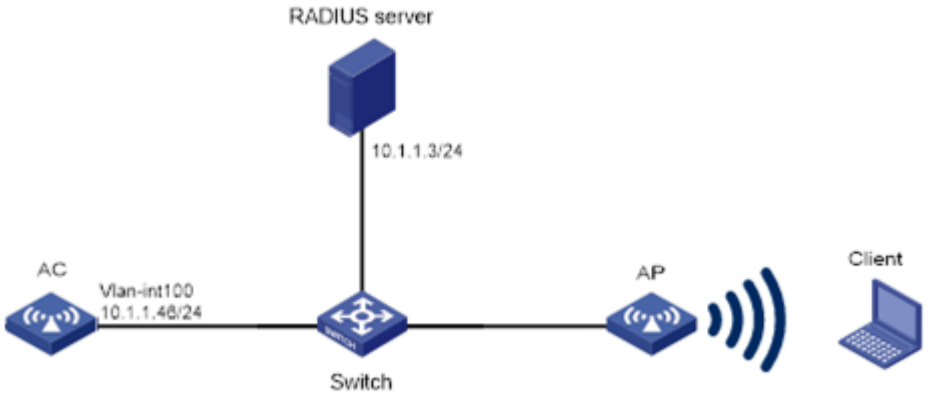


図 2-15 ネットワーク図

II. 設定手順

#6GHz 帯無線サービスの検出を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan global-configuration
[AC-wlan-global-configuration] wlan out-band 6g-discovery enable
[AC-wlan-global-configuration] quit
```

#サービステンプレート service を作成します。

```
[AC] wlan service-template service
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] ssid service
```

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service] akm mode dot1x
```

暗号化方式に GCMP、暗号化規格に RSN を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] cipher-suite gcmp
[AC-wlan-st-service] security-ie rsn
```

WPA3 の設定を enterprise に設定します。

```
[AC-wlan-st-service] wpa3 enterprise
```

mandatory モードで管理フレーム保護を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] pmf mandatory
```

KDF を sha1-and-sha256 に設定します。

```
[AC-wlan-st-service] key-derivation sha1-and-sha256
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service] dot1x domain dom1
```

#サービステンプレート service を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

#サービステンプレート radio2 を作成します。

```
[AC] wlan service-template radio2
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-radio2] ssid radio2
```

#サービステンプレート radio2 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-radio2] service-template enable
[AC-wlan-st-radio2] quit
```

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

#dot1x を設定します。

```
[AC] dot1x
[AC] dot1x authentication-method eap
```

ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、モデル名、シリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1240
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A5B1234567890
```

#サービステンプレート service を ap1 の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
```

#サービステンプレート radio2 を ap1 の radio 2 に割り当て、radio 2 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template radio2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] return
```

III. 設定の確認

クライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

2.13.6 6GHz 帯の無線(WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなし)の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-16 に示すように、AP 上の無線 1(6GHz 帯)にクライアントが接続して通信できるように設定します。

- 6GHz 帯の無線サービス検出を有効にします。
- AP 上の無線 1(6GHz 帯)に、サービステンプレート service を設定します。サービステンプレートは WPA3 エンタープライズ (192bit セキュリティなし)を設定します。
- AP 上の無線 2 に、6GHz 帯の無線サービスを検出するためのサービステンプレート radio2 を設定します。

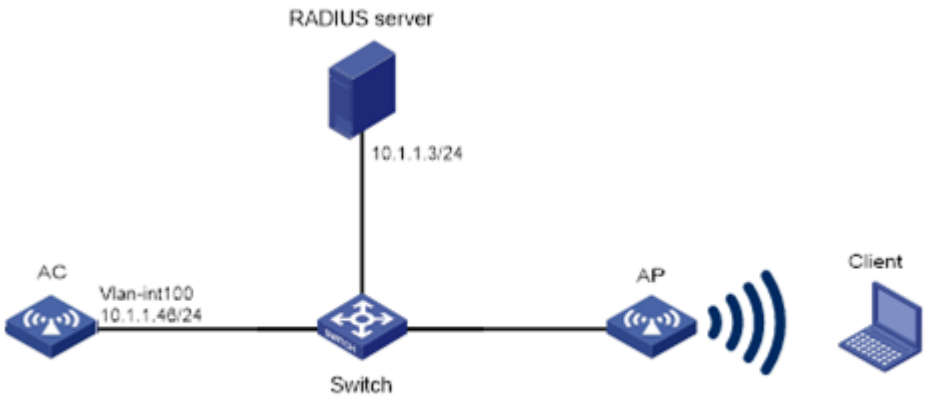


図 2-16 ネットワーク図

II. 設定手順

#6GHz 帯無線サービスの検出を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan global-configuration
[AC-wlan-global-configuration] wlan out-band 6g-discovery enable
[AC-wlan-global-configuration] quit
```

#サービステンプレート service を作成します。

```
[AC] wlan service-template service
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] ssid service
```

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service] akm mode dot1x
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に RSN を指定します。

```
[AC-wlan-st-service] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service] security-ie rsn
```

WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモードを設定します。

- wpa3 enterprise-only-mode を設定します。

```
[AC-wlan-st-service] wpa3 enterprise-only-mode
```

- wpa3 enterprise-transition-mode を設定します。

📖メモ：6GHz 帯の無線での wpa3 enterprise-transition-mode の利用は、ソフトウェアバージョン 7.2.89 以降のソフトウェアからサポートしています。

```
[AC-wlan-st-service] wpa3 enterprise-transition-mode
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service] dot1x domain dom1
```

#サービステンプレート service を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

#サービステンプレート radio2 を作成します。

```
[AC] wlan service-template radio2
```

#サービステンプレートの SSID を指定します。

```
[AC-wlan-st-radio2] ssid radio2
```

#サービステンプレート radio2 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-radio2] service-template enable
[AC-wlan-st-radio2] quit
```

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

#dot1x を設定します。

```
[AC] dot1x
[AC] dot1x authentication-method eap
```

ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、モデル名、シリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1240
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A5B1234567890
```

#サービステンプレート service を ap1 の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
```

#サービステンプレート radio2 を ap1 の radio 2 に割り当て、radio 2 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template radio2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] return
```

III. 設定の確認

クライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

3章 WLANアクセスの設定 3-1
3.1 WLANアクセスの概要 3-1
3.1.1 スキャニング 3-1
3.1.2 関連づけ 3-3
3.2 SSIDにもとづくアクセス制御 3-3
3.3 ホワイトリスト、ブラックリストにもとづくアクセス制御 3-4
3.4 ACLにもとづくアクセス制御 3-5
3.5 設定の制限とガイドライン 3-5
3.6 設定作業リスト 3-6
3.7 サービステンプレートの設定 3-6
3.8 SSIDの設定 3-7
3.9 サービステンプレートに対する記述の設定 3-7
3.10 クライアントのVLANの割り当て方式の指定 3-8
3.11 ローミング後のクライアントの許可VLANの選択の設定 3-8
3.12 クライアントキャッシュエージングタイマの設定 3-9
3.13 ACまたはAPでのクライアントの関連づけの有効化 3-9
3.14 クライアントトラフィック転送モードの指定 3-10
3.15 クライアントのトラフィック転送の有効化 3-10
3.16 クライアントデータフレームに対するカプセル化フォーマットの設定 3-11
3.17 クイックアソシエーションの有効化 3-11
3.18 802.11ax 最大 HE-MCSの設定 3-12
3.19 サービステンプレートの有効化 3-12
3.20 無線に対するサービステンプレートの設定 3-12
3.20.1 radio viewでの無線に対するサービステンプレートの設定 3-13
3.20.2 AP group radio viewでの無線に対するサービステンプレートの設定 3-13
3.21 領域コードの指定 3-13
3.21.1 AP viewでの領域コードの指定 3-14
3.21.2 AP group viewでの領域コードの指定 3-14
3.21.3 グローバル領域コードの指定 3-14
3.22 APのブロードキャストプローブ要求への応答の無効化 3-15
3.22.1 AP viewでのAPのブロードキャストプローブ要求への応答の無効化 3-15
3.22.2 AP group viewでのAPのブロードキャストプローブ要求への応答の無効化 3-15
3.23 クライアントアイドルタイムアウトタイマの設定 3-15
3.23.1 AP view でのクライアントアイドルタイムアウトタイマの設定 3-15
3.23.2 AP group viewでのクライアントアイドルタイムアウトタイマの設定 3-16
3.24 クライアントkeepaliveの設定 3-16
3.24.1 AP view でのクライアントkeepaliveの設定 3-16
3.24.2 AP group view でのクライアントkeepaliveの設定 3-17
3.25 APが指定されたサービステンプレートをAPグループから引き継がないための設定 3-17
3.26 NAS IDの設定 3-17
3.26.1 AP viewでのNAS IDの設定 3-18
3.26.2 AP group viewでのNAS IDの設定 3-18
3.26.3 グローバルNAS IDの設定 3-18
3.27 APが未知のクライアントからのトラフィックを処理する方法の設定 3-19

3.28 クライアントアソシエーションを許可するSSIDの設定 3-19
3.29 ホワイトリストへのクライアントの追加 3-19
3.30 スタティックブラックリストへのクライアントの追加 3-20
3.31 ダイナミックブラックリストの設定 3-20
3.32 ACLにもとづくアクセス制御の設定 3-21
3.32.1 サービステンプレートViewでのACLにもとづくアクセス制御の設定 3-21
3.32.2 AP ViewでのACLにもとづくアクセス制御の設定 3-21
3.33 クライアント再認証を行う前のアイドル時間の設定 3-21
3.34 ダイナミックブラックリストエントリに対するエージングタイマの設定 3-22
3.35 APへのコンフィグレーションファイルの設定 3-22
3.36 クライアント情報報告先のWebサーバの指定 3-23
3.37 WLANアクセスのSNMP notificationの有効化 3-24
3.38 WLANアクセスの表示と維持 3-24
3.39 WLANアクセスの設定例 3-25
3.39.1 WLANアクセスの設定例 3-25
3.39.2 ローカルMACアドレス認証でクライアントアソシエーションを許可するSSIDの設定例 3-27
3.39.3 ホワイトリストの設定例 3-31
3.39.4 スタティックブラックリストの設定例 3-32
3.39.5 AP viewでのACLにもとづくアクセス制御の設定例 3-33
3.39.6 サービステンプレート viewでのACLにもとづくアクセス制御の設定例 3-34

3章 WLAN アクセスの設定

本章では WLAN アクセスの設定方法について記述します。

3.1 WLANアクセスの概要

無線クライアントは、スキャニング、リンクレイヤ認証、関連づけ、WLAN 認証プロセスが完了したときのみ WLAN にアクセスすることができます。

データリンクレイヤ認証に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* *"WLAN セキュリティ"* を参照してください。

WLAN 認証に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* *"WLAN 認証の設定"* を参照してください。

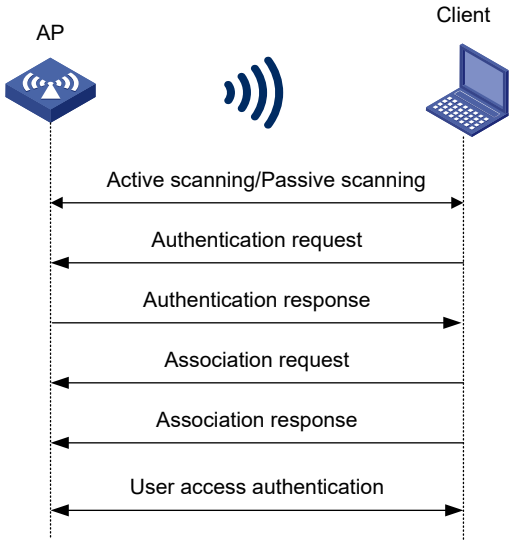


図 3-1 WLAN アクセスプロセス

3.1.1 スキャニング

I. アクティブスキャニング

無線クライアントは、プローブ要求を送信することで、定期的に周辺の無線ネットワークをスキャンします。無線クライアントは、受信したプローブ応答からネットワーク情報を取得します。プローブ要求が SSID を運ぶか否かにもとづき、アクティブスキャニングは以下のタイプに分類できます。

- すべての無線ネットワークのアクティブスキャニング
  - 図 3-2に示すように、クライアントは無線ネットワークをスキャンするために、サポートされた各々のチャネル上で定期的にプローブ要求を送信します。プローブ要求を受信した AP は、プローブ応答を送信します。これにより、入手可能な無線ネットワーク情報を運びます。クライアントは、最適 AP と関連づけられます。

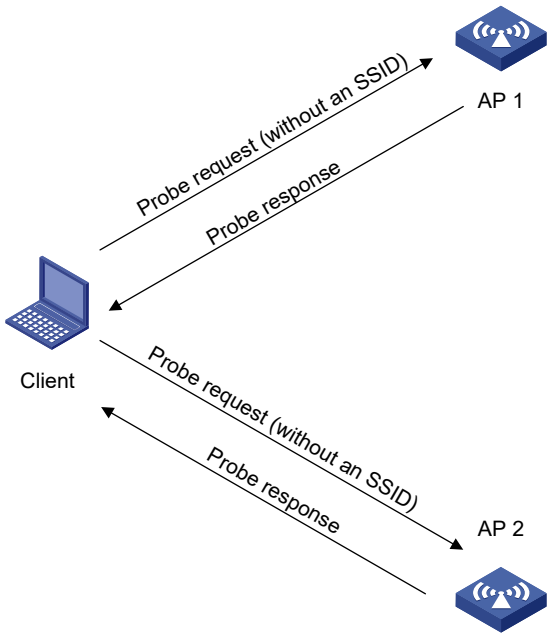


図 3-2 WLAN アクセスプロセス

- 特定の無線ネットワークのアクティブスキャニング
  - 無線クライアントが SSID を設定される、もしくは SSID に関連づけられる場合、図 3-3に示すように、クライアントは指定された SSID を運ぶプローブ要求を定期的に送信します。特定の SSID で無線サービスを提供できる AP がプローブ要求を受信したとき、AP はプローブ応答を送信します。

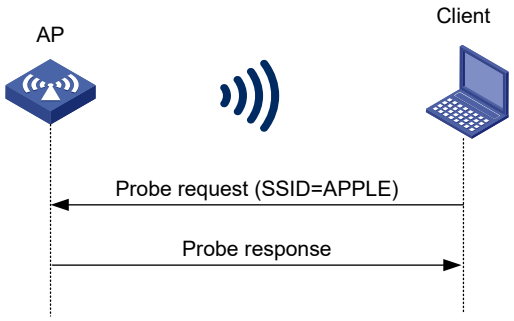


図 3-3 特定の無線ネットワークのスキャニング

II. パッシブスキャニング

- 図 3-4に示すように、クライアントは周辺の無線ネットワークに関する情報を入手するために、サポートされたチャネル上で AP によって送信されたビーコンフレームを受信します。クライアントは認証のために AP を選択します。パッシブスキャニングは電力消費を抑えたいときに使用します。

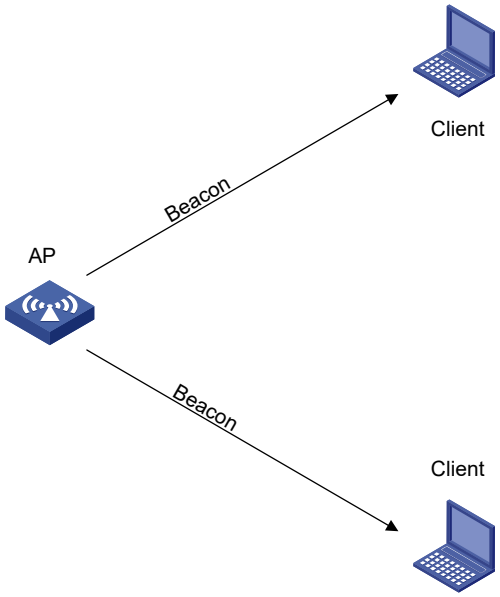


図 3-4 パッシブスキャニング

3.1.2 関連づけ

クライアントは、データリンクレイヤ認証を通過したあと、関連づけられた AP に対して関連づけ要求を送信します。関連づけ要求を受信すると、AP は無線クライアントによってサポートされた容量を決定し、クライアントに対して関連づけ応答を送信します。これにより、クライアントは AP に関連づけられます。

3.2 SSIDにもとづくアクセス制御

図 3-5に示すように、SSID にもとづくアクセス制御では、ssida を Client1 と Client2 の許可された SSID として設定し、ssidb を Client3 の許可された SSID として設定します。

クライアントが認証に合格すると、サーバは関連するユーザプロファイルを AC に送信します。AC は、クライアントの関連付けられた SSID が許可された SSID であるかどうかを調べます。許可された SSID の場合、クライアントは WLAN へのアクセスを許可されます。許可されていない SSID の場合、AC はクライアントをログオフします。

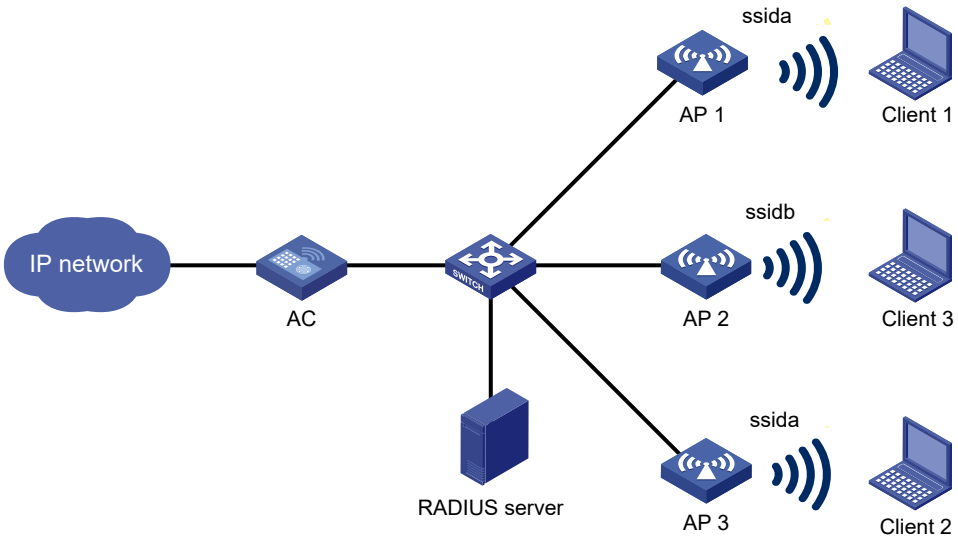


図 3-5 SSID にもとづくアクセス制御

3.3 ホワイトリスト、ブラックリストにもとづくアクセス制御

WLAN クライアントからのフレームをフィルタリングし、クライアントアクセス制御を実行するために、ホワイトリストとブラックリストを設定することができます。

- **ホワイトリスト**－WLAN にアクセスすることを許可されたすべてのクライアントの MAC アドレスを含みます。ホワイトリスト内に存在しないクライアントからのフレームは破棄されます。ホワイトリストは手動で設定されます。
- **スタティックブラックリスト**－WLAN にアクセスすることを禁止されたクライアントの MAC アドレスを含みます。スタティックブラックリストは手動で設定されます。
- **ダイナミックブラックリスト**－WLAN にアクセスすることを禁止されたクライアントの MAC アドレスを含みます。AP は、WIPS が設定された場合、あるいは URL リダイレクションが WLAN MAC 認証クライアントのために URL リダイレクションが有効である場合、リストに WLAN にアクセスすることを禁止されたクライアントの MAC アドレスを追加します。WIPS に関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “WIPS の設定”* を参照してください。WLAN MAC 認証クライアントの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “WLAN 認証の設定”* を参照してください。

AP が関連づけ要求を受信し、AC に追加モバイルメッセージを送信すると、AC はクライアントを許可するかどうか判断するために、以下の操作を実行します。

1) ホワイトリストを捜索します。
- クライアント MAC アドレスがホワイトリスト内のいずれのエントリとも一致しない場合、クライアントは拒否されます。
- クライアント MAC アドレスがホワイトリスト内のエントリと一致する場合、クライアントは許可されます。

2) ホワイトリストエントリが存在しない場合、スタティック、ダイナミックブラックリストを捜索します。
- クライアント MAC アドレスがいずれかのブラックリスト内のエントリと一致する場合、クライアントは拒否されます。

- クライアント MAC アドレスがいずれのブラックリスト内のエントリとも一致しない場合、もしくはブラックリストエントリが存在しない場合、クライアントは許可されます。

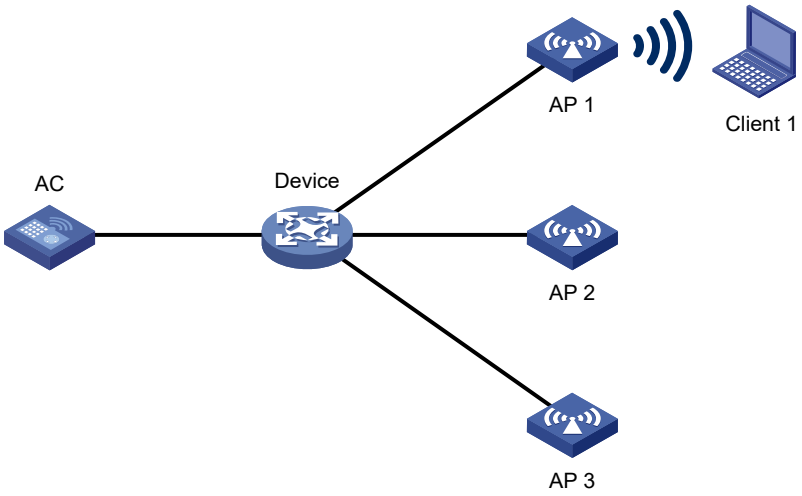


図 3-6 ホワイトリスト、ブラックリストにもとづくアクセス制御

3.4 ACLにもとづくアクセス制御

ACL にもとづくアクセスコントロールと、ホワイトリストおよびブラックリストベースのアクセスコントロールの両方を同じ装置に設定しないでください。

指定した ACL に permit ルールが設定されていない場合、クライアントのアクセスは許可されません。

AP View の設定は、サービステンプレート View の設定よりも優先されます。

この機能は、レイヤ 2 ACL だけをサポートし、一致基準として送信元 MAC アドレスだけを使用できます。

3.5 設定の制限とガイドライン

設定の優先順位は AP view、AP group view、global configuration view の順番で優先します。

3.6 設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目） サービステンプレートの設定
（必須設定項目） SSIDの設定
（オプション設定項目） サービステンプレートに対する記述の設定
（オプション設定項目）クライアントのVLANの割り当て方式の指定
（オプション設定項目）ローミング後のクライアントの許可VLANの選択の設定
（オプション設定項目） クライアントキャッシュエージングタイマの設定
（オプション設定項目） ACまたはAPでのクライアント関連づけの有効化
（オプション設定項目） クライアントトラフィック転送モードの指定
（オプション設定項目）クライアントのトラフィック転送の有効化
（オプション設定項目） クライアントデータフレームに対するカプセル化フォーマットの設定
（オプション設定項目） クイックアソシエーションの有効化
（オプション設定項目）802.11ax 最大 HE-MCSの設定
（必須設定項目） サービステンプレートの有効化
（必須設定項目） 無線に対するサービステンプレートの設定
（オプション設定項目） 領域コードの指定
（オプション設定項目） APのブロードキャストプローブ要求への応答の無効化
（オプション設定項目） クライアントアイドルタイムアウトタイマの設定
（オプション設定項目） クライアントkeepaliveの設定
（オプション設定項目） APが指定されたサービステンプレートをAPグループから引き継がないための設定
（オプション設定項目） NAS IDの設定
（オプション設定項目） APが未知のクライアントからのトラフィックを処理する方法の設定
（オプション設定項目）クライアントアソシエーションを許可するSSIDの設定
（オプション設定項目） ホワイトリストへのクライアントの追加
（オプション設定項目） スタティックブラックリストへのクライアントの追加
（オプション設定項目）ダイナミックブラックリストの設定
（オプション設定項目）ACLにもとづくアクセス制御の設定
（オプション設定項目）クライアント再認証を行う前のアイドル時間の設定
（オプション設定項目） APへのコンフィグレーションファイルの設定
（オプション設定項目）クライアント情報が通知されるWebサーバの指定
（オプション設定項目） WLANアクセスのSNMP notificationの有効化
（オプション設定項目）指定したフォーマットでログインするクライアントの作成の有効化

3.7 サービステンプレートの設定

サービステンプレートは、SSID や認証方法のような無線サービス認証方式を定義します。

以下にサービステンプレートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． サービステンプレートを作成する	**wlan service-template** *service-template-name*	デフォルト：設定なし
3． VLAN をサービステンプレートに結びつける	**vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1

3.8 SSIDの設定

AP は、ビーコンフレーム内で SSID を配信します。BSS 内のクライアント数が制限を越える、もしくは BSS が入手不可能な場合、クライアントが BSS を発見することを防ぐために SSID ステルスを有効にすることができます。SSID ステルスが有効のとき、BSS は SSID をビーコンフレーム内に隠し、ブロードキャストプローブ要求に応答しません。クライアントは、WLAN にアクセスするために、指定された SSID とともにプローブ要求を送信しなければなりません。この機能により、WLAN は攻撃から保護されます。

SSID の設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. サービステンプレートに SSID を設定する	**ssid** *ssid-name*	デフォルト：設定なし NECは、サービステンプレートに対して独自のSSIDを設定することを推奨します。
4. （オプション設定項目）ビーコンフレーム内で SSID ステルスを有効にする	**beacon ssid-hide**	デフォルト：無効

⚠ **注意**：
6GHz 帯の SSID で SSID ステルスを有効にすると接続できない端末があります。
6GHz 帯で利用するサービステンプレートでは SSID ステルスを有効にしないでください。

3.9 サービステンプレートに対する記述の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. サービステンプレートに対して記述を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし

3.10 クライアントのVLANの割り当て方式の指定

クライアントが初回にオンラインになったとき、無線はクライアントにランダムな VLAN を割り当てます。クライアントが再度オンラインになったとき、割り当て方式に依存してクライアントに VLAN を割り当てます。

- **スタティック割り当て**－クライアントは前回に割り当てられた VLAN を引き継ぎます。IP アドレスのリース期間が期限切れでない場合、クライアントは同一の IP アドレスを使用します。この方式は IP アドレス数を削減するのに役立ちます。
- **ダイナミック割り当て**－クライアントに VLAN が再度割り当てられます。すべての VLAN にクライアントがバランスよく振り分けられます。

以下にクライアントの VLAN の割り当て方式を指定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. クライアントの VLAN の割り当て方式を指定する	**client vlan-alloc** { **dynamic** | **static** }	デフォルト：ダイナミック

3.11 ローミング後のクライアントの許可VLANの選択の設定

移動する可能性のあるグループでは、すべての AC はこの機能を設定することを推奨します。

クライアントのローミングが行われた後、通常、クライアントの VLAN は変更されません。

クライアントが別の AP にローミングした後、QMC で設定されたセキュリティ警告が開始した場合、ユーザを適切に隔離するため許可 VLAN が適用されます。

この機能は 802.1X、MAC アドレス認証のクライアントのみ適用します。

以下にローミング後のクライアントの許可 VLAN の選択の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. ローミング後のクライアントの許可 VLAN の選択を設定する	**client preferred-vlan authorized**	デフォルト：有効

3.12 クライアントキャッシュエージングタイマの設定

クライアントキャッシュは、クライアントのアクセス VLAN や PMK リストのような情報を保存します。キャッシュエージングタイマが終了する前に、クライアントが別の AP にローミングする場合、クライアントはキャッシュ情報を引き継ぐことができます。キャッシュエージングタイマが終了する前に、クライアントがオンラインにならない場合、キャッシュ情報は削除されます。

以下にクライアントキャッシュエージングタイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. クライアントキャッシュエージングタイマを設定する	**client cache aging-time** *aging-time*	デフォルト： 180秒

3.13 ACまたはAPでのクライアントの関連づけの有効化

AC でクライアントの関連づけを有効にする場合、管理フレームが CAPWAP トンネルを通じて AC に送信されます。これにより、安全性が保証され、管理が容易になります。AC と AP 間のネットワークが複雑なとき、NEC は AP でのクライアントの関連づけを推奨します。

クライアントの関連づけが AP で有効な場合、レイヤ 3 ローミングはサポートされません。**service-template** コマンドを使用する場合、同一のサービステンプレートを使用し、カバーエリアが重なる AP は、同一の VLAN を指定しなければなりません。

以下に AC または AP でクライアントの関連づけを有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. AC または AP でクライアントの関連づけを有効にする	**client association-location** { **ac** | **ap** }	デフォルト： AC

3.14 クライアントトラフィック転送モードの指定

クライアントトラフィック転送モードは、AC（中央転送モード）もしくは AP（ローカル転送モード）を選択可能です。中央転送モードは、クライアントトラフィックを AC で転送するモードです。ローカル転送モードは、クライアントトラフィックを AP で転送するモードです。ローカル転送モードを使用することで、クライアントトラフィックは AC に転送されず、AC の転送負荷は軽減されます。

AC（中央転送モード）を指定する場合、"*3.13 クライアントのトラフィック転送の有効化*" が有効であることを確認してください。

以下にクライアントトラフィック転送モードの指定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. クライアントトラフィック転送モードを指定する	**client forwarding-location** { **ac** | **ap** }	デフォルト： AP

3.15 クライアントのトラフィック転送の有効化

"*3.12 クライアントトラフィック転送モードの指定*" で AC（中央転送モード）を指定する場合、クライアントのトラフィック転送を有効にする必要があります。

以下にクライアントのトラフィック転送の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. クライアントのトラフィック転送を有効にする	**wlan client forwarding enable**	デフォルト：有効

3.16 クライアントデータフレームに対するカプセル化フォーマットの設定

"*3.12 クライアントトラフィック転送モードの指定*"で AC（中央転送モード）を指定する場合、AP はデータフレームをクライアントから AC に対して CAPWAP トンネルを通して送信します。クライアントデータフレームに対して、カプセル化フォーマットを 802.3 または 802.11 に設定できます。フォーマットを 802.3 に設定することで、AC がフレームフォーマット変換を実行する必要がなくなるため、NEC は 802.3 の設定を推奨します。

クライアントデータフレームに対するカプセル化フォーマットの設定手順は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． クライアントデータフレームに対してカプセル化フォーマットを設定する	**client frame-format** { **dot3** | **dot11** }	デフォルト : クライアントデータフレームは、802.3フォーマット内でカプセル化されます。

3.17 クイックアソシエーションの有効化

ロードバランスまたはバンドナビゲーションを有効にすることで、クライアント関連づけ効率に影響がでる可能性があります。遅延が許されないサービス、あるいはロードバランス、帯域幅のナビゲーションが必要ない環境では、サービステンプレートに対するすばやい関連づけを有効にすることができます。

この機能により、WLAN 内でロードバランスまたはバンドナビゲーションが有効な場合でも、装置がサービステンプレートに関連づけられたクライアント上で、ロードバランスまたはバンドナビゲーションを実行するのを無効にできます。

以下にクイックアソシエーションを有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． クイックアソシエーションを有効にする	**quick-association enable**	デフォルト：無効

3.18 802.11ax 最大 HE-MCSの設定

🕮 **メモ：**

802.11ax 最大 HE-MCS の設定はソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

802.11 ax ネットワークでは、ネットワークの品質が悪い場合、ネットワークデバイスが中程度または低レートで通信するために、802.11 ax でサポートされる HE-MCS の最大値を減らすことができます。これにより、高速レートと低速レートの間で頻繁にレートが変更されることによる通信遅延やジッターを回避できます。

指定した HE-MCS が無線のサポートされている最大レートよりも高い場合は、無線のサポートされているレートが使用されます。

この機能は、802.11 ax 無線でのみ有効です。

以下に 802.11ax 最大 HE-MCS の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. 802.11ax 最大 HE-MCS を設定する	**dot11ax support maximum-he-mcs** *he-mcs-number*	デフォルト：設定なし

3.19 サービステンプレートの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. サービステンプレートを有効にする	**service-template enable**	デフォルト：無効

3.20 無線に対するサービステンプレートの設定

無線に対してサービステンプレートを設定する場合、AP はサービステンプレート内で定義された無線サービスを提供できる BSS を作成します。

無線に対してサービステンプレートを設定する場合、以下の作業を実行することができます。

- BSS に関連づけられたクライアントが、VLAN グループ内のすべての VLAN に対して均等に割り当てられるように、無線に VLAN グループを結びつけます。
- ネットワークアクセスサーバを識別するために、無線に NAS ポート ID もしくは NAS ID を結びつけます。
- AP がビーコンフレーム内に SSID を隠せるようにします。

3.20.1 radio view での無線に対するサービステンプレートの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** radio-id	—
4. 無線に対してサービステンプレートを設定する	**service-template** *service-template-name* [**vlan** *vlan-id* | **vlan-group** *vlan-group-name*] [**ssid-hide**] [**nas-id** *nas-id* | **nas-port-id** *nas-port-id*]	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。 無線に対して最大16のサービステンプレートを設定することができます。

3.20.2 AP group radio view での無線に対するサービステンプレートの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 無線に対してサービステンプレートを設定する	**service-template** *service-template-name* [**vlan** *vlan-id* | **vlan-group** *vlan-group-name*] [**ssid-hide**] [**nas-id** *nas-id* | **nas-port-id** *nas-port-id*]	デフォルト：設定なし 無線に対して最大16のサービステンプレートを設定することができます。

3.21 領域コードの指定

領域コードは、使用可能周波数、使用可能チャネル、伝送電力レベルなどの性質を決定します。AP を設定する前に、有効な領域コードを設定してください。

領域コードの変更により引き起こされる規制違反を防止するために、領域コードをロックしてください。

3.21.1 AP view での領域コードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. 領域コードを指定する	**region-code** *code*	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。AP group view に領域コードが存在しない場合、APはglobal configuration view の設定を使用します。
4. 領域コードをロックする	**region-code-lock enable**	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。AP group view に領域コードが存在しない場合、APはglobal configuration view の設定を使用します。

3.21.2 AP group view での領域コードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. 領域コードを指定する	**region-code** *code*	デフォルト：APはglobal configuration view の設定を使用します。
4. 領域コードをロックする	**region-code-lock enable**	デフォルト：APはglobal configuration view の設定を使用します。

3.21.3 グローバル領域コードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. 領域コードを指定する	**region-code** *code*	デフォルト：領域コードはJPです。
4. 領域コードをロックする	**region-code-lock enable**	デフォルト：設定なし

3.22 APのブロードキャストプローブ要求への応答の無効化

ブロードキャストプローブ要求は、いずれの SSID も運びません。ブロードキャストプローブ要求を受信すると、AP は、サービス情報を運ぶプローブ応答で応答します。

この機能により、AP にユニキャストプローブ要求を送信するクライアントを、より容易に AP に関連づけることができます。

3.22.1 AP view での AP のブロードキャストプローブ要求への応答の無効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． AP でブロードキャストプローブ要求への応答を無効にする	**broadcast-probe reply disable**	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。

3.22.2 AP group view での AP のブロードキャストプローブ要求への応答の無効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP でブロードキャストプローブ要求への応答を無効にする	**broadcast-probe reply disable**	デフォルト：APは、ブロードキャストプローブ要求に応答します。

3.23 クライアントアイドルタイムアウトタイマの設定

クライアントアイドルタイムアウトタイマが終了する前に、関連づけられた AP に対して、オンラインのクライアントが任意のフレームを送信しない場合、AP はクライアントをログオフします。

3.23.1 AP view でのクライアントアイドルタイムアウトタイマの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． クライアントアイドルタイムアウトタイマを設定する	**client idle-timeout** *interval*	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。

3.23.2 AP group view でのクライアントアイドルタイムアウトタイマの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. クライアントアイドルタイムアウトタイマを設定する	**client idle-timeout** *interval*	デフォルト： 🕮ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.79を含む以前のソフトウェア：3600秒 ソフトウェアバージョン7.2.82を含む以降のソフトウェア：300秒

3.24 クライアントkeepaliveの設定

クライアント keepalive の設定機能により、AP はクライアントがオンラインかどうか識別するために、クライアントに対して指定された間隔で keepalive パケットを送信することができます。keepalive が 3 回送信される間隔以内に AP で応答を受信しない場合、クライアントをログオフします。

3.24.1 AP view でのクライアント keepalive の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. クライアント keepalive を有効にする	**client keep-alive enable**	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。
4. （オプション設定項目）クライアント keepalive 間隔を設定する	**client keep-alive interval** *value*	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。

3.24.2 AP group view でのクライアント keepalive の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． クライアント keepalive を有効にする	**client keep-alive enable**	デフォルト：無効
4． （オプション設定項目）クライアント keepalive 間隔を設定する	**client keep-alive interval** *value*	デフォルト： 300秒

3.25 APが指定されたサービステンプレートをAPグループから引き継がないための設定

デフォルトでは、AP グループ内の AP は、AP グループに設定されたサービステンプレートを引き継ぎ、BSS を作成します。

本設定により、AP が、指定されたサービステンプレートを AP グループから引き継がないように設定することができます。

AP が、指定されたサービステンプレートを AP グループから引き継がないように設定するための設定手順は、以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． AP が指定されたサービステンプレートを AP グループから引き継がないように設定する	**inherit exclude service-template** *service-template-name*	デフォルト：設定なし

3.26 NAS IDの設定

NAS ID（Network Access Server IDentifier）、NAS port ID（Network Access Server Port IDentifier）は、クライアントのネットワークアクセスサーバを独自に識別し、クライアントトラフィックの送信元を区別します。

無線にサービステンプレートが設定された状態で NAS ID あるいは NAS port ID を指定する場合、無線はサービステンプレートに対して NAS ID あるいは NAS port ID を使用します。

3.26.1 AP view での NAS ID の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. NAS ID を設定する	**nas-id** *nas-id*	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。AP group view にNAS IDが存在しない場合、APはglobal configuration view の設定を使用します。
4. NAS port ID を設定する	**nas-port-id** *nas-port-id*	デフォルト：APは、AP group view の設定を使用します。AP group view にNAS port IDが存在しない場合、APはglobal configuration view の設定を使用します。
5. NAS VLAN ID を設定し、AC で RADIUS 要求の VLAN ID にカプセル化することを有効にする	**nas-vlan** *vlan-id*	デフォルト：設定なし RADIUSサーバに送信される認証要求はNAS VLAN IDフィールドがありません。 他ベンダのセキュリティアカウント管理サーバ（SAM、Security Accounting Management）がRADIUSサーバとして使用している場合、NAS VLAN ID を設定してください。

3.26.2 AP group view での NAS ID の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. NAS ID を設定する	**nas-port-id** *nas-port-id*	デフォルト：AP groupは、APはglobal configuration view の設定を使用します。
4. NAS port ID を設定する	**nas-port-id** *nas-port-id*	デフォルト：APはglobal configuration view の設定を使用します。

3.26.3 グローバル NAS ID の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. グローバル NAS ID を設定する	**nas-id** *nas-id*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
4． NAS port ID を設定する	**nas-port-id** *nas-port-id*	デフォルト：設定なし

3.27 APが未知のクライアントからのトラフィックを処理する方法の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． AP が未知のクライアントからのトラフィックを処理する方法を設定する	**unknown-client** [**deauthenticate** | **drop**]	デフォルト：APは、未知のクライアントからのパケットを廃棄し、未知のクライアントを認証しません。

3.28 クライアントアソシエーションを許可するSSIDの設定

🕮 **メモ：**

クライアントアソシエーションを許可する SSID の設定はソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

クライアントが指定された SSID を介して WLAN にアクセスできるようにします。

クライアントアソシエーションの許可された SSID の設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． user-profile view に移行する	**user-profile** *profile-name*	—
3． クライアントアソシエーションを許可する SSID を設定する。	**wlan permit-ssid** *ssid-name*	デフォルト：設定なし
4． ローカルユーザを作成し、その View に移行する	local-user *user-name* **class network**	—
5． ローカルユーザにユーザプロファイルを適用する	**authorization-attribute user-profile** *profile-name*	デフォルト：設定なし

3.29 ホワイトリストへのクライアントの追加

最初のクライアントをホワイトリストに追加するとき、システムは、すべてのオンラインのクライアントを切断するかどうか尋ねます。ホワイトリストを設定するために、設定画面で“Y”を入力してください。

ホワイトリストへのクライアントの追加手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ホワイトリストにクライアントを追加する	**wlan whitelist mac-address** *mac-address*	デフォルト：設定なし

3.30 スタティックブラックリストへのクライアントの追加

ホワイトリストとスタティックブラックリストの両方にクライアントを追加することはできません。

スタティックブラックリストへのクライアントの追加手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. スタティックブラックリストにクライアントを追加する	**wlan static-blacklist mac-address** *mac-address*	デフォルト：設定なし

3.31 ダイナミックブラックリストの設定

AC あるいは AP でダイナミックブラックリストを設定することができます。

AC でダイナミックブラックリストを設定した場合、AC に接続されたすべての AP はダイナミックブラックリストにあるクライアントを拒否します。

AP でダイナミックブラックリストを設定した場合、AP はダイナミックブラックリストにあるクライアントを拒否することができますが、クライアントは AC に接続された別の AP と関連し続けることができます。多くのクライアントが存在する環境では AC でダイナミックブラックリストを設定することを推奨します。

その後、ダイナミックブラックリストに追加されたエントリは設定されたエージングタイマの間、拒否されます。

ホワイトリスト、ブラックリストの両方が設定されている場合、ホワイトリストの設定が適用されます。

以下にダイナミックブラックリストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ダイナミックブラックリストを設定する	• APでダイナミックブラックリストを設定する：**wlan dynamic-blacklist active-on-ap** • APでダイナミックブラックリストを設定する：**undo wlan dynamic-blacklist active-on-ap**	デフォルト：APでダイナミックブラックリストが設定されています。

操作	コマンド	補足
3. ダイナミックブラックリストのエージングタイマを設定する	**wlan dynamic-blacklist lifetime** *lifetime*	デフォルト：300秒 偽のクライアントエントリのみ適用されます。

3.32 ACLにもとづくアクセス制御の設定

🕮 **メモ：**

ACL にもとづくアクセス制御の設定はソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

クライアントが指定された ACL にもとづいて WLAN にアクセスできるようにします。ACL にもとづくアクセス制御と、ホワイトリストおよびブラックリストの両方を同じ装置に設定しないでください。

AP View の設定は、サービステンプレート View の設定よりも優先されます。

この機能は、レイヤ 2 ACL だけをサポートし、一致基準として送信元 MAC アドレスだけを使用できます。

以下に ACL にもとづくアクセス制御の設定を示します。

3.32.1 サービステンプレート View での ACL にもとづくアクセス制御の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. ACL にもとづくアクセス制御を設定する	**access control acl** *acl-number*	デフォルト：設定なし

3.32.2 AP View での ACL にもとづくアクセス制御の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. ACL にもとづくアクセス制御を設定する	**access control acl** *acl-number*	デフォルト：設定なし

3.33 クライアント再認証を行う前のアイドル時間の設定

再認証の失敗を削減するため、クライアントに再認証を行う前のアイドル時間を設定します。

WLAN MAC アドレス認証のクライアントで URL リダイレクションが有効である場合、AP は MAC アドレス認証にパスしたクライアントをログオフします。次回の MAC アドレス認証の施行時、クライアントは MAC アドレス認証にパスし、WLAN にアクセスすることができます。アイドル時間が設定されている場合、AP はクライアントをログオフしたのち、ダイナミックブラックリストにクライアントを追加し、指定したアイドル時間後にクライアントのエントリがエージアウトします。

以下にクライアント再認証を行う前のアイドル時間の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. クライアント再認証を行う前のアイドル時間を設定する	**wlan client reauthentication-period** [*period-value*]	デフォルト：設定なし

3.34 ダイナミックブラックリストエントリに対するエージングタイマの設定

設定されたエージングタイマは、ダイナミックブラックリストに追加したあとのエントリに対してのみ適用されます。ホワイトリストとブラックリストが設定されている場合、ホワイトリストのみが適用されます。

ダイナミックブラックリストエントリに対するエージングタイマの設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ダイナミックブラックリストエントリのエージングタイマを設定する	**wlan dynamic-blacklist lifetime** *lifetime*	デフォルト： 300秒

3.35 APへのコンフィグレーションファイルの設定

🕮 **メモ：**

- AP へのコンフィグ設定は **remote-configuration** を使用することを推奨します。**remote-configuration** コマンドの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "AP 管理" の "リモート設定の割り当て設定"* を参照してください。
- **remote-configuration** を有効にした場合、**remote-configuration** で設定可能なコマンドがデフォルト値として適用されます。**remote-configuration** で設定できないコマンドを設定したい場合に限り、**map-configuration** の併用をご検討ください。また、**remote-configuration** と **map-configuration** の両方に同じ機能を有するコマンド設定がある場合、AP へのコンフィグ適用が正常におこなわれません。

AC から AP の設定を行なう場合、**map-configuration** コマンドを使用してコンフィグレーションファイルを AP に設定できます。コンフィグレーションファイルは手動で作成し、予め FTP などによって AC の **cfa0:/**内に保存しておく必要があります。

AC の **cfa0:/**には予め下記の 3 つのサンプルコンフィグファイルが保存されています。

- **Trunk.mpcfg** – AP の G1/0/1 または G1/0/2 を Trunk ポートとし Permit-Vlan ALL で運用する場合に使用します。
- **LAG.mpcfg** – AP の G1/0/1 及び G1/0/2 を LAG ポートとして運用する場合に使用します。
- **LAG_Trunk.mpcfg** – AP の G1/0/1 及び G1/0/2 を LAG ポートとし、さらに Trunk ポートの Permit-Vlan ALL で運用する場合に使用します。

各サンプルコンフィグファイルの内容は **more** *file-name* コマンドでも確認可能です。

🕮 **メモ：**

- サンプルコンフィグでは特定の **Vlan** の作成は設定されておりません。
- サンプルコンフィグをそのまま使用する場合、wlan ap view で **remote-configuration enable** を使用し、任意の **vlan** を設定して下さい。

AC までの CAPWAP トンネルが稼働した後、コンフィグレーションファイルが適用されます。AP を再起動すると、コンフィグレーションファイルは失効します。

コンフィグレーションファイルの内容は、正しいフォーマットで入力されたコマンド完全なコマンドにする必要があり、省略したコマンドを使用することはできません。

AP がコンフィグレーションファイルを使用して設定される場合、AC までの CAPWAP トンネルが確立可能なネットワークである必要があります。

IRF スタックユニットを形成する際、Master 装置と Standby 装置が切り替わる場合に備え、各メンバ AC にコンフィグレーションファイルを保存してください。**map-configuration** コマンドはマスタ AC にのみ適用できます。**map-configuration** コマンドを実行するときにパスを指定する場合、Master 装置のファイルにパスが通じていることを確認してください。

AP へのコンフィグレーションファイルの設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. AP で使用するコンフィグレーションファイルを設定する	**map-configuration** *filename*	デフォルト：設定なし ACのストレージメディアに使用するコンフィグレーションファイルが格納されていることを確認してください。

3.36 クライアント情報報告先のWebサーバの指定

指定した Web サーバに対し、HTTP を使用してクライアントの情報を報告します。報告されたクライアント情報は、クライアントの MAC アドレス、紐付けされた AP、紐付いた時間を含みます。Web サーバは、サーバのホスト名、ポート番号、経路が指定された場合に限りクライアント情報を承認します。

クライアント情報報告先の Web サーバの指定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Web サーバのホスト名とポート番号を指定する	**wlan web-server host** *host-name* **port** *port-number*	デフォルト：設定なし
3. Web サーバの経路を指定する	**wlan web-server api-path** *path*	デフォルト：設定なし
4. 1度に報告するクライアントエントリの最大数を設定する	**wlan web-server max-client-entry**	デフォルト：10

3.37 WLANアクセスのSNMP notificationの有効化

SNMP notification の通知機能は重要な WLAN アクセスに関するイベントを NMS に通知するため、SNMP notification を作成します。NMS は設定された出力ルールにしたがって notification を出力する方法を決定します。SNMP notification の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

WLAN アクセスの SNMP notification を有効にする手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN アクセスの SNMP notification を有効にする	**snmp-agent trap enable wlan client**	デフォルト：無効
3. クライアント監査の SNMP notification を有効にする	**snmp-agent trap enable wlan client-audit**	デフォルト：無効

3.38 WLANアクセスの表示と維持

すべての view で **display** コマンドと **wlan link-test** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ブラックリストエントリを表示する	**display wlan blacklist** { **dynamic** | **static** }
クライアント情報を表示する	**display wlan client** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **mac-address** *mac-address* | **service-template** *service-template-name* | **frequency-band** { **2.4** | **5** }] [**verbose**]
クライアントのデバイス情報を表示する	**display wlan client device-information [mac-address** *mac-address* **]**
指定されたMACアドレスのクライアントの接続および切断記録を表示する 📖メモ: ソフトウェアバージョン7.2.93aを含む以降でサポート	**display wlan client history-record mac-address** *mac-address*

操作	コマンド
クライアントのオンライン時間情報を表示する 📖メモ: ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降でサポート	**display wlan client online-duration** [**ap** *ap-name*]
APに対する領域コード情報を表示する	**display wlan region-code ap** { **all** | **name** *ap-name* }
サービステンプレート情報を表示する	**display wlan service-template** [*service-template-name*] [**verbose**]
クライアントスタティスティックまたはサービステンプレートスタティスティックを表示する	**display wlan statistics** { **ap** { **all** | **name** *ap-name* } **connect-history** | **client** [**mac-address** *mac-address*] | **service-template** *service-template-name* [**connect-history**] }
ホワイトリストエントリを表示する	**display wlan whitelist**
クライアントをログオフする	**reset wlan client** { **all** | **mac-address** *mac-address* }
クライアントのステータス情報を表示する	**display wlan client status** [**mac-address** *mac-address*] [**verbose**]
指定されたクライアントまたはすべてのクライアントをダイナミックブラックリストから除去する	**reset wlan dynamic-blacklist** [**mac-address** *mac-address*]
クライアントへの無線リンクの品質をテストする	**wlan link-test** *mac-address*
クライアントの統計情報を表示する	**reset wlan statistics client** { **all** | **mac-address** *mac-address* }

3.39 WLANアクセスの設定例

3.39.1 WLAN アクセスの設定例

I. ネットワーク要件

図 3-7に示すように、スイッチは AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるための DHCP サーバとして動作します。AP は、無線サービスに SSID trade-off を提供します。

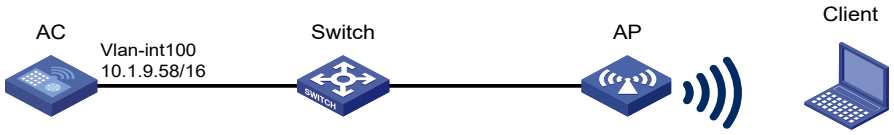


図 3-7 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　VLAN 100 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] vlan 100
[AC-vlan100] quit
```

2) VLAN-interface 100 を作成し、IP アドレスに VLAN-interface 100 を割り当てます。

```
[AC] interface vlan-interface 100
[AC-Vlan-interface100] ip address 10.1.9.58 16
```

3) 手動 AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

4) サービステンプレートを作成し、AP 無線にサービステンプレートを設定します。

サービステンプレート service1 を作成します。サービステンプレートに SSID として trade-off を設定し、VLAN 100 を設定します。サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] ssid trade-off
[AC-wlan-st-service1] vlan 100
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

AP の radio1 の作動チャネルをチャネル 64 に設定します。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] channel 64
```

radio 1 に対してサービステンプレート service1 を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
```

III. 設定の確認

SSID が trade-off か検証し、サービステンプレートを有効にします。

```
[AC] display wlan service-template verbose
Service template name          : service1
Description                    : Not configured
SSID                           : trade-off
SSID-hide                      : Disabled
User-isolation                 : Disabled
Service template status        : Enabled
Maximum clients per BSS        : 64
Frame format                   : Dot3
Seamless roam status           : Disabled
Seamless roam RSSI threshold   : 0
Seamless roam RSSI gap         : 0
VLAN ID                        : 100
```

```
AKM mode                          : Not configured
Security IE                       : Not configured
Cipher suite                      : Not configured
TKIP countermeasure time          : 0 s
PTK life time                     : 43200 s
GTK rekey                         : Enabled
GTK rekey method                  : Time-based
GTK rekey time                    : 86400 s
GTK rekey client-offline          : Disabled
User authentication mode          : Bypass
Intrusion protection              : Disabled
Intrusion protection mode         : Temporary-block
Temporary block time              : 180 sec
Temporary service stop time       : 20 sec
Fail VLAN ID                      : 1
802.1X handshake                  : Enabled
802.1X handshake secure           : Disabled
802.1X domain                     : my-domain
MAC-auth domain                   : Not configured
Max 802.1X users                  : 4096
Max MAC-auth users                : 4096
802.1X re-authenticate            : Enabled
Authorization fail mode           : Online
Accounting fail mode              : Online
Authorization                     : Permitted
Key derivation                    : N/A
PMF status                        : Disabled
Hotspot policy number             : Not configured
Forwarding policy status          : Disabled
Forwarding policy name            : Not configured
FT status                         : Disabled
QoS trust                         : Port
QoS priority                      : 0
```

クライアントを AP に関連づけます。（詳細は省略します。）

クライアントが WLAN にアクセスできるか確認します。

```
[AC] display wlan client service-template service1
Total number of clients: 3

MAC address     Username            APID/RID  IP address                VLAN ID
0023-8933-223b  N/A                  1024/1    3.0.0.3                    100
```

3.39.2 ローカル MAC アドレス認証でクライアントアソシエーションを許可する SSID の設定例

I. ネットワーク要件

図 3-8に示すように、クライアント 1 が接続できる SSID を ssida、クライアント 2 の接続できる SSID を ssidb に設定します。ローカル MAC アドレス認証を AC に設定します。

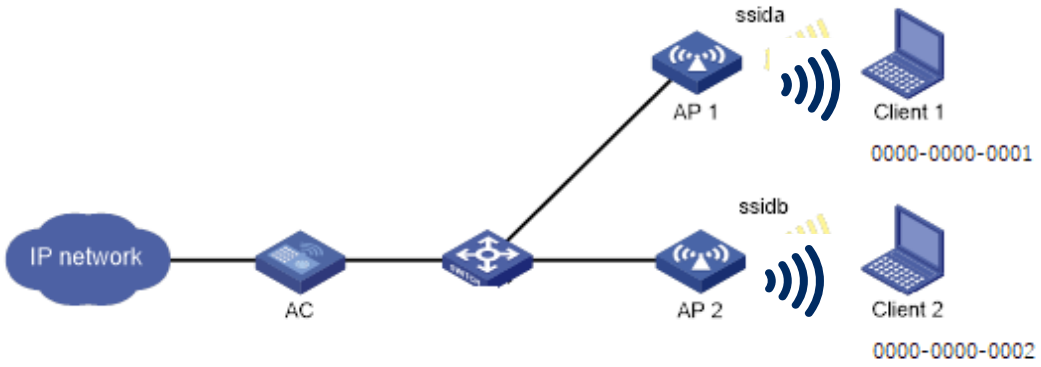


図 3-8 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　MAC アドレス認証を設定します。

MAC アドレス認証をグローバルで有効にします

```
[AC] mac-authentication
```

MAC ベースのアカウントを使うように MAC アドレス認証を設定します。ユーザ名とパスワードはハイフンありで、小文字を指定します。

```
[AC] mac-authentication user-name-format mac-address with-hyphen lowercase
```

2)　サービステンプレート ssida を作成します。サービステンプレートの SSID 名を設定します。

```
[AC]  system-view
[AC] wlan service-template ssida
[AC-wlan-st-ssida] ssid ssida
```

3)　WLAN セキュリティを設定します。

#AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-ssida] akm mode psk
[AC-wlan-st-ssida] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

#cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-ssida] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-ssida] security-ie rsn
```

#MAC アドレス認証を設定します。

```
[AC-wlan-st-ssida] client-security authentication-mode mac
```

#サービステンプレート ssida を有効にします。

```
[AC-wlan-st-ssida] service-template enable
[AC-wlan-st-ssida] quit
```

4)　サービステンプレート ssidb を作成します。サービステンプレートの SSID 名を設定します。

```
[AC]  system-view
[AC] wlan service-template ssidb
[AC-wlan-st-ssidb] ssid ssidb
```

5) WLAN セキュリティを設定します。

#AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-ssidb] akm mode psk
[AC-wlan-st-ssidb] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

#cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-ssidb] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-ssidb] security-ie rsn
```

#MAC アドレス認証を設定します。

```
[AC-wlan-st-ssidb] client-security authentication-mode mac
```

#サービステンプレート ssidb を有効にします。

```
[AC-wlan-st-ssidb] service-template enable
[AC-wlan-st-ssidb] quit
```

6) ISP ドメイン dom1 を作成し、ローカル認証を設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access local
[AC-isp- dom1] authorization lan-access local
[AC-isp- dom1] accounting lan-access local
[AC-isp- dom1] quit
```

7) MAC アドレス認証に ISP ドメイン dom1 を使用するように設定します。

```
[AC] mac-authentication domain dom1
```

8) ユーザプロファイル ssdia を作成します。アソシエーションを許可する SSID 名として ssida を設定します。

```
[AC] user-profile ssida
[AC-user-profile-ssida] wlan permit-ssid ssida
[AC-user-profile-ssida] quit
```

9) ユーザプロファイル ssidb を作成します。アソシエーションを許可する SSID 名として ssidb を設定します。

```
[AC] user-profile ssidb
[AC-user-profile-ssidb] wlan permit-ssid ssidb
[AC-user-profile-ssidb] quit
```

10) ローカルユーザを追加します。

#ホストの MAC アドレス 00-00-00-00-00-01 をユーザ名とパスワードに設定し、LAN アクセスサービスを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] local-user 00-00-00-00-00-01 class network
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-01] password simple 00-00-00-00-00-01
```

#ユーザの LAN アクセスサービスを指定します。

```
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-01] service-type lan-access
```

#ユーザプロファイル ssida を適用します。

```
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-01] authorization-attribute user-profile ssida
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-01] quit
```

#ホストの MAC アドレス 00-00-00-00-00-02 をユーザ名とパスワードに設定し、LAN アクセスサービスを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] local-user 00-00-00-00-00-02 class network
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-02] password simple 00-00-00-00-00-02
```

#ユーザの LAN アクセスサービスを指定します。

```
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-02] service-type lan-access
```

#ユーザプロファイル ssidb を適用します。

```
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-02] authorization-attribute user-profile ssidb
[AC-luser-network-00-00-00-00-00-02] quit
```

11）AP 名 AP1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap AP1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-AP1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

12）サービステンプレート ssida を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-AP1] radio 1
[AC-wlan-ap-AP1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-AP1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-AP1-radio-1] return
```

13）AP 名 AP2 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap AP2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-AP2] serial-id 219801A0CNC138011455
```

14）サービステンプレート ssidb を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-AP2] radio 1
[AC-wlan-ap-AP2-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-AP2-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-AP2-radio-1] return
```

III. 設定の確認

#クライアント 1 が ssida に接続できること、クライアント 2 が ssidb に接続できることを確認します。(詳細は省略します。)

#クライアント 1 が ssidb に接続できないこと、クライアント 2 が ssida に接続できないことを確認します。(詳細は省略します。)

3.39.3 ホワイトリストの設定例

I. ネットワーク要件

図 3-9に示すように、MAC アドレスが 0000-000f-1211 のクライアントのみが WLAN へのアクセスを許可されるように、ホワイトリストを設定します。

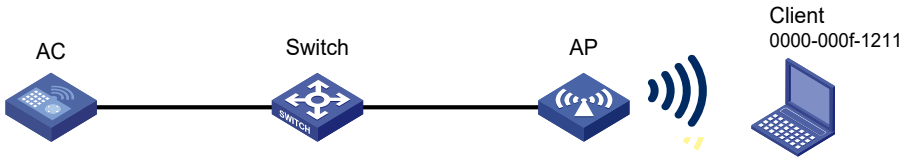


図 3-9 ネットワーク図

II. 設定手順

#ホワイトリストに MAC アドレス 0000-000f-1211 を追加します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan whitelist mac-address 0000-000f-1211
```

III. 設定の確認

MAC アドレス 0000-000f-1211 がホワイトリストにあるか確認します。

```
[AC] display wlan whitelist
Total number of clients: 1
 MAC addresses:
  0000-000f-1211
```

3.39.4 スタティックブラックリストの設定例

I. ネットワーク要件

図 3-10に示すように、MAC アドレスが 0000-000f-1211 のクライアントのみが WLAN へのアクセスを拒否されるように、スタティックブラックリストを設定します。

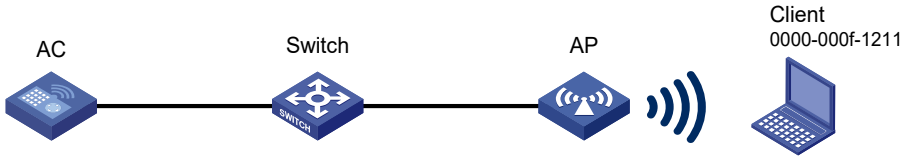


図 3-10 ネットワーク図

II. 設定手順

スタティックブラックリストに MAC アドレス 0000-000f-1211 を追加します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan static-blacklist mac-address 0000-000f-1211
```

III. 設定の確認

MAC アドレス 0000-000f-1211 がスタティックブラックリストにあるか確認します。

```
[AC] display wlan blacklist static
Total number of clients: 1
 MAC addresses:
  0000-000f-1211
```

3.39.5 AP view での ACL にもとづくアクセス制御の設定例

I. ネットワーク要件

図 3-11に示すように、MAC アドレスが 0000-000f-1211 のクライアントのみが WLAN へのアクセスを許可されるように、AP に ACL を設定します。

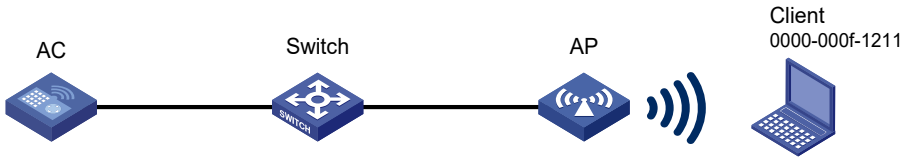


図 3-11 ネットワーク図

II. 設定手順

ACL 4000 に、送信元 MAC アドレス 0000-000f-1211 を許可する設定を追加します。

```
<AC> system-view
[AC] acl number 4000
[AC-acl-mac-4000] rule 1 permit source-mac 0000-000f-1211 ffff-ffff-ffff
[AC-acl-mac-4000] quit
```

#AP ap1 に ACL4000 を設定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1010
[AC-wlan-ap-ap1] access-control acl 4000
```

III. 設定の確認

MAC アドレス 0000-000f-1211 のクライアントが AP に接続できることを確認します。(詳細は省略します。)

3.39.6 サービステンプレート view での ACL にもとづくアクセス制御の設定例

I. ネットワーク要件

図 3-12に示すように、MAC アドレスが 0000-000f-1211 のクライアントのみが WLAN へのアクセスを許可されるように、サービステンプレートに ACL を設定します。

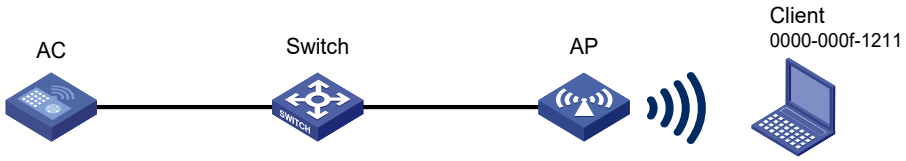


図 3-12 ネットワーク図

II. 設定手順

ACL 4000 に、送信元 MAC アドレス 0000-000f-1211 を許可する設定を追加します。

```
<AC> system-view
[AC] acl number 4000
[AC-acl-mac-4000] rule 1 permit source-mac 0000-000f-1211 ffff-ffff-ffff
[AC-acl-mac-4000] quit
```

#サービステンプレート service1 に ACL4000 を設定します。

```
 [AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] access-control acl 4000
```

III. 設定の確認

MAC アドレス 0000-000f-1211 のクライアントが AP に接続できることを確認します。
(詳細は省略します。)

目次

このセクションのページは**2-x-x**です。

4章 WLANセキュリティ 4-1
4.1 WLAN概要 4-1
4.2 Pre-RSNAメカニズム 4-1
4.2.1 オープンシステム認証 4-1
4.2.2 共有鍵認証 4-2
4.3 RSNAメカニズム 4-3
4.3.1 認証 4-3
4.3.2 鍵管理 4-3
4.3.3 暗号化方式 4-9
4.4 管理フレームの保護 4-9
4.5 ダイナミックWEPメカニズム 4-11
4.6 プロトコルと標準 4-11
4.7 WLANセキュリティ設定作業リスト 4-12
4.7.1 AKMモードの設定 4-13
4.7.2 暗号化規格の設定 4-13
4.7.3 暗号化方式の設定 4-14
4.7.4 PSKの設定 4-15
4.7.5 KDFの設定 4-15
4.7.6 GTKアップデートの設定 4-15
4.7.7 PTKライフタイムの設定 4-16
4.7.8 TKIP MIC failureホールドタイムの設定 4-17
4.7.9 WEP鍵の設定 4-17
4.7.10 管理フレーム保護の設定 4-18
4.7.11 ダイナミックWEPメカニズムの有効化 4-19
4.7.12 Enhanced Openシステム認証の設定 4-19
4.7.13 移行モードでの推奨サービステンプレートの指定 4-20
4.7.14 WPA3の設定 4-21
4.7.15 WPA3-SAEのSAE交換時のPWE生成方式の設定 4-22
4.7.16 WLANセキュリティのSNMP notificationの有効化 4-22
4.8 WLANセキュリティの表示と維持 4-23
4.9 WLANセキュリティの設定例 4-23
4.9.1 共有鍵認証設定例 4-23
4.9.2 WPA-PSK(TKIP)設定例 4-25
4.9.3 WPA2-PSK(AES)＋MACアドレス認証設定例 4-27
4.9.4 802.1X AKM設定例 4-30
4.9.5 管理フレーム保護設定例 4-33
4.9.6 ダイナミックWEPメカニズム設定例 4-36
4.9.7 プライベートPSK認証、MACアドレス認証設定例 4-39
4.9.8 WPA3エンタープライズ(192bitセキュリティなし)設定例 4-42
4.9.9 WPA3パーソナル設定例 4-44

4章 WLAN セキュリティ

4.1 WLAN概要

オリジナルの IEEE802.11 は Pre-RSNA（Pre Robust Security Network Association）メカニズムを使用します。このメカニズムは鍵露出（key exposure）、トラフィック妨害（traffic interception）、改変（tampering）などの攻撃に対してセキュリティ上で脆弱性があります。WLAN セキュリティを拡張させるため、IEEE802.11i（RSNA メカニズム）が導入されました。WLAN のセキュリティを向上させるため、必要に応じて Pre-RSNA あるいは RSNA のどちらかを選択することができます。

IEEE802.11i は WLAN データトラフィックのみを暗号化します。暗号化されていない WLAN 管理フレームは機密性、確実性、完全性への攻撃に対して無防備となります。IEEE802.11w は 802.11i フレームワークをもとにして管理フレームの保護を行うことで、偽造された認証されていないフレームや分離されたフレームを使用した攻撃を防ぐことができます。

4.2 Pre-RSNAメカニズム

⚠ **重要**：
WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

Pre-RSNA メカニズムは、認証にオープンシステムと共有鍵アルゴリズムを使用し、データの暗号に WEP を使用します。WEP（Wired Equivalent Privacy）は機密性を保持するためストリーム暗号として RC4 を使用します。鍵は 40 ビット（WEP40）、104 ビット（WEP104）、128 ビット（WEP128）をサポートしています。

4.2.1 オープンシステム認証

オープンシステム認証はデフォルトでもっとも簡単な認証アルゴリズムです。オープンシステム認証を使用して認証を要求するクライアントは認証にパスすることができます。

オープンシステム認証は以下のプロセスを使用します。

1) クライアントは AP に認証を要求します。
2) クライアントが認証にパスしたのち、AP はクライアントに認証の応答を送信します。

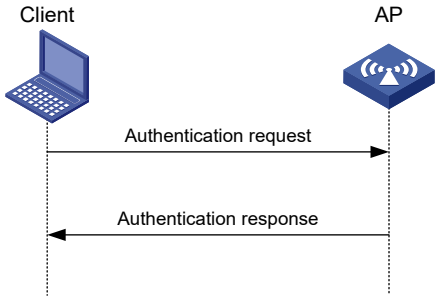


図 4-1 オープンシステム認証のプロセス

4.2.2 共有鍵認証

共有鍵認証は、認証を行うため AP とクライアントの WEP 鍵を使用します。

共有鍵認証は以下のプロセスを使用します。

1) クライアントは AP に認証要求を送信します。
2) AP はランダムに作成したチャレンジテキスト（乱数）をクライアントに送信します。
3) クライアントはチャレンジテキストを暗号化するためクライアントの WEP 鍵を使用し、AP に暗号化したチャレンジテキストを送信します。
4) AP はチャレンジテキストを復号化するため、AP の WEP 鍵を使用します。もとのチャレンジテキストと復号化したチャレンジテキストを比較します。2 つのチャレンジテキストが一致した場合、クライアントは認証にパスします。一致しない場合、クライアントは認証に失敗します。

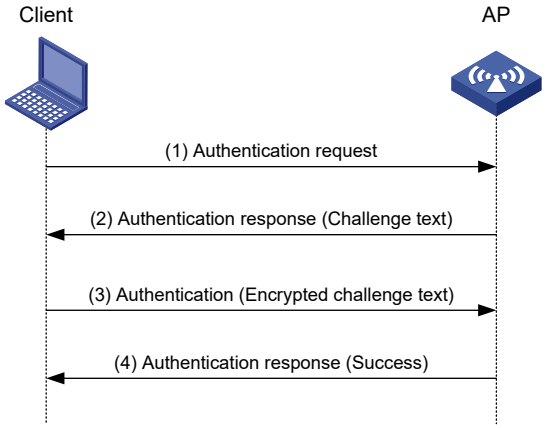


図 4-2 共有鍵の認証プロセス

4.3 RSNAメカニズム

重要：
RSNA はリンクレイヤの認証を行うため、オープンシステム認証が必要です。

RSNA メカニズムは WPA（Wi-Fi Protected Access）、RSN（Robust Security Network）セキュリティモードが含まれます。RSNA は以下の機能を提供します。

- ユーザの完全性を認証し、鍵を動的に作成し、鍵のアップデートを行うため、802.1X、PSK（Pre-Shared Key）AKM（Authentication and key management）を使用します。
  - **802.1X**－802.1X はユーザの認証を行います。802.1X は認証を行う際に PMK（pairwise master key）を作成します。クライアントと AP は PTK（pairwise transient key）を作成するために PMK を使用します。
  - **プライベート PSK**－クライアントの MAC アドレスは PMK を作成する際に使用されます。クライアントと AP は PTK を作成するために PMK を使用します。
  - **PSK**－PSK は PMK を作成するために使用します。クライアントと AP は PTK を作成するために PMK を使用します。
- データを暗号化するため、TKIP（Temporal key integrity Protocol）、CCMP（Counter Mode CBC-MAC Protocol）を使用します。

4.3.1 認証

802.1X 認証は PSK 認証よりもセキュリティの強度が強くなります。802.1X 認証の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *“WLAN”の“WLAN 認証の概要”*、および *“WLAN 認証の設定”*を参照してください。

PSK 認証は AP とクライアントの両方で設定するため、同一の PSK が必要となります。PSK の完全性は 4-WAY ハンドシェイクを行う間に行われます。PTK の交換が成功した場合、クライアントは認証にパスします。

4.3.2 鍵管理

鍵管理は PTK、GTK（group temporary key）の作成方法およびアップデート方法について定義しています。PTK はユニキャストで使用されます。GTK はマルチキャスト、ブロードキャストで使用されます。

I. PTK、GTK

- PTK の構造

  - EAPOL-KCK（Extensible Authentication Protocol over LAN - Key Confirmation Key）は EAPOL-Key フレームの完全性を確認するために使用します。

- □ EAPOL-KEK（Key Encryption Key）は EAPOL-Key フレームの鍵データを暗号化するために使用します。
- □ TK（Temporal Key）はユニキャストパケットを暗号化するために使用します。

- GTK には TK に加えてほかのフィールドが含まれます。TK はマルチキャストパケット、ブロードキャストパケットを暗号化するために使用します。

II. EAPOL-Key パケット

IEEE802.11i プロトコルは鍵の交換を行う際、EAPOL-Key を使用します。

Descriptor type (1 byte)	
Key information (2 bytes)	Key length (2 bytes)
Key replay counter (8 bytes)	
Key nonce (32 bytes)	
EAPOL Key IV (16 bytes)	
Key RSC (8 bytes)	
Reserved (8 bytes)	
Key MIC (16 bytes)	
Key data length (2 bytes)	Key data (n bytes)

図 4-3 EAPOL-Key の構造

表 4-1 EAPOL-Key フィールドの説明

フィールド	説明
Descriptor type	ネットワークタイプを指定します。 ● WPAネットワーク ● RSNネットワーク
Key information	鍵情報は表 4-2に示します。
Key length	鍵の長さです。
Key replay counter	リプライ攻撃を防ぐため、GTKアップデートの総数を記録します。APの交換が開始されたときにフィールドを0に設定し、連続したEAPOL-Keyフレームの値を増加させます。 クライアントは、以前に記録したフィールドの値より大きい場合、最新のEAPOL-Keyフレームからフィールドを記録します。以下の場合、EAPOL-Keyフレームを再送します。 ● クライアントで受信したフィールドの値が、保存されているフィールドの値と等しいあるいは小さい場合 ● APで受信されたフィールドが、APで記録されているフィールドと異なる場合 再送回数が最大数を超過した場合、APはクライアントを切断します。
Key nonce	PTKを作成するために使用するランダム値です。
EAPOL Key IV	TKIPを暗号化します。 このフィールドは暗号化タイプがCCMPでない場合のみ有効です。

フィールド	説明
Key RSC	リプライ攻撃を防ぐため、マルチキャストパケットあるいはブロードキャストパケットの総数を記録します。 各マルチキャストパケットあるいはブロードキャストパケットの転送を行うとAPは、このフィールドの値を増加します。
Reserved	予約されたフィールドです。
Key MIC	メッセージの完全性のチェックです。
Key data length	鍵データの長さです。
Key data	GTK、PMKID（pairwise master key identifier）などの転送されるデータです。

図 4-4 Key information の構造

表 4-2 Key information の説明

フィールド	説明
Key Descriptor Version	3ビットの鍵のバージョンです。 ● **1**－非CCMP鍵です。 ● **2**－CCMP鍵です。
Key Type	1ビットの鍵のタイプです。 ● **0**－マルチキャスト交換鍵です。 ● **1**－ユニキャスト交換鍵です。
Reserved	2ビットのフィールドが予約されています。 送信側でこのフィールドを0にした場合、受信側はこのフィールドを無視します。
Install	1ビットの鍵のインストレーションフィールドです。 鍵のタイプが1である場合、このフィールドは0あるいは1となります。 ● **0**－APはTKをインストールするためにクライアントに要求しません。 ● **1**－APはTKをインストールするためにクライアントに要求します。 鍵のタイプが0である場合、送信側はこのフィールドを0に設定し、受信側はこのフィールドを無視します。
Key Ack	1ビットの鍵のAcknowledgmentフィールドです。 値が1の場合、APはクライアントからAcknowledgmentを要求することを示します。
Key MIC	メッセージの完全性をチェックします。 このフィールドが1の場合、作成されたMIC（message integrity check）はEAPOL-keyフレームの鍵MICフィールドに含まれています。
Secure	1ビットの鍵の状態です。値が1の場合、鍵が既に作成されていることを示します。

フィールド	説明
Error	1ビットのMICチェックの状態です。 値が1の場合、MICが失敗したことを示します。 Requestフィールドが1の場合、クライアントは、このフィールドを1に設定します。
Request	1ビットのリクエストです。MICの改ざんレポートの4-WAYハンドシェイクあるいはマルチキャストハンドシェイクを初期化するため、クライアントがAPに要求するために使用されます。
Encrypted Key Data	1ビットの鍵データの暗号化状態です。値が1の場合、鍵データは暗号化されていることを示します。
Reserved	3ビットの予約されたフィールドです。 送信側でこのフィールドを0にした場合、受信側はこのフィールドを無視します。

III. WPA 鍵の交換

WPA は PTK をネゴシエートするため、4-WAY ハンドシェイクの EAPOL-key パケットを使用し、GTK をネゴシエートするため、2-WAY ハンドシェイクの EAPOL-key パケットを使用します。

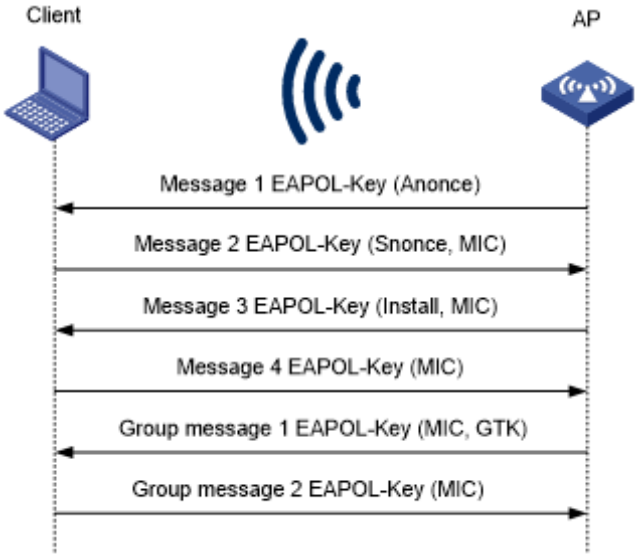


図 4-5 WPA 鍵交換プロセス

WPA 鍵交換は以下のプロセスを用います。

1) AP は ANonce のランダム値が含まれる EAPOL-key メッセージ 1 をクライアントに送信します。
2) クライアントは以下の処理を行います。
   a) KDF（key derivation function）によって PTK を作成するため、ランダム値 SNonce、ANonce、PMK を使用します。
   b) MIC を作成するため PTK の KCK を使用します。
   c) SNonce、MIC が含まれる EAPOL-key メッセージ 2 を返します。

3) AP は以下の処理を行います。
   a) KDF（key derivation function）によって PTK を作成するため、ランダム値 SNonce、ANonce、PMK を使用します。
   b) MIC を作成するため PTK の KCK を使用します。
   c) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   d) 2 つの MIC が同一である場合、PTK インストレーションリクエストタグ、MIC が含まれる EAPOL-key メッセージ 3 を返します。
4) クライアントは以下の処理を行います。
   a) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   b) 2 つの MIC が同一である場合、PTK をインストールし、MIC が含まれる EAPOL-key メッセージ 4 を返します。
5) AP は以下の処理を行います。
   a) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   b) 2 つの MIC が同一である場合、PTK をインストールし、GMK によって GTK を作成し、KDF によって AP の MAC アドレスを作成します。
   c) GTK、MIC が含まれる EAPOL-key グループメッセージ 1 を返します。
6) クライアントは以下の処理を行います。
   a) 2 つの MIC が同一である場合、GTK をインストールします。
   b) MIC が含まれる EAPOL-key グループメッセージ 2 を返します。
7) AP は以下の処理を行います。
   a) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   b) 2 つの MIC が同一である場合、GTK をインストールします。

IV. RSN 鍵交換

RSN は PTK と GTK をネゴシエートするため、4-WAY ハンドシェイクの EAPOL-Key パケットを使用します。

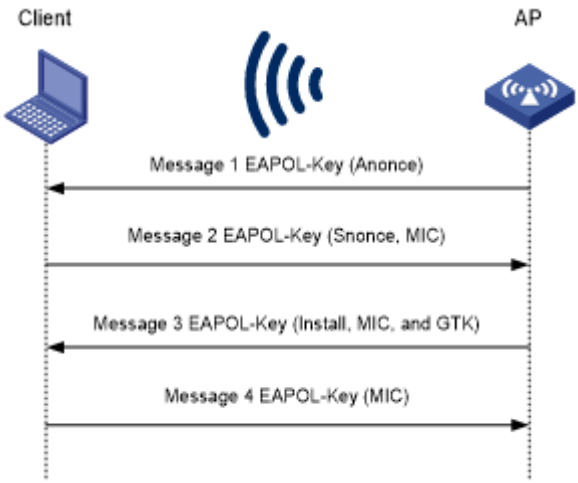


図 4-6 RSN 鍵交換のプロセス

RSN 鍵交換は以下のプロセスを用います。

1) AP は ANonce のランダム値が含まれる EAPOL-key メッセージ 1 をクライアントに送信します。
2) クライアントは以下の処理を行います。
   a) KDF によって PTK を作成するため、ランダム値 SNonce、ANonce、PMK を使用します。
   b) MIC を作成するため PTK の KCK を使用します。
   c) SNonce、MIC が含まれる EAPOL-key メッセージ 2 を返します。
3) AP は以下の処理を行います。
   a) KDF（key derivation function）によって PTK を作成するため、ランダム値 SNonce、ANonce、PMK を使用します。
   b) MIC を作成するため PTK の KCK を使用します。
   c) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   d) 2 つの MIC が同一である場合、ランダム GMK によって GTK を作成し、KDF によって AP の MAC アドレスを作成します。
   e) 鍵インストレーションリクエストタグ、MIC、GTK が含まれる EAPOL-key メッセージ 3 を返します。
4) クライアントは以下の処理を行います。
   a) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   b) 2 つの MIC が同一である場合、PTK、GTK をインストールします。
   c) MIC が含まれる EAPOL-key メッセージ 4 を返します。
5) AP は以下の処理を行います。
   a) 受信した MIC とローカルに保存されている MIC を比較します。
   b) 2 つの MIC が同一である場合、PTK、GTK をインストールします。

V. 鍵アップデート

鍵アップデートは WLAN セキュリティを拡張します。鍵アップデートには PTK アップデート、GTK アップデートがあります。

- PTK アップデート– 4-WAY ハンドシェイク交換を使用してユニキャスト鍵をアップデートします。
- GTK アップデート– 2-WAY ハンドシェイク交換を使用してマルチキャスト鍵をアップデートします。

4.3.3 暗号化方式

I. TKIP

TKIP と WEP は RC4 アルゴリズムを使用します。ハードウェアの変更を行うことなくソフトウェアのアップデートを行うことで WEP から TKIP に暗号化方式を変更することができます。TKIP は WEP に比べて以下の利点があります。

- TKIP は暗号セキュリティを拡張するため、長い IV（initialization vectors）を提供します。WEP の暗号化と比べ、TKIP 暗号化は 128 ビットの RC4 暗号アルゴリズムを使用し、IV の長さは 24 ビットから 48 ビットに増加されています。
- TKIP はスタティックに鍵が割り当てられることを防ぐため、ダイナミック鍵交換を行います。TKIP のダイナミック鍵は簡単に解読することはできません。
- TKIP は MIC、Countermeasure（対策）を提供します。パケットが改ざんされた場合、MIC（message integrity check）に失敗します。2 つのパケットが一定の期間、MIC に失敗した場合、AP は攻撃を防ぐためサービスの提供を停止するため、自動で Countermeasure（対策）を行います。

II. CCMP

CCMP は AES（Advanced Encryption Standard）暗号化アルゴリズムの CCM（Counter-Mode/CBC-MAC）をもとにしています。

CCMP はダイナミック鍵交換と管理方式が含まれます。各クライアントはダイナミックに鍵方式をネゴシエートすることができます。CCMP 暗号化方式のセキュリティを強化するため、定期的にアップデートすることができます。暗号化処理を行う間、CCMP は各暗号化パケットで異なる PN（packet number）を使用するため、48 ビット長の PN を使用します。これによって WLAN セキュリティを向上させています。

4.4 管理フレームの保護

管理フレームの保護サービスは、非認証、分離、強固な管理アクションフレームなどの強固な管理フレームを保護します。管理フレームはユニキャストフレームを暗号化する際に PTK を使用し、秘密性、完全性、リプレイ保護を提供します。BIP（Broadcast Integrity Protocol）を使用し、ブロードキャスト管理フレーム、マルチキャスト管理フレームの秘密性、リプレイ保護を提供します。

AP、クライアントが管理フレームの保護を行う場合、セキュリティを向上させるため SA（security association）クエリメカニズムが使用されます。SA クエリはアクティブ SA クエリ、パッシブ SA クエリがあります。

- アクティブ SA クエリ

図 4-7に示すようにアクティブ SA クエリは以下のプロセスを使用します。

a) クライアントはAPにアソシエーション要求あるいは再アソシエーション要求を送信します。

b) 要求を受信すると、AP は要求が拒否されたことと、後でクライアントが接続できることを知らせる応答を送ります。この応答にはアソシエーション復帰時間が含まれます。

c) クライアントの状態を確認するため、APはSAクエリリクエストを送信します。

- □ AP がタイムアウト時間以内に SA クエリのリプライを受信した場合、AP はクライアントがオンラインであるとみなします。
- □ AP がタイムアウト時間以内に SA クエリのリプライを受信しない場合、別の SA クエリリクエストを送信します。AP が再送タイムアウト時間以内に SA クエリのリプライを受信した場合、AP はクライアントがオンラインであるとみなします。アソシエーションのコールバックのタイムアウト時間まで、クライアントからアソシエーションリクエストあるいは再送アソシエーションリクエストに対して応答しません。
- □ AP が再送タイムアウト時間以内に SA クエリのリプライを受信しない場合、AP はクライアントがオフラインであるとみなします。そしてクライアントが再送アソシエーションを行うことを許可します。

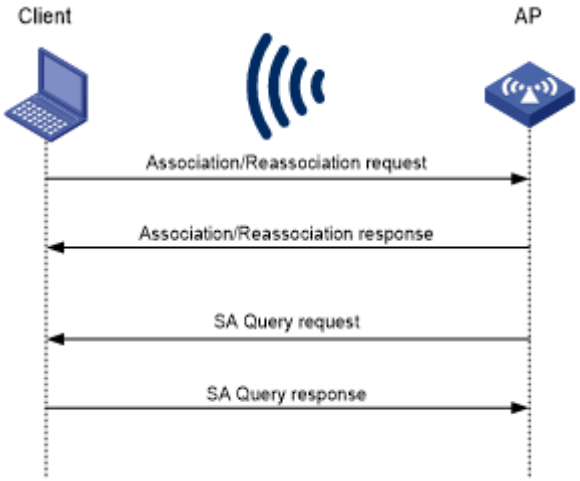


図 4-7 アクティブ SA クエリのプロセス

- パッシブ SA クエリ

図 4-8に示すようにパッシブ SA クエリは以下のプロセスを使用します。

a) クライアントは暗号化されていないdisassociationフレームあるいはdeauthenticationフレームを受信すると、SAクエリプロセスを開始します。

b) クライアントはAPにSAクエリリクエストを送信します。

c) APはクライアントにSAクエリリプライを送信します。

- クライアントがリプライを受信した場合、クライアントは AP がオンラインであることを認識し、disassociation フレームあるいは deauthentication フレームの処理を行いません。
- クライアントがリプライを受信しない場合、クライアントは AP がオフラインであることを認識し、AP との関連づけを解除します。

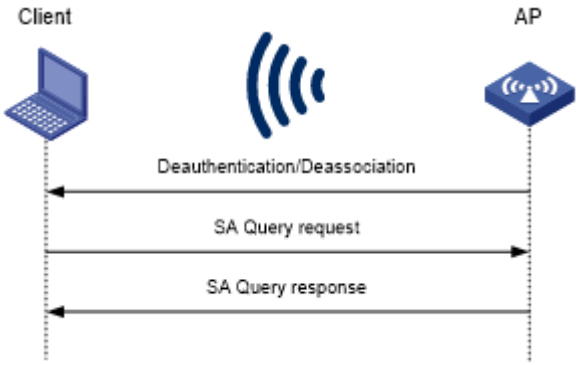


図 4-8 パッシブ SA クエリのプロセス

4.5 ダイナミックWEPメカニズム

重要：
ダイナミック WEP メカニズムはリンクレイヤの認証を行う際にオープンシステム認証を使用します。
WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

IEEE802.11 は、各ユーザがプライベート WEP 鍵の使用することを保証するため、ダイナミック WEP メカニズムを提供します。ユニキャスト通信においては、802.1X 認証を行う間にクライアントとサーバ間で交換が行われた WEP 鍵を使用します。マルチキャスト通信においては、設定された WEP 鍵を使用します。WEP 鍵を設定しない場合、AP はブロードキャスト通信、マルチキャスト通信を行うため WEP 鍵をランダムに作成します。

クライアントが 802.1X 認証にパスしたのち、AP はユニキャスト WEP 鍵、マルチキャストとブロードキャスト WEP 鍵、鍵の ID が含まれる RC4-EAPOL パケットをクライアントに送信します。ユニキャスト WEP 鍵の ID は 4 です。

4.6 プロトコルと標準

- IEEE Standard for Information technology－ *Telecommunications and information exchange between systems－ Local and metropolitan area networks－ Specific requirements－ 2004*
- WI-FI Protected Access－ *Enhanced Security Implementation Based On IEEE P802.11i Standard-Aug 2004*

- Information technology－ *Telecommunications and information exchange between systems－ Local and metropolitan area networks－ Specific requirements－ 802.11, 1999*
- IEEE Standard for Local and metropolitan area networks *"Port-Based Network Access Control" 802.1X™-2004*
- 802.11i IEEE Standard for Information technology － *Telecommunications and information exchange between systems－ Local and metropolitan area networks－ Specific requirements*
- 802.11w IEEE Standard for Information technology － *Telecommunications and information exchange between systems－ Local and metropolitan area networks－ Specific requirements*

4.7 WLANセキュリティ設定作業リスト

⚠ **注意**：

- RSNA はリンクレイヤ認証を行うため、オープンシステム認証が必要です。
- ダイナミック WEP メカニズムはユーザアクセスの認証を行うため、802.1X 認証が必要です。
- AKM モード､暗号化規格､暗号化方式は RSNA ネットワークで設定する必要があります。
- 管理フレームの保護は、RSNA メカニズムを使用し、CCMP 暗号化方式、RSN 暗号化規格が設定されているネットワークでのみ有効です。

⚠ **重要**：

WEP は設定した暗号化キーが固定であり､解読される危険性があるため､よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

Pre-RSNA メカニズムの設定作業リストを以下に示します。

作業リスト
（必須設定項目）暗号化方式の設定
（必須設定項目）WEP鍵の設定
（オプション設定項目）SNMP notificationの有効化

RSNA メカニズムの設定作業リストを以下に示します。

作業リスト
（必須設定項目）AKMモードの設定
（必須設定項目）暗号化規格の設定
（必須設定項目）暗号化方式の設定
（オプション設定項目）PSKの設定
（オプション設定項目）KDFの設定
（オプション設定項目）GTKアップデートの設定
（オプション設定項目）PTKライフタイムの設定
（オプション設定項目）TKIP MIC failureホールドタイムの設定

作業リスト
（オプション設定項目）WEP鍵の設定
（オプション設定項目）管理フレーム保護の設定
（オプション設定項目）SNMP notificationの有効化

ダイナミック WEP メカニズムの設定作業リストを以下に示します。

作業リスト
（オプション設定項目）暗号化方式の設定
（オプション設定項目）WEP鍵の設定
（必須設定項目）ダイナミックWEPメカニズムの設定
（オプション設定項目）SNMP notificationの有効化

🕮 **メモ：**

- WEP 鍵が設定されている場合、ダイナミック WEP メカニズムはマルチキャスト WEP 鍵、ブロードキャスト WEP 鍵として設定された WEP 鍵を使用します。ネゴシエートされたユニキャスト WEP の ID は 4 で、暗号化方式長の設定を使用します。
- WEP 鍵が設定されていない場合、マルチキャスト、ブロードキャストの両方のダイナミック WEP 鍵の長さは 104 ビットです。ネゴシエートされたユニキャスト WEP の ID は 4 です。作成されたマルチキャスト WEP 鍵、ブロードキャスト WEP 鍵の ID は 1 です。

4.7.1 AKM モードの設定

以下の各 AKM モードは特定の認証モードを使用します。

- **802.1X AKM**– 802.1X 認証モード
- **プライベート PSK AKM**– MAC アドレス認証モード
- **PSK AKM**– MAC アドレスあるいは認証バイパスモード
- **WiFi alliance anonymous 802.1X AKM**– 802.1X 認証モード

以下に AKM モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. security IE を設定する	**akm mode** { **dot1x** | **private-psk** | **psk** | **anonymous-dot1x** }	デフォルト：設定なし

4.7.2 暗号化規格の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. security IE を設定する	**security-ie** { **osen** | **rsn** | **wpa** }	デフォルト：設定なし

🕮 **メモ：**

暗号化規格に WPA2 または WPA3 を使用する場合は RSN、WPA を使用する場合は WPA を設定します。

4.7.3 暗号化方式の設定

🕮 **メモ：**

- QX-W1000 シリーズの AP はソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアから **gcmp** パラメータをサポートしています。
- QX-W1100 シリーズの AP はソフトウェアバージョン 7.2.55 を含む以降のソフトウェアから、**gcmp** パラメータをサポートしています。
- QX-W1120 の Radio3 は、**gcmp** パラメータをサポートしていません。
- QX-W1130 の Radio1 は、**gcmp** パラメータをサポートしていません。
- QX-W1200 シリーズの AP では、**wep40**、**wep104**、**wep128** のパラメータをサポートしていません。

⚠ **重要：**

WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

暗号化方式には以下があります。

- WEP (WEP40、WEP104、WEP128)
- CCMP
- GCMP
- TKIP

以下に暗号化方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. 暗号化方式を設定する	**cipher-suite** { **ccmp** | **gcmp** | **tkip** | **wep40** | **wep104** | **wep128** }	デフォルト：設定なし WEP128とCCMPの両方を設定することはできません。 WEP128とTKIPの両方を設定することはできません。 WEP128とGCMPの両方を設定することはできません。

🕮 **メモ：**

暗号化方式に AES を使用する場合は CCMP を設定します。

4.7.4 PSK の設定

AKM モードが PSK の場合、PSK を設定する必要があります。AKM モードが 802.1X で、PSK を設定した場合、WLAN サービステンプレートを有効にすることができますが PSK の設定は適用されません。

以下に PSK の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. PSK を設定する	**preshared-key** { **pass-phrase** | **raw-key** } { **cipher** | **simple** } *key*	デフォルト：設定なし

4.7.5 KDF の設定

KDF は PTK と GTK を作成するため RSNA ネットワークで使用します。KDF には HMAC-SHA1、HMAC-SHA256 が含まれます。HMAC-SHA256 アルゴリズムは HMAC-SHA1 よりもセキュリティの強度が強くなります。

以下に KDF の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. KDF を設定する	**key-derivation** { **sha1** | **sha256** | **sha1-and-sha256** }	デフォルト：HMAC-SHA1

4.7.6 GTK アップデートの設定

AKM、暗号化規格、暗号化方式が設定されている場合、鍵交換を行っている間、システムは GTK を作成します。鍵のセキュリティを拡張するため、以下のアップデートモードにもとづいて GTK をアップデートします。

- **Time-based**– 指定した間隔で GTK がアップデートされます。
- **Packet-based**– 指定したパケット数が送信された後、GTK がアップデートされます。
- **Offline-triggered**– BSS（basic service set）のクライアントがオフラインになったとき、GTK がアップデートされます。

以下に GTK アップデートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. GTK のアップデートを有効にする	**gtk-rekey enable**	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.56を含む以前のソフトウェアでは有効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.58を含む以降のソフトウェアでは無効(コンフィグ上は非表示)です。
4. （オプション設定項目）GTK アップデートのモードを設定する	**gtk-rekey method** { **packet-based** [*packet*] | **time-based** [*time*] }	デフォルト：GTKは86400秒ごとにアップデートされます。 **packet-based**モードのデフォルトのパケット数は10000000です。
5. （オプション設定項目）Offline-triggered モードの GTK アップデートを有効にする	**gtk-rekey client-offline enable**	デフォルト：無効

4.7.7 PTK ライフタイムの設定

AKM、暗号化規格、暗号化方式が設定されている場合、鍵交換を行っている間、システムは PTK を作成します。PTK ライフタイムが終了したのち、PTK をアップデートします。

以下に PTK アップデートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. PTK rekey を有効にする	**ptk-rekey enable**	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.56を含む以前のソフトウェアでは有効(コンフィグ上は非表示)です。 ソフトウェアバージョン 7.2.58を含む以降のソフトウェアでは無効(コンフィグ上は非表示)です。
4. PTK ライフタイムを設定する	**ptk-lifetime** *time*	デフォルト：43200秒

4.7.8 TKIP MIC failure ホールドタイムの設定

TKIP を設定したのち、TKIP MIC failure ホールドタイムを設定することができます。AP は MIC failure ホールドタイム以内に 2 つの MIC の失敗が検出された場合、60 秒の間、すべてのクライアントとのアソシエーションを解除します。

以下に TKIP MIC failure ホールドタイムの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. TKIP MIC failure ホールドタイムを設定する	**tkip-cm-time** *time*	デフォルト：0 APは対応しません。

4.7.9 WEP 鍵の設定

⚠ **重要：**

WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

🕮 **メモ：**

WEP 鍵の設定は、QX-W1200 シリーズの AP ではサポートしていません。

WEP 鍵は、Pre-RSNA ネットワークのすべてのパケットおよび RSNA ネットワークのマルチキャストパケットを暗号化するために使用します。WEP 鍵が設定されていない場合、以下の対応となります。

- **Pre-RSNA ネットワークのパケット**：暗号化されません。
- **RSNA ネットワークのマルチキャストパケット**：暗号化するために交換された GTK を使用します。

以下に WEP 鍵の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. WEP 鍵を設定する	**wep key** *key-id* { **wep40** | **wep104** | **wep128** } { **pass-phrase** | **raw-key** } { **cipher** | **simple** } *key*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）WEP 鍵を適用する	**wep key-id** { **1** | **2** | **3** | **4** }	デフォルト：1 ダイナミックWEPメカニズムが有効の場合、WEP鍵を適用しないでください。

4.7.10 管理フレーム保護の設定

🕮 **メモ：**

192bit セキュリティなしの WPA3 エンタープライズは WPA2+管理フレーム保護(pmf)と同じです。管理フレーム保護を必須(Mandatory)として設定をすることで、192bit セキュリティなしの WPA3 エンタープライズと同等の動作をします。
管理フレーム保護を設定する場合は、KDF の設定”key-derivation sha1-and-sha256”をしてください。

管理フレーム保護は、RSNA メカニズムを使用するネットワークでのみ適用されます。管理フレーム保護は暗号化規格に RSN、暗号化方式に CCMP を設定します。

管理フレーム保護が無効の場合、ネットワークはすべてのクライアントで有効となりますが、管理フレーム保護は実行されません。管理フレーム保護が有効な場合、ネットワークアクセスおよび管理フレーム保護の有効性は管理フレーム保護のモードによって変わります。

- **Optional モード**−すべてのクライアントはネットワークへのアクセスが有効です。管理フレーム保護は、管理フレーム保護がサポートされているクライアントでのみ実行されます。
- **Mandatory モード**− ネットワークアクセスと管理フレーム保護は管理フレーム保護がサポートされているクライアントでのみ実行されます。

以下に管理フレーム保護の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	−
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	−
3. 管理フレーム保護を有効にする	**pmf** { **optional** | **mandatory** }	デフォルト：無効
4. (オプション設定項目) KDF を設定する	**key-derivation { sha1 | sha256 | sha1-and-sha256 }**	デフォルト：HMAC-SHA1
5. SA クエリリクエストの送信間隔を設定する	**pmf saquery retrytimeout** *timeout*	デフォルト：200ミリ秒
6. SA クエリリクエストの最大試行回数を設定する	**pmf saquery retrycount** *count*	デフォルト：4
7. アソシエーション復帰時間を設定する	**pmf association-comeback** *time*	デフォルト：1秒

4.7.11 ダイナミック WEP メカニズムの有効化

重要：

WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

メモ：

ダイナミック WEP メカニズムの有効化は、QX-W1200 シリーズの AP ではサポートしていません。

ダイナミック WEP メカニズムは 802.1X 認証モードを使用する必要があります。

以下にダイナミック WEP メカニズムを有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. ダイナミック WEP メカニズムを有効にする	**wep mode dynamic**	デフォルト：無効

4.7.12 Enhanced Open システム認証の設定

メモ：

enhanced-open enable コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.27 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. Enhanced Open システム認証について

Enhanced Open システム認証は、Opportunistic Wireless Encryption (OWE) を使用して、OWE 対応クライアントのデータパケットを暗号化するためのキーをネゴシエーションし、セキュリティパフォーマンスが強化されたオープンシステム認証を提供します。

II. 制限とガイドライン

この機能を有効にする前に、WPA 3 セキュリティモード、FT、管理フレーム保護、暗号化規格、暗号化方式、および KDF がデフォルト設定になっていることを確認してください。

この機能を有効にすると、次の操作が実行されます。

- 暗号化規格を RSN として指定します。
- CCMP として暗号化方式を指定します。
- 管理フレーム保護を有効にします。

- HMAC-SHA 1 および HMAC-SHA 256 アルゴリズムを KDF として指定します。

III. 設定手順

以下に Enhanced Open システム認証を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. Enhanced Open システム認証を有効にする	**enhanced-open enable**	デフォルト：無効

4.7.13 移行モードでの推奨サービステンプレートの指定

メモ：
コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.27 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. 移行モードでの推奨サービステンプレートについて

オープン WLAN から Enhanced Open WLAN への移行時には、OWE 非対応および OWE 対応のクライアントに対応するために、両方のタイプの WLAN が存在する可能性があります。この場合、OWE 対応クライアントがオープン WLAN にアクセスしようとした場合、または OWE 非対応クライアントが拡張オープン WLAN にアクセスしようとした場合、対応する AP はアクセス要求を拒否します。

この機能により、クライアントは適合する適切な WLAN に高速アクセスできます。

II. 制限とガイドライン

オープンサービステンプレートと Enhanced Open サービステンプレートの両方でこの機能を設定し、これらを相互の推奨テンプレートとして指定します。

サービステンプレートとその推奨サービステンプレートを同じ無線に設定します。

Enhanced Open サービステンプレートの SSID 非表示を有効にします。

III. 設定手順

以下に Enhanced Open システム認証を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. 移行モードでの推奨サービステンプレートを設定する	**enhanced-open transition-mode service-template** *service-template-name*	デフォルト：設定なし このコマンドを複数回実行した場合、最後の設定が反映されます。

4.7.14 WPA3 の設定

🕮 **メモ：**

- **wpa3** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- QX-W1100 シリーズの AP はソフトウェアバージョン 7.2.55 を含む以降のバージョンから WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティモードをサポートしています。
- QX-W1120 の Radio3 は、WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティをサポートしていません。
- QX-W1130 の Radio1 は、WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティをサポートしていません。
- QX-W1200 シリーズの 6GHz 帯の Radio は、WPA3 パーソナル(**mandatory**)と WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティモードが使用できます。ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアから、WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモード(**wpa3 enterprise-only-mode)**が使用できます。ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアから、WPA3 パーソナル(**optional**)と WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモード(**wpa3 enterprise-transition-mode)**が使用できます。
- WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモードについては、管理フレーム保護の設定を参照して下さい。
- **enterprise-only-mode** のパラメータはソフトウェアバージョン 7.2.73 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **enterprise-transition-mode** のパラメータはソフトウェアバージョン 7.2.73 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **wpa3 enterprise-only-mode** と **wpa3 enterprise-transition-mode** を設定する場合、事前に **pmf** コマンドと **key-derivation** コマンドがサービステンプレートに設定されていないことを確認してください。

- WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティモードー**wpa3 enterprise** コマンドで有効にします。暗号化規格を RSN に設定し、暗号化方式を GCMP に設定する必要があります。
- WPA3 エンタープライズの 192bit セキュリティなしモードー**wpa3 enterprise-only-mode**、**wpa3 enterprise-transition-mode**、または **pmf** コマンドで有効にします。暗号化規格を RSN に設定し、暗号化方式を CCMP に設定する必要があります。管理フレーム保護の設定を参照して下さい。
- WPA3 パーソナル **wpa3 personal** コマンドで有効にします。暗号化規格を RSN に設定し、暗号化方式を CCMP に設定する必要があります。
- **mandatory**: WPA3 パーソナルで、WPA3 セキュリティモードを必須モードに指定します。WPA3 セキュリティモードをサポートしていないクライアントはアクセスできません。
- **optional**: WPA3 パーソナルで、WPA3 セキュリティモードをオプションモードに指定します。WPA3 セキュリティモードをサポートしているクライアントとサポートしていないクライアントのどちらもアクセスできます。

以下に WPA3 を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. WPA3 を有効にする	**wpa3** { **enterprise** | **enterprise-only-mode** | **enterprise-transition-mode** | **personal** { **mandatory** | **optional** } }	デフォルト：無効

4.7.15 WPA3-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式の設定

🕮 **メモ：**

- **akm sae pwe** コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **both-h2e-hnp** を指定すると **hnp** のみをサポートしたクライアントでローミングに失敗する場合があります。クライアントの問題ですが、ローミング失敗を避けるために”**akm sae pwe hnp”**を設定してください。

WPA3-SAE は、Hunting-and-Pecking (HnP) と Hash-to-Element (H2E) を使用した PWE の生成をサポートしています。H2E は最新の PWE 生成方法であり、強化されたセキュリティパフォーマンスを提供します。

クライアントが指定された PWE 生成方式をサポートしていない場合、クライアントは WLAN にアクセスできません。クライアントの互換性を向上させる場合は、both-h2e-hnp キーワードを指定します。

以下に WPA-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. WPA3-SAE の SAE 交換時の PWE 生成方式を設定する	**akm sae pwe { both-h2e-hnp | h2e | hnp }**	デフォルト：both-h2e-hnp

4.7.16 WLAN セキュリティの SNMP notification の有効化

SNMP notification を有効にすることで、WLAN セキュリティに関する重要なイベントを NMS に通知します。NMS は設定された出力ルールにしたがって notification を出力する方法を決定します。

SNMP notification についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

以下に WLAN セキュリティに関する SNMP notification の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WLAN セキュリティに関する SNMP notification を有効にする	**snmp-agent trap enable wlan usersec**	デフォルト：無効

4.8 WLANセキュリティの表示と維持

すべての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
WLANサービステンプレート情報を表示する	**display wlan service-template** *service-template-name*
クライアント情報を表示する	**display wlan client** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **mac-address** *mac-address* | **service-template** *service-template-name*] [**verbose**]

詳細はコマンドマニュアルのセクション 2 WLAN *"WLAN アクセスの設定"* を参照してください。

4.9 WLANセキュリティの設定例

4.9.1 共有鍵認証設定例

I. ネットワーク要件

重要：

WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

図 4-9に示すように Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。クライアントが WEP 鍵 12345 を使用してネットワークにアクセスできるように、共有鍵認証を設定します。

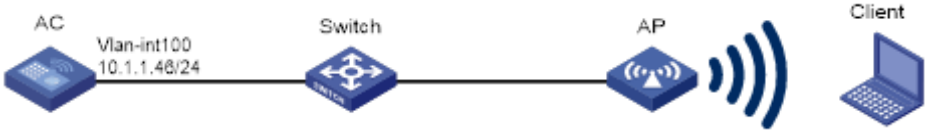


図 4-9 ネットワーク図

II. 設定手順

WLAN サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

サービステンプレート service1 の暗号化方式を WEP40 に設定します。プレーンテキストで共有鍵を 12345 に指定します。鍵を ID 1 に割り当てます。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite wep40
[AC-wlan-st-service1] wep key 1 wep40 pass-phrase simple 12345
[AC-wlan-st-service1] wep key-id 1
```

サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name         : service1
Description                   : Not configured
SSID                          : service
SSID-hide                     : Disabled
User-isolation                : Disabled
Service template status       : Enabled
Maximum clients per BSS       : Not configured
Frame format                  : Dot3
Seamless roam status          : Disabled
Seamless roam RSSI threshold  : 50
Seamless roam RSSI gap        : 20
VLAN ID                       : 1
AKM mode                      : Not configured
Security IE                   : Not configured
Cipher suite                  : WEP40
```

```
WEP key ID                    : 1
TKIP countermeasure time      : 0 sec
PTK lifetime                  : 43200 sec
PTK rekey                     : Enabled
GTK rekey                     : Enabled
GTK rekey method              : Time-based
GTK rekey time                : 86400 sec
GTK rekey client-offline      : Disabled
User authentication mode      : Bypass
Intrusion protection          : Disabled
Intrusion protection mode     : Temporary-block
Temporary block time          : 180 sec
Temporary service stop time   : 20 sec
Fail VLAN ID                  : Not configured
802.1X handshake              : Disabled
802.1X handshake secure       : Disabled
802.1X domain                 : Not configured
MAC-auth domain               : Not configured
Max 802.1X users per BSS      : 4096
Max MAC-auth users per BSS    : 4096
802.1X re-authenticate        : Disabled
Authorization fail mode       : Online
Accounting fail mode          : Online
Authorization                 : Permitted
Key derivation                : SHA1
PMF status                    : Disabled
Hotspot policy number         : Not configured
Forwarding policy status      : Disabled
Forwarding policy name        : Not configured
Forwarder                     : AP
FT status                     : Disabled
QoS trust                     : Port
QoS priority                  : 0
```

4.9.2 WPA-PSK(TKIP)設定例

I. ネットワーク要件

図 4-10に示すようにSwitchはAPとクライアントにIPアドレスを割り当てるため、DHCPサーバとして動作します。

- WPA-PSK(TKIP)を設定します。
- ネットワークにアクセスするため、クライアントは共有鍵 12345678 を使用します。

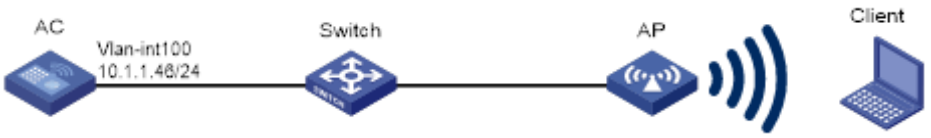


図 4-10 ネットワーク図

II. 設定手順

1) サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

2) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

WPA(TKIP)のために、暗号化規格に WPA、暗号化方式に TKIP を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite tkip
[AC-wlan-st-service1] security-ie wpa
```

4) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

5) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

6) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name         : service1
Description                   : Not configured
SSID                          : service
SSID-hide                     : Disabled
User-isolation                : Disabled
Service template status       : Enabled
Maximum clients per BSS       : Not configured
Frame format                  : Dot3
Seamless roam status          : Disabled
Seamless roam RSSI threshold  : 50
Seamless roam RSSI gap        : 20
VLAN ID                       : 1
AKM mode                      : PSK
Security IE                   : WPA
Cipher suite                  : TKIP
TKIP countermeasure time      : 0 sec
PTK lifetime                  : 43200 sec
PTK rekey                     : Enabled
GTK rekey                     : Enabled
GTK rekey method              : Time-based
GTK rekey time                : 86400 sec
GTK rekey client-offline      : Disabled
User authentication mode      : Bypass
Intrusion protection          : Disabled
```

```
Intrusion protection mode     : Temporary-block
Temporary block time          : 180 sec
Temporary service stop time   : 20 sec
Fail VLAN ID                  : Not configured
802.1X handshake              : Disabled
802.1X handshake secure       : Disabled
802.1X domain                 : Not configured
MAC-auth domain               : Not configured
Max 802.1X users per BSS      : 4096
Max MAC-auth users per BSS    : 4096
802.1X re-authenticate        : Disabled
Authorization fail mode       : Online
Accounting fail mode          : Online
Authorization                 : Permitted
Key derivation                : SHA1
PMF status                    : Disabled
Hotspot policy number         : Not configured
Forwarding policy status      : Disabled
Forwarding policy name        : Not configured
Forwarder                     : AP
FT status                     : Disabled
QoS trust                     : Port
QoS priority                  : 0
```

4.9.3 WPA2-PSK(AES)＋MAC アドレス認証設定例

I. ネットワーク要件

図 4-11に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名 abc、パスワード 123 を使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるように WPA2-PSK(AES)と MAC アドレス認証を設定します。
- ネットワークにアクセスするため、クライアントは共有鍵 12345678 を使用します。

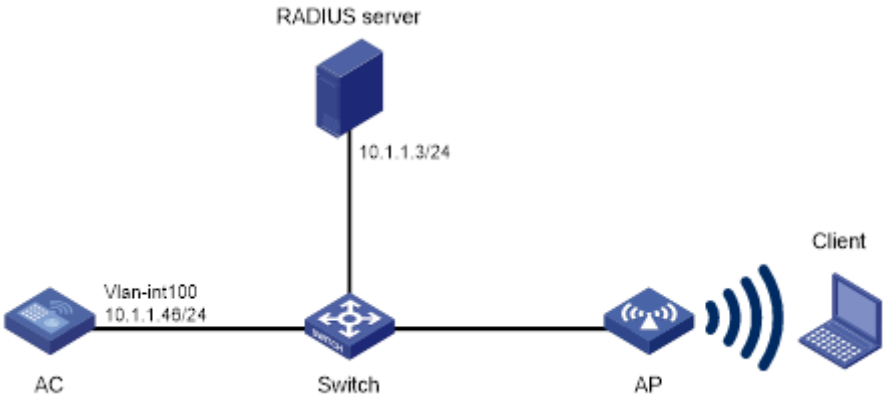


図 4-11 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 abc、パスワード 123 を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) WLAN サービステンプレート service1 を作成します。サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

WPA2(AES)のために、暗号化規格に RSN、暗号化方式に CCMP を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

MAC アドレス認証を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode mac
```

4) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

5) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345678 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345678
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345678
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

6) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
```

```
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

7) ISP ドメイン dom1 を設定し、ユーザ名 abc、パスワード 123 を指定します。

```
[AC] mac-authentication domain dom1
[AC] mac-authentication user-name-format fixed account abc password simple 123
```

8) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

9) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

🕮 **メモ：**

AAA、RADIUS コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name         : service1
Description                   : Not configured
SSID                          : service
SSID-hide                     : Disabled
User-isolation                : Disabled
Service template status       : Enabled
Maximum clients per BSS       : Not configured
Frame format                  : Dot3
Seamless roam status          : Disabled
Seamless roam RSSI threshold  : 50
Seamless roam RSSI gap        : 20
VLAN ID                       : 1
AKM mode                      : PSK
Security IE                   : RSN
Cipher suite                  : CCMP
TKIP countermeasure time      : 0 sec
PTK lifetime                  : 43200 sec
PTK rekey                     : Enabled
GTK rekey                     : Enabled
GTK rekey method              : Time-based
GTK rekey time                : 86400 sec
GTK rekey client-offline      : Disabled
User authentication mode      : MAC
Intrusion protection          : Disabled
Intrusion protection mode     : Temporary-block
Temporary block time          : 180 sec
Temporary service stop time   : 20 sec
```

```
Fail VLAN ID                  : Not configured
802.1X handshake              : Disabled
802.1X handshake secure       : Disabled
802.1X domain                 : Not configured
MAC-auth domain               : Not configured
Max 802.1X users per BSS      : 4096
Max MAC-auth users per BSS    : 4096
802.1X re-authenticate        : Disabled
Authorization fail mode       : Online
Accounting fail mode          : Online
Authorization                 : Permitted
Key derivation                : SHA1
PMF status                    : Disabled
Hotspot policy number         : Not configured
Forwarding policy status      : Disabled
Forwarding policy name        : Not configured
Forwarder                     : AP
FT status                     : Disabled
QoS trust                     : Port
QoS priority                  : 0
```

4.9.4 802.1X AKM 設定例

I. ネットワーク要件

図 4-12に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名 abcdef、パスワード 123456 を使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるように 802.1X 認証を設定します。
- AKM モードとして 802.1X を設定します。

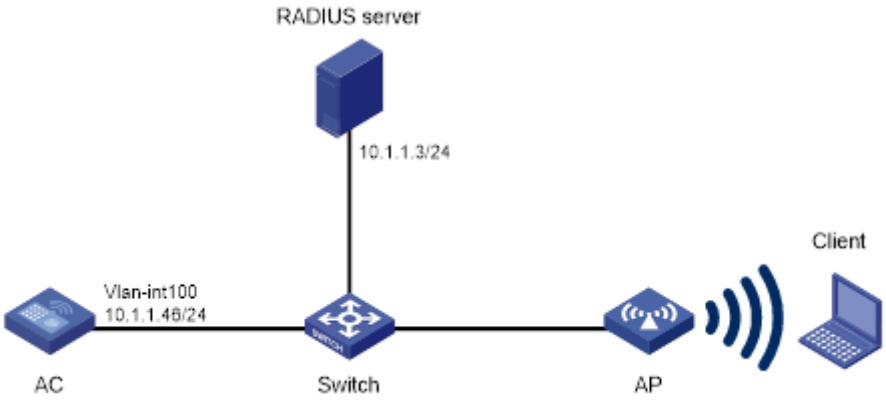


図 4-12 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 abcdef、パスワード 123456 を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) 802.1X クライアントを設定します。（詳細は省略します。）
3) WLAN サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

4) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

5) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode dot1x
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に WPA を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie wpa
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain dom1
```

6) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

7) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

8) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
```

```
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

9) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

10) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

メモ：

AAA、RADIUS コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name         : service1
Description                   : Not configured
SSID                          : service
SSID-hide                     : Disabled
User-isolation                : Disabled
Service template status       : Enabled
Maximum clients per BSS       : Not configured
Frame format                  : Dot3
Seamless roam status          : Disabled
Seamless roam RSSI threshold  : 50
Seamless roam RSSI gap        : 20
VLAN ID                       : 1
AKM mode                      : 802.1X
Security IE                   : WPA
Cipher suite                  : CCMP
TKIP countermeasure time      : 0 sec
PTK lifetime                  : 43200 sec
PTK rekey                     : Enabled
GTK rekey                     : Enabled
GTK rekey method              : Time-based
GTK rekey time                : 86400 sec
GTK rekey client-offline      : Disabled
User authentication mode      : 802.1X
Intrusion protection          : Disabled
Intrusion protection mode     : Temporary-block
Temporary block time          : 180 sec
Temporary service stop time   : 20 sec
Fail VLAN ID                  : Not configured
802.1X handshake              : Disabled
802.1X handshake secure       : Disabled
802.1X domain                 : Not configured
```

```
MAC-auth domain              : Not configured
Max 802.1X users per BSS     : 4096
Max MAC-auth users per BSS   : 4096
802.1X re-authenticate       : Disabled
Authorization fail mode      : Online
Accounting fail mode         : Online
Authorization                : Permitted
Key derivation               : SHA1
PMF status                   : Disabled
Hotspot policy number        : Not configured
Forwarding policy status     : Disabled
Forwarding policy name       : Not configured
Forwarder                    : AP
FT status                    : Disabled
QoS trust                    : Port
QoS priority                 : 0
```

4.9.5 管理フレーム保護設定例

I. ネットワーク要件

図 4-13に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- クライアントがネットワークにアクセスできるように PSK の鍵 12345678 を設定します。
- 暗号化規格に RSN、暗号化方式に CCMP を使用し、管理フレーム保護を設定します。

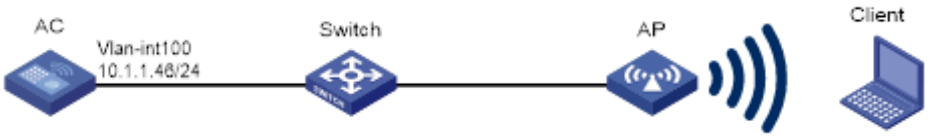


図 4-13 ネットワーク図

II. 設定手順

1) WLAN サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

2) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

3) 管理フレーム保護を設定します。

optional モードで管理フレーム保護を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] pmf optional
```

KDF を sha1-and-sha256 に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] key-derivation sha1-and-sha256
```

4) RSNA メカニズムを設定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に RSN を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

5) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

6) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

7) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name         : service1
Description                   : Not configured
SSID                          : service
SSID-hide                     : Disabled
User-isolation                : Disabled
Service template status       : Enabled
Maximum clients per BSS       : Not configured
Frame format                  : Dot3
Seamless roam status          : Disabled
Seamless roam RSSI threshold  : 50
Seamless roam RSSI gap        : 20
VLAN ID                       : 1
AKM mode                      : PSK
Security IE                   : RSN
Cipher suite                  : CCMP
TKIP countermeasure time      : 0 sec
PTK lifetime                  : 43200 sec
PTK rekey                     : Enabled
GTK rekey                     : Enabled
GTK rekey method              : Time-based
GTK rekey time                : 86400 sec
GTK rekey client-offline      : Disabled
User authentication mode      : Bypass
Intrusion protection          : Disabled
Intrusion protection mode     : Temporary-block
Temporary block time          : 180 sec
Temporary service stop time   : 20 sec
Fail VLAN ID                  : Not configured
802.1X handshake              : Disabled
802.1X handshake secure       : Disabled
```

```
802.1X domain                : Not configured
MAC-auth domain              : Not configured
Max 802.1X users per BSS     : 4096
Max MAC-auth users per BSS   : 4096
802.1X re-authenticate       : Disabled
Authorization fail mode      : Online
Accounting fail mode         : Online
Authorization                : Permitted
Key derivation               : SHA1-AND-SHA256
PMF status                   : Optional
Hotspot policy number        : Not configured
Forwarding policy status     : Disabled
Forwarding policy name       : Not configured
Forwarder                    : AP
FT status                    : Disabled
QoS trust                    : Port
QoS priority                 : 0
```

802.11w クライアントがオンラインになったのち、管理フレーム保護の交換結果を確認するため、**display wlan client verbose** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                          : 5250-0012-0411
IPv4 address                         : 135.3.2.1
IPv6 address                         : N/A
Username                             : 11w
AID                                  : 1
AP ID                                : 1
AP name                              : ap1
Radio ID                             : 1
SSID                                 : service
BSSID                                : 1111-2222-3333
VLAN ID                              : 1
Sleep count                          : 147
Wireless mode                        : 802.11a
Channel bandwidth                    : 20MHz
SM power save                        : Disabled
Short GI for 20MHz                   : Not supported
Short GI for 40MHz                   : Not supported
STBC RX capability                   : Not supported
STBC TX capability                   : Not supported
LDPC RX capability                   : Not supported
Block Ack                            : TID 0  In
Support HT-MCS set                   : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                       8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                       15
Supported rates                      : 1, 2, 5.5, 6, 9, 11,
                                       12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
QoS mode                             : WMM
Listen interval                      : 10
RSSI                                 : 46
Rx/Tx rate                           : 39/65
Authentication method                : Open system
Security mode                        : RSN
AKM mode                             : 802.1X
Cipher suite                         : CCMP
User authentication mode             : 802.1X
Authorization ACL ID                 : N/A
Authorization user profile           : N/A
Roam status                          : N/A
Key derivation                       : SHA1
PMF status                           : Enabled
Forwarding policy name               : N/A
Online time                          : 0days 0hours 2minutes 56seconds
FT status                            : Inactive
```

4.9.6 ダイナミック WEP メカニズム設定例

I. ネットワーク要件

重要：

WEP は設定した暗号化キーが固定であり、解読される危険性があるため、よりセキュリティ強度の高い AES の利用を推奨します。

図 4-14に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名 abcdef、パスワード 123456 を使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるように 802.1X 認証を設定します。
- ダイナミック WEP メカニズムを設定します。

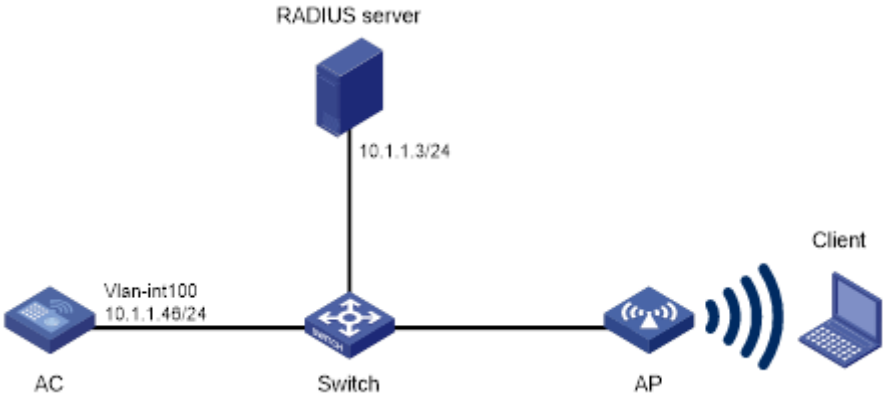


図 4-14 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 abcdef、パスワード 123456 を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) 802.1X クライアントを設定します。（詳細は省略します。）
3) WLAN サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

4) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

5) ダイナミック WEP メカニズムを有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] wep mode dynamic
```

6) 802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

7) 802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain dom1
```

8) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

9) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

10) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

11) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

12) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

🕮 **メモ：**

AAA、RADIUS コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name          : service1
Description                    : Not configured
SSID                           : service
SSID-hide                      : Disabled
User-isolation                 : Disabled
Service template status        : Enabled
Maximum clients per BSS        : Not configured
Frame format                   : Dot3
Seamless roam status           : Disabled
Seamless roam RSSI threshold   : 50
Seamless roam RSSI gap         : 20
VLAN ID                        : 1
AKM mode                       : Not configured
Security IE                    : Not configured
Cipher suite                   : WEP104
WEP key ID                     : 1
TKIP countermeasure time       : 0 sec
PTK lifetime                   : 43200 sec
PTK rekey                      : Enabled
GTK rekey                      : Enabled
GTK rekey method               : Time-based
GTK rekey time                 : 86400 sec
GTK rekey client-offline       : Disabled
User authentication mode       : 802.1X
Intrusion protection           : Disabled
Intrusion protection mode      : Temporary-block
Temporary block time           : 180 sec
Temporary service stop time    : 20 sec
Fail VLAN ID                   : Not configured
802.1X handshake               : Disabled
802.1X handshake secure        : Disabled
802.1X domain                  : Not configured
MAC-auth domain                : Not configured
Max 802.1X users per BSS       : 4096
Max MAC-auth users per BSS     : 4096
802.1X re-authenticate         : Disabled
Authorization fail mode        : Online
Accounting fail mode           : Online
Authorization                  : Permitted
Key derivation                 : SHA1
PMF status                     : Disabled
Hotspot policy number          : Not configured
Forwarding policy status       : Disabled
Forwarding policy name         : Not configured
Forwarder                      : AP
FT status                      : Disabled
QoS trust                      : Port
QoS priority                   : 0
```

4.9.7 プライベート PSK 認証、MAC アドレス認証設定例

I. ネットワーク要件

図 4-15に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名、パスワードとして MAC アドレスを使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるように MAC アドレス認証を設定します。
- クライアントが PSK として MAC アドレスを使用できるようにプライベート PSK AKM モードを設定します。

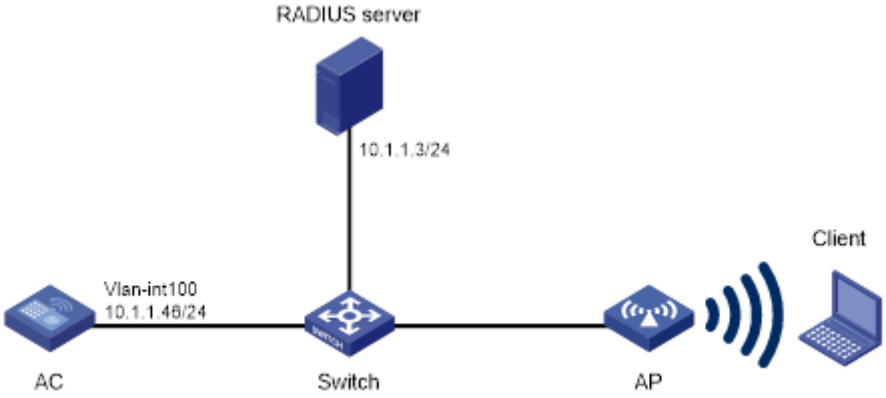


図 4-15 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 00-23-12-45-67-7a、パスワード 00-23-12-45-67-7a を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) WLAN サービステンプレート service1 を作成します。サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

#AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に WPA を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie wpa
```

MAC アドレス認証を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode mac
```

4) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

5) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345678
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345678
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

6) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

7) ISP ドメイン dom1 のユーザ名、パスワードとして MAC アドレスを設定します。

```
[AC] mac-authentication domain dom1
[AC] mac-authentication user-name-format mac-address with-hyphen lowercase
```

8) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

9) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

🕮 **メモ：**

AAA、RADIUS コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

III. 設定の確認

WLAN サービステンプレートが正常に設定されていることを確認するため、**display wlan service-template** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan service-template service1 verbose
Service template name          : service1
Description                    : Not configured
SSID                           : service
SSID-hide                      : Disabled
User-isolation                 : Disabled
Service template status        : Enabled
Maximum clients per BSS        : Not configured
Frame format                   : Dot3
Seamless roam status           : Disabled
Seamless roam RSSI threshold   : 50
Seamless roam RSSI gap         : 20
VLAN ID                        : 1
AKM mode                       : PSK
Security IE                    : WPA
Cipher suite                   : CCMP
TKIP countermeasure time       : 0 sec
PTK lifetime                   : 43200 sec
PTK rekey                      : Enabled
GTK rekey                      : Enabled
GTK rekey method               : Time-based
GTK rekey time                 : 86400 sec
GTK rekey client-offline       : Disabled
User authentication mode       : MAC
Intrusion protection           : Disabled
Intrusion protection mode      : Temporary-block
Temporary block time           : 180 sec
Temporary service stop time    : 20 sec
Fail VLAN ID                   : Not configured
802.1X handshake               : Disabled
802.1X handshake secure        : Disabled
802.1X domain                  : Not configured
MAC-auth domain                : Not configured
Max 802.1X users per BSS       : 4096
Max MAC-auth users per BSS     : 4096
802.1X re-authenticate         : Disabled
Authorization fail mode        : Online
Accounting fail mode           : Online
Authorization                  : Permitted
Key derivation                 : SHA1
PMF status                     : Disabled
Hotspot policy number          : Not configured
Forwarding policy status       : Disabled
Forwarding policy name         : Not configured
Forwarder                      : AP
FT status                      : Disabled
QoS trust                      : Port
QoS priority                   : 0
```

4.9.8 WPA3 エンタープライズ(192bit セキュリティなし)設定例

I. ネットワーク要件

図 4-17に示すようにSwitchはAPとクライアントにIPアドレスを割り当てるため、DHCPサーバとして動作します。

- WPA 3 エンタープライズを 192bit セキュリティなしで使用するために管理フレーム保護を設定します。
- ネットワークにアクセスするため、クライアントは共有鍵 12345678 を使用します。

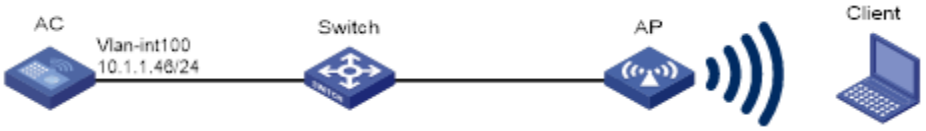


図 4-16 ネットワーク図

II. 設定手順

1) サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

2) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid wpa3_test
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode dot1x
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に RSN を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain dom1
```

4) 管理フレーム保護(192bit セキュリティなし WPA3 エンタープライズ)を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] pmf mandatory
```

KDF を sha1-and-sha256 に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] key-derivation sha1-and-sha256
```

5) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

6) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

7) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

8) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

9) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定の確認

display wlan service-template verbose コマンドを使用します。

```
<AC>dis wlan service-template service1 verbose
 Service template name                          : service1
 Description                                    : Not configured
 SSID                                           : wpa3_test
 SSID-hide                                      : Disabled
 User-isolation                                 : Disabled
```

```
Service template status                                 : Enabled
Maximum clients per BSS                                 : Not configured
VLAN ID                                                 : 1
Customer Vlan                                           : 4294967295
AKM mode                                                : PSK
Security IE                                             : RSN
Cipher suite                                            : CCMP
TKIP countermeasure time                                : 0 sec
PTK lifetime                                            : 43200 sec
PTK rekey                                               : Enabled
GTK rekey                                               : Enabled
GTK rekey method                                        : Time-based
GTK rekey time                                          : 86400 sec
GTK rekey client-offline                                : Disabled
WPA3 status                                             : Disabled
Enhance-open status                                     : Disabled
Enhanced-open transition-mode service-template          : N/A
User authentication mode                                : Bypass
Intrusion protection                                    : Disabled
Intrusion protection mode                               : Temporary-block
Temporary block time                                    : 180 sec
Temporary service stop time                             : 20 sec
Fail VLAN ID                                            : Not configured
802.1X handshake                                        : Disabled
802.1X handshake secure                                 : Disabled
802.1X domain                                           : Not configured
MAC-auth domain                                         : Not configured
Max 802.1X users per BSS                                : 512
Max MAC-auth users per BSS                              : 512
802.1X re-authenticate                                  : Disabled
Authorization fail mode                                 : Online
Accounting fail mode                                    : Online
Authorization                                           : Permitted
Key derivation                                          : SHA1
PMF status                                              : Mandatory
Hotspot policy number                                   : Not configured
Forwarding policy status                                : Disabled
Forwarding policy name                                  : Not configured
Forwarder                                               : AP
FT status                                               : Disabled
QoS trust                                               : Port
QoS priority                                            : 0
```

4.9.9 WPA3 パーソナル設定例

I. ネットワーク要件

図 4-17に示すようにSwitchはAPとクライアントにIPアドレスを割り当てるため、DHCPサーバとして動作します。

- WPA3 を設定します。
- ネットワークにアクセスするため、クライアントは共有鍵 12345678 を使用します。

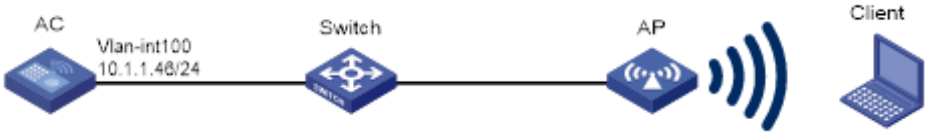


図 4-17 ネットワーク図

II. 設定手順

1) サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

2) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid wpa3_test
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

暗号化方式に CCMP、暗号化規格に RSN を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

4) WPA3 の設定を personal に設定し、WPA3 セキュリティモードを optional に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] wpa3 personal optional
```

5) 管理フレーム保護を設定します。

optional モードで管理フレーム保護を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] pmf optional
```

KDF を sha1-and-sha256 に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] key-derivation sha1-and-sha256
```

6) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

7) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

8) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定の確認

クライアントがAPに接続されていることを確認するため、**display wlan client verbose** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan client verbose
Total number of clients: 1
```

```
MAC address                         : 88e8-7fec-c042
IPv4 address                        : 192.168.1.140
IPv6 address                        : N/A
Username                            : N/A
AID                                 : 1
AP ID                               : 2
AP name                             : test1
Radio ID                            : 1
SSID                                : wpa3_test
BSSID                               : 9ce8-9525-f192
VLAN ID                             : 1
Sleep count                         : 0
Wireless mode                       : 802.11ac
Channel bandwidth                   : 80MHz
SM power save                       : Disabled
Short GI for 20MHz                  : Supported
Short GI for 40MHz                  : Supported
Short GI for 80MHz                  : Supported
Short GI for 160/80+80MHz           : Not supported
STBC RX capability                  : Not supported
STBC TX capability                  : Not supported
LDPC RX capability                  : Supported
Beamformee STS capability           : 2
Number of Sounding Dimensions       : 1
SU beamformee capability            : Supported
MU beamformee capability            : Not supported
Block Ack                           : N/A
Supported VHT-MCS set               : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                      NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Supported HT MCS set                : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                      8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                      15
Supported rates                     : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                      48, 54 Mbps
QoS mode                            : WMM
Listen interval                     : 20
RSSI                                : 0
Rx/Tx rate                          : 0/0 Mbps
Speed                               : N/A
Authentication method               : Open system
Security mode                       : RSN
AKM mode                            : PSK
Cipher suite                        : CCMP
User authentication mode            : Bypass
WPA3 status                         : Enabled
Authorization CAR                   : N/A
Authorization ACL ID                : N/A
Authorization user profile          : N/A
Roam status                         : N/A
Key derivation                      : SHA256
PMF status                          : Enabled
Forwarding policy name              : Not configured
Online time                         : 0days 0hours 0minutes 4seconds
FT status                           : Inactive
```

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

5 章 WLAN 認証の概要 5-1
5.1 アプリケーションシナリオ 5-1
5.2 802.1X 認証 5-1
5.2.1 802.1X 認証のイニシエーション 5-2
5.2.2 802.1X 認証プロセス 5-2
5.3 MAC アドレス認証 5-5
5.3.1 ユーザアカウントポリシー 5-6
5.3.2 認証方式 5-6
5.3.3 OUI 認証 5-6
5.4 認証モード 5-7
5.5 侵入保護 5-7
5.6 WLAN の VLAN 操作 5-8
5.6.1 VLAN 認証 5-8
5.6.2 制限 VLAN 5-9
5.7 ほかの機能を用いた WLAN 認証 5-10
5.7.1 ACL の割り当て 5-10
5.7.2 ユーザプロファイルの割り当て 5-10

5章 WLAN 認証の概要

この章は WLAN 認証の実装について記載します。WLAN 認証はアクセスセキュリティを保証するため、WLAN クライアントを MAC アドレスベースでネットワークアクセスの制御を行います。

WLAN 認証は、802.1X 認証、MAC アドレス認証、OUI 認証があります。

5.1 アプリケーションシナリオ

認証装置は WLAN へのアクセスを制御するため、クライアントを認証します。図 5-1に示すように、AP あるいは AC は **client-security authentication-location** コマンドを使用して認証装置として指定することができます。

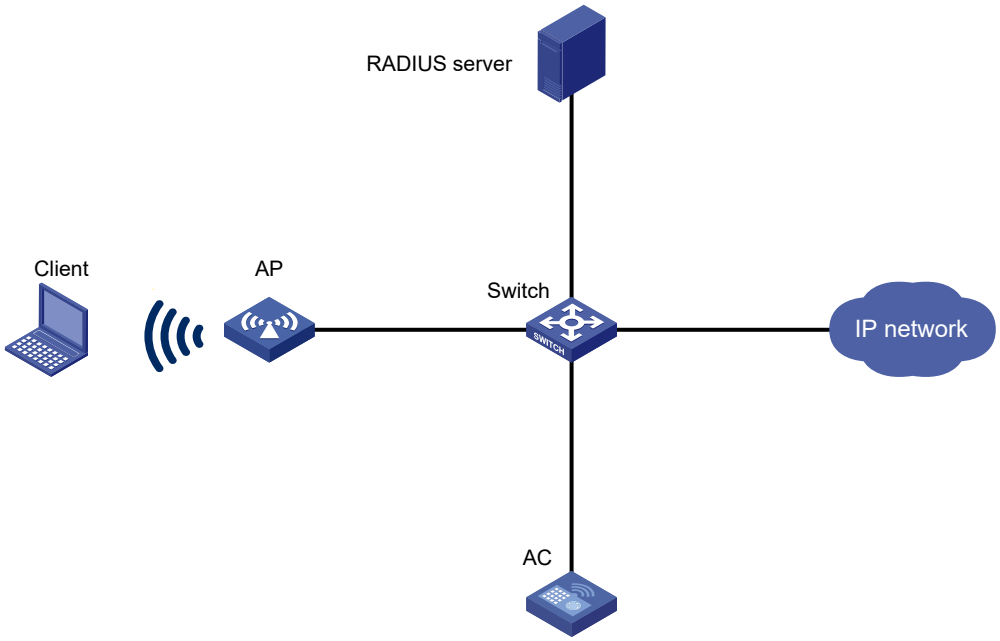


図 5-1 ネットワーク図

5.2 802.1X認証

802.1X はクライアント、認証装置、認証サーバの認証に関する情報を転送するために EAP（Extensible Authentication Protocol）を使用します。

802.1X は WLAN を超えてクライアントと認証装置間で EAP パケットを転送するため、EAPOL（EAP over LAN）を定義しています。認証装置と認証サーバ間で、802.1X は以下の方法の 1 つを使用して認証情報を送信します。

- EAP 中継モードで定義されているように、EAPOR（EAP over RADIUS）を使用して RADIUS の EAP パケットをカプセル化します。
- EAP 終端モードで定義されているように、EAP パケットから認証情報を抽出し、標準 RADIUS パケットの情報をカプセル化します。

EAP パケットのカプセル化の情報についてはオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。

5.2.1 802.1X 認証のイニシエーション

クライアントと認証装置は 802.1X 認証を開始することができます。

- **クライアントのイニシエーション**－クライアントが認証装置に関連付けられたのち、802.1X 認証を開始するため、クライアントは EAPOL-Start パケットを認証装置に送信します。
- **認証装置のイニシエーション**－クライアントが認証装置に関連付けられたのち、認証装置は認証を開始するため、EAP-Request/Identity パケットをクライアントに送信します。クライアントのタイムアウトタイマ以内に応答がない場合、認証装置はパケットを再送します。

5.2.2 802.1X 認証プロセス

認証装置は RADIUS サーバと通信するため、EAP 中継モードあるいは EAP 終端モードを使用します。

I. EAP 中継モード

このモードでは、認証装置は認証情報を RADIUS サーバに送信するため EAPOR パケットを使用します。RADIUS サーバは EAP-Message、Message-Authenticator 属性をサポートする必要があります。そして RADIUS サーバはクライアントと同一の認証方式を使用する必要があります。

EAP 中継モードは、認証装置で **dot1x authentication-method eap** コマンドを設定するだけで有効となります。

図 5-2に EAP 中継モードの基本的な 802.1X 認証のプロセスを示します。この例では EAP-MD5 が使用されています。

🕮 **メモ：**

認証装置として AP を指定する場合、AP が EAP、RADIUS パケットを処理することを除いて、図 5-2と同様の認証プロセスを使用します。

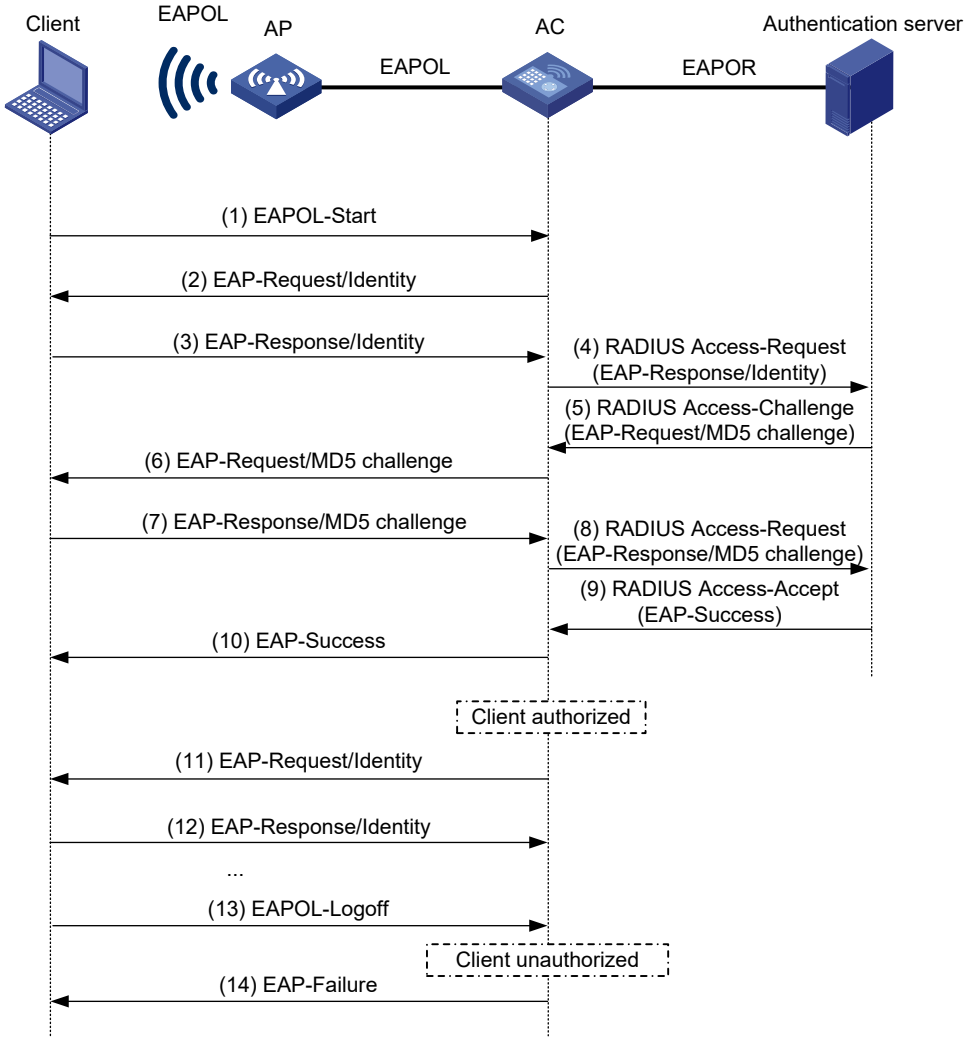


図 5-2 EAP 中継モードの 802.1X 認証プロセス

以下に 802.1X 認証プロセスを示します。

1) ユーザが 802.1X クライアントを実行し、登録されたユーザ名、パスワードを入力したとき、802.1X クライアントは EAPOL-Start パケットを認証装置に送信します。

   クライアントと AP アソシエーションの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* *"WLAN セキュリティ"* 参照してください。

2) 認証装置はユーザ名を要求するため、EAP-Request/Identity パケットを送信します。
3) クライアントは EAP-Request/Identity パケットのユーザ名を認証装置に送信します。
4) 認証装置は RADIUS Access-Request パケット内の EAP-Response/Identity パケットを、認証サーバに転送します。
5) 認証サーバは認証サーバにあるユーザデータベースを検索するため、RADIUS Access-Request のユーザ名を使用します。一致するエントリが検出された場合、サーバは、エントリのパスワードを暗号化するため、ランダムに作成されたチャレンジ（EAP-Request/MD5-challenge）を使用します。そしてサーバは RADIUS Access-Challenge のチャレンジデータを認証装置に送信します。
6) 認証装置は EAP-Request/MD5-Challenge パケットをクライアントに転送します。

7) クライアントはパスワードを暗号化するため、受信したチャレンジデータを使用します。EAP-Response/MD5-Challenge パケットの暗号化されたパスワードを認証装置に送信します。
8) 認証装置は RADIUS Access-Request パケット内の EAP-Response/MD5-Challenge パケットを認証サーバに転送します。
9) 認証サーバは受信した暗号パスワードと 5）で作成した暗号パスワードを比較します。2 つのパスワードが等しい場合、認証サーバはクライアントが正式であることを認識し、認証装置に RADIUS Access-Accept packet パケットを送信します。
10) RADIUS Access-Accept packet パケットを受信すると、認証装置はクライアントにネットワークへのアクセスを許可します。
11) クライアントがオンラインになったのち、認証装置は定期的にクライアントがオンラインかどうかを確認するため、ハンドシェイクリクエストを送信します。
12) ハンドシェイクリクエストを受信すると、クライアントは応答を返します。ハンドシェイクの連続試行回数（デフォルトで 2 回です）に到達しても、クライアントが応答を返さなかった場合、認証装置はクライアントをログオフします。ハンドシェイクメカニズムはオフラインとなっている 802.1X クライアントを切断することによってネットワークリソースの浪費を防ぐことができます。
13) クライアントはログオフする場合、認証装置に EAPOL-Logoff パケットを送信します。
14) EAPOL-Logoff パケットを受信した場合、認証装置はクライアントに EAP-Failure パケットを送信します。

II. EAP 終端モード

このモードでは認証装置は以下の処理を行います。

1) クライアントから受信した EAP パケットを終端します。
2) 標準 RADIUS パケットのクライアント認証情報をカプセル化します。
3) RADIUS サーバと通信するため PAP あるいは CHAP を使用します。

図 5-3に EAP 終端モードの基本 802.1X 認証プロセスを示します。この例では CHAP 認証が使用されています。

🕮 **メモ：**

認証装置として AP を指定する場合、AP が EAP、RADIUS パケットを処理することを除いて、図 5-3と同様の認証プロセスを使用します。

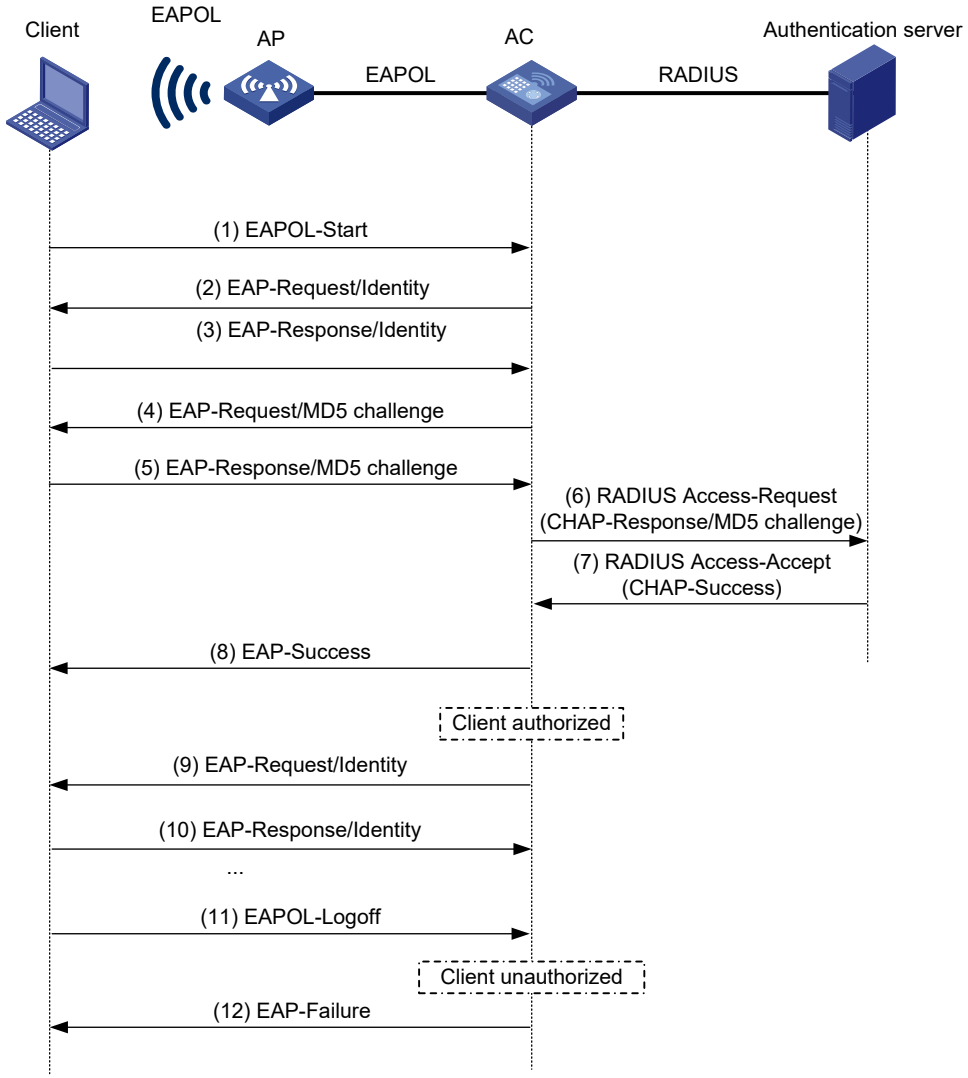


図 5-3 EAP 終端モードの 802.1X 認証プロセス

EAP 終端モードでは、パスワードの暗号化を行うため認証サーバではなく認証装置が MD5 チャレンジを作成します。そして認証装置は MD5 チャレンジに加えて、標準 RADIUS パケットのユーザ名と暗号化されたパスワードを RADIUS サーバに送信します。

5.3 MACアドレス認証

MAC アドレス認証は送信元 MAC アドレスを認証することでネットワークへのアクセスを制御します。この機能はクライアントソフトウェアを必要としません。ユーザは、ネットワークアクセス用のユーザ名とパスワードを入力する必要はありません。

未知の送信元 MAC アドレスが検出された場合、認証装置は、MAC アドレス認証プロセスを開始します。MAC アドレスが認証を通過した場合、クライアントは、許可されたネットワークリソースにアクセスすることができます。認証が失敗した場合、認証装置は、サ

イレント MAC アドレスとして MAC アドレスを記憶し、クライアントのアクセスを拒否します。

5.3.1 ユーザアカウントポリシー

ユーザアカウントはクライアントを識別するために必要です。MAC アドレス認証は、以下のユーザアカウントポリシーをサポートしています。

- **各ユーザのための MAC ベースのユーザアカウント**－認証装置は、MAC アドレス認証を行うため、クライアントのユーザ名、パスワードとしてパケットの未知の送信元 MAC アドレスを使用します。
- **すべてのユーザのための共有のユーザアカウント**－認証装置は、すべての MAC アドレス認証を行うため、クライアントのユーザ名とパスワードを指定します。ユーザ名とパスワードは MAC アドレスでなくても構いません。ユーザ名の設定範囲は 1～55 文字です。大文字、小文字を区別します。@マークを含めることはできません。プレーンテキストのパスワードの設定範囲は 1～63 文字です。暗号テキストのパスワードの設定範囲は 1～117 文字です。

5.3.2 認証方式

認証装置（ローカル認証）あるいは RADIUS サーバを通して MAC アドレス認証を行うことができます。

RADIUS 認証：

- **MAC ベースアカウント**－認証装置は、認証を行うため、ユーザ名、パスワードとしてパケットの送信元 MAC アドレスを RADIUS サーバに送信します。
- **共有アカウント**－認証装置は、認証を行うため共有アカウントのユーザ名とパスワードを RADIUS サーバに送信します。

ローカル認証：

- **MAC ベースアカウント**－認証装置は、ローカルアカウントデータベースに一致するかどうか検索するため、ユーザ名とパスワードとしてパケットの送信元 MAC アドレスを使用します。
- **共有アカウント**－認証装置は、ローカルアカウントデータベースに一致するかどうか検索するため、共有アカウントのユーザ名とパスワードを使用します。

ローカル認証と RADIUS 認証の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

5.3.3 OUI 認証

OUI 認証はクライアントの MAC アドレスの OUI を調査します。認証装置のために設定された OUI の 1 つが、クライアントの OUI に一致している場合、クライアントは OUI 認証にパスします。

🕮 **メモ：**

IEEE によって定義される OUI は、装置ベンダ、メーカー、組織を識別する MAC アドレスの最初の 24 ビットです。MAC アドレスの最初の 3 オクテットは OUI です。

5.4 認証モード

🕮 **メモ：**

mac-and-dot1x パラメータは、ソフトウェアバージョン 7.1.11 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

認証モード	動作メカニズム
bypass（デフォルト）	認証を行いません。
dot1x	802.1X認証のみを実行します。
mac	MACアドレス認証のみを実行します。
mac-or-dot1x	MACアドレス認証を最初に実行し、次に802.1X認証を実行します。クライアントがMACアドレス認証にパスした場合、802.1X認証は実行されません。
dot1x-or-mac	802.1X認証を最初に実行し、次にMACアドレス認証を実行します。クライアントが802.1X認証にパスした場合、MACアドレス認証は実行されません。
oui-or-dot1x	OUI認証を最初に実行し、次に802.1X認証を行います。クライアントがOUI認証にパスした場合、802.1X認証は実行されません。
mac-and-dot1x	MACアドレス認証と802.1X認証の２つの認証（マルチステップ認証）を実行します。MACアドレス認証を最初に実行し、MACアドレス認証にパスした場合のみ、802.1X認証を実行します。２つの認証にパスしたクライアントの接続が許可されます。

5.5 侵入保護

認証装置が認証に失敗したクライアントからアソシエーションリクエストを検出した場合、侵入保護が開始されます。

この機能は、リクエストを受信したとき、BSS（basic service set）で以下に示す定義済みのアクションの 1 つが行われます。

- **temporary-block**（デフォルト）－リクエストの送信元 MAC アドレスをブロック MAC アドレスリストに追加し、リクエストパケットを廃棄します。ブロックされた MAC アドレスのクライアントは一定期間、AP と接続を確立することができません。接続を確立できない期間を設定する場合、**client-security intrusion-protection timer temporary-block** コマンドを使用します。
- **service-stop**—radio インタフェースの BSS が手動で有効にされるまで、リクエストが受信された BSS を停止します。
- **temporary-service-stop**—一定期間リクエストが受信された BSS を停止します。

🕮 **メモ：**
侵入保護はバイパスモードではサポートしません。

5.6 WLANのVLAN操作

5.6.1 VLAN 認証

クライアントがネットワークリソースへのアクセスを制御するため、WLAN クライアント用に許可 VLAN を指定することができます。クライアントが 802.1X あるいは MAC アドレス認証にパスしたとき、認証サーバは許可 VLAN の情報を認証装置に割り当てます。

装置が認証装置として動作するとき、以下の形式でサーバが割り当てた VLAN を解決することができます。

- VLAN ID
- VLAN 名
- VLAN グループ名
- VLAN ID と VLAN 名の組み合わせ

VLAN のグループをサーバに割り当てる場合、アクセス措置は VLAN ID に従い、VLAN を選択し、割り当てます。

許可される VLAN タイプ	VLAN の選択、割り当てルール
• VLAN ID • VLAN名	装置はVLANグループからもっとも小さいIDのVLANを選択します。
VLANグループ名	1. 装置はオンラインユーザがもっとも少ない VLAN を選択します。 2. 複数の VLAN がオンライン 802.1X ユーザの同一番号を持っている場合、装置はもっとも小さい ID を持つ VLAN を選択します。

🕮 **メモ：**
装置は VLAN をクライアントに割り当てる前、VLAN 名、VLAN グループ名を VLAN ID に置き換えます。

以下の場合、装置はクライアントの許可 VLAN を拒否します。

- 装置が許可 VLAN の情報を確定することができません。
- サーバは装置に VLAN 名を割り当てますが、VLAN 名を使用している VLAN が存在しません。
- サーバは装置に VLAN グループ名を割り当てますが、VLAN グループが存在しない、あるいは VLAN グループに VLAN が割り当てられていません。

階層構造の AP ネットワークでは、認証装置と、データの転送を行う装置は異なる装置にすることができます。たとえば、中央の AC は認証を行い、ローカル AC あるいは AP はデータトラフィックを転送します。

許可 VLAN の情報は、データ転送を制御するのに使用します。そのため、許可 VLAN の情報はデータトラフィックを転送する装置に割り当てる必要があります。VLAN 割り当ては、認証装置と転送装置が同一装置であるかによって、ローカル VLAN 割り当て、あるいはリモート VLAN 割り当てにすることができます。

- **ローカル VLAN 割り当て**－認証装置と転送装置は同一装置です。認証装置が許可 VLAN 情報を取得したのち、許可 VLAN 情報を解決し、VLAN を割り当てます。
- **リモート VLAN 割り当て**－認証装置と転送装置は異なる装置です。認証装置が許可 VLAN 情報を取得したのち、リモート転送装置に情報を送信します。転送装置は許可 VLAN 情報を解決し、VLAN を割り当てます。

VLAN の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス "VLAN"* を参照してください。

5.6.2 制限 VLAN

組織のセキュリティ戦略に遵守できずに失敗したことが原因で WLAN 認証に失敗したクライアントに対応するため、クライアントを WLAN の制限 VLAN に収容することができます。たとえば間違ったパスワードやユーザ名を入力したクライアントに制限 VLAN が適応されます。制限 VLAN は認証タイムアウトあるいはネットワークの接続問題のために認証に失敗した WLAN クライアントに適応しません。

制限 VLAN のクライアントは制限されたネットワークリソースにアクセスすることができます。

認証装置は、30 秒間隔で制限 VLAN のクライアントの再認証を行います。

- クライアントが再認証にパスした場合、認証装置はクライアントを許可 VLAN に割り当てます。許可 VLAN が設定されていない場合、クライアントは最初の VLAN に割り当てられます。
- クライアントが再認証に失敗した場合、クライアントは制限 VLAN にとどまります。

RSNA を使用するクライアントは、クライアントが 802.1X 認証に失敗しても、制限 VLAN に割り当てることはできません。認証装置は RSNA を使用するクライアントを直接ログオフします。

制限 VLAN 機能は侵入保護機能よりも優先されます。クライアントが認証に失敗したとき、最初に制限 VLAN の設定を適用します。制限 VLAN が設定されていない場合、侵入保護機能が適用されます。制限 VLAN 機能、侵入保護機能の両方が設定されていない場合、認証装置はクライアントを直接ログオフします。

5.7 ほかの機能を用いたWLAN認証

5.7.1 ACL の割り当て

クライアントのネットワークリソースへのアクセスを制御するため、802.1X あるいは MAC アドレス認証クライアントに ACL を指定することができます。クライアントが認証にパスしたのち、認証サーバはクライアントのトラフィックをフィルタするため、クライアントに ACL を割り当てます。

認証サーバは認証装置として動作するローカル装置、あるいは RADIUS サーバのどちらにすることができます。どちらの場合でも、認証装置で ACL のルールを設定する必要があります。AP が認証装置として動作する場合、AC で ACL のルールを設定する必要があります。

クライアントのアクセス制御の基準を変更する場合、以下の方法の 1 つを使用することができます。

- 認証装置で ACL ルールを変更します。
- 認証サーバでクライアント用に別の ACL を指定します。

ACL の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS "ACL"* を参照してください。

5.7.2 ユーザプロファイルの割り当て

クライアントのネットワークリソースへのアクセスを制御するため、WLAN クライアントにユーザプロファイルを指定することができます。クライアントが 802.1X あるいは MAC アドレス認証にパスしたのち、認証サーバはトラフィックをフィルタするためクライアントにユーザプロファイルを割り当てます。認証サーバは認証装置として動作するローカル装置、あるいは RADIUS サーバのどちらかにすることができます。どちらの場合でも、認証装置でユーザプロファイルを設定する必要があります。AP が認証装置として動作する場合、AC でユーザプロファイルを設定する必要があります。

クライアントのアクセス許可を変更する場合、以下の方法の 1 つを使用することができます。

- 認証装置でユーザプロファイルを変更します。
- 認証サーバでクライアント用に別のユーザプロファイルを指定します。

ユーザプロファイルの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS "ユーザプロファイル"* を参照してください。

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

6章 WLAN認証の設定 6-1
6.1 設定要件 6-1
6.2 WLAN認証の設定作業リスト 6-1
6.3 グローバルWLAN認証パラメータの設定 6-2
6.3.1 OUI認証のOUIの設定 6-2
6.3.2 802.1Xでサポートされるドメイン名デリミタの設定 6-2
6.3.3 802.1XのEAP中継モード、EAP終端モードの有効化 6-3
6.3.4 802.1X認証リクエストの最大試行回数の設定 6-3
6.3.5 802.1X認証タイマの設定 6-3
6.3.6 MACアドレス認証の認証方式の設定 6-5
6.3.7 MACアドレス認証のユーザアカウントのフォーマットの設定 6-5
6.3.8 グローバルでのMACアドレス認証ドメインの設定 6-5
6.3.9 MACアドレス認証サーバタイムアウトタイマの設定 6-6
6.4 サービス特有のWLAN認証パラメータの設定 6-6
6.4.1 認証モードの設定 6-6
6.4.2 WLANクライアントの認証装置の設定 6-7
6.4.3 WLAN制限VLANの設定 6-7
6.4.4 サーバからの許可情報の無視設定 6-8
6.4.5 authorization-fail-offline機能の有効化 6-8
6.4.6 侵入保護の設定 6-8
6.4.7 オンラインユーザハンドシェイク機能の設定 6-9
6.4.8 802.1X認証ドメインの設定 6-10
6.4.9 802.1X認証クライアントの最大同時接続数の設定 6-10
6.4.10 定期的なオンラインユーザ再認証機能の有効化 6-11
6.4.11 MACアドレス認証クライアントの最大同時接続数の設定 6-11
6.4.12 サービス特有のMACアドレス認証のドメインの設定 6-12
6.4.13 MACアドレス認証クライアントのためのAC内ローミング高速接続有効化 6-12
6.5 Web認証(ポータル認証)の設定 6-13
6.6 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレート設定 6-13
6.6.1 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレート設定について 6-13
6.6.2 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの設定作業リスト 6-13
6.6.3 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの指定 6-13
6.7 失敗許可機能の有効化 6-14
6.7.1 失敗許可機能について 6-14
6.7.2 失敗許可機能の設定 6-14
6.7.3 RADIUSサーバ検出の設定 6-15
6.8 WLAN認証の表示と維持 6-16
6.9 WLAN認証の設定例 6-17
6.9.1 802.1X CHAPローカル認証の設定例 6-17
6.9.2 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの設定例 6-19
6.9.3 PSK認証、認証バイパス時の失敗許可機能設定例 6-21
6.9.4 プライベートPSK認証、MACアドレス認証時の失敗許可機能設定例 6-22
6.9.5 802.1X認証時の失敗許可機能設定例 6-25
6.9.6 認証装置をAPに指定時の802.1X認証設定例 6-28

6章 WLAN 認証の設定

この章は WLAN 認証の設定について記載します。

6.1 設定要件

WLAN 認証を設定する前に、以下の作業を完了してください。

- WLAN クライアントの ISP ドメイン、AAA スキーム（ローカル認証あるいは RADIUS 認証）を設定してください。
- ローカル認証を使用する場合、装置でローカルユーザアカウント（ユーザ名、パスワードを含みます。）を作成してください。サービスタイプを lan-access に設定してください。
- RADIUS 認証を使用する場合、装置と RADIUS サーバが互いに通信可能であることを確認してください。RADIUS サーバでユーザアカウントを作成してください。MAC アドレス認証のクライアント用に MAC ベースのアカウントを使用している場合、各アカウントのユーザ名とパスワードが、各クライアントの MAC アドレスと同一であることを確認してください。

詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

6.2 WLAN認証の設定作業リスト

作業リスト
（オプション設定項目）グローバルWLAN認証パラメータの設定 • OUI認証のOUIの設定 • 802.1Xでサポートされるドメイン名デリミタの設定 • 802.1XのEAP中継モード、EAP終端モードの有効化 • 802.1X認証リクエストの最大試行回数の設定 • 802.1X認証タイマの設定 • MACアドレス認証の認証方式の設定 • MACアドレス認証のユーザアカウントのフォーマットの設定 • グローバルでのMACアドレス認証ドメインの設定 • MACアドレス認証サーバタイムアウトタイマの設定

作業リスト
サービス特有のWLAN認証パラメータの設定 • （必須設定項目）認証モードの設定 • （オプション設定項目）WLANクライアントの認証装置の設定 • （オプション設定項目）802.1X EAPプロトコルモードの設定 • （オプション設定項目）WLAN制限VLANの設定 • （オプション設定項目）サーバからの許可情報の無視設定 • （オプション設定項目）authorization-fail-offline機能の有効化 • （オプション設定項目）侵入保護の設定 • （オプション設定項目）オンラインユーザハンドシェイク機能の設定 • （オプション設定項目）802.1X認証ドメインの設定 • （オプション設定項目）802.1X認証クライアントの最大同時接続数の設定 • （オプション設定項目）定期的なオンラインユーザ再認証機能の有効化 • （オプション設定項目）MACアドレス認証クライアントの最大同時接続数の設定 • （オプション設定項目）サービス特有のMACアドレス認証のドメインの設定

6.3 グローバルWLAN認証パラメータの設定

6.3.1 OUI 認証の OUI の設定

以下に OUI 認証の OUI の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. OUI 認証の OUI を設定する	**port-security oui index** *index-value* **mac-address** *oui-value*	デフォルト：設定なし このステップはoui-then-dot1xモードでのみ必要です。 OUIを複数設定することができます。装置は最大16 のOUIをサポートします。 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “ポートセキュリティ”*を参照してください。

6.3.2 802.1X でサポートされるドメイン名デリミタの設定

以下に 802.1X でサポートされるドメイン名デリミタの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2． 802.1X クライアントのドメイン名デリミタを設定する	**dot1x domain-delimiter** *string*	デフォルト：（@）デリミタのみサポートします。 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “802.1X”* を参照してください。

6.3.3 802.1X の EAP 中継モード、EAP 終端モードの有効化

以下に 802.1X EAP 中継モード、EAP 終端モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． EAP 中継モード、EAP 終端モードを有効にする	**dot1x authentication-method** { **chap** | **eap** | **pap** }	デフォルト：装置はEAP終端モードを実行し、RADIUSサーバとCHAPを使用して通信します。 EAP中継モードを有効にする場合、**eap**パラメータを指定します。 CHAPあるいはPAPが有効なEAP終端モードを有効にする場合、**chap**パラメータあるいは**pap**パラメータを指定します。 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “802.1X”* を参照してください。

メモ：

EAP 中継モードが使用された場合、RADIUS scheme view で設定された **user-name-format** コマンドは適用されません。装置はクライアントからサーバに認証データを変更しないで送信します。**user-name-format** コマンドについての詳細は、コマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

6.3.4 802.1X 認証リクエストの最大試行回数の設定

以下に 802.1X 認証リクエストの最大試行回数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． 802.1X 認証リクエストの最大試行回数を設定する	**dot1x retry** *max-retry-value*	デフォルト：2 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ “802.1X”* を参照してください。

6.3.5 802.1X 認証タイマの設定

802.1X はクライアントと RADIUS サーバ間の相互通信を制御するため、以下のタイマを使用します。

- **クライアントタイムアウトタイマ**－装置がクライアントに EAP-Request/MD5 Challenge パケットを送信するときに起動します。このタイマが時間切れになるまでクライアントから応答がなかった場合、装置は、クライアントにリクエストを再送します。応答を受信することなく最大試行回数に到達した場合、クライアントは認証に失敗します。最大試行回数を設定する場合、**dot1x retry** コマンドを使用します。
- **サーバタイムアウトタイマ**－装置が認証サーバに RADIUS Access-Request パケットを送信するときに起動します。このタイマが時間切れになるまでに応答がなかった場合、装置は、サーバにリクエストを再送します。
- **ハンドシェイクタイマ**－クライアントが認証にパスしたのち、オンラインユーザのハンドシェイクが有効になったときに起動します。装置は各ハンドシェイク間隔でクライアントにハンドシェイクメッセージを送信します。最大ハンドシェイク試行回数に到達したのち、クライアントから応答を受信しない場合、装置はクライアントをログオフします。最大試行回数を設定する場合、**dot1x retry** コマンドを使用します。
- **定期的再認証タイマ**－クライアントが認証にパスしたのち、定期的なオンラインユーザの再認証が有効になったときに起動します。装置は設定された間隔でクライアントを再認証します。設定の変更を行ったのちに、オンラインになったクライアントのみ設定の変更が適用されます。

ほとんどの場合、デフォルトの設定で十分です。ネットワークの状況に応じてタイマを設定することができます。

- パフォーマンスの低いネットワークで、クライアントタイムアウトタイマを高い値に設定します。
- 異なる性能の認証サーバがあるネットワークでサーバタイムアウトタイマを調整します。

以下に 802.1X 認証タイムアウトタイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. クライアントタイムアウトタイマを設定する	**dot1x timer supp-timeout** *supp-timeout-value*	デフォルト：30秒 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。
3. サーバタイムアウトタイマを設定する	**dot1x timer server-timeout** *server-timeout-value*	デフォルト：100秒 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。
4. ハンドシェイクタイマを設定する	**dot1x timer handshake-period** *handshake-period-value*	デフォルト：15秒 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。
5. 定期的再認証タイマを設定する	**dot1x timer reauth-period** *reauth-period-value*	デフォルト：3600秒 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。

6.3.6 MAC アドレス認証の認証方式の設定

🕮 **メモ：**

MAC アドレス認証の認証方式の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.55 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

以下に MAC アドレス認証の認証方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． MAC アドレス認証の認証方式を設定する	**mac-authentication authentication-method { chap | pap }**	デフォルト：MACアドレス認証にPAPを使用します。 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "MACアドレス認証"* を参照してください。

6.3.7 MAC アドレス認証のユーザアカウントのフォーマットの設定

以下に MAC アドレス認証のユーザアカウントのフォーマットの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． MAC アドレス認証のユーザアカウントのフォーマットを設定する	• 各クライアントにMACベースのユーザアカウントを使用する： **mac-authentication user-name-format mac-address** [{ **with-hyphen** | **without-hyphen** } [**lowercase** | **uppercase**]] • すべてのユーザに共有ユーザアカウントを使用する： **mac-authentication user-name-format fixed** [**account** *name*] [**password** { **cipher** | **simple** } *password*]	デフォルト：MACアドレス認証のユーザ名とパスワードとしてクライアントのMACアドレスを使用します。 MACアドレスは16進数でハイフンなし、小文字のみです。 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "MACアドレス認証"* を参照してください。

6.3.8 グローバルでの MAC アドレス認証ドメインの設定

クライアントで異なるアクセスポリシーを設定する場合、グローバルあるいはサービステンプレートで MAC アドレス認証の ISP ドメインを指定することができます。

WLAN クライアントの MAC アドレス認証は以下の順番で ISP ドメインを選択します。

1) サービステンプレートで設定されたドメイン
2) system view で設定されたグローバルの MAC アドレス認証のドメイン
3) デフォルトドメイン

ISP ドメインの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

以下にグローバルでの MAC アドレス認証クライアントの ISP ドメインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. グローバルでの MAC アドレス認証ドメインを設定する	**mac-authentication domain** *domain-name*	デフォルト：設定なし コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "MACアドレス認証"* を参照してください。

6.3.9 MAC アドレス認証サーバタイムアウトタイマの設定

装置が RADIUS サーバに認証リクエストを送信するとき、MAC アドレス認証はサーバタイムアウトタイマを起動します。装置がタイムアウトタイマ以内に RADIUS サーバから応答を受信しない場合、装置はサーバを到達不能と認識します。MAC アドレス認証の間、タイマが終了した場合、クライアントはネットワークにアクセスすることができません。

以下に MAC アドレス認証サーバタイムアウトタイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. MAC アドレス認証サーバタイムアウトタイマを設定する	**mac-authentication timer server-timeout** *server-timeout-value*	デフォルト：100秒 コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション9 *セキュリティ "MACアドレス認証"* を参照してください。

6.4 サービス特有のWLAN認証パラメータの設定

6.4.1 認証モードの設定

🕮 **メモ：**

mac-and-dot1x パラメータは、ソフトウェアバージョン 7.1.11 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

以下に認証モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	ー

操作	コマンド	補足
3. WLAN クライアントの認証モードを設定する	**client-security authentication-mode** { **dot1x** | **dot1x-then-mac** | **mac** | **mac-then-dot1x** | **oui-then-dot1x** | **mac-and-dot1x** }	デフォルト：設定なし。装置は認証を実行しません（認証バイパスモード）。クライアントは直接装置にアクセスすることができます。

6.4.2 WLAN クライアントの認証装置の設定

WLAN クライアントでローカルあるいは RADIUS をもとにした認証を行うため、認証装置として AC あるいは AP を指定することができます。

AC がクライアントにデータトラフィックを転送するように設定されている場合、認証装置は AC にする必要があります。装置でクライアントのデータトラフィックを転送する手順の詳細はセクション 2 *WLAN オペレーションマニュアル*の“*WLAN アクセス*”を参照してください。

AP を認証装置として指定する場合、map-configuration を使用して AP に WLAN 認証の設定をする必要があります。AP を認証装置として指定する設定方法は“*認証装置を AP に指定時の 802.1X 認証設定例*”を参照してください。

🕮 **メモ：**

ap パラメータは、ソフトウェアバージョン 7.2.27 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

以下に WLAN クライアントの認証装置の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. WLAN クライアントの認証装置を設定する	**client-security authentication-location** { **ac** | **ap** }	デフォルト：AC

6.4.3 WLAN 制限 VLAN の設定

以下に WLAN 制限 VLAN の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. WLAN 制限 VLAN を設定する	**client-security authentication fail-vlan** *vlan-id*	デフォルト：設定なし WLAN制限VLANはサービステンプレートでのみ設定できます。

6.4.4 サーバからの許可情報の無視設定

クライアントが 802.1X 認証あるいは MAC アドレス認証にパスしたのち、サーバ（ローカル、リモート）から受信した許可情報を使用しないように無視することができます。許可情報は VLAN、ACL、ユーザプロファイルがあります。

以下にサーバからの認証情報を無視する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	ー
3. 認証サーバから受信した許可情報を無視する	**client-security ignore-authorization**	デフォルト : サーバから受信した許可情報を使用します。

6.4.5 authorization-fail-offline 機能の有効化

authorization-fail-offline 機能は ACL あるいはユーザプロファイルで許可されていない WLAN クライアントをログオフします。

以下の状況の場合、クライアントは ACL あるいはユーザプロファイルの許可に失敗します。

- 装置あるいはサーバは、クライアントに指定した ACL あるいはユーザプロファイルの許可を失敗します。
- 許可された ACL あるいはユーザプロファイルは存在しません。

authorization-fail-offline 機能は VLAN 認証に失敗したクライアントには適用されません。装置はこれらのクライアントを直接ログオフします。

以下に authorization-fail-offline 機能の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	ー
3. authorization-fail-offline 機能を有効にする	**client-security authorization-fail offline**	デフォルト：無効 ACLあるいはユーザプロファイルで許可されていないクライアントはログオフされません。システムのログは出力されます。

6.4.6 侵入保護の設定

以下に侵入保護の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	ー

操作	コマンド	補足
3. 侵入保護を有効にする	**client-security intrusion-protection enable**	デフォルト：無効
4. （オプション設定項目）侵入保護のアクションを設定する	**client-security intrusion-protection action** { **service-stop** | **temporary-block** | **temporary-service-stop** }	デフォルト：**temporary-block**
5. （オプション設定項目）不正なクライアントに対するブロック期間を設定する	**client-security intrusion-protection timer temporary-block** *value*	デフォルト：180秒
6. （オプション設定項目）BSS が無効状態され続ける silence 期間を設定する	**client-security intrusion-protection timer temporary-service-stop** *value*	デフォルト：20秒

6.4.7 オンラインユーザハンドシェイク機能の設定

オンラインユーザのハンドシェイク機能はオンライン 802.1X クライアントの接続状態を確認します。装置はオンラインクライアントに、**dot1x timer handshake-period** コマンドによって設定された間隔でハンドシェイクメッセージを送信します。最大ハンドシェイク試行回数に到達したのち、クライアントから応答を受信しない場合、装置はクライアントをログオフします。

オンラインユーザハンドシェイクのセキュリティ機能はハンドシェイクメッセージに認証情報を追加します。この機能によって、偽造された 802.1X クライアントから、装置とハンドシェイクメッセージを交換する正式なクライアントを防ぐことができます。この機能において、装置はクライアントから受信したハンドシェイクレスポンスメッセージの認証情報と、認証サーバに割り当てられた認証情報を比較します。一致しない場合、装置はクライアントをログオフします。

I. 設定ガイドライン

オンラインユーザハンドシェイク機能を設定する場合、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- オンラインユーザハンドシェイクのセキュリティ機能を使用する場合、オンラインユーザハンドシェイク機能を有効にしてください。
- オンラインユーザハンドシェイクのセキュリティ機能はオンラインで認証された 802.1X クライアントのみ保護します。

II. 設定手順

以下にオンラインユーザハンドシェイク機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. オンラインユーザハンドシェイク機能を設定する	**dot1x handshake enable**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
4. （オプション設定項目）オンラインユーザハンドシェイクのセキュリティ機能を設定する	**dot1x handshake secure enable**	デフォルト：無効

6.4.8 802.1X 認証ドメインの設定

WLAN クライアントの 802.1X 認証は以下の順番で ISP ドメインを選択します。

- サービステンプレートで指定されたドメイン
- ユーザ名で指定されたドメイン
- デフォルトドメイン

以下に 802.1X 認証ドメインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. 802.1X 認証ドメインを設定する	**dot1x domain** *domain-name*	デフォルト：設定なし

6.4.9 802.1X 認証クライアントの最大同時接続数の設定

サービステンプレートの 802.1X 認証クライアントの同時接続数が最大になったとき、新規の 802.1X 認証クライアントは拒否されます。

🕮 **メモ：**

- 802.1X 認証クライアント同時接続数を、サービステンプレートを設定した無線インタフェースごとに制限します。
- 1 つの無線インタフェースで同時に接続可能なクライアント最大数は、QX-W1200 シリーズは 512、QX-W1100 シリーズは 512、QX-W1000 シリーズは 256 です。
- 無線インタフェースで同時に接続可能なクライアント最大数を超えて接続することはできません。

以下に 802.1X 認証クライアントの最大同時接続数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. 802.1X 認証クライアントの最大同時接続数を設定する	**dot1x max-user** *count*	デフォルト：512

6.4.10 定期的なオンラインユーザ再認証機能の有効化

オンラインクライアントの接続状態を確認するため、定期的なオンラインユーザの再認証を行い、サーバによって割り当てられた許可属性をアップデートします。属性には ACL、VLAN、QoS ベースのユーザプロファイルが含まれます。再認証の間隔はユーザが設定できます。

サーバによって割り当てられた RADIUS 属性の Session-Timeout、Termination-Action は、定期的なオンラインユーザの再認証に影響します。サーバによって割り当てられた Session-Timeout、Termination-Action を表示する場合、**display dot1x connection** コマンドを使用します。コマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。

- Termination-Action がログオフユーザである場合、定期的な再認証は、定期再認証タイマが Session-Timeout タイマよりも小さいときのみ適用されます。Session-Timeout が定期再認証タイマより小さい場合、Session-Timeout タイマが終了したとき、装置は認証されたオンラインユーザをログオフします。
- Termination-Action が RADIUS リクエストである場合、装置で定期的な再認証は適用されません。Session-Timeout タイマが終了したのち、オンライン 802.1X ユーザを再認証します。

サーバの設定をサポートし、サーバモデルに応じて Session-Timeout タイマと Termination-Action を割り当ててください。

以下に定期的なオンラインユーザ再認証機能の有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. 定期的なオンラインユーザ再認証機能を有効にする	**dot1x re-authenticate enable**	デフォルト：無効

6.4.11 MAC アドレス認証クライアントの最大同時接続数の設定

サービステンプレートの MAC アドレス認証クライアントの同時接続数が最大になったとき、新規 MAC アドレス認証クライアントは拒否されます。

🕮 **メモ：**

- MAC アドレス認証クライアント同時接続数を、サービステンプレートを設定した無線インタフェースごとに制限します。
- 1 つの無線インタフェースで同時に接続可能なクライアント最大数は、QX-W1200 シリーズは 512、QX-W1100 シリーズは 512、QX-W1000 シリーズは 256 です。
- 無線インタフェースで同時に接続可能なクライアント最大数を超えて接続することはできません。

以下に MAC アドレス認証クライアントの最大同時接続数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. MAC アドレス認証クライアントの最大同時接続数を設定する	**mac-authentication max-user** *count*	デフォルト：512

6.4.12 サービス特有の MAC アドレス認証のドメインの設定

WLAN クライアントの MAC アドレス認証は以下の順番で ISP ドメインを選択します。

- サービステンプレートで指定されたドメイン
- system view で指定されたグローバルの MAC アドレス認証のドメイン
- デフォルトドメイン

以下に MAC アドレス認証クライアントの ISP ドメインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. 802.1X 認証ドメインを設定する	**mac-authentication domain** *domain-name*	デフォルト：設定なし

6.4.13 MAC アドレス認証クライアントのための AC 内ローミング高速接続有効化

🕮 **メモ：**

mac-authentication fast-connect enable コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.46 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

本機能を有効にすることで、AC で MAC アドレス認証されたクライアントが、同じ AC に管理された別の AP に移動する際、再認証なしでローミングできるようになります。

本機能は MAC アドレス認証を利用する無線クライアントにのみ適用されます。なお、authentication-location と association-location はどちらも AC である必要があります。

本コマンドはサービステンプレートが無効になっているときに設定可能で、有効になった後に適用されます。

以下に MAC アドレス認証クライアントのための AC 内ローミング高速接続を有効化する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—

操作	コマンド	補足
3. MAC アドレス認証クライアントのための AC 内ローミング高速接続を有効にする	**mac-authentication fast-connect enable**	デフォルト：有効

6.5 Web認証(ポータル認証)の設定

Web 認証(ポータル認証)の設定に関するコンフィグについては、別紙の共通マニュアル”*QX-W シリーズ Web 認証(ポータル認証)オペレーションマニュアル*”を参照してください。

6.6 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレート設定

🕮 **メモ：**
この機能はソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

6.6.1 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレート設定について

レーダー検出時に有効になるサービステンプレート（バックアップ用サービステンプレート）を別の無線に設定することにより、レーダー検出時の通信停止時間を回避します。レーダー検出時、サービステンプレートの切り替えを自動的に行い、SSID を送信するチャネルを切り替えます。SSID に接続中のクライアントを別のチャネルに移動できます。

レーダー検出した無線が別チャネルで通信を開始すると、バックアップ用のサービステンプレートは無効となり、元の無線のサービステンプレートが有効になります。

6.6.2 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの設定作業リスト

レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートを設定するには、次の手順に従います。

作業リスト
• レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの指定

6.6.3 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの指定

レーダーによる通信停止回避を行うためには 1 のサービステンプレートに対して、1 つのバックアップ用のサービステンプレートを用意します。

- バックアップ用サービステンプレートには、fail-permit template コマンドを追加する点を除き、オリジナルのサービステンプレートと同じ設定を含める必要があります。
- バックアップ用サービステンプレートは、オリジナルのサービステンプレートとは異なる無線にバインドする必要があります。

以下にレーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. サービステンプレートをバックアップ用テンプレートとして指定する	**fail-permit template**	デフォルト：設定なし

6.7 失敗許可機能の有効化

6.7.1 失敗許可機能について

🕮 **メモ：**

- この機能はソフトウェアバージョン 7.2.21 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- 失敗許可機能は、AP が AC と通信不能になってから数分後に動作します。 動作を開始するまでは新規クライアントは接続できません。
- 1つの無線に対して設定できるバックアップ用のサービステンプレート(SSID)は1つのみです。
- リモート AP が設定されている場合、AP が AC と通信不能になってもこの機能は使用できません。

失敗許可機能をサービステンプレートで有効にすることで、AP が AC もしくは RADIUS サーバと通信不能になった場合にも、新規クライアントが SSID に接続できます。また、AP は AC と通信不能になった場合でも、10 分ごとに再起動しません。

この機能は、サービステンプレートが無効になっている場合に設定でき、サービステンプレートが有効になった後に有効になります。

6.7.2 失敗許可機能の設定

PSK 認証で失敗許可機能を使用する場合、サービステンプレートを 1 つ設定します。AP が AC と通信不能となってから数分後、失敗許可機能が動作します。接続済みのクライアントは AC と AP が切断後も接続を維持します。新規クライアントは、失敗許可機能動作後に接続可能です。AC と AP の切断前後でセキュリティレベルは変化しません。設定方法の詳細は設定例を参照ください。

MAC アドレス認証で失敗許可機能を使用する場合、サービステンプレートを 1 つ設定します。このとき、同一サービステンプレートに PSK 認証も設定する必要があります。AP が AC と通信不能になってから数分後、もしくは RADIUS サーバと通信不能になってから数分後、失敗許可機能が動作します。接続済みのクライアントは、接続を維持します。新規クライアントは、失敗許可機能動作後に接続可能です。AC もしくは RADIUS サーバと AP の切断前は、クライアントは MAC 認証及び PSK 認証で認証されます。切断後は PSK 認証で認証されます。設定方法の詳細は設定例を参照ください。

802.1X 認証で失敗許可機能を使用する場合、サービステンプレートを 2 つ設定します。1 つのサービステンプレートには 802.1X 認証の設定および **fail-permit enable** コマンドを設定します。もう一方のサービステンプレートにはバックアップ用に PSK 認証および **fail-permit template** コマンドを設定します。AP が AC もしくは RADIUS サーバと通信不能になるまではバックアップ用の SSID は表示されません。AP が AC と通信不能になってから、もしくは RADIUS サーバと通信不能になってから数分後に失敗許可機能が動作します。接続済みのクライアントは接続を維持します。新規クライアントは、失敗許可機能動作後に接続可能です。AC もしくは RADIUS サーバと AP の切断前は、クライアントは 802.1X 認証で認証されます。切断後はバックアップ用の PSK 認証で認証されます。設定方法の詳細は、設定例（*802.1X 認証時の失敗許可機能設定例*）を参照ください。

失敗許可の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	ー
3. 失敗許可を有効にする	**fail-permit enable**	デフォルト：無効

6.7.3 RADIUS サーバ検出の設定

失敗許可機能を利用する認証に RADIUS サーバを使用する際、RADIUS サーバが利用可能かを検出するために、RADIUS サーバ検出を設定する必要があります。

RADIUS サーバ検出の設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. RADIUS サーバ検出を設定する	ソフトウェアバージョン 7.2.89を含む以降のバージョン： **radius-server test-profile** *profile-number* **username** *name* [**interval** [**second**] *interval*] ソフトウェアバージョン 7.2.85aを含む以前のバージョン： **radius-server test-profile** *profile-number* **username** *name* [**interval** *interval*]	デフォルト：設定なし

6.8 WLAN認証の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
オンライン802.1Xクライアントの情報を表示する	**display dot1x connection** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number* | **user-mac** *mac-address* | **user-name** *name-string*]
802.1Xセッションの接続情報、統計情報、設定情報を表示する	**display dot1x** [**sessions** | **statistics**] [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number*]
MACアドレス認証の接続を表示する	**display mac-authentication connection** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number* | **user-mac** *mac-address* | **user-name** *name-string*]
MACアドレス認証の情報を表示する	**display mac-authentication** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number*]
ブロックしたMACアドレスの情報を表示する	**display wlan client-security block-mac** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*]]
802.1Xの統計情報を削除する	**reset dot1x statistics** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number*]
MACアドレス認証の統計情報を削除する	**reset mac-authentication statistics** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number*]

🕮 **メモ：**

display dot1x connection コマンド、**display dot1x** コマンド、**reset dot1x statistics** コマンド、**display mac-authentication connection** コマンド、**display mac-authentication** コマンド、**reset mac-authentication statistics** コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "802.1X"*、*"MAC アドレス認証"* を参照してください。

6.9 WLAN認証の設定例

6.9.1 802.1X CHAP ローカル認証の設定例

I. ネットワーク要件

図 6-1に示すようにクライアントの 802.1X ローカル認証を行うために AC で CHAP を使用します。

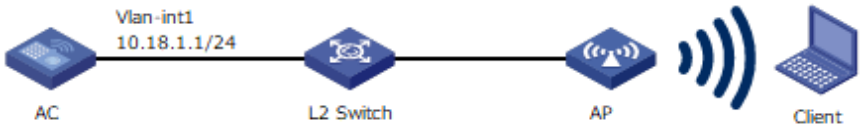


図 6-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 802.1X、ローカルクライアントを設定します。

EAP 終端を実行し、CHAP を使用するように AC を設定します。

```
<AC> system-view
[AC] dot1x authentication-method chap
```

ユーザ名 chap1、プレーンテキストでパスワード 123456 のローカルネットワークアクセスユーザを追加します。

```
[AC] local-user chap1 class network
[AC-luser-network-chap1] password simple 123456
```

サービスタイプを lan-access に設定します。

```
[AC-luser-network-chap1] service-type lan-access
[AC-luser-network-chap1] quit
```

2) ISP ドメインの AAA 方式を設定します。

ISP ドメイン local を作成します。

```
[AC] domain local
```

LAN クライアントでローカル認証、ローカル許可、ローカルアカウンティングを使用する ISP ドメインを設定します。

```
[AC-isp-local] authentication lan-access local
[AC-isp-local] authorization lan-access local
[AC-isp-local] accounting lan-access local
```

```
[AC-isp-local] quit
```

3) サービステンプレートを設定します。

サービステンプレート wlas_local_chap を作成します。

```
[AC] wlan service-template wlas_local_chap
```

認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] client-security authentication-mode dot1x
```

サービステンプレートの ISP ドメインを local に設定します。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] dot1x domain local
```

wlas_local_chap に SSID を設定します。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] ssid wlas_local_chap
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] service-template enable
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] quit
```

4) AP 名が ap1 のマニュアル AP を設定し、サービステンプレートを AP に関連づけます。

AP ap1 を作成し、AP モデル、シリアル ID を設定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP の radio 1 の動作チャネルとしてチャネル 64 を設定し、radio 1 を有効にします。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] channel 64
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

サービステンプレート wlas_local_chap を radio 1 に関連づけます。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template wlas_local_chap
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

III. 設定の確認

802.1X の設定を確認します。

```
[AC] display wlan service-template
[AC] display dot1x
```

802.1X クライアントが認証にパスしたのち、クライアント設定の情報を表示します。

```
[AC] display dot1x connection
```

6.9.2 レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートの設定例

I. ネットワーク要件

図 6-12 に示すように レーダーによる通信停止回避用サービステンプレートを使用します。

オリジナルのサービステンプレートを 2 つ、バックアップ用のサービステンプレートを 2 つ使用します。

通常時はそれぞれの無線に分かれて通信を行いますが、レーダー検出時にはレーダー未検出の無線のみで通信を継続します。

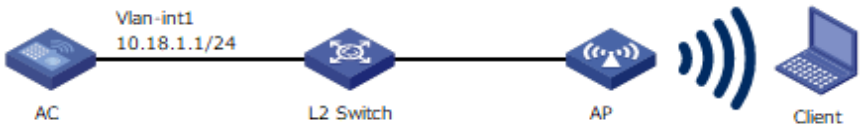


図 6-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1) オリジナルのサービステンプレート service1 を作成します。

SSID service1 を指定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service1
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

2) バックアップ用のサービステンプレート service1_BU を作成します。

fail-permit template 以外は 1)と同じ指定にします。

```
[AC-wlan-st-service1_BU] ssid service1
[AC-wlan-st-service1_BU] fail-permit template
```

```
[AC-wlan-st-service1_BU] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1_BU] preshared-key pass-phrase simple 12345678
[AC-wlan-st-service1_BU] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1_BU] security-ie rsn
[AC-wlan-st-service1_BU] service-template enable
[AC-wlan-st-service1_BU] quit
```

3) オリジナルのサービステンプレート service2 を作成します。

SSID service2 を指定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service2] ssid service2
[AC-wlan-st-service2] akm mode psk
[AC-wlan-st-service2] preshared-key pass-phrase simple 12345678
[AC-wlan-st-service2] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service2] security-ie rsn
[AC-wlan-st-service2] service-template enable
[AC-wlan-st-service2] quit
```

4) バックアップ用のサービステンプレート service2_BU を作成します。

fail-permit template 以外は 3)と同じ指定にします。

```
[AC-wlan-st-service2_BU] ssid service2
[AC-wlan-st-service2_BU] fail-permit template
[AC-wlan-st-service2_BU] akm mode psk
[AC-wlan-st-service2_BU] preshared-key pass-phrase simple 12345678
[AC-wlan-st-service2_BU] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service2_BU] security-ie rsn
[AC-wlan-st-service2_BU] service-template enable
[AC-wlan-st-service2_BU] quit
```

5) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

6) オリジナルとバックアップ用のサービステンプレートが別 radio に割り当てます。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service2_BU
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit


[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template service2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template service1_BU
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
```

6.9.3 PSK 認証、認証バイパス時の失敗許可機能設定例

I. ネットワーク要件

図 6-3に示すように Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- オープンシステム認証と認証バイパスを設定します。
- ネットワークにアクセスするため、クライアントは共有鍵 12345678 を使用します。

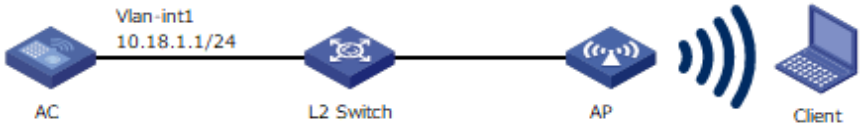


図 6-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1) サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

2) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

4) 失敗許可機能を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] fail-permit enable
```

5) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

6) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

7) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定確認

正しいパスワードでクライアントが SSID に接続できることを確認します。(詳細は省略します。)

AP が AC と切断されてから数分後、失敗許可機能が動作開始し、新規クライアントが SSID に接続できることを確認します。(詳細は省略します。)

6.9.4 プライベート PSK 認証、MAC アドレス認証時の失敗許可機能設定例

I. ネットワーク要件

図 6-4に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名、パスワードとして MAC アドレスを使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるように MAC アドレス認証を設定します。
- クライアントが PSK として MAC アドレスを使用できるようにプライベート PSK AKM モードを設定します。

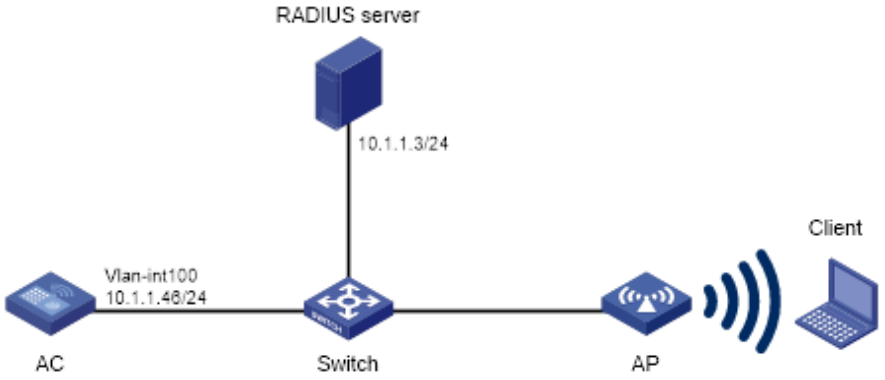


図 6-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 00-23-12-45-67-7a、パスワード 00-23-12-45-67-7a を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) WLAN サービステンプレート service1 を作成します。サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

3) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

#AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

MAC アドレス認証を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode mac
```

4) 失敗許可機能を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] fail-permit enable
```

5) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

6) RADIUS サーバ検出を設定します。

```
[AC] radius-server test-profile 1 username nectest interval 1
```

7) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812 test-profile 1
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345678
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345678
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

8) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

9) ISP ドメイン dom1 のユーザ名、パスワードとして MAC アドレスを設定します。

```
[AC] mac-authentication domain dom1
[AC] mac-authentication user-name-format mac-address with-hyphen lowercase
```

10) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

11) サービステンプレート service1 を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

🕮 **メモ：**

AAA、RADIUS コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

III. 設定の確認

MAC アドレスを登録済みのクライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

AP が AC と切断されてから数分後、もしくは RADIUS サーバと切断されてから数分後、失敗許可機能が動作開始し、新規クライアントが PSK 認証で SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

6.9.5 802.1X 認証時の失敗許可機能設定例

🕮 **メモ：**

802.1X 認証時の失敗許可機能はソフトウェアバージョン 7.2.27 を含む以降のソフトウェアでサポートしています。ソフトウェアバージョン 7.2.21 を含む以前のソフトウェアでは設定しないでください。

I. ネットワーク要件

図 6-5に示すように、Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため、DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名 abcdef、パスワード 123456 を使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるようにオープンシステム認証と 802.1X 認証を設定します。
- AKM モードとして 802.1X を設定します。

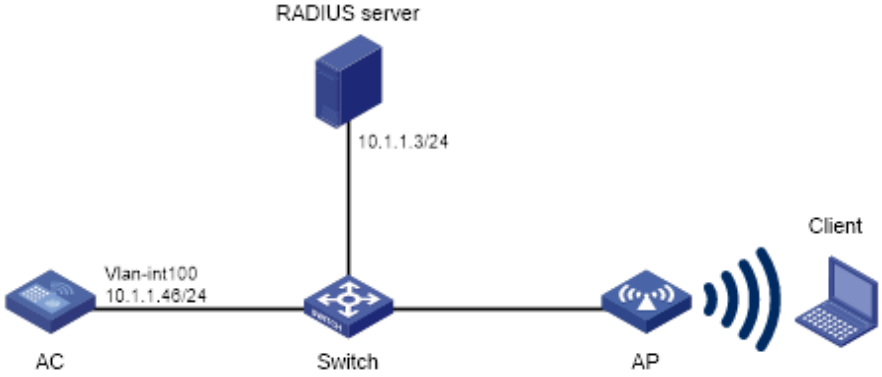


図 6-5 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 abcdef、パスワード 123456 を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) 802.1X クライアントを設定します。（詳細は省略します。）
3) 802.1X 認証用の WLAN サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

4) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service_dot1x
```

5) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode dot1x
```

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain dom1
```

6) 失敗許可機能を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] fail-permit enable
```

7) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

8) バックアップの PSK 認証用のサービステンプレートを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1_bu
```

9) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] ssid service_psk
```

10) サービステンプレート service1_bu の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして PSK を設定し、プレーンテキストで共有鍵 12345678 を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] akm mode psk
[AC-wlan-st-service1_bu] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1_bu] security-ie rsn
```

11) バックアップ用に fail-permit template を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] fail-permit template
```

12) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] service-template enable
[AC-wlan-st-service1_bu] quit
```

13) RADIUS サーバ検出を設定します。

```
[AC] radius-server test-profile 1 username nectest interval 1
```

14) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812 test-profile 1
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ､アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

15) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

16) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

17) サービステンプレート service1 と service1_bu を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1_bu
```

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

🕮 **メモ：**

AAA、RADIUS コマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

III. 設定の確認

クライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

AP が AC と切断されてから、もしくは RADIUS サーバと切断されてから数分後、失敗許可機能が動作開始し、新規クライアントが PSK 認証で SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

6.9.6 認証装置を AP に指定時の 802.1X 認証設定例

🕮 **メモ：**

認証装置を AP に指定すること、および 802.1X 認証時の失敗許可機能はソフトウェアバージョン 7.2.27 を含む以降のソフトウェアでサポートしています。ソフトウェアバージョン 7.2.21 を含む以前のソフトウェアでは設定しないでください。

AC－AP 間で CAPWAP トンネルが確立されている際は、AC が認証装置として動作し、AC－AP 間の CAPWAP トンネルが切断された際は AP が認証装置として動作するための設定例を示します。AP が認証装置として動作することで、AC との CAPWAP トンネルが切断されている間も新規クライアントの接続が可能となります。

I. ネットワーク要件

図 6-6に示すように､Switch は AP とクライアントに IP アドレスを割り当てるため､DHCP サーバとして動作します。

- ログイン名 abcdef、パスワード 123456 を使用して、クライアントがネットワークにアクセスできるようにオープンシステム認証と 802.1X 認証を設定します。
- AKM モードとして 802.1X を設定します。

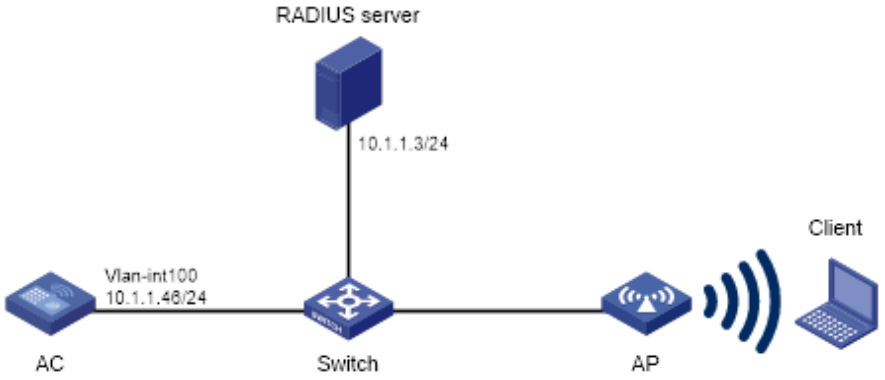


図 6-6 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバでユーザ名 abcdef、パスワード 123456 を設定し、RADIUS サーバと AC が互いに通信可能なことを確認します。（詳細は省略します。）
2) 802.1X クライアントを設定します。（詳細は省略します。）
3) 802.1X 認証用の WLAN サービステンプレート service1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

4) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service_dot1x
```

5) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode dot1x
```

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain dom1
```

6) 失敗許可機能を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] fail-permit enable
```

7) サービステンプレート service1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

8) バックアップの 802.1X 認証用サービステンプレートを作成します。

```
<AC> system-view
```

```
[AC] wlan service-template service1_bu
```

9) サービステンプレートの SSID サービスを指定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] ssid service_dot1x
```

10) サービステンプレート service1 の WLAN セキュリティを設定します。

AKM モードとして 802.1X を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] akm mode dot1x
```

cipher スイートとして CCMP を設定し、セキュリティ IE として RSN を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-service1_bu] security-ie rsn
```

802.1X 認証モードを設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] client-security authentication-mode dot1x
```

802.1X 認証ドメインとして dom1 を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] dot1x domain dom1
```

11) クライアントの関連付けを AP に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] client association-location ap
```

12) 認証装置を AP に指定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] client-security authentication-location ap
```

13) バックアップ用に fail-permit template を設定します。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] fail-permit template
```

14) サービステンプレート service1_bu を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1_bu] service-template enable
[AC-wlan-st-service1_bu] quit
```

15) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[AC] radius scheme radius1
```

プライマリ認証サーバ、アカウンティングサーバを指定します。

```
[AC-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.3 1812
[AC-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.3 1813
```

プレーンテキストで認証サーバ、アカウンティングサーバの共有鍵 12345 を設定します。

```
[AC-radius-radius1] key authentication simple 12345
[AC-radius-radius1] key accounting simple 12345
```

RADIUS サーバの設定にもとづいて、RADIUS サーバにユーザ名を送信するように設定します。

- RADIUS サーバに送信するユーザ名からドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format without-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

- RADIUS サーバに送信するユーザ名にドメイン名を含めます。

```
[Device-radius-rs1] user-name-format with-domain
[Device-radius-rs1] quit
```

16) ISP ドメイン dom1 を作成し、ISP ドメインの RADIUS スキームを設定します。

```
[AC] domain dom1
[AC-isp-dom1] authentication lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] authorization lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] accounting lan-access radius-scheme radius1
[AC-isp-dom1] quit
```

17) AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

18) サービステンプレート service1 と service1_bu を AP の radio 1 に割り当て、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1_bu
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

19) 以下の設定を記述した“.mpcfg”形式のファイル“AP_RADIUS.mpcfg”を作成し、AC に格納する。

```
#
 dot1x authentication-method eap
#
radius scheme radius1
 primary authentication 10.1.1.3 1812
 primary accounting 10.1.1.3 1813
 key authentication simple 12345
 key accounting  simple 12345
#
domain dom1
 authentication default radius-scheme radius1
 authorization default radius-scheme radius1
 accounting default radius-scheme radius1
#
```

20) AP に“AP_RADIUS.mpcfg”を適用する。

```
[AC-wlan-ap-ap1] map-configuration cfa0:/AP_RADIUS.mpcfg
```

🕮 メモ：

AAA、RADIUS コマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ“AAA”* を参照してください。

III. 設定の確認

クライアントが SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

AP が AC と切断されてから、もしくは RADIUS サーバと切断されてから数分後、失敗許可機能が動作開始し、新規クライアントが 802.1X 認証で SSID に接続できることを確認します。（詳細は省略します。）

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

7章 WIPSの設定 7-1
7.1 概要 7-1
7.2 攻撃検出 7-1
7.2.1 フラッドアタックの検出 7-1
7.2.2 不正パケットの検出 7-2
7.2.3 なりすまし攻撃の検出 7-4
7.2.4 Weak IVの検出 7-4
7.2.5 Omerta攻撃の検出 7-5
7.2.6 ブロードキャストアソシエーション解除/認証取り消し攻撃の検出 7-5
7.2.7 40MHzの帯域幅モードを使用禁止にしたクライアントの検出 7-5
7.2.8 パワーセーブ攻撃の検出 7-5
7.2.9 禁止チャネルの検出 7-5
7.2.10 ソフトAPの検出 7-5
7.2.11 Windowsブリッジの検出 7-6
7.2.12 未暗号化装置の検出 7-6
7.2.13 ホットスポット攻撃の検出 7-6
7.2.14 APなりすまし攻撃の検出 7-6
7.2.15 HT-グリーンフィールドAPの検出 7-6
7.2.16 ハニーポットAPの検出 7-7
7.2.17 MITM攻撃の検出 7-7
7.2.18 無線ブリッジの検出 7-7
7.2.19 アソシエーション/再アソシエーションDoS攻撃の検出 7-7
7.2.20 APフラッド攻撃の検出 7-7
7.2.21 装置エントリ攻撃の検出 7-8
7.2.22 シグネチャにもとづいたユーザ定義の攻撃の検出 7-8
7.3 装置の種別 7-8
7.3.1 APの種別 7-8
7.3.2 クライアント種別 7-11
7.4 対策 7-12
7.5 WIPS設定作業リスト 7-12
7.6 WIPS有効化 7-13
7.6.1 radio viewでのWIPSの有効化 7-13
7.6.2 AP group radio viewでのWIPSの有効化 7-14
7.7 無線攻撃検出の設定 7-14
7.7.1 フラッド攻撃検出の設定 7-14
7.7.2 不正パケット検出の設定 7-15
7.7.3 装置エントリ攻撃検出の設定 7-16
7.7.4 その他の攻撃に対する検出設定 7-17
7.7.5 攻撃検知ポリシーの適用 7-18
7.7.6 シグネチャにもとづいたユーザ定義攻撃検出の設定 7-19
7.7.7 アラーム無視装置リストの設定 7-20
7.8 装置種別の設定 7-20
7.8.1 分類ポリシーの設定 7-21
7.8.2 分類ポリシーの適用 7-22

7.9 対策の設定 7-23
7.9.1 対策ポリシーの設定 7-23
7.9.2 対策ポリシーの適用 7-24
7.10 WIPSの表示と維持 7-24
7.11 WIPS設定例 7-25
7.11.1 装置の分類の設定例 7-25
7.11.2 不正パケットとフラッド攻撃の検出例 7-28
7.11.3 シグネチャベースのユーザ定義攻撃検出設定例 7-32

7章 WIPS の設定

7.1 概要

無線侵入防止システム（WIPS）は、802.11 プロトコルに対応したレイヤ 2 プロトコルの検出および防御機能です。

WIPS はチャネルを監視し、分析データを処理することで、ネットワークの安全性を脅かす行為、サービスを妨害する行為、または性能に影響を与える無線機器や動作を検出します。さらに、不正な無線機器に対する対抗措置を提供し、無線ネットワークに包括的なセキュリティ対策を提供します。

WIPS は、センサと AC で構成されます。WIPS は以下の機能を提供します。

- WIPS 機能を有効にした AP をセンサと呼び。センサは無線チャネルを監視し、収集した情報を簡易処理した後、AC へ送信して総合分析を行います。
- AC は攻撃元を分析し、対抗措置を実施するとともに、ログを出力します。

7.2 攻撃検出

WIPS は、無線区間の 802.11 フレームを解析して攻撃を検出し、通知します。

7.2.1 フラッドアタックの検出

AP が、短期間に同じタイプのフレームを多数受信した場合、フラッドアタック攻撃を受けている可能性があります。AP の機能不全を防止するため、WIPS は周期的に受信パケット統計を調査し、フラッドアタックが疑われる場合には、アラームを発生します。WIPS は、以下のフラッドアタックを検出することができます。

- 認証要求フラッドアタック

多数のクライアントの認証要求を模倣することにより、AP の認証テーブルは、容量をオーバーします。

- プローブ要求/アソシエーション要求/再アソシエーション要求フラッドアタック

多数のクライアントのプローブ要求/アソシエーション要求/再アソシエーション要求を模倣することにより、AP のアソシエーションテーブルは、容量をオーバーします。

- EAPOL-Start フラッドアタック

多数のクライアントの IEEE802.1X で定義された EAPOL-start フレームを模倣することにより、AP のリソースを消費します。

- ブロードキャスト/ユニキャスト認証取り消し（Deauthentication）フラッドアタック

クライアントは、AP からのなりすまし認証取り消し（Deauthentication）フレームを受信すると、AP への接続を切断します。この攻撃で、急速に複数のクライアントの無線サービスを終わらせることができます。

- ブロードキャスト/ユニキャスト アソシエーション解除フラッドアタック

クライアントは、AP からのなりすましアソシエーション解除フレームを受信すると、AP への接続を切断します。この攻撃により、複数クライアントの無線サービスが急速に終了させられる恐れがあります。

- RTS/CTS フラッドアタック

大量の RTS/CTS フレームで RF 帯域を予約し、RF 帯域を共有する他の無線装置が送信を抑止するように強制します。この攻撃はバーチャルなキャリアメカニズムの脆弱性を利用します。

- ブロック ACK フラッドアタック

大量のブロック ACK フレームにより、ブロック ACK 動作を中断させます。

- ヌルデータ フラッドアタック

なりすましのヌルデータをクライアントから AP に送信します。AP は、クライアントがパワーセーブモードであると判断し、クライアントのためにフレームをバッファ処理します。バッファ処理されたフレームの保存時間が期限切れになった場合、AP はフレームを廃棄します。これにより、クライアントと AP との通信が中断されます。

- ビーコン フラッドアタック

多数の擬似 AP を模倣するビーコンフレームは、クライアントの関連付けを中断させます。

- EAPOL-logoff フラッドアタック

IEEE802.1X 標準は、LAN（EAPOL）上で拡張認証プロトコルを使って、認証プロトコルを定義します。クライアントは、APによってセッションを終わらせるためにEAPOL-logoffフレームを送る必要があります。EAPOL-logoff フレームは認証されておらず、攻撃者は、クライアントを分離するために EAPOL-logoff フレームを偽ることができます。

- EAP-success/failure フラッドアタック

802.1X 認証を使用している WLAN において、認証成功/失敗を通知するために、AP は EAP-success/EAP-failure フレームをクライアントに送信します。攻撃者は、認証プロセスを混乱させるために、AP の MAC アドレスに偽装した EAP-success/EAP-failure フレームをクライアントに送ることができます。

7.2.2 不正パケットの検出

WIPS は、フレームが表 7-1示した条件と一致している場合、不正フレームと判定し、アラームとログを発生します。WIPS は 16 種類の不正パケットを検出することができます。

表 7-1 不正フレーム条件

検出タイプ	適用フレーム	一致条件
無効なIE長検出	全管理フレーム	IE長が802.11プロトコルに準拠していません。
重複IE検出	全管理フレーム	重複IE。このタイプの検出はベンダで定義されたIEに適用可能ではありません。
冗長IE検出	全管理フレーム	IEはフレームに必要なIEではなく、予約されたIEでもありません。
無効パケット長検出	全管理フレーム	パケットペイロードが解決された後の残IE長は、ゼロではありません。

検出タイプ	適用フレーム	一致条件
異常なIBSSとESS設定検出	• ビーコンフレーム • プローブ応答フレーム	IBSSとESSの両方が1に設定されています。
不正な認証要求フレーム検出	認証要求フレーム	• 認証アルゴリズム番号が802.11プロトコルに対応せず、3より大きいです。 • 認証トランザクションシーケンス番号が1で且つ、ステータスコードが0ではありません。 • 認証トランザクションシーケンス番号が4より大きいです。
不正なアソシエーション要求フレーム検出	アソシエーション要求フレーム	フレーム長が0です。
不正なHT IE検出	• ビーコンフレーム • プローブ応答フレーム • アソシエーション応答フレーム • 再アソシエーション要求フレーム	• HT capabilities IEのSMパワーセーブ値が2です。 • HT capabilities IEの二次チャネルオフセット値が2です。
継続時間超過検出	• ユニキャスト管理フレーム • ユニキャストデータフレーム • RTS, CTS, ACK フレーム	パケットの継続時間の値が指定したしきい値を超えています。
不正なプローブ応答フレーム検出	プローブ応答フレーム	フレームはメッシュフレームではなく、そのSSID長が0です。
無効な認証取り消し（Deauthentication）コード検出	認証取り消し（Deauthentication）フレーム	理由コードが0、または、67～65535の範囲内にあります。
無効なアソシエーション解除コード検出	アソシエーション解除フレーム	理由コードが0、または、67～65535の範囲内にあります。
SSIDデータ長超過検出	• ビーコンフレーム • プローブ要求フレーム • プローブ応答フレーム • アソシエーション要求フレーム	SSIDデータ長が32より大きいです。
FATA-Jack 検出	認証フレーム	認証アルゴリズム番号が2です。
無効ソースアドレス検出	全管理フレーム	• TO DSは1であり、フレームがクライアントによってAPに送信されたことを示しています。 • フレームのソースMACアドレスが、マルチキャストまたはブロードキャストアドレスです。

検出タイプ	適用フレーム	一致条件
EAPOL key長超過検出	EAPOL-Keyフレーム	TO DSが1、かつ、キー長が0より大きいです。

7.2.3 なりすまし攻撃の検出

なりすまし攻撃では、攻撃者はネットワークを脅かすために別の装置になりすましてフレームを送ります。WIPS は以下のなりすまし攻撃の検出をサポートします。

- フレームなりすまし

偽 AP は、許可された AP になりすまして、ビーコン、または、プローブ応答フレームを送信し、クライアントが偽 AP に参加するよう誘導します。

- AP MAC アドレスなりすまし

許可された AP になりすましたクライアントは、認証取り消し（Deauthentication）、または、アソシエーション解除フレームを他のクライアントに送ります。

これにより、クライアントがオフラインになり、WLAN の正常な動作に影響を与える可能性があります。

- クライアント MAC アドレスなりすまし

偽 AP は、許可されたクライアントになりしまし、許可された AP に参加することができます。

I. フレームなりすまし攻撃の検出

WIPS は、フレーム受信時刻とタイムスタンプを使用して AP の起動時間を計算します。計算された AP の起動時間が WIPS に記録された起動時間と異なる場合、WIPS は、なりすまし攻撃であると判断します。

II. AP MAC アドレスなりすまし攻撃の検出

WIPS は、送信側の MAC アドレスを調査します。送信側の MAC アドレスが、すでに AP MAC アドレステーブルに存在している場合、WIPS は、なりすまし攻撃であると判断します。

III. クライアント MAC アドレスなりすまし攻撃の検出

WIPS は、送信側の MAC アドレスを調査します。送信側の MAC アドレスが、すでにクライアント MAC アドレステーブルに存在している場合、WIPS は、なりすまし攻撃であると判断します。

7.2.4 Weak IV の検出

WEP セキュリティプロトコルで使用されている RC4 暗号化アルゴリズムで特定の IV を使用する場合、WEP キーがクラックされる可能性が高くなります。この特定の IV を Weak IV といいます。WIPS は、各 WEP パケットの IV を検出することで、この種の攻撃を防ぎます。

7.2.5 Omerta 攻撃の検出

Omerta は 802.11 のプロトコルをベースにした DoS 攻撃ツールです。このツールは、クライアントを分離するために、理由コード 0x01 のアソシエーション解除フレームを送信します。理由コード 0x01 は、未知の分離理由です。WIPS は、各アソシエーション解除フレームの理由コードを検出することによって、Omerta 攻撃を検出します。

7.2.6 ブロードキャストアソシエーション解除/認証取り消し攻撃の検出

攻撃者は、全クライアントを正当な AP からログオフさせるためのブロードキャスト アソシエーション解除/認証取り消し（Deauthentication）フレームを送信するために、正当な AP になりすまします。

7.2.7 40MHz の帯域幅モードを使用禁止にしたクライアントの検出

複数の帯域幅を使用できるラジオにおいて、40MHz 帯域幅モードを使用禁止(40Mhz チャネル幅非互換)のクライアントが接続されて通信をしている場合、そのクライアントの通信が完了するまで、同じラジオに接続されている他のクライアントは通信を開始できず、ネットワークスループットと効率に影響を与えます。

WIPS は、クライアントが送信するプローブ要求フレームを検出することによって、そのようなクライアントを検出します。

7.2.8 パワーセーブ攻撃の検出

攻撃者は、クライアントの MAC アドレスになりすまして、パワーセーブのフレームを AP に送信します。AP はクライアントのフレームをキャッシュします。攻撃を受けたクライアントは、パワーセーブモードであると AP に判断されているため、データフレームを受信できません。キャッシングされたフレームのエージングタイマが満了すると、AP はフレームを破棄してしまいます。WIPS は、パワーセーブ ON フレームとパワーセーブ OFF フレームの比率を決定することでパワーセーブ攻撃を検出します。

7.2.9 禁止チャネルの検出

許可チャネルリストを設定し、禁止チャネル検出を有効にすると、WIPS は許可チャネルリストにないチャネルを禁止チャネルであると判断します。

7.2.10 ソフト AP の検出

ソフト AP とは、AP として機能し、無線サービスを提供するクライアントを指します。攻撃者は、ソフト AP を介して内部ネットワークにアクセスし、さらに攻撃を開始するこ

とができます。WIPS は、装置がクライアントと AP 間の役割を切り替える間隔を検出することにより、ソフト AP を検出します。WIPS は、接続していないクライアントのソフト AP 検出を実行しません。

7.2.11 Windows ブリッジの検出

有線ネットワークに接続された無線クライアントが有線 NIC を介して Windows ブリッジを確立すると、クライアントは外部 AP を内部ネットワークとブリッジすることができます。これにより、内部ネットワークにセキュリティ上の問題が発生する可能性があります。WIPS は、接続したクライアントから送信されるデータフレームを分析して、Windows ブリッジを検出します。

7.2.12 未暗号化装置の検出

暗号化していないフレームを送信する認証 AP またはクライアントは、セキュリティ問題をネットワークにもたらす可能性があります。WIPS は、認証 AP またはクライアントから送信されたフレームを分析することによって、暗号化していない装置を検出します。

7.2.13 ホットスポット攻撃の検出

攻撃者は、ホットスポットと同じ SSID を持つ不正な AP を設定して、クライアントが接続するよう誘導します。クライアントが不正な AP に接続した場合、攻撃者はクライアント情報を取得するためにさらに攻撃を開始します。

WIPS がホットスポット攻撃を検出できるように、ホットスポットファイルを設定できます。

7.2.14 AP なりすまし攻撃の検出

AP なりすまし攻撃では、正規 AP と同じ BSSID と ESSID を持つ悪意のある AP に、クライアントを接続するように誘導します。次に、このなりすまし AP は、ホットスポット攻撃を開始するか、検出システムをだまします。

WIPS は、AP が送信するビーコンフレーム間隔を検出することによって、AP なりすまし攻撃を検出します。

7.2.15 HT-グリーンフィールド AP の検出

HT-グリーンフィールドモードで動作する AP は、802.11a/b/g 装置と通信できないため、衝突、エラー、再送信を引き起こす可能性があります。 WIPS は、AP によって送信されたビーコンフレームまたはプローブ応答フレームを分析することによって HT-グリーンフィールド AP を検出します。

7.2.16 ハニーポット AP の検出

ハニーポット AP 攻撃では、攻撃者は悪意のある AP を設定してクライアントが接続するよう誘導します。 悪意のある AP の SSID は、正規 AP の SSID に似ています。 クライアントがハニーポット AP に接続した場合、ハニーポット AP は、ポートスキャンや偽認証などのさらなる攻撃を開始して、クライアント情報を取得します。

WIPS は外部 AP の SSID を検出してハニーポット AP を検出します。外部 AP の SSID と正規 AP の SSID との類似性が指定されたしきい値に達すると、WIPS はアラームを発生します。

7.2.17 MITM 攻撃の検出

MITM 攻撃では、攻撃者は不正 AP を設定し、クライアントが接続するように誘導します。次に、不正 AP は、許可 AP に接続するクライアントの MAC アドレスになりすまします。クライアントと認可 AP が通信するとき、不正 AP はクライアントと認可 AP の両方からパケットをキャプチャします。不正 AP はフレームを修正し、フレーム情報を取得する可能性があります。 WIPS は、許可 AP から切り離され、ハニーポット AP に接続したクライアントを検出することによって、MITM 攻撃を検出します。

7.2.18 無線ブリッジの検出

攻撃者は、無線ブリッジを経由して、内部のネットワークに侵入するかもしれません。WIPS は、無線ブリッジを検出するとアラームを発生します。無線ブリッジがメッシュネットワークにある場合、WIPS はメッシュリンクを記録します。

7.2.19 アソシエーション/再アソシエーション DoS 攻撃の検出

アソシエーション/再アソシエーション DoS 攻撃では、多くのクライアントになりすましたアソシエーション要求を AP に送信することにより、AP のアソシエーションテーブルをオーバーさせます。テーブル登録が上限に達すると、AP は正規のクライアントの要求を処理することができません。

7.2.20 AP フラッド攻撃の検出

WIPS は WLAN 内の AP 数を検出し、AP 数が指定したしきい値を超えた場合、AP フラッド攻撃のアラームを発生します。

7.2.21 装置エントリ攻撃の検出

攻撃者は、無効なパケットを WIPS に送信して処理コストを増加させることができます。WIPS は学習された装置エントリを定期的に調べ、装置エントリの学習を制限するかどうかを決定します。指定した間隔内に学習された AP またはクライアントエントリの数がしきい値を超えると、WIPS はアラームを発生して新しいエントリの学習を停止します。

7.2.22 シグネチャにもとづいたユーザ定義の攻撃の検出

WIPS は、シグネチャにもとづいたユーザ定義の攻撃検出を提供します。シグネチャには、パケットの識別方法と、一致するパケットを取得するアクションが含まれています。センサは、検出されたパケットをシグネチャと照合し、パケットがシグネチャと一致した場合、シグネチャで定義されたアクションを実行します。

シグネチャには、フレームタイプ、MAC アドレス、シリアル ID、SSID 長、SSID、フレームパターンにもとづいて定義できる最大 6 つのサブシグネチャを含めることができます。 パケットは、シグネチャ内のすべてのサブシグネチャと一致する場合にのみ、シグネチャと一致したことになります。

7.3 装置の種別

7.3.1 AP の種別

表 7-2に示すように、WIPS はあらかじめ決められた分類ポリシーに応じて、検出された AP を分類します。

表 7-2 AP の種別

種別	説明	分類ルール
許可されたAP	WLANで許可されているAP	• 許可APとして設定されています • 許可APリストに該当します • 許可APとしてユーザ定義のAP分類ルールによって分類されます • 無線サービスを提供し、禁止装置リストに該当しません

種別	説明	分類ルール
不正AP	WLANで使用できないAP	● 禁止装置リストに該当します ● OUIコンフィグファイルには該当しません。 ● 不正APとして設定されています ● ユーザ定義のAP分類ルールによって不正APに分類されます
設定ミスのAP	WLANで使用できるが誤ったコンフィグのAP	● 設定が誤っているAPとして設定されています ● ユーザ定義のAP分類ルールによって誤って設定されたAPとして分類されます
外部AP	隣接するWLANにあるAP	● 外部APとして設定されています ● ユーザ定義のAP分類ルールによって外部APとして分類されます
アドホック	アドホックモードで動作するAP。 WIPSはビーコンフレームを確認してアドホックAPを検出します。	ー
メッシュAP	WLANメッシュネットワーク内のAP	WIPSはビーコンフレームを通じてメッシュAPを識別します。
潜在的な不正AP	不正APであると考えられるAP。	ワイヤレス設定が間違っていて、次のいずれのリストにも記載されていません。 ● 許可装置リスト。 ● 禁止装置リスト。 ● 信頼できるOUIリスト。 APの有線ポートがネットワークに接続されている場合、APは不正APです。
潜在的外部AP	外部APの可能性があるAP。	● ワイヤレスサービスの設定が間違っています。 ● 有線ポートがネットワークに接続されていません。 ● 次のリストには含まれていません。 1. 許可装置リスト。 2. 禁止装置リスト。 3. 信頼できる OUI リスト。
未分類AP	分類を特定できないPA	ー

検出された AP は以下の手順に従って分類されます。

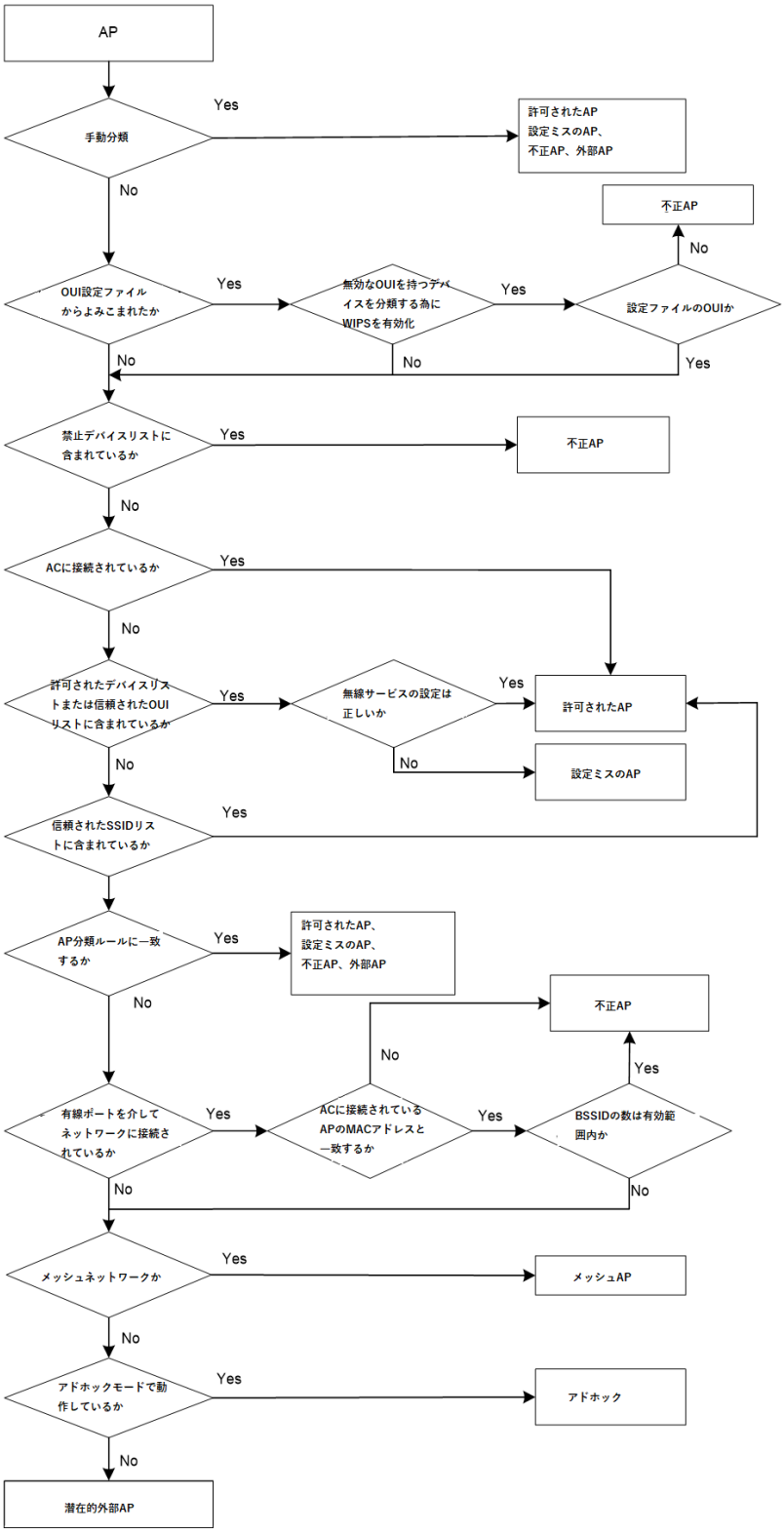


図 7-1 AP 分類フロー

7.3.2 クライアント種別

表 7-3に示すように、WIPS はあらかじめ決められた分類ポリシーに応じて、検出されたクラオアントを分類します。

表 7-3 クライアント種別

種別	説明	分類ルール
許可クライアント	WLANで許可されているクライアント	● 禁止装置リストに該当し、許可APに接続しています。 ● 認証に成功し、許可APに接続しています。
無許可クライアント	WLANで使用できないクライアント	● 禁止装置リストに該当します。 ● 不正APに接続しています。 ● OUIコンフィグファイルに該当しません。
関連付けが不正なクライアント	無許可APに接続しているクライアント	許可装置リストに該当するが、無許可APに接続しています。誤接続したクライアントは、セキュリティ脅威をネットワークにもたらす可能性があります。
未分類クライアント	種別を特定できないクライアント	―

検出されたクライアントは以下の手順に従って分類されます。

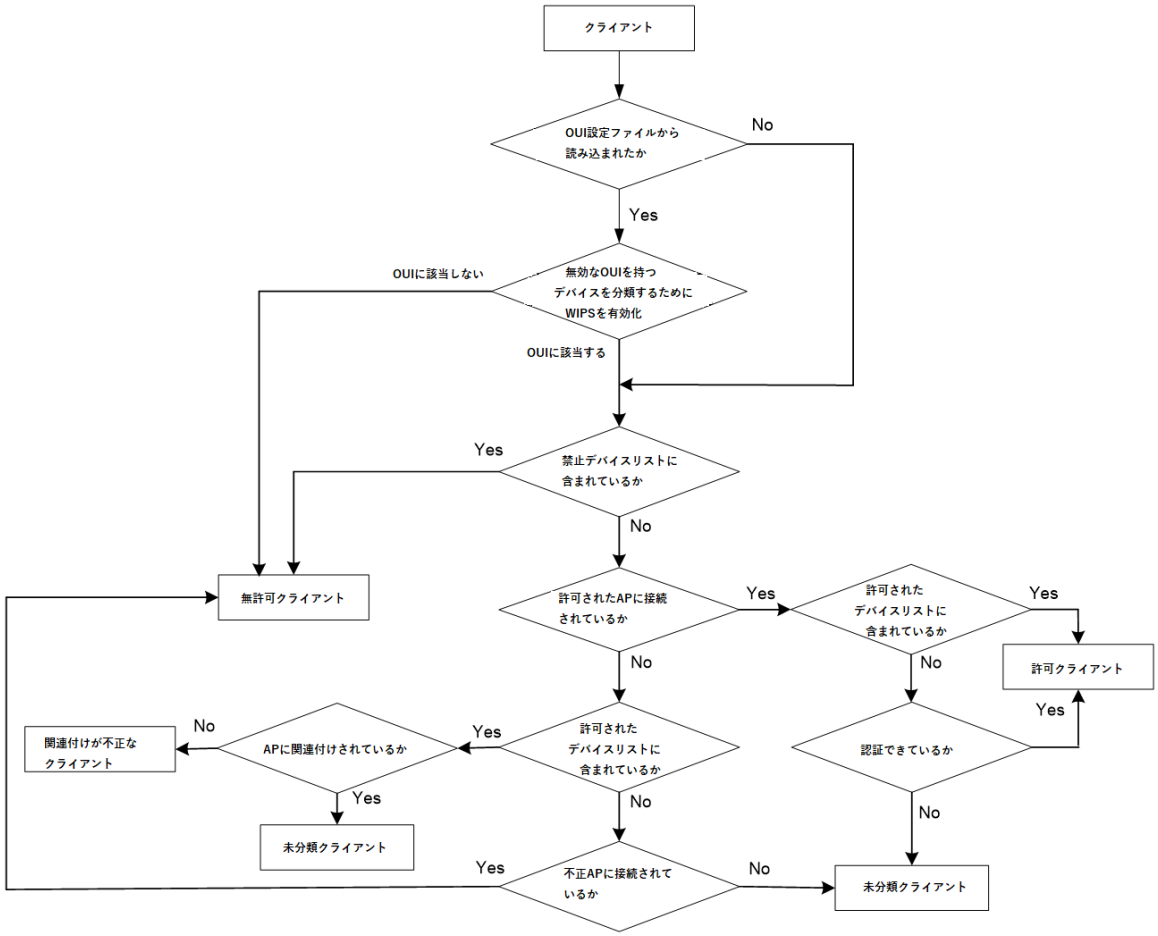


図 7-2 クライアントの分類フロー

7.4 対策

WLAN は不正装置からの攻撃の影響を受けやすく、攻撃によりセキュリティ上の問題が引き起こされる可能性があります。WIPS では、不正装置に対する対策を実行できます。

7.5 WIPS設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）WIPSの有効化

作業リスト
（オプション設定項目）無線攻撃検出の設定 ● フラッド攻撃検出の設定 ● 不正パケット検出の設定 ● 装置エントリ攻撃検出の設定 ● その他の攻撃に対する検出設定 ● 攻撃検知ポリシーの適用 ● シグネチャにもとづいたユーザ定義攻撃検出の設定 ● アラーム無視装置リストの設定
（オプション設定項目）装置種別の設定 ● 分類ポリシーの設定 ● 分類ポリシーの適用 （オプション設定項目）対策の設定 ● 対策ポリシーの設定 ● 対策ポリシーの適用
（オプション設定項目）クライアントプロービングの有効化

7.6 WIPS有効化

🕮 **メモ：**

無線通信と WIPS センサは同じ Radio 上での併用をサポートしています。
無線通信と WIPS センサを併用している Radio の WIPS スキャンは、通信への影響を与えないために、端末との通信のないタイミングで行われます。
また、無線通信と WIPS センサが有効な Radio に対する通信、および端末の接続に対しては、通信を優先するため WIPS 検出はできません。

WIPS センサとして動作させるために、AP の radio で WIPS を有効にします。

WIPS は、ワイヤレスネットワークを複数の仮想セキュリティドメイン（VSD）に分割し、それぞれに異なるポリシーを適用することができます。

AP の radio で WIPS を有効にする前に、AP を VSD に追加する必要があります。

7.6.1 radio view での WIPS の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	APを作成するときは、モデル名を指定する必要があります。
3． AP を VSD に追加する	**wips virtual-security-domain** *vsd-name*	デフォルト：設定なし
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	ー

操作	コマンド	補足
5． WIPS を有効にする	**wips enable**	デフォルト：無効

7.6.2 AP group radio view での WIPS の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3． AP を VSD に追加する	**wips virtual-security-domain** *vsd-name*	デフォルト：設定なし
4． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	―
5． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
6． WIPS を有効にする	**wips enable**	デフォルト：無効

7.7 無線攻撃検出の設定

無線攻撃検出を設定する場合、最初に攻撃検出ポリシーを作成し、指定した攻撃検出を許可する必要があります。

7.7.1 フラッド攻撃検出の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． WIPS view に移行する	**wips**	―
3． 攻撃検出ポリシーを作成し、その view に移行する	**detect policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4． アソシエーション要求用フラッド攻撃検出を設定する	**flood association-request** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
5． 認証要求用フラッド攻撃検出を設定する	**flood authentication** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
6． ビーコン用フラッド攻撃検出を設定する	**flood beacon** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
7． ブロック ACK 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood block-ack** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
8． RTS 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood rts** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
9． CTS 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood cts** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
10．認証取り消し（Deauthentication）用フラッド攻撃検出を設定する	**flood deauthentication** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
11．アソシエーション解除用フラッド攻撃検出を設定する	**flood disassociation** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
12．EAPOL-start 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood eapol-start** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
13．ヌルデータ用フラッド攻撃検出を設定する	**flood null data** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
14．プローブ要求用フラッド攻撃検出を設定する	**flood probe-request** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
15．再アソシエーション要求用フラッド攻撃検出を設定する	**flood reassociation-request** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
16．EAPOL-logoff 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood eapol-logoff** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*]*	デフォルト：無効
17．EAP-failure 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood eap-failure** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
18．EAPOL-success 用フラッド攻撃検出を設定する	**flood eap-success** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効

7.7.2 不正パケット検出の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． WIPS view に移行する	**wips**	―
3． 攻撃検出ポリシーを作成し、その view に移行する	**detect policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4． 重複 IE 検出を設定する	**malformed duplicated-ie** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
5． FATA-Jack 検出を設定する	**malformed fata-jack** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
6． 異常な IBSS と ESS 設定検出を設定する	**malformed illegal-ibss-ess** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
7． 無効ソースアドレス検出を設定する	**malformed invalid-address-combination** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
8． 不正アソシエーション要求フレーム検出を設定する	**malformed invalid-assoc-req** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
9． 不正認証要求フレーム検出を設定する	**malformed invalid-auth** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
10. 無効な認証取り消し（Deauthentication）コード検出を設定する	**malformed invalid-deauth-code** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
11. 無効なアソシエーション解除コード検出を設定する	**malformed invalid-disassoc-code** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
12. 無効な IE 長検出を設定する	**malformed invalid-ie-length** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
13. 不正な HT IE 検出を設定する	**malformed invalid-ht-ie** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
14. 無効なパケット長検出を設定する	**malformed invalid-pkt-length** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
15. 継続時間超過検出を設定する	**malformed large-duration** [**quiet** *quiet-value* | threshold value]	デフォルト：無効
16. 不正なプローブ応答フレーム検出を設定する	**malformed null-probe-resp** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
17. EAPOL key 長超過検出を設定する	**malformed overflow-eapol-key** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
18. SSID データ長超過検出を設定する	**malformed overflow-ssid** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
19. 冗長 IE 検出を設定する	**malformed redundant-ie** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効

7.7.3 装置エントリ攻撃検出の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. 攻撃検出ポリシーを作成し、その view に移行する	**detect policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4. クライアントエントリの学習レートを設定する	**client-rate-limit** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：統計収集間隔は60秒、待機時間は1200秒、学習するクライアントエントリのしきい値は512です。
5. クライアントエントリタイマを設定する	**client-timer inactive** *inactive-value* **aging** *aging-value*	デフォルト：非アクティブ時間は300秒、エージングタイマは600秒です。 非アクティブ時間内にクライアントがパケットを送受信しない場合、WIPSはクライアントを非アクティブ状態に設定します。クライアントがエージングタイマ内にフレームを送受信しない場合、WIPSはそのエントリを削除します。

操作	コマンド	補足
6. APエントリの学習レートを設定する	**ap-rate-limit** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：統計収集間隔は60秒、待機時間は1200秒、学習するAPエントリのしきい値は64です。
7. APエントリタイマを設定する	**ap-timer** [**inactive** *inactive-value* **aging** *aging-value*]	デフォルト：APの非アクティブ時間は300秒、エージングタイマは600秒です。 APが非アクティブ時間内にパケットを送受信しない場合、WIPSはAPを非アクティブ状態に設定します。 APがエージングタイマ内にフレームを送受信しない場合、WIPSはそのエントリを削除します。

7.7.4 その他の攻撃に対する検出設定

操作	コマンド	補足
1. system viewに移行する	**system-view**	ー
2. WIPS viewに移行する	**wips**	ー
3. 攻撃検出ポリシーを作成し、そのviewに移行する	**detect policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4. ライアントMACアドレスなりすまし攻撃検出を設定する	**client-spoofing** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
5. AP MACアドレスなりすまし攻撃検出を設定する	**ap-spoofing** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
6. weak IV検出を設定する	**weak-iv** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
7. Omerta攻撃検出を設定する	**omerta** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
8. ブロードキャストアソシエーション解除攻撃検出を設定する	**disassociation-broadcast** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
9. ブロードキャスト認証取り消し（Deauthentication）攻撃検出を設定する	**deauthentication-broadcast** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：無効
10. 40MHzの帯域幅モードを使用禁止にしたクライアント検出を設定する	**ht-40mhz-intolerance** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
11. パワーセーブ攻撃検出を設定する	**power-save** [**interval** *interval-value* | **minoffpacket** *packet-value* | **onoffpercent** *percent-value* | **quiet** *quiet-value*] *	デフォルト：無効
12. 許可チャネルリストを設定する	**permit-channel** *channel-id-list*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
13. 禁止チャネル検出を設定する	**prohibited-channel** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
14. Windows ブリッジ検出を設定する	**windows-bridge** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
15. 未暗号許可 AP 検出を設定する	**unencrypted-authorized-ap** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
16. 未暗号許可クライアント検出を設定する	**unencrypted-trust-client** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
17. ソフト AP 検出を設定する	**soft-ap** [**convert-time** *time-value*]	デフォルト：無効
18. AP なりすまし攻撃検出を設定する	**ap-impersonation** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルトで：無効
19. HT-グリーンフィールドモード AP 検出を設定する	**ht-greenfield** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
20. アソシエーション/再アソシエーション DoS 攻撃検出を設定する	**association-table-overflow** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
21. 無線ブリッジ検出を設定する	**wireless-bridge** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
22. AP フラッド攻撃検出を設定する	**ap-flood** [**apnum** *apnum-value* | **exceed** *exceed-value* | **quiet** *quiet-value*] *	デフォルト：無効
23. ハニーポット AP 検出を設定する	**honeypot-ap** [**similarity similarity-value** | **quiet** *quiet-value*] *	デフォルト：無効
24. MITM 攻撃検出を設定する	**man-in-the-middle** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
25. チャネル変更検出を設定する	**ap-channel-change** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効
26. WIPS view に戻る	**quit**	ー
27. コンフィグファイルからホットスポット情報をインポートする	**import hotspot** *file-name*	デフォルト：ホットスポット情報はインポートされません。
28. 攻撃検出ポリシーを作成し、その view に移行する	**detect policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
29. ホットスポット攻撃検出を設定する	**hotspot-attack** [**quiet** *quiet-value*]	デフォルト：無効

7.7.5 攻撃検知ポリシーの適用

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. VSD を作成し、その view に移行する	**virtual-security-domain** *vsd-name*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
4. VSD に攻撃検出ポリシーを適用する	**apply detect policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし VSDに適用される攻撃検出ポリシーは、VSD内のすべての無線に適用されます。

7.7.6 シグネチャにもとづいたユーザ定義攻撃検出の設定

I. シグネチャ設定

WIPS は、検出されたパケットを設定済みシグネチャと昇順 ID で一致するまで照合します。

シグネチャに対して 1 つまたは複数のサブシグネチャを設定できます。 パケットは、シグネチャのすべてのサブシグネチャと一致する場合にのみ、シグニチャと一致したとみなします。

以下にシグネチャ設定をする手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. シグネチャを作成し、その view に移行する	**signature rule** *rule-id*	デフォルト：設定なし
4. フレームのフレームタイプに一致するサブシグネチャを設定する	**frame-type** { **control** | **data** | **management** [**frame-subtype** { **association-request** | **association-response** | **authentication** | **beacon** | **deauthentication** | **disassociation** | **probe-request** }] }	デフォルト：設定なし
5. フレームの MAC アドレスに一致するサブシグネチャを設定する	**mac-address** { **bssid** | **destination** | **source** } *mac-address*	デフォルト：設定なし
6. フレームのシーケンス番号に一致するサブシグネチャを設定する	**seq-number** *seq-value1* [**to** *seq-value2*]	デフォルト：設定なし
7. フレームの SSID 長に一致するサブシグネチャを設定する	**ssid-length** *length-value1* [**to** *length-value2*]	デフォルト：設定なし
8. フレームの SSID に一致するサブシグネチャを設定する	**ssid** [**case-sensitive**] [**not**] { **equal** | **include** } *string*	デフォルト：設定なし
9. フレームの指定ビットに一致するサブシグネチャを設定する	**pattern** *pattern-number* **offset** *offset-value* **mask** *hex-value value1* [**to** *value2*] [**from-payload**]	デフォルト：設定なし

II. シグネチャの適用

シグネチャを適用するには、シグネチャをシグネチャポリシーに割り当てます。

以下にシグネチャの適用手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. シグネチャポリシーを作成し、その view に移行する	**signature policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4. 指定シグネチャをシグネチャポリシーに割り当てる	**apply signature rule** *rule-id*	デフォルト：設定なし
5. WIPS でシグネチャに一致するパケットの検出を有効にする	**detect signature** [**interval** *interval-value* | **quiet** *quiet-value* | **threshold** *threshold-value*] *	デフォルト：有効 統計収集間隔は60秒、待機時間は600秒、学習するAPエントリのしきい値は50です。

III. シグネチャポリシーの適用

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. VSD を作成し、その view に移行する	**virtual-security-domain** *vsd-name*	デフォルト：設定なし
4. 指定シグネチャポリシーを VSD に適用する	**apply signature policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし

7.7.7 アラーム無視装置リストの設定

アラーム無視装置リストに該当する無線装置の場合、WIPS は、監視のみを行い、アラームを発生しません。

以下にアラーム無視装置リストの設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. アラーム無視装置リストに MAC アドレスを追加する	**ignorelist mac-address** *mac-address*	デフォルト：設定なし

7.8 装置種別の設定

無線装置種別設定では、最初に分類ポリシーを作成し、指定装置の種別を設定しなければなりません。

7.8.1 分類ポリシーの設定

以下の方法のいずれかで、WIPS による装置の分類が可能です。

- **自動分類**－装置の MAC アドレス、OUI、SSID を指定リストに追加することにより、WIPS は自動的に装置を分類します。また、WIPS は、ユーザ定義の AP 分類ポリシーを使用して、AP を分類することもできます。
- **手動分類**－装置種別を手動で指定します。手動分類は AP のみ適用可能です。

自動分類と手動分類の両方を設定した場合、手動分類が有効になります。

I. 自動装置分類の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． WIPS view に移行する	**wips**	－
3． OUI コンフィグファイルから OUI をインポートする	**import oui** *file-name*	デフォルト：設定なし
4． 分類ポリシーを作成し、その view に移行する	**classification policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
5． WIPS で無効 OUI 装置を悪意のある装置に分類する	**invalid-oui-classify illegal**	デフォルト：設定なし
6． 許可装置リストへ MAC アドレスを追加する	**trust mac-address** *mac-address*	デフォルト：設定なし
7． 許可 OUI リストへ OUI を追加する	**trust oui** *oui*	デフォルト：設定なし このコマンドは、APの分類のみに適用されます。
8． 許可 SSID リストへ SSID を追加する	**trust ssid** *ssid-name*	デフォルト：設定なし
9． スタティック禁止装置リストへ MAC アドレスを追加する	**block mac-address** *mac-address*	デフォルト：設定なし
10．指定 AP 分類ルールを分類ポリシーに割り当てる	**apply ap-classification rule** *rule-id* { **authorized-ap** | { { **external-ap** | **misconfigured-ap** | **rogue-ap** } [**severity-level** *level*] } }	デフォルト：設定なし

II. AP 分類ルールの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． WIPS view に移行する	**wips**	－
3． AP 分類ルールを作成し、その view に移行する	**ap-classification rule** *rule-id*	デフォルト：設定なし
4． AP の RSSI と一致する AP 分類ルールを設定する	**rssi** *value1* [**to** *value2*]	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
5. APの無線サービスのSSIDと一致するAP分類ルールを設定する	**ssid** [**case-sensitive**] [**not**] { **equal** | **include** } *ssid-string*	デフォルト：設定なし
6. APの動作時間と一致するAP分類ルールを設定する	**up-duration** *value1* [**to** *value2*]	デフォルト：設定なし
7. APの接続クライアント数と一致するAP分類ルールを設定する	**client-online** *value1* [**to** *value2*]	デフォルト：設定なし
8. APを検出するセンサ数と一致するAP分類ルールを設定する	**discovered-ap** *value1* [**to** *value2*]	デフォルト：設定なし
9. APが使用するセキュリティモードと一致するAP分類ルールを設定する	**security** { **equal** | **include** } { **clear** | **wep** | **wpa** | **wpa2** }	デフォルト：設定なし
10. APが使用する認証モードと一致するAP分類ルールを設定する	**authentication** { **equal** | **include** } { **802.1x** | **none** | **other** | **psk** }	デフォルト：設定なし
11. APのOUI情報と一致するAP分類ルールを設定する	**oui** *oui-info*	デフォルト：設定なし

III. 手動 AP 分類の設定

操作	コマンド	補足
1. system viewに移行する	**system-view**	ー
2. WIPS viewに移行する	**wips**	ー
3. 分類ポリシーを作成し、そのviewに移行する	**classification policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4. 指定されたAPカテゴリを設定する	**manual-classify mac-address** *mac-address* { **authorized-ap** | **external-ap** | **misconfigured-ap** | **rogue-ap** }	デフォルト：設定なし

7.8.2 分類ポリシーの適用

操作	コマンド	補足
1. system viewに移行する	**system-view**	ー
2. WIPS viewに移行する	**wips**	ー
3. VSD viewに移行する	**virtual-security-domai**n *vsd-name*	デフォルト：設定なし
4. VSDに分類ポリシーを適用する	**apply classification policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし VSDに適用される分類ポリシーは、VSD内のすべての無線に適用されます。

7.9 対策の設定

不正装置に対策を行うには、まず対策ポリシーを作成し、WIPS を有効にする必要があります。

7.9.1 対策ポリシーの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WIPS view に移行する	**wips**	ー
3. 対策ポリシーを作成し、その view に移行する	**countermeasure policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
4. WIPSの外部AP対策を有効にする	**countermeasure external-ap**	デフォルト：無効
5. WIPSの未設定AP対策を有効にする	**countermeasure misconfigured-ap**	デフォルト：無効
6. WIPSの誤接続クライアント対策を有効にする	**countermeasure misassociation-client**	デフォルト：無効
7. WIPSの潜在的外部AP対策を有効にする	**countermeasure potential-external-ap**	デフォルト：無効
8. WIPSの潜在的許可AP対策を有効にする	**countermeasure potential-authorized-ap**	デフォルト：無効
9. WIPSの潜在的不正AP対策を有効にする	**countermeasure potential-rogue-ap**	デフォルト：無効
10. WIPSの不正AP対策を有効にする	**countermeasure rogue-ap**	デフォルト：無効
11. WIPSの無許可クライアント対策を有効にする	**countermeasure unauthorized-client**	デフォルト：無効
12. WIPSの未分類AP対策を有効にする	**countermeasure uncategorized-ap**	デフォルト：無効
13. WIPSの未分類クライアント対策を有効にする	**countermeasure uncategorized-client**	デフォルト：無効
14. WIPSの指定装置対策を有効にする	**countermeasure mac-address** *mac-address*	デフォルト：無効
15. WIPSのアドホック装置対策を有効にする	**countermeasure adhoc**	デフォルト：無効
16. 認証取り消しアタックをブロードキャストする装置対策を有効にする	**countermeasure attack deauth-broadcast**	デフォルト：無効
17. アソシエーション解除アタックをブロードキャストする装置対策を有効にする	**countermeasure attack disassoc-broadcast**	デフォルト：無効
18. WIPSのハニーポットAP対策を有効にする	**countermeasure attack honeypot-ap**	デフォルト：無効
19. WIPSホットスポット攻撃の対策を有効にする	**countermeasure attack hotspot-attack**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
20．40MHz 帯域幅モードが無効の装置対策を有効にする	**countermeasure attack ht-40-mhz-intolerance**	デフォルト：無効
21．不正パケットを送信する装置対策を有効にする	**countermeasure attack malformed-packet**	デフォルト：無効
22．WIPS の MITM 攻撃対策を有効にする	**countermeasure attack man-in-the-middle**	デフォルト：無効
23．WIPS の Omerta 攻撃対策を有効にする	**countermeasure attack omerta**	デフォルト：無効
24．WIPS のパワーセーブ攻撃対策を有効にする	**countermeasure attack power-save**	デフォルト：無効
25．WIPS のソフト AP 対策を有効にする	**countermeasure attack soft-ap**	デフォルト：無効
26．未暗号化のフレームを送信する許可クライアント対策を有効にする	**countermeasure attack unencrypted-trust-client**	デフォルト：無効
27．Weak IV を使用する装置対策を有効にする	**countermeasure attack weak-iv**	デフォルト：無効
28．Windows ブリッジ攻撃対策を有効にする	**countermeasure attack windows-bridge**	デフォルト：無効
29．WIPS の全検出攻撃対応対策を有効にする	**countermeasure attack all**	デフォルト：無効
30．WIPS の全攻撃検出用センサの攻撃対応対策を有効にする	**select sensor all**	デフォルト：最後に攻撃検出したセンサのみが、攻撃対策を行います。

7.9.2 対策ポリシーの適用

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． WIPS view に移行する	**wips**	ー
3． VSD を作成し、その view に移行する	**virtual-security-domain** *vsd-name*	デフォルト：設定なし
4． VSD に対策ポリシーを適用する	**apply countermeasure policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし VSDに適用される対策ポリシーは、VSD内のすべての無線に適用されます。

7.10 WIPSの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
全センサに関する情報を表示する	**display wips sensor**

操作	コマンド
センサが収集した攻撃検出情報を表示する	**display wips statistics** [**receive** | **virtual-security-domain** *vsd-name*]
VSDで検出された無線装置情報を表示する	**display wips virtual-security-domain** *vsd-name* **device** [**ap** [**adhoc** | **authorized** | **external** | **misconfigured** | **potential-authorized** | **potential-external** | **potential-rogue** | **rogue**] | **client** [[**dissociative-client**] [**authorized** | **misassociation** | **unauthorized** | **uncategorized**]] | **mac-address** *mac-address*] [**verbose**]
検出したNAT設定クライアント情報を表示する	**display wlan nat-detect [mac-address** *mac-address* **]**
全センサ受信情報を削除する	**reset wips statistics**
VSDの学習されたAPエントリまたはクライアントエントリを削除する	**reset wips virtual-security-domain** *vsd-name* { **ap** { **all** | **mac-address** *mac-address* } | **client** { **all** | **mac-address** *mac-address* } | **all** }
検出したNAT設定気裏慰安と情報を消去する	**reset wlan nat-detect**

7.11 WIPS設定例

7.11.1 装置の分類の設定例

I. ネットワーク要件

図 7-3に示すように、センサはスイッチ経由で AC と接続します。AP1 と AP2 は SSID abc を設定してクライアントに無線サービスを提供します。以下のタスクを実行してください。

- Radio の通信状況の影響を受けずに WIPS 検出を行うためにセンサ用 AP を用意します。
- 無線装置種別を設定して、静的禁止装置リストに MAC アドレス 000f-1c35-12a5 を追加し、許可 SSID リストに SSID abc を追加します。

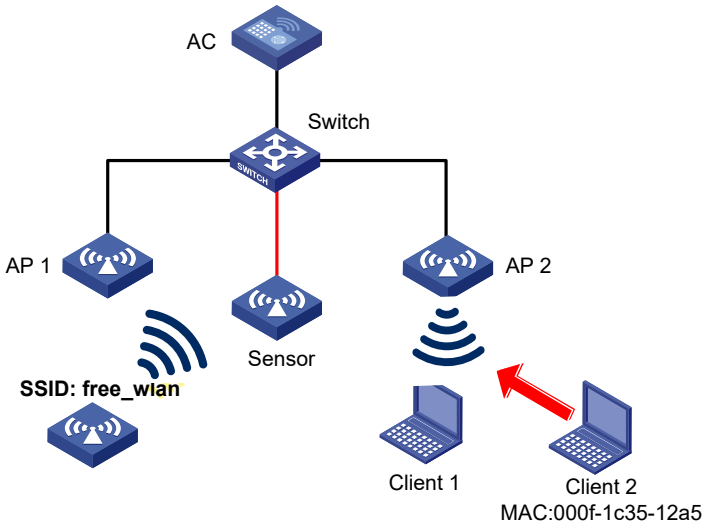


図 7-3 ネットワーク図

II. 設定手順

AC の無線サービスを設定します。（詳細は省略します。）

無線サービスの設定については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN アクセスの設定"* を参照してください。

VSD vsd1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wips
[AC-wips] virtual-security-domain vsd1
[AP-wips-vsd-vsd1] quit
[AC-wips] quit
```

AP Sensor を作成し、この AP 用 WIPS を有効にします。

```
[AC] wlan ap Sensor model QX-W1020
[AC-wlan-ap-Sensor] serial-id 210235A1GQB139000435
[AC-wlan-ap-Sensor] radio 1
[AC-wlan-ap-Sensor-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-Sensor-radio-1] wips enable
[AC-wlan-ap-Sensor-radio-1] quit
```

AP Sensor を VSD vsd1 に追加します。

```
[AC-wlan-ap-Sensor] wips virtual-security-domain vsd1
[AC-wlan-ap-Sensor] quit
```

分類ポリシーclass1 を作成し、禁止装置リストにクライアント 2 の MAC アドレスを追加します。

```
[AC] wips
[AC-wips] classification policy class1
[AC-wips-cls-class1] block mac-address 000f-1c35-12a5
[AC-wips-cls-class1] trust ssid abc
[AC-wips-cls-class1] quit
```

分類ポリシーclass1 を VSD vsd1 に適用します。

```
[AC-wips] virtual-security-domain vsd1
[AC-wips-vsd-vsd1] apply classification policy class1
[AC-wips-vsd-vsd1] quit
```

対策ポリシーprotect を作成し、無許可クライアントや潜在的外部 AP 用対策を行うように WIPS を有効にします。

```
[AC-wips] countermeasure policy protect
[AC-wips-cms-protect] countermeasure unauthorized-client
[AC-wips-cms-protect] countermeasure potential-external-ap
[AC-wips-cms-protect] quit
```

対策ポリシーprotect を VSD vsd1 に適用します。

```
[AC-wips] virtual-security-domain vsd1
[AC-wips-vsd-vsd1] apply countermeasure policy protect
[AC-wips-vsd-vsd1] quit
[AC-wips] quit
```

III. 設定の確認

VSD vsd1 の無線装置分類情報を表示します。

```
[AC] display wips virtual-security-domain vsd1 device
Total 3 detected devices in virtual-security-domain vsd1

Class: Auth - authorization; Ext - extern; Mis - mistake;
       Unauth - unauthorized; Uncate - uncategorized;
       (A) - associate; (C) - config; (P) - potential

MAC address    Type   Class    Duration    Sensors Channel Status
000f-e200-5829 AP     Auth     00h 10m 24s 1       11      Active
000f-e228-2528 AP     Auth     00h 10m 04s 1       11      Active
000f-e223-1616 AP     Ext(P)   00h 10m 46s 1       11      Active
000f-1c35-12a5 Client Unauth   00h 10m 02s 1       11      Active
000f-e201-0102 Client Auth     00h 10m 02s 1       11      Active
```

この例は、MAC アドレス 000f-e223-1616 を持つ AP が潜在的外部 AP として分類され、MAC アドレス 000f-1c35-12a5 を持つクライアントが無許可クライアントとして分類されることを示します。

WIPS が装置に対して行った対策情報を表示します。

```
[AC] display wips virtual-security-domain vsd1 countermeasure record
Total 2 times countermeasure, current 2 countermeasure record in
virtual-security-domain vsd1

Class: Auth - authorization; Ext - extern; Mis - mistake;
       Unauth - unauthorized; Uncate - uncategorized;
       (A) - associate; (C) - config; (P) - potential

MAC address    Type   Class    Sensor name          Radio ID   Time
000f-e200-5829 AP     Auth     Sensor               1          2014-06-03/09:30:25
000f-e228-2528 AP     Auth     Sensor               1          2014-06-03/19:31:56
000f-e223-1616 AP     Ext(P)   Sensor               1          2014-06-03/10:30:36
000f-1c35-12a5 Client Unauth   Sensor               1          2014-06-03/09:13:26
000f-e201-0102 Client Auth     Sensor               1          2014-06-03/09:33:46
```

この例は、WIPS が MAC アドレス 000f-1c35-12a5 を持つ無許可クライアントと MAC アドレス 000f-e223-1616 を持つ潜在的外部 AP に対して対策を取ったことを示します。

7.11.2 不正パケットとフラッド攻撃の検出例

I. ネットワーク要件

図 7-4に示すように、センサとして 2 つの AP をスイッチ経由で AC と接続してください。センサ 1 とセンサ 2 を VSD VSD_1 に追加してください。重複 IE の不正パケット、または、ビーコンフラッド攻撃を検出した場合にアラームを発生するように、不正パケットとフラッド攻撃用 WIPS を有効にします。

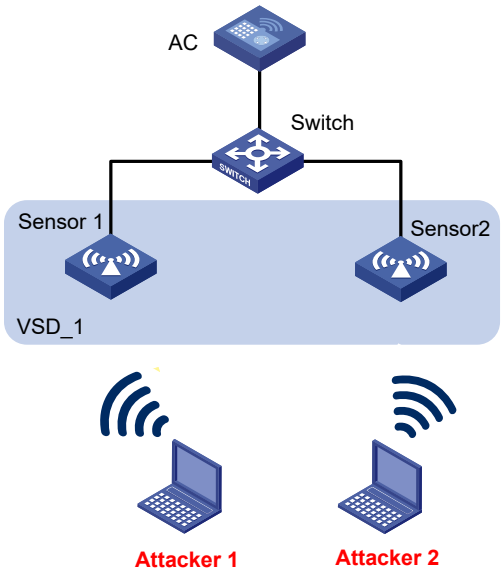


図 7-4 ネットワーク図

II. 設定手順

AC の無線サービスを設定します。（詳細は省略します。）

無線サービスの設定については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN アクセスの設定"* を参照してください。

AP sensor1 を作成し、この AP 用 WIPS を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap sensor1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-sensor1] serial-id 210235A1GQB139000435
[AC-wlan-ap-sensor1] radio 1
[AC-wlan-ap-sensor1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-sensor1-radio-1] wips enable
[AC-wlan-ap-sensor1-radio-1] return
```

AP sensor2 を作成し、この AP 用 WIPS を有効化します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap sensor2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-sensor2] serial-id 210235A1GQB139000436
[AC-wlan-ap-sensor2] radio 1
[AC-wlan-ap-sensor2-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-sensor2-radio-1] wips enable
[AC-wlan-ap-sensor2-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-sensor2] quit
```

VSD VSD_1 を作成します。

```
[AC] wips
[AC-wips] virtual-security-domain VSD_1
[AP-wips-vsd-VSD_1] quit
```

攻撃検出ポリシーdtc1 を作成します。

```
[AC-wips] detect policy dtc1
```

重複 IE の不正パケット検出を有効にし、待機時間を 50 秒に設定します。

```
[AC-wips-dtc-dtc1] malformed duplicated-ie quiet 50
```

ビーコンフラッド攻撃検出を有効にし、統計間隔、しきい値、待機時間を 100 秒、200、50 秒に設定します。

```
[AC-wips-dtc-dtc1] flood beacon interval 100 quiet 50 threshold 200
[AC-wips-dtc-dtc1] quit
```

攻撃検出ポリシーdtc1 を VSD VSD_1 に適用します。

```
[AC-wips] virtual-security-domain VSD_1
[AC-wips-vsd-VSD_1] apply detect policy dtc1
```

```
[AC-wips-vsd-VSD_1] quit
[AC-wips] quit
```

AP sensor1 を VSD VSD_1 に追加します。

```
[AC] wlan ap sensor1
[AC-wlan-ap-sensor1] wips virtual-security-domain VSD_1
[AC-wlan-ap-sensor1] quit
```

AP sensor2 を VSD VSD_1 に追加します。

```
[AC] wlan ap sensor2
[AC-wlan-ap-sensor2] wips virtual-security-domain VSD_1
[AC-wlan-ap-sensor2] return
```

III. 設定の確認

WIPS が、WLAN で何も攻撃を検出していない状態でパケット統計情報を表示してください。この例では、不正パケットもフラッド攻撃メッセージも存在していないことを示します。

```
<AC> display wips statistics receive
Information from sensor 1
Information about attack statistics:
Detected association-request flood messages: 0
Detected authentication flood messages: 0
Detected beacon flood messages: 0
Detected block-ack flood messages: 0
Detected cts flood messages: 0
Detected deauthentication flood messages: 0
Detected disassociation flood messages: 0
Detected eapol-start flood messages: 0
Detected null-data flood messages: 0
Detected probe-request flood messages: 0
Detected reassociation-request flood messages: 0
Detected rts flood messages: 0
Detected duplicated-ie messages: 0
Detected fata-jack messages: 0
Detected illegal-ibss-ess messages: 0
Detected invalid-address-combination messages: 0
Detected invalid-assoc-req messages: 0
Detected invalid-auth messages: 0
Detected invalid-deauth-code messages: 0
Detected invalid-disassoc-code messages: 0
Detected invalid-ht-ie messages: 0
Detected invalid-ie-length messages: 0
Detected invalid-pkt-length messages: 0
Detected large-duration messages: 0
Detected null-probe-resp messages: 0
Detected overflow-eapol-key messages: 0
Detected overflow-ssid messages: 0
Detected redundant-ie messages: 0
Detected AP spoof AP messages: 0
Detected AP spoof client messages: 0
Detected AP spoof ad-hoc messages: 0
Detected ad-hoc spoof AP messages: 0
Detected client spoof AP messages: 0
Detected weak IV messages: 0
Detected excess AP messages: 0
```

```
Detected excess client messages: 0
Detected sig rule messages: 0
Information from sensor 2
Information about attack statistics:
Detected association-request flood messages: 0
Detected authentication flood messages: 0
Detected beacon flood messages: 0
Detected block-ack flood messages: 0
Detected cts flood messages: 0
Detected deauthentication flood messages: 0
Detected disassociation flood messages: 0
Detected eapol-start flood messages: 0
Detected null-data flood messages: 0
Detected probe-request flood messages: 0
Detected reassociation-request flood messages: 0
Detected rts flood messages: 0
Detected duplicated-ie messages: 0
Detected fata-jack messages: 0
Detected illegal-ibss-ess messages: 0
Detected invalid-address-combination messages: 0
Detected invalid-assoc-req messages: 0
Detected invalid-auth messages: 0
Detected invalid-deauth-code messages: 0
Detected invalid-disassoc-code messages: 0
Detected invalid-ht-ie messages: 0
Detected invalid-ie-length messages: 0
Detected invalid-pkt-length messages: 0
Detected large-duration messages: 0
Detected null-probe-resp messages: 0
Detected overflow-eapol-key messages: 0
Detected overflow-ssid messages: 0
Detected redundant-ie messages: 0
Detected AP spoof AP messages: 0
Detected AP spoof client messages: 0
Detected AP spoof ad-hoc messages: 0
Detected ad-hoc spoof AP messages: 0
Detected client spoof AP messages: 0
Detected weak IV messages: 0
Detected excess AP messages: 0
Detected excess client messages: 0
Detected sig rule messages: 0
```

WIPS が、ビーコンフラッド攻撃と重複 IE の不正パケットを検出した状態でパケット統計を表示してください。この例では、重複 IE の不正パケット 28、ビーコンフラッド攻撃メッセージ 18 を検出したことを示します。

<AC> display wips statistics receive

```
Information from sensor 1
Information about attack statistics:
Detected association-request flood messages: 0
Detected authentication flood messages: 0
Detected beacon flood messages: 18
Detected block-ack flood messages: 0
Detected cts flood messages: 0
Detected deauthentication flood messages: 0
Detected disassociation flood messages: 0
Detected eapol-start flood messages: 0
Detected null-data flood messages: 0
Detected probe-request flood messages: 0
Detected reassociation-request flood messages: 0
Detected rts flood messages: 0
Detected duplicated-ie messages: 0
Detected fata-jack messages: 0
Detected illegal-ibss-ess messages: 0
Detected invalid-address-combination messages: 0
Detected invalid-assoc-req messages: 0
Detected invalid-auth messages: 0
Detected invalid-deauth-code messages: 0
Detected invalid-disassoc-code messages: 0
```

```
Detected invalid-ht-ie messages: 0
Detected invalid-ie-length messages: 0
Detected invalid-pkt-length messages: 0
Detected large-duration messages: 0
Detected null-probe-resp messages: 0
Detected overflow-eapol-key messages: 0
Detected overflow-ssid messages: 0
Detected redundant-ie messages: 0
Detected AP spoof AP messages: 0
Detected AP spoof client messages: 0
Detected AP spoof ad-hoc messages: 0
Detected ad-hoc spoof AP messages: 0
Detected client spoof AP messages: 0
Detected weak IV messages: 0
Detected excess AP messages: 0
Detected excess client messages: 0
Detected sig rule messages: 0
Information from sensor 2
Information about attack statistics:
Detected association-request flood messages: 0
Detected authentication flood messages: 0
Detected beacon flood messages: 0
Detected block-ack flood messages: 0
Detected cts flood messages: 0
Detected deauthentication flood messages: 0
Detected disassociation flood messages: 0
Detected eapol-start flood messages: 0
Detected null-data flood messages: 0
Detected probe-request flood messages: 0
Detected reassociation-request flood messages: 0
Detected rts flood messages: 0
Detected duplicated-ie messages: 28
Detected fata-jack messages: 0
Detected illegal-ibss-ess messages: 0
Detected invalid-address-combination messages: 0
Detected invalid-assoc-req messages: 0
Detected invalid-auth messages: 0
Detected invalid-deauth-code messages: 0
Detected invalid-disassoc-code messages: 0
Detected invalid-ht-ie messages: 0
Detected invalid-ie-length messages: 0
Detected invalid-pkt-length messages: 0
Detected large-duration messages: 0
Detected null-probe-resp messages: 0
Detected overflow-eapol-key messages: 0
Detected overflow-ssid messages: 0
Detected redundant-ie messages: 0
Detected AP spoof AP messages: 0
Detected AP spoof client messages: 0
Detected AP spoof ad-hoc messages: 0
Detected ad-hoc spoof AP messages: 0
Detected client spoof AP messages: 0
Detected weak IV messages: 0
Detected excess AP messages: 0
Detected excess client messages: 0
Detected sig rule messages: 0
```

7.11.3 シグネチャベースのユーザ定義攻撃検出設定例

I. ネットワーク要件

図 7-5に示すように、AP1 と AP2 に SSID abc を設定し、クライアントに無線サービスを提供します。SSID が abc ではないビーコンフレームを検出した場合、アラームを発生するシグネチャ設定を行ったセンサ用 WIPS を有効にします。

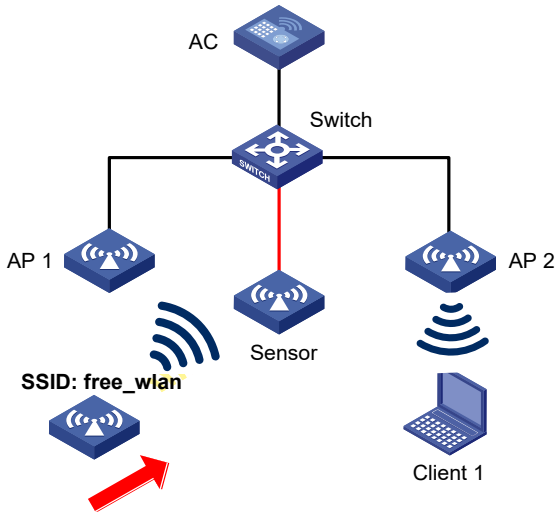


図 7-5 ネットワーク図

II. 設定手順

AC の無線サービスを設定します。（詳細は省略します。）

無線サービスの設定については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN アクセスの設定"* を参照してください。

AP sensor1 を作成し、この AP 用 WIPS を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap sensor1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-sensor1] serial-id 210235A1GQB139000435
[AC-wlan-ap-sensor1] radio 1
[AC-wlan-ap-sensor1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-sensor1-radio-1] wips enable
[AC-wlan-ap-sensor1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-sensor1 ] quit
```

VSD vsd1 を作成します。

```
[AC] wips
[AC-wips] virtual-security-domain vsd1
[AC-wips] quit
```

AP sensor1 を VSD vsd1 に追加します。

```
[AC] wlan ap sensor1
[AC-wlan-ap-sensor1] wips virtual-security-domain vsd1
[AC-wlan-ap-sensor1] quit
```

シグネチャ 1 を作成し、ビーコンフレームでかつ SSID が abc ではないフレームと一致するというサブシグネチャを設定します。

```
[AC] wips
[AC-wips] signature rule 1
[AC-wips-sig-rule-1] frame-type management frame-subtype beacon
[AC-wips-sig-rule-1] ssid not equal abc
[AC-wips-sig-rule-1] quit
```

シグネチャポリシーsig1 を作成し、シグネチャ 1 をシグネチャポリシーsig1 に割り当てます。

```
[AC-wips] signature policy sig1
[AC-wips-sig-sig1] apply signature rule 1
```

シグネチャと一致したパケットを検出するように WIPS を有効にし、統計収集間隔、待機時間、アラームしきい値を、それぞれ 5 秒、60 秒、60 に設定します。

```
[AC-wips-sig-sig1] detect signature interval 5 quiet 60 threshold 60
[AC-wips-sig-sig1] quit
```

シグネチャポリシーsig1 を VSD vsd1 に適用します。

```
[AC] wips
[AC-wips] virtual-security-domain vsd1
[AP-wips-vsd-vsd1] apply signature policy sig1
[AP-wips-vsd-vsd1] quit
```

III. 設定の確認

センサが SSID free_wlan の無線サービスを検出したときに、AC がセンサからアラームを受信していることを確認します。

```
WIPS/5/WIPS_SIGNATURE: -VSD=vsd1-RuleID=1; Signature rule matched.
```

センサから収集した攻撃検出情報を表示してください。この例では、シグネチャと一致したパケットを 26 パケット検出したことを示します。

```
[AC] display wips statistics receive
Information from sensor
Information about attack statistics:
Detected association-request flood messages: 0
Detected authentication flood messages: 0
Detected beacon flood messages: 0
Detected block-ack flood messages: 0
Detected cts flood messages: 0
Detected deauthentication flood messages: 0
Detected disassociation flood messages: 0
Detected eapol-start flood messages: 0
Detected null-data flood messages: 0
Detected probe-request flood messages: 0
Detected reassociation-request flood messages: 0
Detected rts flood messages: 0
Detected duplicated-ie messages: 0
Detected fata-jack messages: 0
```

```
Detected illegal-ibss-ess messages: 0
Detected invalid-address-combination messages: 0
Detected invalid-assoc-req messages: 0
Detected invalid-auth messages: 0
Detected invalid-deauth-code messages: 0
Detected invalid-disassoc-code messages: 0
Detected invalid-ht-ie messages: 0
Detected invalid-ie-length messages: 0
Detected invalid-pkt-length messages: 0
Detected large-duration messages: 0
Detected null-probe-resp messages: 0
Detected overflow-eapol-key messages: 0
Detected overflow-ssid messages: 0
Detected redundant-ie messages: 0
Detected AP spoof AP messages: 0
Detected AP spoof client messages: 0
Detected AP spoof ad-hoc messages: 0
Detected ad-hoc spoof AP messages: 0
Detected client spoof AP messages: 0
Detected weak IV messages: 0
Detected excess AP messages: 0
Detected excess client messages: 0
Detected sig rule messages: 26
```

目次

このセクションのページは**2-x-x**です。

8章 WLAN QoSの設定 8-1
8.1 概要 8-1
8.1.1 WMMプロトコル 8-1
8.1.2 SVP 8-3
8.1.3 帯域保証 8-3
8.1.4 クライアント帯域制限 8-3
8.1.5 プロトコルと標準 8-4
8.2 WMMの設定 8-4
8.2.1 WMMの有効化 8-4
8.2.2 EDCAパラメータの自動調整 8-5
8.2.3 EDCAパラメータの設定 8-5
8.2.4 クライアントのEDCAパラメータ設定（AC-BEまたはAC-BK） 8-6
8.2.5 クライアントのEDCAパラメータ設定（AC-VIまたはAC-VO） 8-7
8.2.6 MU EDCAパラメータの設定 8-8
8.2.7 トラストモードとポートプライオリティの設定 8-9
8.3 SVPマッピングの設定 8-9
8.4 帯域保証の設定 8-10
8.4.1 AP viewでの帯域保証の設定 8-10
8.4.2 AP group viewでの帯域保証の設定 8-11
8.5 クライアント帯域制限 8-12
8.5.1 サービステンプレートベースの帯域制限設定 8-12
8.5.2 無線ベースの帯域制限設定 8-12
8.5.3 クライアントタイプベースの帯域制限設定 8-13
8.6 U-APSDの設定 8-14
8.7 Air Time Fairnessの設定 8-14
8.8 WMMの表示および維持 8-15
8.9 WLAN QoSの設定例 8-16
8.9.1 基本的なWMMの設定例 8-16
8.9.2 CACの設定例 8-17
8.9.3 SVPマッピング設定例 8-18
8.9.4 トラフィック差別化の設定例 8-19
8.9.5 帯域保証の設定例 8-21
8.9.6 クライアント帯域制限の設定例 8-23
8.9.7 Air Time Fairnessの設定例 8-24

8章 WLAN QoS の設定

この章では、WLAN QoS の設定方法について説明します。

8.1 概要

802.11 ネットワークは、コンテンションベースのワイヤレスアクセスを提供します。アプリケーションに QoS サービスを提供するため、IEEE は 802.11 ベースの WLAN 向けに 802.11e を開発しました。

IEEE 802.11e は標準化されていますが、Wi-Fi Alliance は異なるベンダーの QoS 供給装置を相互運用させるために Wi-Fi マルチメディア（WMM）標準を定めました。WMM を使用することで、WLAN で QoS サービスを提供でき、オーディオおよびビデオアプリケーションのパフォーマンスが向上します。

8.1.1 WMM プロトコル

802.11 の DCF（Distributed Coordination Function）では、AP とクライアントが CSMA / CA（ carrier sense multiple access with collision avoidance）アクセスメカニズムを使用する必要があります。AP またはクライアントは、データを転送するためのチャネルを保持する前に、そのチャネルの使用状況を確認します。指定されたチャネルのアイドル時間がタイムアウトすると、AP またはクライアントはコンテンションウィンドウ内のバックオフスロットをランダムに選択してバックオフを実行します。最初にバックオフが終了したデバイスがチャネルを取得します。802.11 では、すべてのデバイスが同じアイドル時間とコンテンションウィンドウを持ちます。そのため、チャネルが競合する場合、すべての通信が平等に扱われることになります。

WMM では QoS サービスを提供するために、データ トラフィックを異なる優先度を持つ 4 つの AC に分割します。優先度の高い AC のトラフィックは、チャネルを使用できる可能性が高くなります。

I. 用語

- **Enhanced distributed channel access**－EDCA は、優先度が高いパケットを優先的に送信しより多くの帯域幅を割り当てる、WMM によって定義されたチャネル競合メカニズムです。
- **Access category**－WMM は、音声トラフィック用の AC-VO、ビデオトラフィック用の AC-VI、ベストエフォートトラフィック用の AC-BE、バックグラウンドトラフィック用の AC-BK の 4 つの AC を定義します。4 つの AC の優先度は降順です。
- **Connect Admission Control**－CAC は、優先度の高い AC（AC-VO および AC-VI）を使用できるクライアントの数を制限して、これらのクライアントに十分な帯域幅があることを確認します。
- **Unscheduled automatic power save delivery**－U-APSD は、クライアントの電力を節約するために WMM によって定義された節電方法です。

II. EDCA パラメータ

- **Arbitration inter-frame spacing number**－802.11 ベースの WLAN は、各クライアントで同じアイドル時間（DIFS）を持ちますが、WMM では AC ごとにアイドル時間を定義します。アイドル時間は、AIFSN が増加するにつれて増加します。
- **Exponent form of CWmin/Exponent form of Cwmax**－ECWmin と ECWmax の 2 つの値が増加するにつれて、バックオフスロットを増加します。
- **Transmission opportunity limit**－TXOP 制限は、競合が発生した後にクライアントがチャネルを保持できる最大時間を指定します。値が大きいほど時間が長くなります。値が 0 の場合、クライアントはチャネルを保持するたびに 1 つのパケットのみ送信することができます。

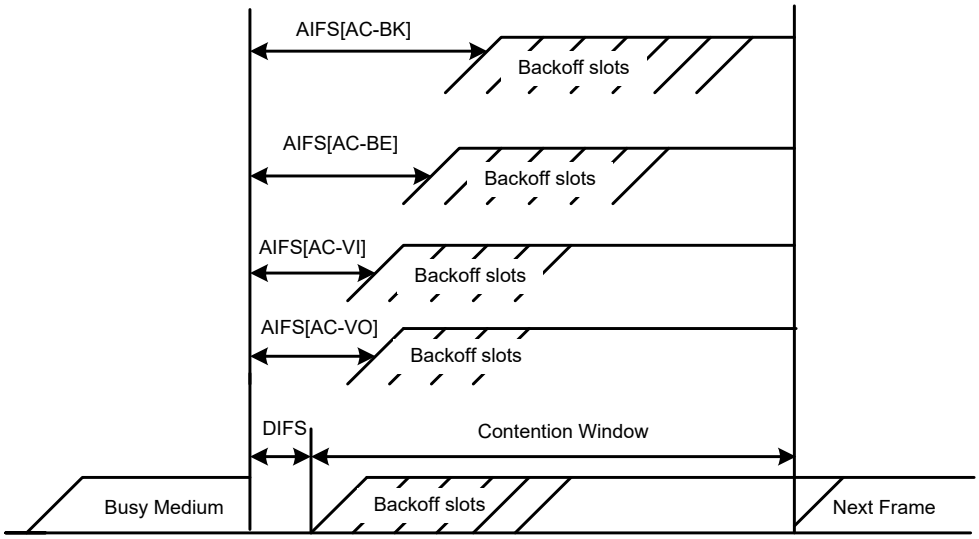


図 8-1 EDCA パラメータ

III. CAC アドミッションポリシー

CAC は、優先度の高い AC を使用して送信する前に、クライアントから AP に許可を得る必要があります。これにより、アクセスを獲得したクライアントの帯域幅が保証されます。CAC は、リアルタイムトラフィック（AC-VO および AC-VI トラフィック）を制御しますが、一般的なデータ トラフィック（AC-BE および AC-BK トラフィック）は制御しません。

優先度の高い AC（AC-VO または AC-VI）を使用するクライアントは、AP に要求を送信する必要があります。AP は、次のアドミッションコントロールポリシーのいずれかに基づいて、肯定応答または否定応答を返します。

- **Channel usage-based admission policy**－AP は、既存の高優先度 AC キューが単位時間当たりにチャネルを占有した合計時間を計算し、次に要求を受けたトラフィックが単位時間あたりにチャネルを占有する時間を計算します。2 つの値の合計がチャネルの最大ホールド時間以下の場合、クライアントは要求された AC キューを使用できます。そうでない場合、要求は拒否されます。
- **Client-based admission policy**－優先度の高い AC キューを使用するクライアントの数が、優先度の高い AC クライアントの最大数よりも小さい場合、要求は受け入れられます。そうでない場合、要求は拒否されます。AC-VO キューと AC-VI キューの両方を使用している場合、1 つのクライアントとしてカウントされます。

IV. U-APSD 節電方法

U-APSD を使用すると、スリープモードのクライアントは、トリガーパケットを受信した後にのみ、指定された数のパケットを受信することができます。U-APSD は 802.11 APSD 節電方法を改善します。

U-APSD は、WMM を有効にすると自動的に有効になります。なお、ソフトウェアバージョン 7.2.42 を含む以降のソフトウェアでは、**undo u-apsd enable** コマンドにて U-APSD を無効にできます。

V. ACK ポリシー

WMM では、次の ACK ポリシーが定義されています。

- Normal ACKー受信者は、受信した各ユニキャストパケットの確認応答を行います。
- No ACKー受信者は、無線パケット通信中に受信パケットの確認応答を行いません。このポリシーは、通信品質が高く干渉が弱い環境での伝送効率を向上させます。通信品質が悪化した場合、パケットロス率が増加する可能性があります。802.11n クライアントから送信された A-MPDU パケットの場合、No ACK ポリシーは有効になりません。

8.1.2 SVP

SVP（SpectraLink Voice Priority）は、SpectraLink によって開発され、音声トラフィックに QoS サービスを提供します。

8.1.3 帯域保証

この機能は、以下の機能を提供します。

- ネットワークが輻輳していないときは、すべての BSS からのトラフィックが自由に通過できるようにします。
- ネットワークが輻輳しているときは、各 BSS が保証された帯域幅を確保できるようにします。

この機能により、帯域幅の効率化や、WLAN サービス間で帯域幅を公正に使用することができます。たとえば、SSID1、SSID2、SSID3 には、合計帯域幅の 25%、25%、50%を割り当てます。ネットワークが輻輳していない場合、SSID1 は保証された帯域幅に加えて、未使用な帯域幅も使用することができます。ネットワークが輻輳している場合、SSID1 は帯域幅の 25%が保証されます。

この機能は、AP からクライアントへのトラフィックにのみ適用されます。

8.1.4 クライアント帯域制限

この機能は、1 つのクライアントによる帯域幅の積極的な使用を防ぎ、同じ AP に関連づけられているクライアント間で帯域幅を公正に使用することを可能にします。

クライアント帯域制限には、次のいずれかのモードを設定することができます。

- **Dynamic mode**－すべてのクライアントで共有する総帯域幅を設定します。各クライアントの帯域制限は、総帯域幅をオンラインクライアントの数で割ったものとなります。たとえば、総帯域幅が 10Mbps で、5 つのクライアントがオンラインの場合、各クライアントのレート制限は 2Mbps です。
- **Static mode**－各クライアントで使用できる帯域幅を設定します。設定した帯域幅にクライアントの数を掛けた値が AP によって提供することのできる帯域幅を超えた場合、クライアントは設定された帯域幅を使用することができない可能性があります。

8.1.5 プロトコルと標準

- 802.11e-2005, *Amendment 8: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements, IEEE Computer Society, 2005*
- Wi-Fi, *WMM Specification version 1.1, Wi-Fi Alliance, 2005*

8.2 WMMの設定

8.2.1 WMM の有効化

802.11n プロトコルでは、すべての 802.11n クライアントが WLAN QoS をサポートしている必要があります。802.11n クライアントが関連する AP と通信するには、無線が 802.11an または 802.11gn モードで動作しているときに WMM を有効にします。

I. AP view での WMM の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． WMM を有効にする	**wmm enable**	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での WMM の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． WMM を有効にする	**wmm enable**	デフォルト：有効

8.2.2 EDCA パラメータの自動調整

この機能は、オンラインクライアントの数に基づいて AC-BE および AC-BK キューの EDCA パラメータをシステムが自動的に調整できるようにします。EDCA パラメータを手動設定して使用している場合、この機能は動作しません。

I. AP view での EDCA パラメータ自動調整の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． EDCA パラメータの自動調整を有効にする	**edca auto { enable | disable }**	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での EDCA パラメータ自動調整の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． EDCA パラメータの自動調整を有効にする	**edca auto { enable | disable }**	デフォルト：有効

8.2.3 EDCA パラメータの設定

I. AP view での EDCA パラメータ設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． EDCA パラメータを設定する	**edca radio** { **ac-be** | **ac-bk** | **ac-vi** | **ac-vo** } { **ack-policy** { **noack** | **normalack** } | **aifsn** *aifsn-value* | **ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* | **txoplimit** *txoplimit-value* } *	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での EDCA パラメータ設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． EDCA パラメータを設定する	**edca radio** { **ac-be** | **ac-bk** | **ac-vi** | **ac-vo** } { **ack-policy** { **noack** | **normalack** } | **aifsn** *aifsn-value* | **ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* | **txoplimit** *txoplimit-value* } *	デフォルト：EDCAパラメータのデフォルトを表 8-1に示します。

表 8-1 EDCA パラメータのデフォルト値

AC	AIFSN	ECWmin	ECWmax	TXOP Limit
AC-BK	7	4	10	0
AC-BE	3	4	6	0
AC-VI	1	3	4	94
AC-VO	1	2	3	47

8.2.4 クライアントの EDCA パラメータ設定（AC-BE または AC-BK）

I. AP view でのクライアントの EDCA パラメータ設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． クライアントの AC-BE キューまたは AC-BK キューの EDCAパラメータを設定する	**edca client** { **ac-be** | **ac-bk** } { **aifsn** *aifsn-value* | **ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* | **txoplimit** *txoplimit-value* } *	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view でのクライアントの EDCA パラメータ設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． クライアントの AC-BE キューまたは AC-BK キューの EDCAパラメータを設定する	**edca client** { **ac-be** | **ac-bk** } { **aifsn** *aifsn-value* | **ecw ecwmin ecwmin-value ecwmax** *ecwmax-value* | **txoplimit** *txoplimit-value* } *	デフォルト：EDCAパラメータのデフォルトを表 8-2に示します。

表 8-2 クライアントの AC-BE キューまたは AC-BK キューの EDCA パラメータのデフォルト値

AC	AIFSN	ECWmin	ECWmax	TXOP Limit
AC-BK	7	4	10	0
AC-BE	3	4	10	0

8.2.5 クライアントの EDCA パラメータ設定（AC-VI または AC-VO）

I. AP view でのクライアントの EDCA パラメータ設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． クライアントの AC-VI キューまたは AC-VO キューの EDCA パラメータを設定する	**edca client** { **ac-vi** | **ac-vo** } { **aifsn** *aifsn-value* | **cac** { **disable** | **enable** } | **ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* | **txoplimit** *txoplimit-value* } *	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。
5． （オプション設定項目）CAC ポリシーを設定する	**cac policy** { **channelutilization** [*channelutilization-value*] | **client** [*client-number*] }	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view でのクライアントの EDCA パラメータ設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． クライアントの AC-VI キューまたは AC-VO キューの EDCA パラメータを設定	**edca client** { **ac-vi** | **ac-vo** } { **aifsn** *aifsn-value* | **cac** { **disable** | **enable** } | **ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* | **txoplimit** *txoplimit-value* } *	デフォルト：EDCAパラメータのデフォルトを表 8-3に示します。
6． （オプション設定項目）CAC ポリシーを設定する	**cac policy** { **channelutilization** [*channelutilization-value*] | **client** [*client-number*] }	デフォルト：クライアントベースのアドミッションポリシーが使用され、許可されるクライアントの最大数は20です。

表 8-3 クライアントの AC-BI キューまたは AC-VO キューの EDCA パラメータのデフォルト値

AC	AIFSN	ECWmin	ECWmax	TXOP Limit
AC-VI	2	3	4	94
AC-VO	2	2	3	47

8.2.6 MU EDCA パラメータの設定

メモ：

- この機能はソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- MU EDCA パラメータは、QX-W1100 シリーズと QX-W1200 シリーズでのみサポートしています。

802.11ax 無線と非 802.11 ax 無線の両方が存在する場合に、クライアントは 802.11ax パケットに対して異なる EDCA パラメータセットを使用して、非 802.11 ax パケットの公平な伝送を保証できます。

MU EDCA パラメータを設定すると、関連付けられた AP が 802.11 ax クライアントをトリガーしてデータを送信するときに、クライアントは MU EDCA パラメータの使用を選択できます。EDCA パラメータと比較して、MU EDCA パラメータは、より大きな aifsn、ecwmin、および ecwmax 値が指定され、待機時間と平均バックオフ時間を増やして 802.11 ax パケットの優先度を下げます。

システムは MU EDCA パラメータを使用するためのタイマーを設定します。タイマーの期限が切れる前に AP がクライアントにデータを送信するようにトリガーすると、タイマーはリセットされます。タイマーの期限が切れると、MU EDCA パラメータの代わりに、EDCA パラメータが 802.11 ax パケットに再び使用されます。

I. AP view での MU EDCA パラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. MU EDCA パラメータを設定する	**mu-edca client { ac-be | ac-bk | ac-vi | ac-vo } { aifsn** *aifsn-value* **| ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* **| muedcatimer** *muedcatimer-value* **} ***	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での MU EDCA パラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. MU EDCA パラメータを設定	**mu-edca client { ac-be | ac-bk | ac-vi | ac-vo } { aifsn** *aifsn-value* **| ecw ecwmin** *ecwmin-value* **ecwmax** *ecwmax-value* **| muedcatimer** *muedcatimer-value* **} ***	デフォルト：MU EDCAパラメータは指定されていません

8.2.7 トラストモードとポートプライオリティの設定

以下のトラストモードをサポートしています。

- **Packet trust mode**－プライオリティマッピングには、転送を行うパケットの802.11e プライオリティを使用します。
- **Port trust mode**－プライオリティマッピングには、設定されたポートプライオリティを使用します。

パケットトラストモードとポートトラストモードは、アップリンクパケットに適用することが可能です。

パケットトラストモードが有効な場合、ポートプライオリティは有効になりません。

I. トラストモードとポートプライオリティの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． パケットトラストモードを有効にする	**qos trust** { **dot11e** | **dscp** }	デフォルト : ポートプライオリティを信頼する
4． ポートプライオリティを設定する	**qos priority** *priority-value*	デフォルト： 0

8.3 SVPマッピングの設定

SVP マッピングは、WMM が設定されていないクライアントでのみ有効です。

この機能は、IP ヘッダーのプロトコル ID として 119 を持つパケットを AC-VI または AC-VO キューに割り当て、SVP パケットに指定された優先度を提供します。SVP は、SVP パケットのランダムバックオフを必要としません。そのため、AC-VI または AC-VO キューに SVP パケットのみがある場合、ECWmin と ECWmax の両方を 0 に設定できます。

SVP マッピングが無効の場合、SVP パケットは AC-BE キューに割り当てられます。

I. AP view での SVP マッピングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． SVP マッピングを設定する	**svp map-ac** { **ac-vi** | **ac-vo** | **disable** }	デフォルト： APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での SVP マッピングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． SVP マッピングを設定する	**svp map-ac** { **ac-vi** | **ac-vo** | **disable** }	デフォルト：無効

8.4 帯域保証の設定

8.4.1 AP view での帯域保証の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． 指定した無線タイプの最大帯域幅を設定する	**wlan max-bandwidth** { **dot11a** | **dot11abe** | **dot11ac** | **dot11ax** | **dot11an** | **dot11b** | **dot11be** | **dot11eax** | **dot11g** | **dot11gac** | **dot11gax** | **dot11gbe** | **dot11gn** } *bandwidth*	デフォルト: 以下の設定が適用されています。 ● dot11a、dot11g：30000Kbps ● dot11an、dot11gn、dot11gac、dot11gax：250000Kbps ● dot11gbe：300000 Kbps ● dot11ac、dot11ax：500000Kbps ● dot11eax：700000 Kbps ● dot11abe：800000 Kbps ● dot11be：1500000 Kbps ● dot11b：7000Kbps 🕮メモ：dot11abe、dot11be、dot11eax、dot11gbeパラメータはソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
3． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
5. 帯域保証を設定する	**bandwidth-guarantee** { **disable** | **enable** }	デフォルト：以下の設定が適用されています。 ● AP group viewのサービステンプレートの設定が使用されている場合、APはAP group viewの設定を使用します。 ● サービステンプレートが手動で無線に関連づけられている場合、帯域幅の保証は無効になります。
6. 指定したサービステンプレートの帯域保証幅の割合を設定する	**bandwidth-guarantee service-template** *service-template-name* **percent** *percent*	デフォルト：以下の設定が適用されています。 ● AP group viewのサービステンプレート設定が使用されている場合、APはAP group viewの設定を使用します。 ● サービステンプレートが手動で無線に関連づけられている場合、帯域保証幅の割合はサービステンプレートに設定されません。

8.4.2 AP group view での帯域保証の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. 指定した無線タイプの最大帯域幅を設定する	**wlan max-bandwidth** { **dot11a** | **dot11abe** | **dot11ac** | **dot11ax** | **dot11an** | **dot11b** | **dot11be** | **dot11eax** | **dot11g** | **dot11gac** | **dot11gax** | **dot11gbe** | **dot11gn** } *bandwidth*	デフォルト：以下の設定が適用されています。 ● dot11a、dot11g：30000Kbps ● dot11an、dot11gn、dot11gac、dot11gax：250000Kbps ● dot11gbe：300000 Kbps ● dot11ac、dot11ax：500000Kbps ● dot11eax：700000 Kbps ● dot11abe：800000 Kbps ● dot11be：1500000 Kbps ● dot11b：7000Kbps 🕮メモ：dot11abe、dot11be、dot11eax、dot11gbeパラメータはソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
3. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—

操作	コマンド	補足
4． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
5． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
6． 帯域保証を設定する	**bandwidth-guarantee** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効
7． 指定したサービステンプレートの帯域保証幅の割合を設定する	**bandwidth-guarantee service-template** *service-template-name* **percent** *percent*	デフォルト：設定なし

8.5 クライアント帯域制限

サービステンプレートベース、無線ベース、クライアントタイプベースの方式でクライアント帯域制限を設定できます。帯域制限モードでは、クライアント帯域制限の動的モードまたは静的モードを構成できます。

複数の方式とモードが設定されている場合、すべての設定が有効になります。 クライアント帯域は、すべてのクライアント帯域制限設定の中で最小値に制限されます。

8.5.1 サービステンプレートベースの帯域制限設定

本設定は、同じサービステンプレートに関連づけられているすべてのクライアントに影響を与えます。

サービステンプレートベースのクライアント帯域制限を設定するには、次の手順を実行します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service-template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． サービステンプレートベースのクライアント帯域制限を有効化する	**client-rate-limit enable**	デフォルト：無効 🕮 メモ：このコマンドはソフトウェアバージョン7.1.13を含む以前のソフトウェアでのみ設定が必要です。
4． サービステンプレートベースのクライアント帯域制限値を設定する	**client-rate-limit** { **inbound** | **outbound** } **mode** { **dynamic** | **static** } **cir** *cir*	デフォルト：設定なし

8.5.2 無線ベースの帯域制限設定

本設定は、同じ無線に関連づけられたすべてのクライアントに影響を与えます。

I. AP view での無線ベースのクライアント帯域制限設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線ベースのクライアントレート制限を有効または無効にする	**client-rate-limit** { **disable** | **enable** }	デフォルト： APはAP group viewの設定を使用します。 🕮 メモ：このコマンドはソフトウェアバージョン7.1.13を含む以前のソフトウェアでのみ設定が必要です。
5. 無線ベースのクライアント帯域制限値を設定する	**client-rate-limit** { **inbound** | **outbound** } **mode** { **dynamic** | **static** } **cir** *cir*	デフォルト： APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP view での無線ベースのクライアント帯域制限設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 無線ベースのクライアントレート制限を有効または無効にする	**client-rate-limit** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効 🕮 メモ：このコマンドはソフトウェアバージョン7.1.13を含む以前のソフトウェアでのみ設定が必要です。
6. 無線ベースのクライアント帯域制限値を設定する	**client-rate-limit** { **inbound** | **outbound** } **mode** { **dynamic** | **static** } **cir** *cir*	デフォルト：設定なし

8.5.3 クライアントタイプベースの帯域制限設定

本設定は、指定されたプロトコルのすべてのクライアントに影響を与えます。

クライアントタイプベースのクライアント帯域制限を設定するには、次の手順を実行します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. クライアントタイプベースのクライアント帯域制限値を設定する	**wlan client-rate-limit** { **dot11a** | **dot11ac** | **dot11abe** | **dot11ax** | **dot11an** | **dot11b** | **dot11be** | **dot11eax** | **dot11g** | **dot11gac** | **dot11gax** | **dot11gbe** | **dot11gn** } { **inbound** | **outbound** } **cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし 🕮メモ：dot11abe、dot11be、dot11eax、dot11gbeパラメータはソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

8.6 U-APSDの設定

🕮 **メモ：**

u-apsd enable コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.42 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. 制限とガイドライン

U-APSD は、WMM を有効にすると自動的に有効になります。

クライアントが U-APSD をサポートしている場合、この機能を有効にして節電機能を向上させることを推奨します。

この機能を設定するにはサービステンプレートが無効になっていることを確認してください。

II. U-APSD の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． service-template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3． U-APSD を有効にする	**u-apsd enable**	デフォルト：有効 U-APSDを無効にする場合、**undo u-apsd enable**コマンドを実行します。

8.7 Air Time Fairnessの設定

🕮 **メモ：**

atf コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.47 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
Air Time Fairness は QX-W1100 シリーズと QX-W1200 シリーズでのみサポートしています。

Air Time Fairness は、すべてのクライアントが AP のカバレッジエリア内の通信時間に均等にアクセスできるようにします。この機能を使用すると、高速クライアントがワイヤレスリソースを使用する機会が増えます。これにより、ネットワーク全体の転送効率が向上します。

この機能を有効にすると、低速クライアントの転送効率が低下する可能性があります。

この機能を設定する場合は、アクセスクライアントの数と高速クライアントの転送効率を考慮してください。

この機能でネットワークの転送効率が向上するのは、AP からクライアント方向の通信のみです。

I. AP view での Air Time Fairness 設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. Air Time Fairness を設定する	**atf** { **disable** | **enable** }	デフォルト： APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group view での Air Time Fairness 設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. Air Time Fairness を設定する	**atf** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

8.8 WMMの表示および維持

すべての view で **display** コマンドを実行することができ、user view で **reset** コマンドを実行することができます。

操作	コマンド
無線のWMM統計情報を表示する	**display wlan wmm radio** { **all** | **ap** *ap-name* }
クライアントのWMM統計情報を表示する	**display wlan wmm client** { **all** | **ap** *ap-name* | **mac-address** *mac-address* }
無線のWMM統計情報をリセットする	**reset wlan wmm radio** { **all** | **ap** *ap-name* }
クライアントのWMM統計情報をリセットする	**reset wlan wmm client** { **all** | **ap** *ap-name* | **mac-address** *mac-address* }

8.9 WLAN QoSの設定例

8.9.1 基本的な WMM の設定例

I. ネットワーク要件

図 8-2に示すように、AC 上で WMM を有効にし、AP とクライアントがトラフィックに優先度を付けるようにします。

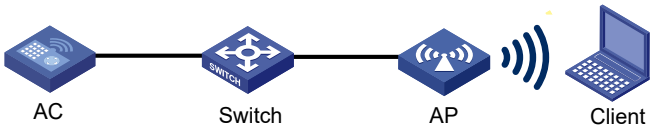


図 8-2 ネットワーク図

II. 設定手順

market という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を market に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template market
[AC-wlan-st-market] ssid market
[AC-wlan-st-market] service-template enable
[AC-wlan-st-market] quit
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

WMM を有効にし、サービステンプレート market を無線 1 に紐づけ、無線 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] wmm enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template market
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

III. 設定の確認

無線の WMM 統計情報を表示します。

```
[AC] display wlan wmm radio all
 AP ID : 1   AP Name : ap1

 Radio : 1
 Client EDCA updates : 0
 QoS mode     : WMM
 WMM status : Enabled
 Radio max AIFSN          : 15            Radio max ECWmin : 10
 Radio max TXOPLimit      : 32767         Radio max ECWmax : 10
 CAC information
 Clients accepted                       : 0
  Voice                                 : 0
  Video                                 : 0
 Total request mediumtime(μs)           : 0
  Voice(μs)                             : 0
  Video(μs)                             : 0
Calls rejected due to insufficient resources    : 0
Calls rejected due to invalid parameters        : 0
Calls rejected due to invalid mediumtime        : 0
Calls rejected due to invalid delaybound        : 0
```

8.9.2 CAC の設定例

I. ネットワーク要件

図 8-3に示すように、最大 10 のクライアントが AC-VO および AC-VI キューを使用できるように CAC を設定します。

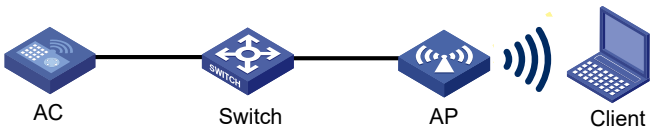


図 8-3 ネットワーク図

II. 設定手順

market という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を market に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template market
[AC-wlan-st-market] ssid market
[AC-wlan-st-market] service-template enable
[AC-wlan-st-market] quit
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

#サービステンプレート market を無線 1 に結び付けます。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template market
```

AC-VO および AC-VI キューに対して WMM を有効にし、クライアント数を 10 に制限する CAC ポリシーを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] wmm enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] edca client ac-vo cac enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] edca client ac-vi cac enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] cac policy client 10
```

無線 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

III. 設定の確認

#クライアントが優先度の高い AC キュー（AC-VO または AC-VI）の使用を要求したと仮定します。次の情報を確認します。

- 優先度の高い AC キューを使用するクライアントの数が、優先度の高い AC クライアントの最大数（この例では 10）よりも小さい場合、その要求は受け入れられます。
- 優先度の高い AC キューを使用するクライアントの数が、優先度の高い AC クライアントの最大数（この例では 10）に等しい場合、要求は拒否されます。AP は、クライアントからのパケットの優先度を下げます。

8.9.3 SVP マッピング設定例

I. ネットワーク要件

図 8-4に示すように、SVP パケットを AC-VO キューに割り当てるに、AC 上の SVP マッピングを設定します。 AP の AC-VO キューの ECWmin と ECWmax を 0 に設定します。

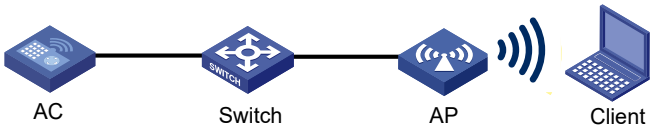


図 8-4 ネットワーク図

II. 設定手順

market という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を market に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template market
[AC-wlan-st-market] ssid market
[AC-wlan-st-market] service-template enable
[AC-wlan-st-market] quit
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model WQX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

WMM を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] wmm enable
```

SVP パケットを AC-VO キューに割り当て、クライアントの AC-VO キューの EDCA パラメータを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] svp map-ac ac-vo
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] edca client ac-vo ecw ecwmin 0 ecwmax 0
```

無線 1 にサービステンプレート market を紐づけ、無線を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template market
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

III. 設定の確認

#非 WMM クライアントがオンラインになり、SVP パケットを AC に送信する場合、AC が SVP パケットを AC-VO キューに割り当てることを確認します。

8.9.4 トラフィック差別化の設定例

I. ネットワーク要件

図 8-5に示すように、クライアントから AC-VO キューに 802.11 パケットを追加するために、AC 上でプライオリティマッピングを設定します。

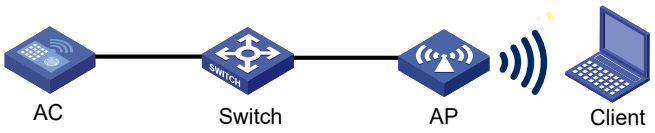


図 8-5 ネットワーク図

II. 設定手順

market という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を market に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template market
[AC-wlan-st-market] ssid market
```

#プライオリティマッピングを設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-market] qos priority 7
[AC-wlan-st-market] service-template enable
[AC-wlan-st-market] quit
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

#WMM を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] wmm enable
```

#無線 1 にサービステンプレート market を紐づけ、無線 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template market
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

III. 設定の確認

#クライアントからのパケットが AC-VO キューに追加されていることを確認します。

```
[AC] display wlan statistics client
MAC address                    : 0015-005e-97cc
 AP name                        : ap1
 Radio ID                       : 1
 SSID                           : market
 BSSID                          : 5866-ba74-e570
 RSSI                           : 27 dB
 Sent frames:
```

```
    Back ground                 : 0/0 (frames/bytes)
    Best effort                 : 0/0 (frames/bytes)
    Video                       : 0/0 (frames/bytes)
    Voice                       : 14/1092 (frames/bytes)
  Received frames:
    Back ground                 : 0/0 (frames/bytes)
    Best effort                 : 66/8177 (frames/bytes)
    Video                       : 0/0 (frames/bytes)
    Voice                       : 0/0 (frames/bytes)
  Discarded frames:
    Back ground                 : 0/0 (frames/bytes)
    Best effort                 : 0/0 (frames/bytes)
    Video                       : 0/0 (frames/bytes)
    Voice                       : 0/0 (frames/bytes)
```

8.9.5 帯域保証の設定例

I. ネットワーク要件

図 8-6に示すように、クライアント 1、2、3 は、それぞれ SSID research、office、entertain を通じてネットワークにアクセスします。

ネットワークが正常に動作するためには、SSID office に帯域幅の 20%、research に 80% を保証し、entertain の帯域幅は保証を行わないようにする必要があります。

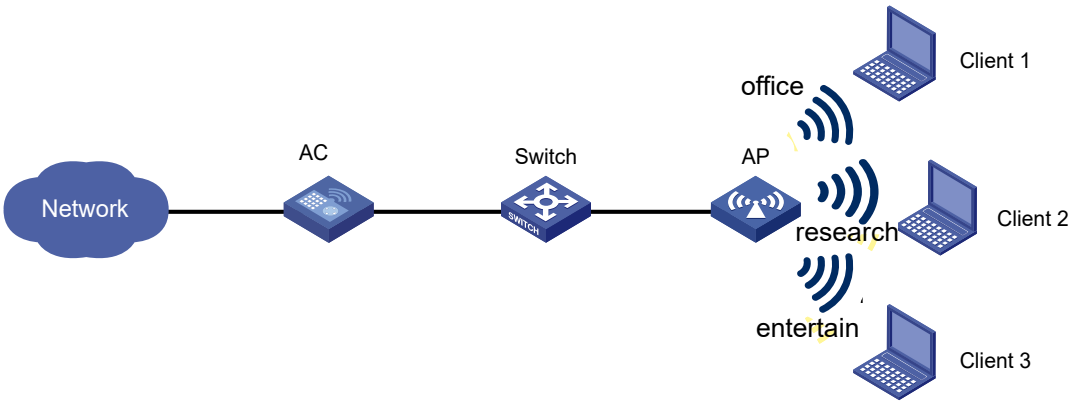


図 8-6 ネットワーク図

II. 設定手順

office という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を office に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template office
[AC-wlan-st-office] ssid office
[AC-wlan-st-office] service-template enable
```

```
[AC-wlan-st-office] quit
```

research という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を research に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
[AC] wlan service-template research
[AC-wlan-st-research] ssid research
[AC-wlan-st-research] service-template enable
[AC-wlan-st-research] quit
```

entertain という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を entertain に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
[AC] wlan service-template entertain
[AC-wlan-st-entertain] ssid entertain
[AC-wlan-st-entertain] service-template enable
[AC-wlan-st-entertain] quit
```

802.11ac 無線の場合、最大帯域幅を 10000 Kbps に設定します。

```
[AC] wlan max-bandwidth dot11ac 10000
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

無線 1 の場合は無線の種類を dot11ac に設定し、サービステンプレートの office、research、entertain を無線 1 に紐づけ、無線 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] type dot11ac
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template office
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template research
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template entertain
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

帯域保証を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] bandwidth-guarantee enable
```

帯域保証する割合をサービステンプレート office は 20%、research は 80%に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] bandwidth-guarantee service-template office percent 20
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] bandwidth-guarantee service-template research percent 80
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

III. 設定の確認

#総トラフィックレートが 10000 Kbps 未満の場合、AP から任意のクライアントへのトラフィックのレートが制限されていないことを確認します。

#次の項目を確認するために、AP からクライアント 1 へ 2000Kbps 以上、クライアント 2 に 8000 Kbps 以上の速度でトラフィックを送信します。

- AP は 2000 Kbps でクライアント 1 にトラフィックを送信します。
- AP は 8000 Kbps でクライアント 2 にトラフィックを送信します。
- AP からクライアント 3 へのトラフィックの送信は制限されています。

8.9.6 クライアント帯域制限の設定例

I. ネットワーク要件

図 8-7に示すように、AC は AP と同じネットワークに存在します。AC 上で次の作業を実行します。

- static mode のクライアント帯域制限を設定して、着信クライアントトラフィックの帯域を制限します。
- dynamic mode のクライアント帯域制限を設定して、発信クライアントトラフィックの帯域を制限します。

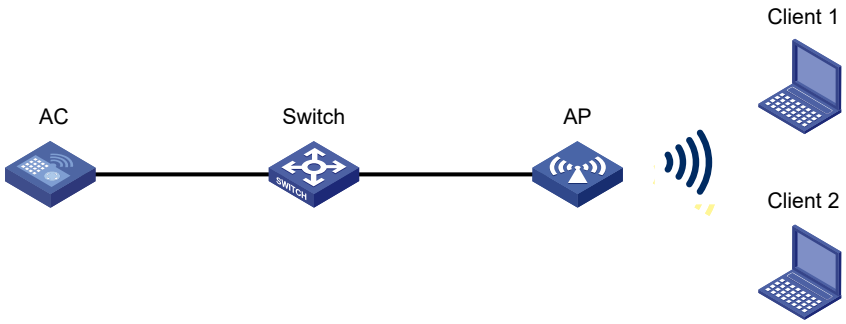


図 8-7 ネットワーク図

II. 設定手順

service という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を service に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] ssid service
```

サービステンプレート service のクライアント帯域制限を有効にします。

📖 メモ : この手順はソフトウェアバージョン 7.1.13 を含む以前のソフトウェアでのみ必要です。

```
[AC-wlan-st-service] client-rate-limit enable
```

#次のようにクライアント帯域制限を構成します。

- static mode で、受信トラフィックの帯域を 8000 Kbps に制限します。
- dynamic mode で、送信トラフィックの帯域を 8000Kbps に制限します。

```
[AC-wlan-st-service] client-rate-limit inbound mode static cir 8000
[AC-wlan-st-service] client-rate-limit outbound mode dynamic cir 8000
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

無線 1 にサービステンプレート service を紐づけ、無線 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

8.9.7 Air Time Fairness の設定例

I. ネットワーク要件

図 8-8に示すように、AC は AP と同じネットワークに存在します。AC 上で次の作業を実行します。

- Client 1 は 802.11n に対応した低速クライアントです。
- Client 2 は 802.11ax に対応した高速クライアントです。Air Time Fairness を有効にして、Client 1 による通信速度の低下の影響を抑えます

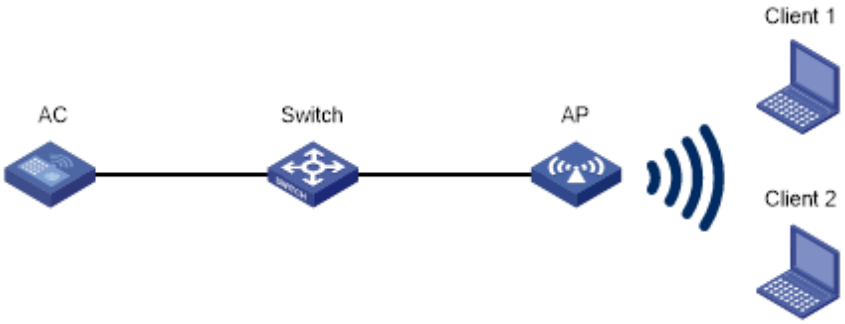


図 8-8 ネットワーク図

II. 設定手順

service という名前のサービステンプレートを作成し、SSID を service に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] ssid service
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

ap1 という名前の手動 AP を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1130
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

無線 1 にサービステンプレート service を紐づけ、無線 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

無線 1 で Air Time Fairness を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] atf enable
```

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

9章 WLANローミングの設定 9-1
9.1 概要 9-1
9.2 特殊な用語 9-1
9.3 WLANローミングメカニズム 9-1
9.3.1 AC内ローミング 9-1
9.3.2 AC間ローミング 9-2
9.3.3 AC間ローミングの設定 9-3
9.4 設定の制限とガイドライン 9-4
9.5 WLANローミング用SNMP通知機能の有効化 9-4
9.6 802.11rの設定 9-5
9.6.1 802.11r 動作メカニズム 9-5
9.6.2 プロトコルと標準 9-7
9.6.3 802.11rの設定 9-7
9.6.4 モビリティドメインIDの設定 9-8
9.7 802.11vの設定 9-9
9.7.1 BTM (BSS移行管理) 9-9
9.7.2 BTMの設定 9-10
9.7.3 BTMアソシエーション解除の設定 9-10
9.7.4 クライアントanti-stickyの設定 9-11
9.8 802.11kの設定 9-12
9.9 WLANローミング設定例 9-13
9.9.1 AC内レイヤ2ローミング 9-13
9.9.2 AC内レイヤ3ローミング 9-15
9.9.3 AC間レイヤ2ローミング 9-18
9.9.4 AC間レイヤ3ローミング 9-22
9.10 802.11r設定例 9-28
9.10.1 Over-the-DS FTとPSK認証設定例 9-28
9.10.2 Over-the-air FTとPSK認証設定例 9-32
9.10.3 Over-the-DS FTと802.1X認証設定 9-34
9.10.4 Over-the-air FTと802.1X認証設定例 9-38
9.11 802.11v設定例 9-42
9.11.1 BTMとPSK認証設定例 9-42
9.11.2 BTMと802.1X認証設定 9-45

9章 WLAN ローミングの設定

9.1 概要

WLAN ローミングは、クライアントが、同一 ESS の AP ローミングプロセスの間で、IP アドレスと許可情報を保持してシームレスに移動することを可能にします。

QX シリーズの AC は、RSN + 802.1X を使用した再認証不要な AP 間の移動により、高速なローミングを提供します。

9.2 特殊な用語

- IACTP（Inter Access Controller Tunneling Protocol）

IACTP は、AC 間の安全な通信のための、一般的なパケットカプセル化と通信メカニズムで、QX 独自のプロトコルです。ローミング・サービスを提供している AC 間では、IACTP トンネル上で制御メッセージとクライアント情報を交換しています。

- Home AC

Home AC は、クライアントが最初に接続する AP を管理する AC です。

- Foreign AC

Foreign AC は、クライアントが相互 AC ローミングの後に接続する AC です。

- モビリティグループ

モビリティグループはクライアントがローミングできる複数の AP を管理する AC を含むグループです。

IACTP を使用するためには、モビリティグループを設定する必要があります。

9.3 WLANローミングメカニズム

クライアントは AC が管理する同じモビリティグループの AP 間で移動することができます。

9.3.1 AC 内ローミング

AC 内ローミングは、同じ AC によって管理される AP の間でクライアントが移動することを可能にします。

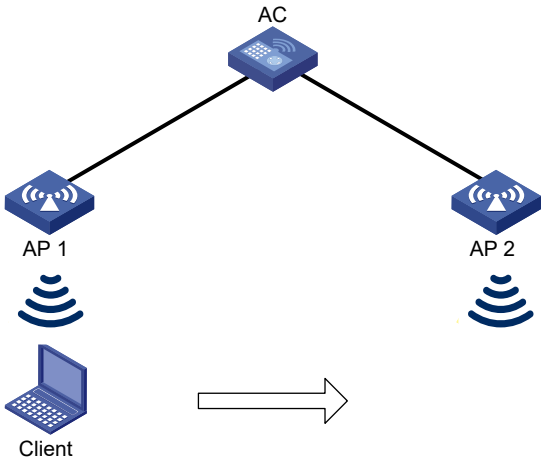


図 9-1 AC 内ローミング

図 9-1に示すように、AC 内ローミングは以下の処理を行います。

1) クライアントは AP 1 からオンラインになり、AC はクライアントのローミングエントリを作成します。
2) クライアントは AP 2 に移動します。AC はクライアントのローミングエントリを調査し、高速ローミング可能か決定します。クライアントが RSN + 802.1X クライアントなら、高速ローミングを使用し、再認証なしで AP 2 に移動します。RSN + 802.1X クライアントでない場合、クライアントは、AP 2 に接続するために再認証する必要があります。

🕮 **メモ：**

ローミング先が異なる VLAN である(レイヤ 3 ローミング)場合、ローミングによってアプリケーションのセッションが切断されることを軽減するために、クライアントはローミング後もローミング前の VLAN を引き継ぎます。

9.3.2 AC 間ローミング

AC 間ローミングは、同じモビリティグループに所属する AC によって管理される AP の間でクライアントが移動することを可能にします。

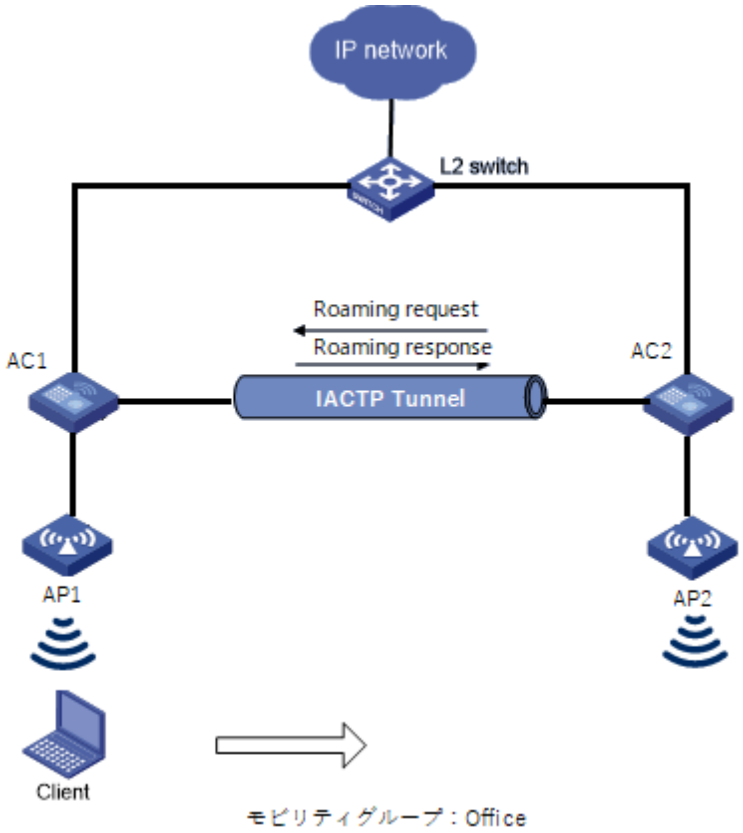


図 9-2 AC 間ローミング

図 9-2に示すように、AC 間ローミングは以下の処理を行います。

1) AC1 と AC2 はモビリティグループ office に所属しています。クライアントは AP 1 でオンラインになり、AC1 はクライアントのローミングエントリを作成します。
2) クライアントは AP 2 に移動します。AC2 はクライアントのローミングエントリを調査し、高速ローミング可能か決定します。クライアントが RSN + 802.1X クライアントなら、高速ローミングを使用し、再認証なしで AP2 に移動します。RSN + 802.1X クライアントでない場合、クライアントは、AP2 に接続するために再認証する必要があります。

9.3.3 AC 間ローミングの設定

🕮 **メモ：**

- モビリティグループの設定はソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- AC 間でローミングする場合は、モビリティグループを設定してください。モビリティグループの設定をしていない場合の、AC 間ローミング動作は未サポートです。
- 異なる機種、異なるソフトウェアバージョンの組み合わせでのモビリティグループ動作は未サポートです。

AC 間でクライアントのローミングエントリをやり取りするために、AC にモビリティグループの設定をしてください。以下にモビリティグループを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. モビリティグループを作成し、その view に移行する	**wlan mobility group** *group-name*	デフォルト：設定なし
3. 送信元 IPv4 アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
4. メンバ AP の IPv4 アドレスを指定する	**member ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5. モビリティグループを有効にする	**group enable**	デフォルト：無効

9.4 設定の制限とガイドライン

WLAN ローミングを設定する際に、以下の制限とガイドラインに従ってください

- AP が認証するサービステンプレートではローミングをサポートしていません。ローカルな転送の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN アクセスの設定"* を参照してください。
- AP をクライアント認証として設定するサービステンプレートは、本章ではサポートしていません。クライアント認証の詳細については、*オペレーションマニュアル*のセクション 2 *WLAN "WLAN 認証の概要"*、*"WLAN 認証の設定"* を参照してください。

9.5 WLANローミング用SNMP通知機能の有効化

重大な WLAN ローミングイベントを NMS に通知するために、SNMP 通知機能の有効にしてください。WLAN ローミングイベントを正しく通知するために、ネットワーク管理と監視コンフィグレーションガイドに従って SNMP を設定してください。

以下に WLAN ローミング用 SNMP 通知機能を有効にする手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WLAN ローミング用 SNMP 通知機能を有効にする	**snmp-agent trap enable wlan mobility**	デフォルト：無効

9.6 802.11rの設定

🕮 **メモ：**

- W1200 シリーズの AP は、ソフトウェアバージョン 7.2.93a を含む以降のソフトウェアから WPA3 パーソナル、WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモードでの 802.11r の利用をサポートしています。ソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以前のソフトウェアでは、WPA3 パーソナル、WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモードでは 802.11r は使用できません。
- W1000 シリーズと W1100 シリーズの AP は、WPA3 パーソナル、WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティなしモードでは 802.11r は使用できません。
- WPA3 エンタープライズ 192bit セキュリティモード、エンハンスドオープンシステム認証では 802.11r は使用できません。
- 802.11r の設定はソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

802.11r FT（fast BSS transition）により、クライアントが同一 ESS 内の別の BSS にローミングする際、遅延が短縮されます。802.11r FT では、クライアントはローミング先の AP とメッセージを交換する必要があります。FT は以下のメッセージ交換方法を提供します。

- **Over-the-air**－クライアントは事前ローミング認証のために、ローミング先の AP と直接通信します。
- **Over-the-DS**－クライアントは事前ローミング認証のために、現在接続している AP を介してローミング先の AP と通信します。

9.6.1 802.11r 動作メカニズム

I. Over-the-air FT を使用した AC 内ローミング

図 9-1に示すように、クライアントは AP1 に関連付いています。Over-the-air FT を使用した AC 内ローミングは以下の手順で実行されます。

1) クライアントは AP1 に関連付いています。
2) クライアントは AP2 に FT 認証要求を送信します。
3) AP2 は FT 認証応答をクライアントに送信します。
4) クライアントは AP2 に再関連付け要求を送信します。
5) AP2 はクライアントに再関連付け応答を送信します。
6) クライアントは AP2 にローミングします。

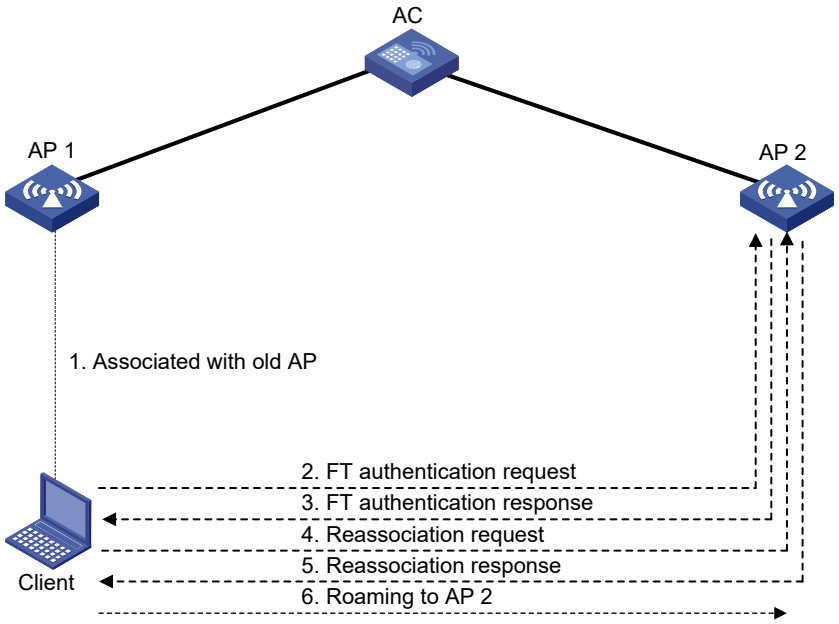


図 9-3 Over-the-air FT を使用した AC 内ローミング

II. Over-the-DS を使用した AC 内ローミング

図 9-4に示すように、クライアントは AP1 に関連付いています。Over-the-DS FT を使用した AC 内ローミングは以下の手順で実行されます。

1) クライアントは AP1 に関連付いています。
2) クライアントがオンラインになったあと、AC はクライアントのためのローミングエントリを作成し、保存します。
3) クライアントは FT 認証要求を AP1 に送信します。
4) AP1 は FT 認証応答をクライアントに送信します。
5) クライアントは再関連付け要求を AP2 に送信します。
6) AP2 は再関連付け応答をクライアントに送信します。
7) クライアントが AP2 にローミングします。

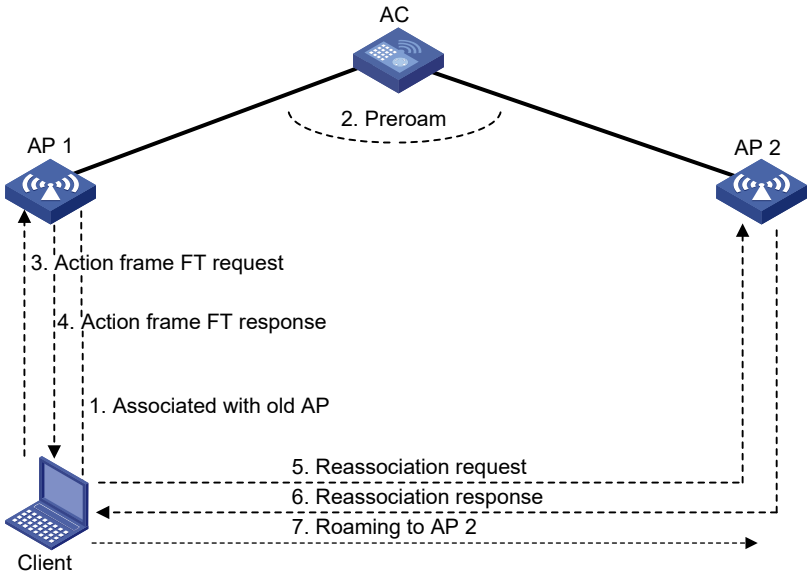


図 9-4 Over-the-DS FT を使用した AC 内ローミング

9.6.2 プロトコルと標準

802.11r IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements

9.6.3 802.11r の設定

802.11r を設定する際、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- FT をサポートしていないクライアントが WLAN にアクセスできるようにするには、SSID 名が同じ 2 つのサービステンプレートを作成し、一方のサービステンプレートで FT を有効にし、もう一方では FT を無効にしてください。
- 定期的な再認証タイマが終了するたびにクライアントがオンラインになることを防ぐために、FT と定期的再認証を同じサービステンプレートに対して有効にしないで

ください。定期的再認証に関する詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN 認証の設定"* を参照してください。

- PTK アップデートは FT を使用して WLAN にアクセスしているクライアントにはサポートされません。PTK アップデートの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN セキュリティ"* を参照してください。

802.11r の設定方法を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3． FT を有効にする	**ft enable**	デフォルト：無効 FTを有効にするサービステンプレートは、security-ie rsn、client association-location acを使用し、WPA3とenhanced-openが無効である必要があります。 🕮 メモ ソフトウェアバージョン7.2.93aを含む以降のソフトウェアから、W1200シリーズのAPではWPA3パーソナル、WPA3エンタープライズ192bitセキュリティなしモードでの802.11r利用をサポートしています。
4． （オプション設定項目）FT の方法を設定する	**ft method** { **over-the-air** | **over-the-ds** }	デフォルト：**over-the-air**
5． （オプション設定項目）再関連付けタイムアウトタイマを設定する	**ft reassociation-timeout** *timeout*	デフォルト：20秒 タイムアウトタイマが終了する前にクライアントが再関連付け要求を送信しない場合、ローミングプロセスは終了されます。

9.6.4 モビリティドメイン ID の設定

🕮 **メモ：**

モビリティドメインIDの設定はソフトウェアバージョン7.2.56を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

クライアントが異なる AP 間を移動するときに、クライアントのアクセス時間を短縮するには、この機能を設定します。

この機能を設定すると、クライアントは、2 つの AP が同じモビリティドメイン ID を持つ場合に限り、802.11r FT(fast BSS transition) を介して異なる AP 間をローミングできます。

クライアントが、FT が有効なっていてもモビリティグループに含まれていない AP 間を移動する場合、クライアントは AP 間の FT ローミングを使用する場合があります。ただ

し、AP は同じモビリティグループに属していないため、ローミングは失敗します。次に、クライアントはアソシエーションを使用して新しい AP に切り替えます。

AP に異なるモビリティドメイン ID を設定することで、クライアントは AP 間の FT ローミングを試行せずに新しい AP に直接関連付けができるようになります。その結果、AP 間の FT ローミング処理が省略されるため、サービス切り替え時間が短縮されます。

サービステンプレートを有効にする前に、この機能を設定します。この機能は、FT が有効の場合にだけ有効です。

モビリティドメイン ID の設定方法を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. モビリティドメイン ID を設定する	**ft mobility-domain-id** *mobility-domain-id*	デフォルト：設定なし

9.7 802.11vの設定

🕮 **メモ：**

802.11v の設定はソフトウェアバージョン 7.2.47 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

802.11v は、省電力、ロードバランシング、および BSS 移行管理(BTM) などの多数の拡張機能を定義した、ワイヤレスネットワーク管理の規格です。これにより、クライアントはネットワーク情報を交換し、常に最適な AP と関連付けることができるため、クライアントのバッテリ持続時間が長くなり、ユーザエクスペリエンスが向上します

9.7.1 BTM (BSS 移行管理)

BTM を使用すると、接続中の AP の信号強度が低い場合や、より信号強度の優れた AP が検出された場合に、クライアントは最適な AP にローミングできます。

図 9-5に示すように、クライアントは AP に関連付いています。この時 BSS 移行管理は、以下のように動作します。

1) AP または 802.11v クライアントが BSS 移行をトリガします。

- Unsolicited request： AP は、クライアントの RSSI が RSSI しきい値よりも低いことを検出すると、クライアントに BTM request を送信します。
- Solicited request： 現在関連付けられている AP の RSSI が低すぎるか、クライアントがより適切な AP を検出した場合、クライアントは関連付けられている AP に BTM query を送信します。BTM query を受信すると、AP は BTM request で応答します。

BTM request には、推奨される BSS に関する情報が含まれます。

2) BTM request を受信すると、クライアントは現在接続している AP から切断して推奨される AP にローミングするかどうかを決定します。

3) クライアントがローミングを実行することを決定すると、BTM response を AP に送信します。クライアントがアソシエーション解除タイマの期限内に現在の BSS から移行できない場合、AP はクライアントに Disassociation request を送信し、クライアントをログオフします。

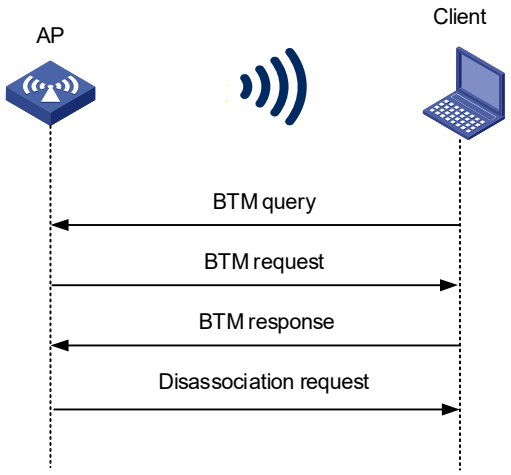


図 9-5 BSS 移行管理

9.7.2 BTM の設定

BTM を設定する際、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- クライアント anti-sticky が無効の場合、AP はクライアントの信号強度がしきい値よりも低いかどうかを調べず、unsolicited BTM をトリガしません。
- この作業を行う前に、サービステンプレートが無効になっていることを確認してください。

BTM の設定方法を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. BTM を有効にする	**bss transition-management enable**	デフォルト：無効

9.7.3 BTM アソシエーション解除の設定

BTM アソシエーション解除が設定されている場合、AP はクライアントから BTM query を受信すると BTM request をクライアントに送信し、BSS 移行のためにクライアントを案内します。

- forced：アソシエーション解除タイマの期限が切れてもクライアントが AP とのアソシエーションを解除していない場合、AP はそのクライアントを強制的にログオフします。
- recommended： アソシエーション解除タイマの期限が切れてもクライアントが AP とのアソシエーションを解除していない場合、AP はクライアントを強制的にログオフしません。

bss transition-management disassociation forced を設定すると、アソシエーション解除タイマの期限が切れてもクライアントが AP とのアソシエーションを解除していない場合に、クライアントが強制的にログオフされます。この機能は慎重に使用してください。

BTM アソシエーション解除の設定方法を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3． BTM アソシエーション解除を設定する	**bss transition-management disassociation** { **forced** | **recommended** } [**timer** *time*]	デフォルト：無効

9.7.4 クライアント anti-sticky の設定

🕮 **メモ：**

ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアから、**rssi**、**interval**、**forced-logoff** を設定するためのコマンド Syntax が変更されています。7.2.82b を含む以前のソフトウェアでこれらのパラメータを設定した状態で 7.2.85a を含む以降のソフトウェアにバージョンアップした場合、対応するコマンドが自動設定されます。

クライアント anti-sticky を設定すると、AP は指定された間隔でクライアントの信号強度を調べることができます。802.11v クライアントの場合、クライアントの信号強度がしきい値より低いと、関連付けられた AP が BSS 移行をトリガして、クライアントをより適切な BSS に導きます。802.11v 以外のクライアントの場合、アクションは実行されません。

I. ap view でのクライアント anti-sticky の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ap view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―

操作	コマンド	補足
4． クライアント anti-sticky を設定する	(ソフトウェアバージョン 7.2.82bを含む以前) **sacp anti-sticky** { **disable** | **enable** [**rssi** *rssi-value*] [**interval** *interval*] [**forced-logoff**] } (ソフトウェアバージョン 7.2.85aを含む以降) ● **sacp anti-sticky** { **disable** | **enable** } ● **sacp anti-sticky rssi** *rssi-value* ● **sacp anti-sticky interval** *interval* ● **sacp anti-sticky forced-logoff** { **enable** | **disable** }	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

II. ap group view でのクライアント anti-sticky の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ap group view に移行する	**wlan ap** *ap-group-name*	―
3． ap model-view に移行する	**ap-model** *ap-model*	―
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
5． クライアント anti-sticky を設定する	(ソフトウェアバージョン 7.2.82bを含む以前) **sacp anti-sticky** { **disable** | **enable** [**rssi** *rssi-value*] [**interval** *interval*] [**forced-logoff**] } (ソフトウェアバージョン 7.2.85aを含む以降) ● **sacp anti-sticky** { **disable** | **enable** } ● **sacp anti-sticky rssi** *rssi-value* ● **sacp anti-sticky interval** *interval* **sacp anti-sticky forced-logoff** { **enable** | **disable** }	デフォルト：有効 RSSIのデフォルトは20 intervalのデフォルトは3 forced-logoffは無効

9.8 802.11kの設定

オペレーションマニュアル セクション 2 *WLAN* *“WLAN 無線リソースの計測の設定”* の *“802.11k 計測”* を参照してください。

9.9 WLANローミング設定例

9.9.1 AC 内レイヤ 2 ローミング

I. ネットワーク要件

図 9-6に示すように、クライアントが、同じ AC によって管理される AP1 から AP2 にローミングする内部 AC を設定します。AP1 と AP2 は同じ VLAN で利用します。

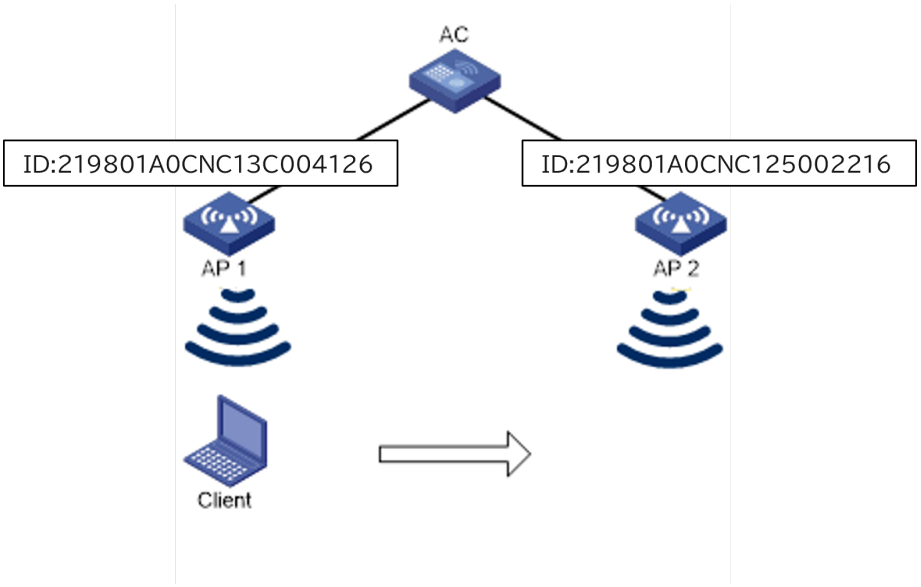


図 9-6 AC 内レイヤ 2 ローミング

II. 設定手順

サービステンプレート service を作成し、SSID を 1 に設定し、サービステンプレートを使用可能にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] ssid 1
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

手動 AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC13C004126
```

AP1 の radio1 に対してサービステンプレートを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

#手動 AP ap2 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 219801A0CNC125002216
```

AP2 の radio1 に対してサービステンプレートを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-1] service-template service
[AC-wlan-ap-ap2-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

III. 設定確認

クライアントを AP1 に参加させます。（詳細は省略します。）

クライアントが AP1 に参加しているが、ローミングステータスは N/A であることを確認します。これは、クライアントがローミングを行っていないことを示します。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

 MAC address                      : 9cd3-6d9e-6778
 IPv4 address                     : 10.1.1.114
 IPv6 address                     : N/A
 Username                         : N/A
 AP ID                            : 8
 AID                              : 1
 AP name                          : ap1
 Radio ID                         : 1
 SSID                             : 1
 BSSID                            : 000f-e200-4444
 VLAN ID                          : 1
 Power save mode                  : Active
 Wireless mode                    : 802.11a
 Supported rates                  : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                    48, 54 Mbps
 QoS mode                         : N/A
 Listen interval                  : 10
 RSSI                             : 40
 Rx/Tx rate                       : 54/48
 Authentication method            : Open system
 Security mode                    : PRE-RSNA
 AKM mode                         : N/A
 Cipher suite                     : N/A
 User authentication mode         : Bypass
 Authorization ACL ID             : N/A
 Authorization user profile       : N/A
 Roam status                      : N/A
 Key derivation                   : N/A
 PMF status                       : N/A
 Forward policy                   : N/A
```

```
 Online time                        : 0hr 0min 31sec
 FT Status                          : Inactive
```

クライアントを AP2 にローミングします。（詳細は省略します。）

クライアントが AP2 に参加し、ローミングステータスが内部 AC ローミングであることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

 MAC address                        : 9cd3-6d9e-6778
 IPv4 address                       : 10.1.1.114
 IPv6 address                       : N/A
 Username                           : N/A
 AID                                : 1
 AP ID                              : 7
 AP name                            : ap2
 Radio ID                           : 1
 SSID                               : 1
 BSSID                              : 000f-e203-7777
 VLAN ID                            : 1
 Power save mode                    : Active
 Wireless mode                      : 802.11a
 Supported rates                    : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                      48, 54 Mbps
 QoS mode                           : N/A
 Listen interval                    : 10
 RSSI                               : 0
 Rx/Tx rate                         : 0/0
 Authentication method              : Open system
 Security mode                      : PRE-RSNA
 AKM mode                           : N/A
 Cipher suite                       : N/A
 User authentication mode           : Bypass
 Authorization ACL ID               : N/A
 Authorization user profile         : N/A
 Roam status                        : Intra-AC roam
 Key derivation                     : N/A
 PMF status                         : N/A
 Forward policy                     : N/A
 Online time                        : 0hr 0min 43sec
 FT Status                          : Inactive
```

9.9.2 AC 内レイヤ 3 ローミング

I. ネットワーク要件

図 9-7 に示すように、クライアントが、同じ AC によって管理される AP1 から AP2 にローミングする内部 AC を設定します。AP1 と AP2 は異なる VLAN で利用します。

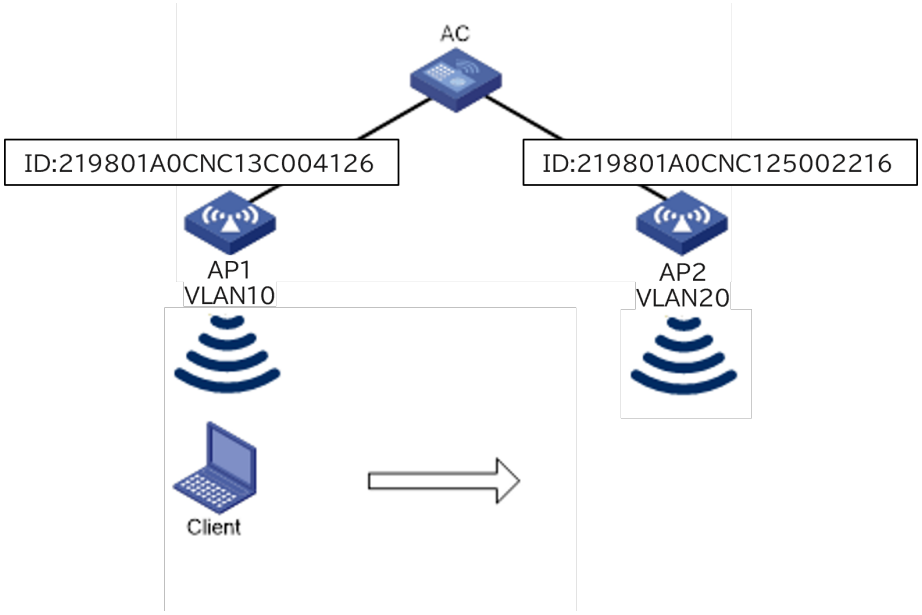


図 9-7 AC 内レイヤ 3 ローミング

II. 設定手順

サービステンプレート service を作成し、SSID を 1 に設定し、サービステンプレートを使用可能にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] ssid 1
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

手動 AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC13C004126
```

Vlan10 とローミング後に使用する Vlan20 を作成します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] vlan 10
[AC-wlan-ap-ap1-vlan10] vlan 20
[AC-wlan-ap-ap1-vlan20] quit
```

AP1 の radio1 に対してサービステンプレートを Vlan10 で使用するように設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service vlan 10
```

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

#アップリンクに Vlan10 と Vlan20 が通るようにトランクポートを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] gigabitethernet 1
[AC-wlan-ap-ap1-gigabitethernet-1] port link-type trunk
[AC-wlan-ap-ap1-gigabitethernet-1] port trunk permit vlan 10 20
[AC-wlan-ap-ap1-gigabitethernet-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

#手動 AP ap2 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 219801A0CNC125002216
```

Vlan20 とローミング後に使用する Vlan10 を作成します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] vlan 10
[AC-wlan-ap-ap2-vlan10] vlan 20
[AC-wlan-ap-ap2-vlan20] quit
```

AP2 の radio1 に対してサービステンプレートを Vlan20 で使用するように設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-1] service-template service vlan 20
[AC-wlan-ap-ap2-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

#アップリンクに Vlan10 と Vlan20 が通るようにトランクポートを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] gigabitethernet 1
[AC-wlan-ap-ap2-gigabitethernet-1] port link-type trunk
[AC-wlan-ap-ap2-gigabitethernet-1] port trunk permit vlan 10 20
[AC-wlan-ap-ap2-gigabitethernet-1] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

確認については省略します。

9.9.3 AC 間レイヤ 2 ローミング

I. ネットワーク要件

図 9-8に示すように、AC1 に管理されている AP1 と AC2 に管理されている AP2 の間でクライアントがローミングできるように、モビリティグループを設定します。AP1 と AP2 は同じ VLAN で利用します。

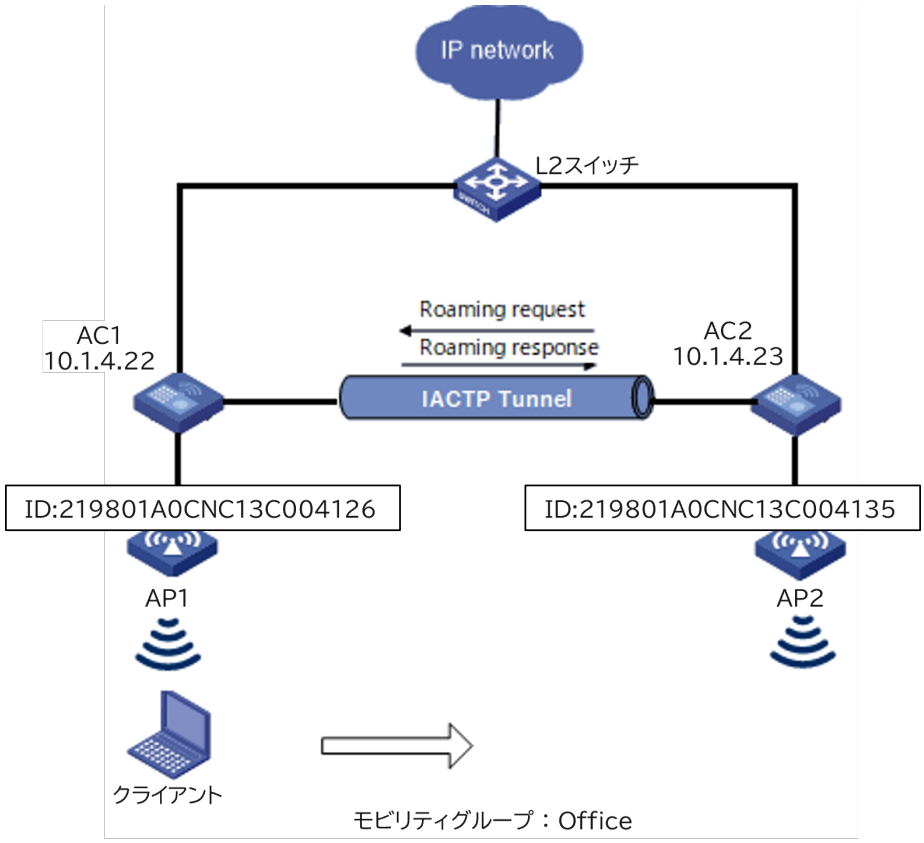


図 9-8 AC 間レイヤ 2 ローミング

II. 設定手順

AC1 でサービステンプレート service を作成し、SSID を 1 に設定し、サービステンプレートを使用可能にします。

```
<AC1> system-view
[AC1] wlan service-template service
[AC1-wlan-st-service] ssid 1
[AC1-wlan-st-service] service-template enable
[AC1-wlan-st-service] quit
```

手動 AP AP1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC1] wlan ap AP1 model QX-W1020
```

```
[AC1-wlan-ap-AP1] serial-id 219801A0CNC13C004126
```

AP1 の radio1 に対してサービステンプレートを設定します。

```
[AC1-wlan-ap-AP1] radio 1
[AC1-wlan-ap-AP1-radio-1] radio enable
[AC1-wlan-ap-AP1-radio-1] service-template service
[AC1-wlan-ap-AP1-radio-1] quit
[AC1-wlan-ap-AP1] quit
```

AC1 でモビリティグループ office を作成します。

```
[AC1] wlan mobility group office
```

モビリティトンネルの確立に使用する送信元 IP として 10.1.4.22 を設定します。

```
[AC1-wlan-mg-office] source ip 10.1.4.22
```

メンバ IP 10.1.4.23 を設定します。

```
[AC1-wlan-mg-office] member ip 10.1.4.23
```

モビリティグループを有効化します。

```
[AC1-wlan-mg-office] group enable
```

AC2 でサービステンプレート service を作成し、SSID を 1 に設定し、サービステンプレートを使用可能にします。

```
<AC2> system-view
[AC2] wlan service-template service
[AC2-wlan-st-service] ssid 1
[AC2-wlan-st-service] service-template enable
[AC2-wlan-st-service] quit
```

手動 AP AP2 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC2] wlan ap AP2 model QX-W1020
[AC2-wlan-ap-AP2] serial-id 219801A0CNC13C004135
```

AP2 の radio1 に対してサービステンプレートを設定します。

```
[AC2-wlan-ap-AP2] radio 1
[AC2-wlan-ap-AP2-radio-1] radio enable
[AC2-wlan-ap-AP2-radio-1] service-template service
[AC2-wlan-ap-AP2-radio-1] quit
[AC2-wlan-ap-AP2] quit
```

モビリティグループ office を作成します。

```
[AC2] wlan mobility group office
```

モビリティトンネルの確立に使用する送信元 IP として 10.1.4.23 を設定します。

```
[AC2-wlan-mg-office] source ip 10.1.4.23
```

メンバ IP 10.1.4.23 を設定します。

```
[AC2-wlan-mg-office] member ip 10.1.4.22
```

モビリティグループを有効化します。

```
[AC2-wlan-mg-office] group enable
```

III. 設定確認

AC1 で display wlan mobility group コマンドを使用します

```
[AC1] display wlan mobility group
Mobility group name: office
 Tunnel type: IPv4
 Source IPv4: 10.1.4.22
 Source IPv6: Not configured
 Authentication method: Not configured
 Mobility group status: Enabled
 Member entries: 1
 IP address                              State          Online time
 10.1.4.23                               Up             00hr 00min 12sec
```

AC2 で、display wlan mobility group コマンドを使用します

```
[AC2] display wlan mobility group
Mobility group name: office
 Tunnel type: IPv4
 Source IPv4: 10.1.4.23
 Source IPv6: Not configured
 Authentication method: Not configured
Mobility group status: Enabled
 Member entries: 1
 IP address                              State          Online time
 10.1.4.22                               Up             00hr 00min 05sec
```

クライアントを AP1 に参加させます。（詳細は省略します。）

クライアントが AP1 に参加しているが、ローミングステータスは N/A であることを確認します。これは、クライアントがローミングを行っていないことを示します。

```
[AC1] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

 MAC address                     : 0103-0184-cd1e
 IPv4 address                    : 192.168.1.21
 IPv6 address                    : N/A
 Username                        : N/A
 AID                             : 1
 AP name                         : AP1
 Radio ID                        : 1
 Channel                         : 36
 SSID                            : service
 BSSID                           : 782c-2979-7c80
 VLAN ID                         : 1
 Service VLAN ID                 : N/A
 Sleep count                     : 369
```

```
 Wireless mode                      : 802.11ac
 Channel bandwidth                  : 80MHz
 SM power save                      : Disabled
 Short GI for 20MHz                 : Supported
 Short GI for 40MHz                 : Supported
 Short GI for 80MHz                 : Supported
 Short GI for 160/80+80MHz          : Not supported
 STBC RX capability                 : Not supported
 STBC TX capability                 : Not supported
 LDPC RX capability                 : Supported
 Beamformee STS capability          : N/A
 Number of Sounding Dimensions      : N/A
 SU beamformee capability           : Not supported
 MU beamformee capability           : Not supported
 Block Ack                          : TID 0  Both
                                      TID 1  In
                                      TID 5  In
 Supported VHT-MCS set              : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                      NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
 Supported HT MCS set               : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                      8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                      15
 Supported rates                    : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                      48, 54 Mbps
 QoS mode                           : WMM
 Listen interval                    : 20
 RSSI                               : 32
 Rx/Tx rate                         : 39/6 Mbps
 Speed                              : 4.320/1.112Kbps
 Authentication method              : Open system
 Security mode                      : RSN
 AKM mode                           : PSK
 Cipher suite                       : CCMP
 User authentication mode           : Bypass
 WPA3 status                        : Disabled
 Authorization CAR                  : N/A
 Authorization user group name      : N/A
 Authorization ACL ID               : N/A
 Authorization user profile         : N/A
 Roam status                        : N/A
 Key derivation                     : SHA256
 PMF status                         : N/A
 Forwarding policy name             : Not configured
 Online time                        : 0days 0hours 3minutes 24seconds
 FT status                          : Active
 BTM mode                           : Inactive
```

クライアントを AP2 にローミングします。（詳細は省略します。）

クライアントが AP2 に参加し、ローミングステータスが Inter-AC roam であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

 MAC address                        : 0103-0184-cd1e
 IPv4 address                       : 192.168.1.21
 IPv6 address                       : N/A
 Username                           : N/A
 AID                                : 1
 AP name                            : AP2
 Radio ID                           : 1
 Channel                            : 36
 SSID                               : service
 BSSID                              : 74ea-c8fd-bd70
 VLAN ID                            : 1
 Service VLAN ID                    : N/A
 Sleep count                        : 0
 Wireless mode                      : 802.11ac
```

```
Channel bandwidth                 : 80MHz
SM power save                     : Disabled
Short GI for 20MHz                : Supported
Short GI for 40MHz                : Supported
Short GI for 80MHz                : Supported
Short GI for 160/80+80MHz         : Not supported
STBC RX capability                : Not supported
STBC TX capability                : Not supported
LDPC RX capability                : Supported
Beamformee STS capability         : N/A
Number of Sounding Dimensions     : N/A
SU beamformee capability          : Not supported
MU beamformee capability          : Not supported
Block Ack                         : TID 0  In
Supported VHT-MCS set             : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                    NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Supported HT MCS set              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                    8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                    15
Supported rates                   : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                    48, 54 Mbps
QoS mode                          : WMM
Listen interval                   : 20
RSSI                              : 57
Rx/Tx rate                        : 780/6 Mbps
Speed                             : N/A
Authentication method             : FT
Security mode                     : RSN
AKM mode                          : PSK
Cipher suite                      : CCMP
User authentication mode          : Bypass
WPA3 status                       : Disabled
Authorization CAR                 : N/A
Authorization user group name     : N/A
Authorization ACL ID              : N/A
Authorization user profile        : N/A
Roam status                       : Inter-AC roam
Key derivation                    : SHA256
PMF status                        : N/A
Forwarding policy name            : Not configured
Online time                       : 0days 0hours 0minutes 4seconds
FT status                         : Active
BTM mode                          : Inactive
```

9.9.4 AC 間レイヤ 3 ローミング

I. ネットワーク要件

図 9-9に示すように、AC1 に管理されている AP1 と AC2 に管理されている AP2 の間でクライアントがローミングできるように、モビリティグループを設定します。AP1 と AP2 は異なる VLAN で利用します。

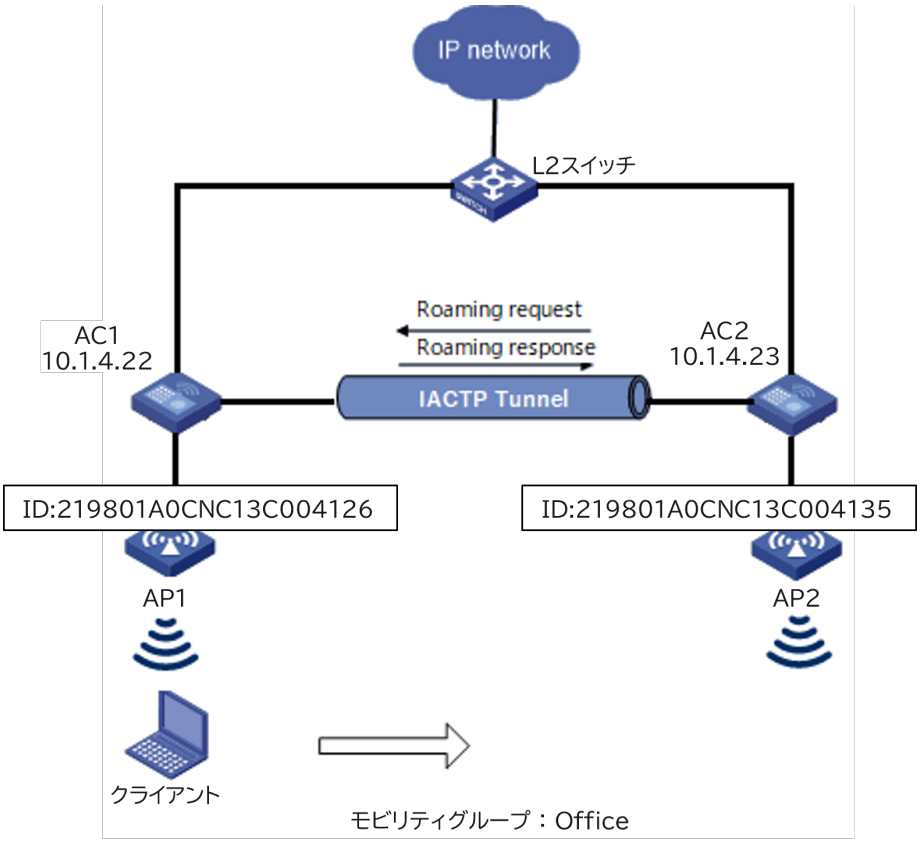


図 9-9 ネットワーク図

II. 設定手順

AC1 でサービステンプレート service を作成し、SSID を 1 に設定し、サービステンプレートを使用可能にします。

```
<AC1> system-view
[AC1] wlan service-template service
[AC1-wlan-st-service] ssid 1
[AC1-wlan-st-service] service-template enable
[AC1-wlan-st-service] quit
```

手動 AP AP1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC1] wlan ap AP1 model QX-W1020
[AC1-wlan-ap-AP1] serial-id 219801A0CNC13C004126
```

Vlan10 とローミング後に使用する Vlan20 を作成します。

```
[AC1-wlan-ap-AP1] vlan 10
[AC1-wlan-ap-AP1-vlan10] vlan 20
[AC1-wlan-ap-AP1-vlan20] quit
```

#アップリンクに Vlan10 と Vlan20 が通るようにトランクポートを設定します。

```
[AC1-wlan-ap-AP1] gigabitethernet 1
[AC1-wlan-ap-AP1-gigabitethernet-1] port link-type trunk
[AC1-wlan-ap-AP1-gigabitethernet-1] port trunk permit vlan 10 20
[AC1-wlan-ap-AP1-gigabitethernet-1] quit
```

AP1 の radio1 に対してサービステンプレートを Vlan10 で使用するように設定します。

```
[AC1-wlan-ap-AP1] radio 1
[AC1-wlan-ap-AP1-radio-1] radio enable
[AC1-wlan-ap-AP1-radio-1] service-template service vlan 10
[AC1-wlan-ap-AP1-radio-1] quit
[AC1-wlan-ap-AP1] quit
```

AC1 でモビリティグループ office を作成します。

```
[AC1] wlan mobility group office
```

モビリティトンネルの確立に使用する送信元 IP として 10.1.4.22 を設定します。

```
[AC1-wlan-mg-office] source ip 10.1.4.22
```

メンバ IP 10.1.4.23 を設定します。

```
[AC1-wlan-mg-office] member ip 10.1.4.23
```

モビリティグループを有効化します。

```
[AC1-wlan-mg-office] group enable
```

AC2 でサービステンプレート service を作成し、SSID を 1 に設定し、サービステンプレートを使用可能にします。

```
<AC2> system-view
[AC2] wlan service-template service
[AC2-wlan-st-service] ssid 1
[AC2-wlan-st-service] service-template enable
[AC2-wlan-st-service] quit
```

手動 AP AP2 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC2] wlan ap AP2 model QX-W1020
[AC2-wlan-ap-AP2] serial-id 219801A0CNC13C004135
```

Vlan20 とローミング後に使用する Vlan10 を作成します。

```
[AC2-wlan-ap-AP2] vlan 10
[AC2-wlan-ap-AP2-vlan10] vlan 20
[AC2-wlan-ap-AP2-vlan20] quit
```

#アップリンクに Vlan10 と Vlan20 が通るようにトランクポートを設定します。

```
[AC2-wlan-ap-AP2] gigabitethernet 1
[AC2-wlan-ap-AP2-gigabitethernet-1] port link-type trunk
[AC2-wlan-ap-AP2-gigabitethernet-1] port trunk permit vlan 10 20
[AC2-wlan-ap-AP2-gigabitethernet-1] quit
```

AP2 の radio1 に対してサービステンプレートを Vlan20 で使用するように設定します。

```
[AC2-wlan-ap-AP2] radio 1
[AC2-wlan-ap-AP2-radio-1] radio enable
[AC2-wlan-ap-AP2-radio-1] service-template service vlan 20
[AC2-wlan-ap-AP2-radio-1] quit
[AC2-wlan-ap-AP2] quit
```

モビリティグループ office を作成します。

```
[AC2] wlan mobility group office
```

モビリティトンネルの確立に使用する送信元 IP として 10.1.4.23 を設定します。

```
[AC2-wlan-mg-office] source ip 10.1.4.23
```

メンバ IP 10.1.4.23 を設定します。

```
[AC2-wlan-mg-office] member ip 10.1.4.22
```

モビリティグループを有効化します。

```
[AC2-wlan-mg-office] group enable
```

III. 設定確認

AC1 で display wlan mobility group コマンドを使用します

```
[AC1] display wlan mobility group
Mobility group name: office
 Tunnel type: IPv4
 Source IPv4: 10.1.4.22
 Source IPv6: Not configured
 Authentication method: Not configured
 Mobility group status: Enabled
 Member entries: 1
 IP address                              State          Online time
 10.1.4.23                               Up             00hr 00min 12sec
```

AC2 で、display wlan mobility group コマンドを使用します

[AC2] display wlan mobility group

```
Mobility group name: office
 Tunnel type: IPv4
 Source IPv4: 10.1.4.23
 Source IPv6: Not configured
 Authentication method: Not configured
Mobility group status: Enabled
 Member entries: 1
 IP address                              State          Online time
 10.1.4.22                               Up             00hr 00min 05sec
```

クライアントを AP1 に参加させます。（詳細は省略します。）

クライアントが AP1 に参加しているが、ローミングステータスは N/A であることを確認します。これは、クライアントがローミングを行っていないことを示します。

[AC1] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

 MAC address                        : 0103-0184-cd1e
 IPv4 address                       : 192.168.1.21
 IPv6 address                       : N/A
 Username                           : N/A
 AID                                : 1
 Radio ID                           : 1
 Channel                            : 36
 SSID                               : service
 BSSID                              : 782c-2979-7c80
 VLAN ID                            : 10
 Service VLAN ID                    : N/A
 Sleep count                        : 369
 Wireless mode                      : 802.11ac
 Channel bandwidth                  : 80MHz
 SM power save                      : Disabled
 Short GI for 20MHz                 : Supported
 Short GI for 40MHz                 : Supported
 Short GI for 80MHz                 : Supported
 Short GI for 160/80+80MHz          : Not supported
 STBC RX capability                 : Not supported
 STBC TX capability                 : Not supported
 LDPC RX capability                 : Supported
 Beamformee STS capability          : N/A
 Number of Sounding Dimensions      : N/A
 SU beamformee capability           : Not supported
 MU beamformee capability           : Not supported
 Block Ack                          : TID 0  Both
                                      TID 1  In
                                      TID 5  In
 Supported VHT-MCS set              : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                      NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
 Supported HT MCS set               : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                      8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                      15
 Supported rates                    : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                      48, 54 Mbps
 QoS mode                           : WMM
 Listen interval                    : 20
 RSSI                               : 32
 Rx/Tx rate                         : 39/6 Mbps
 Speed                              : 4.320/1.112Kbps
 Authentication method              : Open system
 Security mode                      : RSN
 AKM mode                           : PSK
 Cipher suite                       : CCMP
 User authentication mode           : Bypass
 WPA3 status                        : Disabled
```

```
 Authorization CAR                 : N/A
 Authorization user group name     : N/A
 Authorization ACL ID              : N/A
 Authorization user profile        : N/A
 Roam status                       : N/A
 Key derivation                    : SHA256
 PMF status                        : N/A
 Forwarding policy name            : Not configured
 Online time                       : 0days 0hours 3minutes 24seconds
 FT status                         : Active
 BTM mode                          : Inactive
```

クライアントを AP2 にローミングします。（詳細は省略します。）

クライアントが AP2 に参加し、ローミングステータスが Inter-AC roam であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

 MAC address                       : 0103-0184-cd1e
 IPv4 address                      : 192.168.1.21
 IPv6 address                      : N/A
 Username                          : N/A
 AID                               : 1
 Radio ID                          : 1
 Channel                           : 36
 SSID                              : service
 BSSID                             : 74ea-c8fd-bd70
 VLAN ID                           : 10
 Service VLAN ID                   : N/A
 Sleep count                       : 0
 Wireless mode                     : 802.11ac
 Channel bandwidth                 : 80MHz
 SM power save                     : Disabled
 Short GI for 20MHz                : Supported
 Short GI for 40MHz                : Supported
 Short GI for 80MHz                : Supported
 Short GI for 160/80+80MHz         : Not supported
 STBC RX capability                : Not supported
 STBC TX capability                : Not supported
 LDPC RX capability                : Supported
 Beamformee STS capability         : N/A
 Number of Sounding Dimensions     : N/A
 SU beamformee capability          : Not supported
 MU beamformee capability          : Not supported
 Block Ack                         : TID 0  In
 Supported VHT-MCS set             : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                     NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
 Supported HT MCS set              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                     8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                     15
 Supported rates                   : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                     48, 54 Mbps
 QoS mode                          : WMM
 Listen interval                   : 20
 RSSI                              : 57
 Rx/Tx rate                        : 780/6 Mbps
 Speed                             : N/A
 Authentication method             : FT
 Security mode                     : RSN
 AKM mode                          : PSK
 Cipher suite                      : CCMP
 User authentication mode          : Bypass
 WPA3 status                       : Disabled
 Authorization CAR                 : N/A
 Authorization user group name     : N/A
 Authorization ACL ID              : N/A
 Authorization user profile        : N/A
```

```
Roam status                    : Inter-AC roam
Key derivation                 : SHA256
PMF status                     : N/A
Forwarding policy name         : Not configured
Online time                    : 0days 0hours 0minutes 4seconds
FT status                      : Active
BTM mode                       : Inactive
```

9.10 802.11r設定例

9.10.1 Over-the-DS FT と PSK 認証設定例

I. ネットワーク要件

図 9-10に示すように、クライアントが AP1 と AP2 間でローミングできるように Over-the-DS FT を使用した AC 内ローミングを設定します。akm(authentication and key management)モードを PSK に設定します。

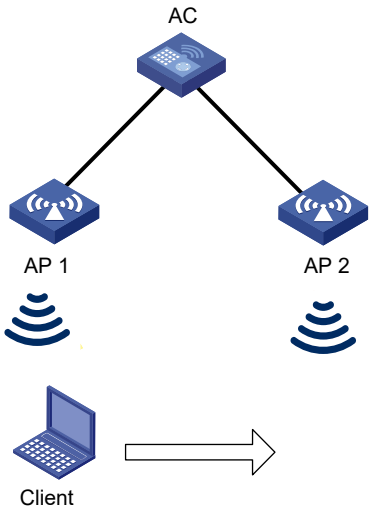


図 9-10 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート **acstname** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template acstname
```

SSID を **service** に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ssid service
```

akm モードを PSK に設定し、事前共有鍵を 12345678 に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] akm mode psk
```

```
[AC-wlan-st-acstname] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

cipher スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-acstname] security-ie rsn
```

FT を有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft enable
```

再関連付けタイムアウトタイマを 50 秒に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft reassociation-timeout 50
```

FT の方法を Over-the-DS に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft method over-the-ds
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] service-template enable
[AC-wlan-st-acstname] quit
```

AP1 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 1
[AC-wlan-ap-1] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-1] quit
```

AP2 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 2
[AC-wlan-ap-2] radio 2
[AC-wlan-ap-2-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-2] quit
```

III. 設定確認

サービステンプレートが正しく設定されていることを確認します。

```
[AC] display wlan service-template acstname verbose
Service template name        : acstname
SSID                         : service
SSID-hide                    : Disabled
User-isolation               : Disabled
```

```
Service template status      : Enabled
Maximum clients per BSS      : Not configured
Frame format                 : Dot3
Seamless-roam                : Disabled
Seamless-roam RSSI threshold : 50
Seamless-roam RSSI gap       : 20
VLAN ID                      : 1
AKM mode                     : PSK
Security IE                  : RSN
Cipher suite                 : CCMP
TKIP countermeasure time     : 0 sec
PTK lifetime                 : 43200 sec
GTK rekey                    : Enabled
GTK rekey method             : Time-based
GTK rekey time               : 86400 sec
GTK rekey client-offline     : Disabled
User authentication mode     : Bypass
Intrusion protection         : Disabled
Intrusion protection mode    : Temporary-block
Temporary block time         : 180 sec
Temporary service stop time  : 20 sec
Fail VLAN ID                 : Not configured
802.1X handshake             : Disabled
802.1X handshake secure      : Disabled
802.1X domain                : Not configured
MAC-auth domain              : Not configured
Max 802.1X users             : 4096
Max MAC-auth users           : 4096
802.1X re-authenticate       : Disabled
Authorization fail mode      : Online
Accounting fail mode         : Online
Authorization                : Permitted
Key derivation               : SHA1
PMF status                   : Disabled
Hotspot policy number        : Not configured
Forward policy               : Not configured
Forwarder                    : AC
FT Status                    : Enable
FT Method                    : over-the-ds
FT Reassociation Deadline    : 50 sec
QoS trust                    : Port
QoS priority                 : 0
```

ローミング状態が N/A で、FT 状態が Active であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

MAC address                      : fc25-3f03-8361
IPv4 address                     : 10.1.1.114
IPv6 address                     : N/A
Username                         : N/A
AID                              : 1
AP ID                            : 1
AP name                          : 1
Radio ID                         : 2
SSID                             : service
BSSID                            : 000f-e266-7788
VLAN ID                          : 1
Power save mode                  : Active
Wireless mode                    : 802.11gn
Channel bandwidth                : 20MHz
SM power save                    : Enabled
SM power save mode               : Static
Short GI for 20MHz               : Not supported
Short GI for 40MHz               : Not supported
STBC RX capability               : Supported
STBC TX capability               : Not supported
Support HT-MCS set               : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
QoS mode                         : WMM
```

```
Listen interval                 : 20
RSSI                            : 0
Rx/Tx rate                      : 65/65
Authentication method           : Open system
Security mode                   : RSN
AKM mode                        : PSK
Encryption cipher               : CCMP
User authentication mode        : Bypass
Authorization ACL ID            : N/A
Authorization user profile      : N/A
Roam status                     : N/A
Key derivation                  : SHA256
PMF status                      : N/A
Forward policy                  : N/A
Online time                     : 0hr 0min 41sec
FT status                       : Active
```

クライアントを AP2 にローミングさせます（詳細は省略します）。

認証方式が FT で、ローミング状態が Intra-AC roam であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

 MAC address                    : fc25-3f03-8361
 IPv4 address                   : 10.1.1.114
 IPv6 address                   : N/A
 Username                       : N/A
 AID                            : 1
 AP ID                          : 2
 AP name                        : 2
 Radio ID                       : 2
 SSID                           : service
 BSSID                          : 000f-e211-2233
 VLAN ID                        : 1
 Power save mode                : Active
 Wireless mode                  : 802.11gn
 Channel bandwidth              : 20MHz
 SM power save                  : Enabled
 SM power save mode             : Static
 Short GI for 20MHz             : Not supported
 Short GI for 40MHz             : Not supported
 STBC RX capability             : Supported
 STBC TX capability             : Not supported
 Support HT-MCS set             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
 QoS mode                       : WMM
 Listen interval                : 20
 RSSI                           : 0
 Rx/Tx rate                     : 0/0
 Authentication method          : FT
 Security mode                  : RSN
 AKM mode                       : PSK
 Encryption cipher              : CCMP
 User authentication mode       : Bypass
 Authorization ACL ID           : N/A
 Authorization user profile     : N/A
 Roam status                    : Intra-AC roam
 Key derivation                 : SHA256
 PMF status                     : N/A
 Forward policy                 : N/A
 Online time                    : 0hr 0min 27sec
 FT status                      : Active
```

9.10.2 Over-the-air FT と PSK 認証設定例

I. ネットワーク要件

図 9-10に示すように、クライアントが AP1 と AP2 間でローミングできるように Over-the-air FT を使用した AC 内ローミングを設定します。akm モードを PSK に設定します。

II. 設定手順

サービステンプレート **acstname** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template acstname
```

SSID を **service** に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ssid service
```

akm モードを PSK に設定し、事前共有鍵を 12345678 に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] akm mode psk
[AC-wlan-st-acstname] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

cipher スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-acstname] security-ie rsn
```

FT を有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft enable
```

再関連付けタイムアウトタイマを 50 秒に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft reassociation-timeout 50
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] service-template enable
[AC-wlan-st-acstname] quit
```

AP1 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 1
[AC-wlan-ap-1] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-1] quit
```

AP2 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 2
[AC-wlan-ap-2] radio 2
[AC-wlan-ap-2-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-2] quit
```

III. 設定確認

以下の情報を確認します。

- RSN IE が有効。
- AKM モードが PSK。
- Cipher スイートが CCMP。
- FT 状態が Active。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                          : fc25-3f03-8361
IPv4 address                         : 10.1.1.114
IPv6 address                         : N/A
Username                             : N/A
AID                                  : 1
AP ID                                : 1
AP name                              : 1
Radio ID                             : 2
SSID                                 : service
BSSID                                : 000f-e266-7788
VLAN ID                              : 1
Power save mode                      : Active
Wireless mode                        : 802.11gn
Channel bandwidth                    : 20MHz
SM power save                        : Enabled
SM power save mode                   : Static
Short GI for 20MHz                   : Not supported
Short GI for 40MHz                   : Not supported
STBC RX capability                   : Supported
STBC TX capability                   : Not supported
Support HT-MCS set                   : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
QoS mode                             : WMM
Listen interval                      : 20
RSSI                                 : 0
Rx/Tx rate                           : 65/65
Authentication method                : Open system
Security mode                        : RSN
AKM mode                             : PSK
Encryption cipher                    : CCMP
User authentication mode             : Bypass
Authorization ACL ID                 : N/A
Authorization user profile           : N/A
Roam status                          : N/A
Key derivation                       : SHA256
PMF status                           : N/A
Forward policy                       : N/A
Online time                          : 0hr 0min 41sec
FT status                            : Active
```

クライアントを AP2 にローミングさせます（詳細は省略します）。

認証方式が FT で、ローミング状態が Intra-AC roam であることを確認します。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

 MAC address                          : fc25-3f03-8361
 IPv4 address                         : 10.1.1.114
 IPv6 address                         : N/A
 Username                             : N/A
 AID                                  : 1
 AP ID                                : 2
 AP name                              : 2
 Radio ID                             : 2
 SSID                                 : service
 BSSID                                : 000f-e211-2233
 VLAN ID                              : 1
 Power save mode                      : Active
 Wireless mode                        : 802.11gn
 Channel bandwidth                    : 20MHz
 SM power save                        : Enabled
 SM power save mode                   : Static
 Short GI for 20MHz                   : Not supported
 Short GI for 40MHz                   : Not supported
 STBC RX capability                   : Supported
 STBC TX capability                   : Not supported
 Support HT-MCS set                   : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
 QoS mode                             : WMM
 Listen interval                      : 20
 RSSI                                 : 0
 Rx/Tx rate                           : 0/0
 Authentication method                : FT
 Security mode                        : RSN
 AKM mode                             : PSK
 Encryption cipher                    : CCMP
 User authentication mode             : Bypass
 Authorization ACL ID                 : N/A
 Authorization user profile           : N/A
 Roam status                          : Intra-AC roam
 Key derivation                       : SHA256
 PMF status                           : N/A
 Forward policy                        : N/A
 Online time                          : 0hr 0min 27sec
 FT status                            : Active
```

9.10.3 Over-the-DS FT と 802.1X 認証設定

I. ネットワーク要件

図 9-10に示すように、クライアントが AP1 と AP2 間でローミングできるように Over-the-DS FT を使用した AC 内ローミングを設定します。akm モードを 802.1X に設定します。

II. 設定手順

サービステンプレート **acstname** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template acstname
```

SSID を **service** に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ssid service
```

akm モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] akm mode dot1x
```

cipher スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-acstname] security-ie rsn
```

クライアントに対する認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] client-security authentication-mode dot1x
[AC-wlan-st-acstname] dot1x domain imc
```

FT を有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft enable
```

FT の方法を Over-the-DS に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft method over-the-ds
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] service-template enable
[AC-wlan-st-acstname] quit
```

802.1X 認証モードを EAP に設定します。

```
[AC] dot1x authentication-method eap
```

RADIUS スキーム **imcc** を作成します。

```
[AC] radius scheme imcc
```

プライマリ認証とアカウンティングサーバの IP アドレスを **10.1.1.3** に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary authentication 10.1.1.3
[AC-radius-imcc] primary accounting 10.1.1.3
```

認証とアカウンティングサーバとパケットを交換できるように、AC に共有鍵 **12345678** を設定します。

```
[AC-radius-imcc] key authentication simple 12345678
[AC-radius-imcc] key accounting simple 12345678
```

RADIUS サーバに送信するユーザ名から ISP ドメイン名を外すように設定します。

```
[AC-radius-imcc] user-name-format without-domain
[AC-radius-imcc] quit
```

ISP ドメイン **imc** を作成し、RADIUS スキーム **imcc** を認証、許可、アカウンティングに使用するためにドメインを設定します。

```
[AC] domain imc
```

```
[AC-isp-imc] authentication lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] authorization lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] accounting lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] quit
```

AP1 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 1
[AC-wlan-ap-1] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-1] quit
```

AP2 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 2
[AC-wlan-ap-2] radio 2
[AC-wlan-ap-2-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-2] quit
```

III. 設定確認

サービステンプレートが正しく設定されたことを確認します。

```
[AC] display wlan service-template acstname verbose
Service template name         : stname
SSID                          : service
SSID-hide                     : Disabled
User-isolation                : Disabled
Service template status       : Enabled
Maximum clients per BSS       : Not configured
Frame format                  : Dot3
Seamless-roam                 : Disabled
Seamless-roam RSSI threshold  : 50
Seamless-roam RSSI gap        : 20
VLAN ID                       : 1
AKM mode                      : 802.1X
Security IE                   : RSN
Cipher suite                  : CCMP
TKIP countermeasure time      : 0 sec
PTK lifetime                  : 43200 sec
GTK rekey                     : Enabled
GTK rekey method              : Time-based
GTK rekey time                : 86400 sec
GTK rekey client-offline      : Disabled
User authentication mode      : 802.1X
Intrusion protection          : Disabled
Intrusion protection mode     : Temporary-block
Temporary block time          : 180 sec
```

```
Temporary service stop time  : 20 sec
Fail VLAN ID                 : Not configured
802.1X handshake             : Disabled
802.1X handshake secure      : Disabled
802.1X domain                : imc
MAC-auth domain              : Not configured
Max 802.1X users             : 4096
Max MAC-auth users           : 4096
802.1X re-authenticate       : Disabled
Authorization fail mode      : Online
Accounting fail mode         : Online
Authorization                : Permitted
Key derivation               : SHA1
PMF status                   : Disabled
Hotspot policy number        : Not configured
Forward policy               : Not configured
Forwarder                    : AC
FT Status                    : Enable
FT Method                    : over-the-ds
FT Reassociation Deadline    : 20 sec
QoS trust                    : Port
QoS priority                 : 0
```

ローミング状態が N/A で、FT 状態が Active であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

MAC address                      : fc25-3f03-8361
IPv4 address                     : 10.1.1.114
IPv6 address                     : N/A
Username                         : w2
AID                              : 1
AP ID                            : 1
AP name                          : 1
Radio ID                         : 2
SSID                             : service
BSSID                            : 000f-e266-7788
VLAN ID                          : 1
Power save mode                  : Active
Wireless mode                    : 802.11gn
Channel bandwidth                : 20MHz
SM power save                    : Enabled
SM power save mode               : Static
Short GI for 20MHz               : Not supported
Short GI for 40MHz               : Not supported
STBC RX capability               : Supported
STBC TX capability               : Not supported
Support HT-MCS set               : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
QoS mode                         : WMM
Listen interval                  : 20
RSSI                             : 0
Rx/Tx rate                       : 0/0
Authentication method            : Open system
Security mode                    : RSN
AKM mode                         : 802.1X
Encryption cipher                : CCMP
User authentication mode         : 802.1X
Authorization ACL ID             : N/A
Authorization user profile       : N/A
Roam status                      : N/A
Key derivation                   : SHA256
PMF status                       : N/A
Forward policy                   : N/A
Online time                      : 0hr 0min 7sec
FT status                        : Active
```

クライアントを AP2 にローミングします（詳細は省略します）。

認証方法が FT で、ローミング状態が Intra-AC roam であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

MAC address                          : fc25-3f03-8361
IPv4 address                         : 10.1.1.114
IPv6 address                         : N/A
Username                             : w2
AID                                  : 1
AP ID                                : 2
AP name                              : 2
Radio ID                             : 2
SSID                                 : service
BSSID                                : 000f-e211-2233
VLAN ID                              : 1
Power save mode                      : Active
Wireless mode                        : 802.11gn
Channel bandwidth                    : 20MHz
SM power save                        : Enabled
SM power save mode                   : Static
Short GI for 20MHz                   : Not supported
Short GI for 40MHz                   : Not supported
STBC RX capability                   : Supported
STBC TX capability                   : Not supported
Support HT-MCS set                   : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
QoS mode                             : WMM
Listen interval                      : 20
RSSI                                 : 0
Rx/Tx rate                           : 0/0
Authentication method                : FT
Security mode                        : RSN
AKM mode                             : 802.1X
Encryption cipher                    : CCMP
User authentication mode             : 802.1X
Authorization ACL ID                 : N/A
Authorization user profile           : N/A
Roam status                          : Intra-AC roam
Key derivation                       : SHA256
PMF status                           : N/A
Forward policy                       : N/A
Online time                          : 0hr 0min 7sec
FT status                            : Active
```

9.10.4 Over-the-air FT と 802.1X 認証設定例

I. ネットワーク要件

図 9-10に示すように、クライアントが AP1 と AP2 間でローミングできるように Over-the-air FT を使用した AC 内ローミングを設定します。akm モードを 802.1X に設定します。

II. 設定手順

サービステンプレート **acstname** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template acstname
```

SSID を **service** に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ssid service
```

akm モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] akm mode dot1x
```

cipher スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-acstname] security-ie rsn
```

クライアントに対する認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] client-security authentication-mode dot1x
[AC-wlan-st-acstname] dot1x domain imc
```

FT を有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] ft enable
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] service-template enable
[AC-wlan-st-acstname] quit
```

802.1X 認証モードを EAP に設定します。

```
[AC] dot1x authentication-method eap
```

RADIUS スキーム **imcc** を作成します。

```
[AC] radius scheme imcc
```

プライマリ認証とアカウンティングサーバの IP アドレスを **10.1.1.3** に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary authentication 10.1.1.3
[AC-radius-imcc] primary accounting 10.1.1.3
```

認証とアカウンティングサーバとパケットを交換できるように、AC に共有鍵 **12345678** を設定します。

```
[AC-radius-imcc] key authentication simple 12345678
[AC-radius-imcc] key accounting simple 12345678
```

RADIUS サーバに送信するユーザ名から ISP ドメイン名を外すように設定します。

```
[AC-radius-imcc] user-name-format without-domain
[AC-radius-imcc] quit
```

ISP ドメイン **imc** を作成し、RADIUS スキーム **imcc** を認証、許可、アカウンティングに使用するためにドメインを設定します。

```
[AC] domain imc
[AC-isp-imc] authentication lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] authorization lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] accounting lan-access radius-scheme imcc
```

```
[AC-isp-imc] quit
```

AP1 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 1
[AC-wlan-ap-1] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-1] quit
```

AP2 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC] wlan ap 2
[AC-wlan-ap-2] radio 2
[AC-wlan-ap-2-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-2] quit
```

III. 設定確認

以下の情報を確認します。

- RSN IE が有効。
- AKM モードが 802.1X。
- Cipher スイートが CCMP。
- FT 状態が Active。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                     : fc25-3f03-8361
IPv4 address                    : 10.1.1.114
IPv6 address                    : N/A
Username                        : w2
AID                             : 1
AP ID                           : 1
AP name                         : 1
Radio ID                        : 2
SSID                            : service
BSSID                           : 000f-e266-7788
VLAN ID                         : 1
Power save mode                 : Active
Wireless mode                   : 802.11gn
Channel bandwidth               : 20MHz
SM power save                   : Enabled
SM power save mode              : Static
Short GI for 20MHz              : Not supported
Short GI for 40MHz              : Not supported
STBC RX capability              : Supported
STBC TX capability              : Not supported
Support HT-MCS set              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
QoS mode                        : WMM
```

```
Listen interval                 : 20
RSSI                            : 0
Rx/Tx rate                      : 0/0
Authentication method           : Open system
Security mode                   : RSN
AKM mode                        : 802.1X
Encryption cipher               : CCMP
User authentication mode        : 802.1X
Authorization ACL ID            : N/A
Authorization user profile      : N/A
Roam status                     : N/A
Key derivation                  : SHA256
PMF status                      : N/A
Forward policy                  : N/A
Online time                     : 0hr 0min 19sec
FT status                       : Active
```

クライアントを AP2 にローミングします（詳細は省略します）。

認証方法が FT で、ローミング状態が Intra-AC roam であることを確認します。

[AC] display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

MAC address                     : fc25-3f03-8361
IPv4 address                    : 10.1.1.114
IPv6 address                    : N/A
Username                        : w2
AID                             : 1
AP ID                           : 2
AP name                         : 2
Radio ID                        : 2
SSID                            : service
BSSID                           : 000f-e211-2233
VLAN ID                         : 1
Power save mode                 : Active
Wireless mode                   : 802.11gn
Channel bandwidth               : 20MHz
SM power save                   : Enabled
SM power save mode              : Static
Short GI for 20MHz              : Not supported
Short GI for 40MHz              : Not supported
STBC RX capability              : Supported
STBC TX capability              : Not supported
Support HT-MCS set              : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
QoS mode                        : WMM
Listen interval                 : 20
RSSI                            : 0
Rx/Tx rate                      : 0/0
Authentication method           : FT
Security mode                   : RSN
AKM mode                        : 802.1X
Encryption cipher               : CCMP
User authentication mode        : 802.1X
Authorization ACL ID            : N/A
Authorization user profile      : N/A
Roam status                     : Intra-AC roam
Key derivation                  : SHA256
PMF status                      : N/A
Forward policy                  : N/A
Online time                     : 0hr 0min 7sec
FT status                       : Active
```

9.11 802.11v設定例

9.11.1 BTM と PSK 認証設定例

I. ネットワーク要件

図 9-11 に示すように、クライアントが AP1 から AP2 の方向へ移動するとき、より適切な AP にクライアントの接続先を誘導する為、BTM、BTM アソシエーション解除(forced)を設定します。クライアント anti-sticky を設定し、RSSI しきい値を 30 に設定し、検出間隔を 5 秒に設定し、非 802.11v クライアントの強制ログオフを有効にします。akm(authentication and key management)モードを PSK に設定します。

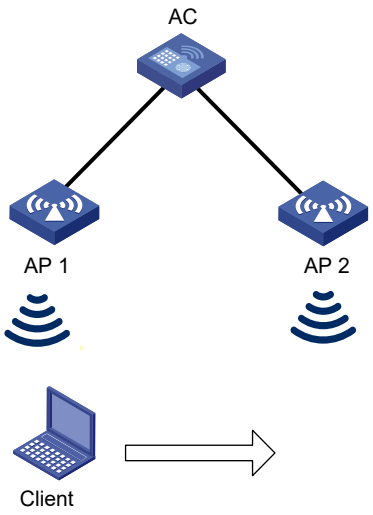


図 9-11 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート **acstname** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template acstname
```

SSID を **service** に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ssid service
```

akm モードを PSK に設定し、事前共有鍵を 12345678 に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] akm mode psk
[AC-wlan-st-acstname] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

cipher スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] cipher-suite ccmp
```

```
[AC-wlan-st-acstname] security-ie rsn
```

BTM を有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] bss transition-management enable
```

BTM アソシエーション解除を forced で設定し、タイマを 90 秒に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] bss transition-management disassociation forced timer 90
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] service-template enable
[AC-wlan-st-acstname] quit
```

AP1 の radio2 でクライアント anti-sticky を有効にし、RSSI しきい値を 30 に設定し、検出価格を 5 秒に設定し、非 802.11v クライアントの強制ログオフを有効にします。

```
[AC] wlan ap 1
[AC-wlan-ap-1] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] sacp anti-sticky enable rssi 30 interval 5 forced-logoff
```

AP1 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC-wlan-ap-1-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-1] quit
```

AP2 の radio2 でクライアント anti-sticky を有効にし、RSSI しきい値を 30 に設定し、検出間隔を 5 秒に設定し、非 802.11v クライアントの強制ログオフを有効にします。

```
[AC] wlan ap2
[AC-wlan-ap-2] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] sacp anti-sticky enable rssi 30 interval 5 forced-logoff
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
```

AP2 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC-wlan-ap-2-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-2] quit
```

III. 設定確認

サービステンプレートが正しく設定されていることを確認します。

- RSN IE が有効。
- AKM モードが PSK。

- Cipher スイートが CCMP。
- BTM status が Active。

[AC] display wlan service-template acstname verbose

```
Service template name                                : acstname
Description                                          : Not configured
SSID                                                 : service
SSID-hide                                            : Disabled
User-isolation                                       : Disabled
Service template status                              : Enabled
Maximum clients per BSS                              : Not configured
Frame format                                         : Dot3
Seamless roam status                                 : Disabled
Seamless roam RSSI threshold                         : 50
Seamless roam RSSI gap                               : 20
VLAN ID                                              : 1
Service VLAN ID                                      : N/A
Service VLAN TPID                                    : dot1q
AKM mode                                             : PSK
Security IE                                          : RSN
Cipher suite                                         : CCMP
TKIP countermeasure time                             : 0 sec
PTK lifetime                                         : 43200 sec
PTK rekey                                            : Enabled
GTK rekey                                            : Enabled
GTK rekey method                                     : Time-based
GTK rekey time                                       : 86400 sec
GTK rekey client-offline                             : Disabled
WPA3 status                                          : Disabled
PPSK                                                 : Disabled
PPSK Fail Permit                                     : Enabled
Enhance-open status                                  : Disabled
Enhanced-open transition-mode service-template       : N/A
User authentication mode                             : Bypass
Intrusion protection                                 : Disabled
Intrusion protection mode                            : Temporary-block
Temporary block time                                 : 180 sec
Temporary service stop time                          : 20 sec
Fail VLAN ID                                         : Not configured
802.1X handshake                                     : Disabled
802.1X handshake secure                              : Disabled
802.1X domain                                        : Not configured
MAC-auth domain                                      : Not configured
Max 802.1X users per BSS                             : 512
Max MAC-auth users per BSS                           : 512
802.1X re-authenticate                               : Disabled
Authorization fail mode                              : Online
Accounting fail mode                                 : Online
Authorization                                        : Permitted
Key derivation                                       : SHA1
PMF status                                           : Disabled
Hotspot policy number                                : Not configured
Forwarding policy status                             : Disabled
Forwarding policy name                               : Not configured
Forwarder                                            : AP
FT status                                            : Disabled
QoS trust                                            : Port
QoS priority                                         : 0
QoS U-APSD mode                                      : 1
BTM status                                           : Enabled
```

#802.11v 対応クライアントを AP1 に接続します。(詳細は省略します)

クライアントの情報で、BTM mode が Active となっていることを確認します。

```
[AC-wlan-st-acstname]display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                      : d0c6-37af-8cc3
IPv4 address                     : N/A
```

```
IPv6 address                        : N/A
Username                            : N/A
AID                                 : 1
AP ID                               : 1
AP name                             : 1
Radio ID                            : 2
Channel                             : 100
SSID                                : service
BSSID                               : 882a-5e6c-5fb0
VLAN ID                             : 1
Service VLAN ID                     : N/A
Sleep count                         : 0
Wireless mode                       : 802.11ac
Channel bandwidth                   : 80MHz
SM power save                       : Disabled
Short GI for 20MHz                  : Supported
Short GI for 40MHz                  : Supported
Short GI for 80MHz                  : Supported
Short GI for 160/80+80MHz           : Not supported
STBC RX capability                  : Supported
STBC TX capability                  : Supported
LDPC RX capability                  : Supported
Beamformee STS capability           : N/A
Number of Sounding Dimensions       : N/A
SU beamformee capability            : Not supported
MU beamformee capability            : Not supported
Block Ack                           : N/A
Supported VHT-MCS set               : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                      NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Supported HT MCS set                : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                      8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                      15
Supported rates                     : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                      48, 54 Mbps
QoS mode                            : WMM
Listen interval                     : 250
RSSI                                : 0
Rx/Tx rate                          : 0/0 Mbps
Speed                               : N/A
Authentication method               : Open system
Security mode                       : RSN
AKM mode                            : PSK
Cipher suite                        : CCMP
User authentication mode            : Bypass
WPA3 status                         : Disabled
Authorization CAR                   : N/A
Authorization ACL ID                : N/A
Authorization user profile          : N/A
Roam status                         : N/A
Key derivation                      : SHA1
PMF status                          : N/A
Forwarding policy name              : Not configured
Online time                         : 0days 0hours 0minutes 35seconds
FT status                           : Inactive
BTM mode                            : Active
```

9.11.2 BTM と 802.1X 認証設定

I. ネットワーク要件

図 9-11に示すように、クライアントが AP1 から AP2 の方向へ移動するとき、より適切な AP にクライアントの接続先を誘導する為、BTM、BTM アソシエーション解除 (recommended)、クライアント anti-sticky を設定し、RSSI しきい値を 30 に設定し、検出

間隔を 5 秒に設定し、非 802.11v クライアントの強制ログオフを有効にします。
akm モードを 802.1X に設定します。

II. 設定手順

サービステンプレート **acstname** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template acstname
```

SSID を **service** に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] ssid service
```

akm モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] akm mode dot1x
```

cipher スイートを CCMP に設定し、セキュリティ IE を RSN に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] cipher-suite ccmp
[AC-wlan-st-acstname] security-ie rsn
```

クライアントに対する認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] client-security authentication-mode dot1x
[AC-wlan-st-acstname] dot1x domain imc
```

BTM を有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] bss transition-management enable
```

BTM アソシエーション解除を recommended で設定し、タイマを 90 秒に設定します。

```
[AC-wlan-st-acstname] bss transition-management disassociation recommended timer 90
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-acstname] service-template enable
[AC-wlan-st-acstname] quit
```

802.1X 認証モードを EAP に設定します。

```
[AC] dot1x authentication-method eap
```

RADIUS スキーム **imcc** を作成します。

```
[AC] radius scheme imcc
```

プライマリ認証とアカウンティングサーバの IP アドレスを **10.1.1.3** に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary authentication 10.1.1.3
[AC-radius-imcc] primary accounting 10.1.1.3
```

認証とアカウンティングサーバとパケットを交換できるように、AC に共有鍵 **12345678** を設定します。

```
[AC-radius-imcc] key authentication simple 12345678
[AC-radius-imcc] key accounting simple 12345678
```

RADIUS サーバに送信するユーザ名から ISP ドメイン名を外すように設定します。

```
[AC-radius-imcc] user-name-format without-domain
[AC-radius-imcc] quit
```

ISP ドメイン **imc** を作成し、RADIUS スキーム **imcc** を認証、許可、アカウンティングに使用するためにドメインを設定します。

```
[AC] domain imc
[AC-isp-imc] authentication lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] authorization lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] accounting lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] quit
```

AP1 の radio2 でクライアント anti-sticky を有効にし、RSSI しきい値を 30 に設定し、検出価格を 5 秒に設定し、非 802.11v クライアントの強制ログオフを有効にします。

```
[AC] wlan ap 1
[AC-wlan-ap-1] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] sacp anti-sticky enable rssi 30 interval 5 forced-logoff
```

AP1 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
 [AC-wlan-ap-1-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-1] quit
```

AP2 の radio2 でクライアント anti-sticky を有効にし、RSSI しきい値を 30 に設定し、検出間隔を 5 秒に設定し、非 802.11v クライアントの強制ログオフを有効にします。

```
[AC] wlan ap2
[AC-wlan-ap-2] radio 2
[AC-wlan-ap-1-radio-2] sacp anti-sticky enable rssi 30 interval 5 forced-logoff
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
```

AP2 の radio2 に対してサービステンプレート **acstname** を設定します。

```
[AC-wlan-ap-2-radio-2] service-template acstname
[AC-wlan-ap-2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-2] quit
```

III. 設定確認

サービステンプレートが正しく設定されたことを確認します。

- RSN IE が有効。
- AKM モードが 802.1X。
- Cipher スイートが CCMP。
- BTM status が Enabled。

[AC] display wlan service-template acstname verbose

```
Service template name                                : acstname
Description                                          : Not configured
SSID                                                 : service
SSID-hide                                            : Disabled
User-isolation                                       : Disabled
Service template status                              : Enabled
Maximum clients per BSS                              : Not configured
Frame format                                         : Dot3
Seamless roam status                                 : Disabled
Seamless roam RSSI threshold                         : 50
Seamless roam RSSI gap                               : 20
VLAN ID                                              : 1
Service VLAN ID                                      : N/A
Service VLAN TPID                                    : dot1q
AKM mode                                             : 802.1X
Security IE                                          : RSN
Cipher suite                                         : CCMP
TKIP countermeasure time                             : 0 sec
PTK lifetime                                         : 43200 sec
PTK rekey                                            : Enabled
GTK rekey                                            : Enabled
GTK rekey method                                     : Time-based
GTK rekey time                                       : 86400 sec
GTK rekey client-offline                             : Disabled
WPA3 status                                          : Disabled
PPSK                                                 : Disabled
PPSK Fail Permit                                     : Enabled
Enhance-open status                                  : Disabled
Enhanced-open transition-mode service-template       : N/A
User authentication mode                             : 802.1X
Intrusion protection                                 : Disabled
Intrusion protection mode                            : Temporary-block
Temporary block time                                 : 180 sec
Temporary service stop time                          : 20 sec
Fail VLAN ID                                         : Not configured
802.1X handshake                                     : Disabled
802.1X handshake secure                              : Disabled
802.1X domain                                        : imc
MAC-auth domain                                      : Not configured
Max 802.1X users per BSS                             : 512
Max MAC-auth users per BSS                           : 512
802.1X re-authenticate                               : Disabled
Authorization fail mode                              : Online
Accounting fail mode                                 : Online
Authorization                                        : Permitted
Key derivation                                       : SHA1
PMF status                                           : Disabled
Hotspot policy number                                : Not configured
Forwarding policy status                             : Disabled
Forwarding policy name                               : Not configured
Forwarder                                            : AP
FT status                                            : Disabled
QoS trust                                            : Port
QoS priority                                         : 0
QoS U-APSD mode                                      : 1
BTM status                                           : Enabled
```

#802.11v 対応クライアントを AP1 に接続します。(詳細は省略します)

#クライアントの情報で、BTM mode が Active となっていることを確認します。

[AC]display wlan client verbose

```
Total number of clients: 1

 MAC address                          : d0c6-37af-8cc3
 IPv4 address                         : N/A
 IPv6 address                         : N/A
 Username                             : tester
 AID                                  : 1
 AP ID                                : 1
 AP name                              : 1
 Radio ID                             : 2
 Channel                              : 100
 SSID                                 : service
 BSSID                                : 882a-5e6c-5fb0
 VLAN ID                              : 1
 Service VLAN ID                      : N/A
 Sleep count                          : 0
 Wireless mode                        : 802.11ac
 Channel bandwidth                    : 80MHz
 SM power save                        : Disabled
 Short GI for 20MHz                   : Supported
 Short GI for 40MHz                   : Supported
 Short GI for 80MHz                   : Supported
 Short GI for 160/80+80MHz            : Not supported
 STBC RX capability                   : Supported
 STBC TX capability                   : Supported
 LDPC RX capability                   : Supported
 Beamformee STS capability            : N/A
 Number of Sounding Dimensions        : N/A
 SU beamformee capability             : Not supported
 MU beamformee capability             : Not supported
 Block Ack                            : N/A
 Supported VHT-MCS set                : NSS1 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
                                        NSS2 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
 Supported HT MCS set                 : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
                                        8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
                                        15
 Supported rates                      : 6, 9, 12, 18, 24, 36,
                                        48, 54 Mbps
 QoS mode                             : WMM
 Listen interval                      : 250
 RSSI                                 : 0
 Rx/Tx rate                           : 0/0 Mbps
 Speed                                : N/A
 Authentication method                : Open system
 Security mode                        : RSN
 AKM mode                             : 802.1X
 Cipher suite                         : CCMP
 User authentication mode             : 802.1X
 WPA3 status                          : Disabled
 Authorization CAR                    : N/A
 Authorization ACL ID                 : N/A
 Authorization user profile           : N/A
 Roam status                          : N/A
 Key derivation                       : SHA1
 PMF status                           : N/A
 Forwarding policy name               : Not configured
 Online time                          : 0days 0hours 0minutes 12seconds
 FT status                            : Inactive
 BTM mode                             : Active
```

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

10 章 WLAN ロードバランスの設定 10-1
10.1 概要 10-1
10.1.1 実行必須条件 10-1
10.1.2 動作メカニズム 10-2
10.1.3 ロードバランスモード 10-2
10.1.4 ロードバランスタイプ 10-5
10.2 設定作業リスト 10-5
10.3 WLAN ロードバランスの設定 10-5
10.3.1 WLAN ロードバランスの有効化 10-5
10.3.2 ロードバランスモードの設定 10-6
10.3.3 ロードバランスグループの設定 10-6
10.3.4 ロードバランスパラメータの設定 10-6
10.4 WLAN ロードバランスに対する SNMP 通知の有効化 10-7
10.5 WLAN ロードバランスの表示と維持 10-7
10.6 無線ベース WLAN ロードバランスの設定例 10-7
10.6.1 セッションモードロードバランスの設定 10-7
10.6.2 トラフィックモードロードバランスの設定 10-9
10.6.3 帯域幅モードロードバランスの設定 10-11
10.7 ロードバランスグループベース WLAN ロードバランスの設定例 10-13
10.7.1 セッションモードロードバランスの設定 10-13
10.7.2 トラフィックモードロードバランスの設定 10-16
10.7.3 帯域幅モードロードバランスの設定 10-18

10章 WLAN ロードバランスの設定

本章では、AP は有効な無線をひとつだけ持つと仮定します。

10.1 概要

WLAN ロードバランス機能は、密集した WLAN において無線サービスの品質とクライアントの帯域幅を保証するため、AP を経由したクライアントの負荷を動的に分散させます。

10.1.1 実行必須条件

WLAN ロードバランスを特定の AP 間で実行するために、AP は同じ AC に管理されなければなりません。同じ AC で管理することで、クライアントは AP を検出することができます。図 10-1 に示すように、ロードバランスは、同じ AC で管理された AP 1、AP 2、AP 3 上で有効化されます。AP 3 は最大ロードに達します。Client 5 が AP 3 と関連づけようとしたとき、AC はそのアソシエーション要求を拒否し、AP 1 か AP 2 に要求を送るように Client 5 に指示します。しかし、Client 5 が AP 3 しか発見できない場合、Client 5 は AP 3 に対してアソシエーション要求を送信し続けます。AP 3 が Client 5 を拒否する回数が、指定した拒絶の最大数に達した場合、AP 3 は Client 5 のアソシエーション要求を承認します。

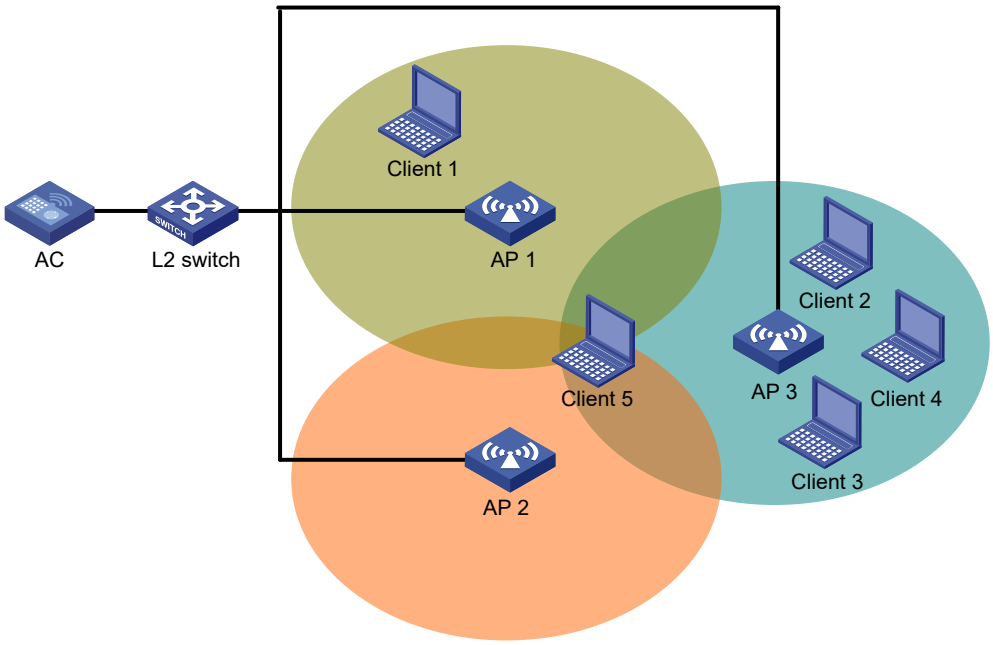


図 10-1 実行必須条件

10.1.2 動作メカニズム

AC は、以下の条件が満たされたときロードバランスを実行します。

- AP の負荷がしきい値に到達した場合、ロードバランスを実行します。
- AP と最も軽い負荷の AP との間の負荷のギャップが、しきい値に到達した場合、ロードバランスを実行します。

負荷と AP に対する負荷のギャップがそれぞれのしきい値に達すると、AP はクライアントのアソシエーション要求を拒否します。AP がクライアントを拒否する回数が、指定した拒絶の最大数に達した場合、AP はクライアントのアソシエーション要求を承認します。

10.1.3 ロードバランスモード

AC は、セッションモード、トラフィックモード、帯域幅モードロードバランスをサポートします。以下の条件が満たされたとき、AC は特定のモードのロードバランスを実行します。

- 指定したセッション/トラフィック/帯域幅しきい値に達する場合、ロードバランスを実行します。
- 指定したセッション/トラフィック/帯域幅ギャップしきい値に達する場合、ロードバランスを実行します。

I. セッションモードロードバランス

図 10-2 に示すように、Client 1 は AP 1 に関連づき、Client 2～Client 4 は AP 2 に関連づいています。セッションしきい値とセッションギャップしきい値を、それぞれ 3 と 2 に設定したと仮定します。Client 5 が AP 2 と関連づけようとしたとき、セッションしきい値とセッションギャップしきい値がともに最大値に達するため、AP 2 はその要求を拒否します。

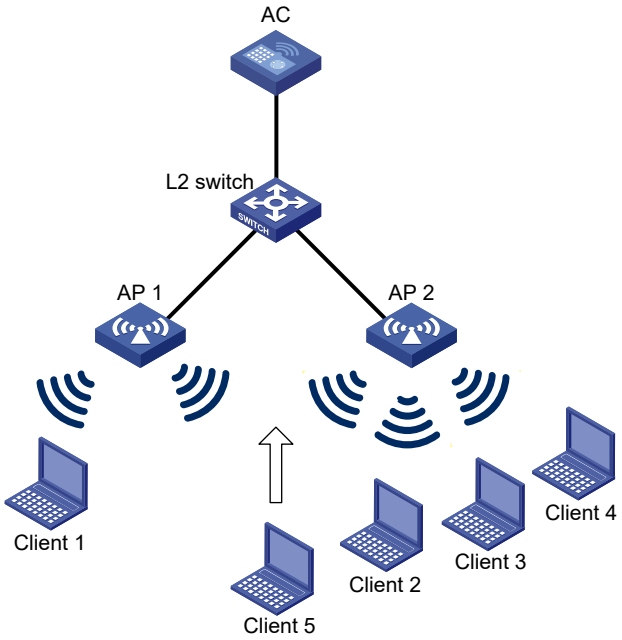


図 10-2 セッションモードロードバランス

II. トラフィックモードロードバランス

図 10-3 に示すように、Client 1 は AP 1 に関連付き、Client 2 は AP 2 に関連付いています。AP 1 のトラフィックと、AP1 と AP 2 のトラフィックギャップが、それぞれのしきい値に達するとき、AP 1 は Client 3 からのアソシエーション要求を拒否します。

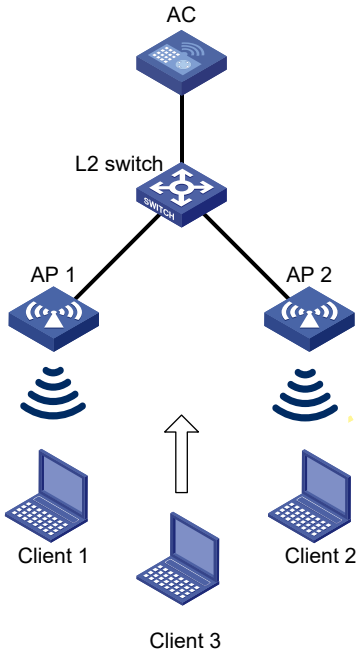


図 10-3 トラフィックモードロードバランス

III. 帯域幅モードロードバランス

図 10-4 に示すように、Client 1 は AP 1 に関連付き、Client 2 は AP 2 に関連付いています。AP 1 の帯域幅と、AP 1 と AP 2 の帯域幅ギャップが、それぞれのしきい値に達するとき、AP 1 は Client 3 からの要求を拒否します。

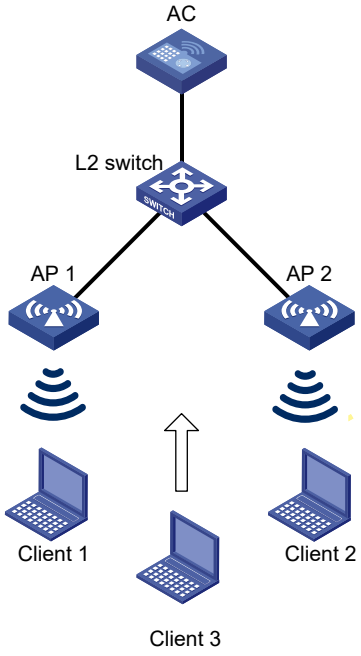


図 10-4 帯域幅モードロードバランス

10.1.4 ロードバランスタイプ

AC は以下のロードバランスタイプをサポートします。

- **無線ベース**－AC は、AP の隣接レポートに基づいたロードバランスに参加する AP を決定します。AP の隣接レポートは、AP に検出された各クライアントの MAC アドレスと RSSI 値を記録します。AC は、以下の条件のいずれかが満たされたときに、AP がロードバランスに参加すると決定します。
  - クライアントが AP とのアソシエーションを要求した場合
  - クライアントの RSSI が RSSI しきい値に達するが、クライアントは AP とのアソシエーションを要求しないと AP が検出した場合。
- **ロードバランスグループベース**－要求した AP の無線をロードバランスグループに追加します。AC は、ロードバランスグループに属さない無線上ではロードバランスを実行しません。

10.2 設定作業リスト

作業リスト	補足
（必須設定項目） WLANロードバランスの有効化	—
（必須設定項目） ロードバランスモードの設定	—
（オプション設定項目） ロードバランスグループの設定	ロードバランスグループを作成しない場合、ACは無線ベースロードバランスを実行します。
（オプション設定項目） ロードバランスパラメータの設定	—
（オプション設定項目） WLANロードバランスに対するSNMP通知の有効化	—

10.3 WLANロードバランスの設定

ロードバランスの設定をする前に、クイックアソシエーション機能が無効であることを確認してください。クイックアソシエーションに関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “WLAN アクセスの設定”* を参照してください。

10.3.1 WLAN ロードバランスの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. WLAN ロードバランスを有効にする	**wlan load-balance enable**	デフォルト：無効

10.3.2 ロードバランスモードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． ロードバランスモードを設定にする	• セッションモードロードバランスを設定する：**wlan load-balance mode session** *value* [**gap** *gap-value*] • トラフィックモードロードバランスを設定する：**wlan load-balance mode traffic** *value* [**gap** *gap-value*] • 帯域幅モードロードバランスを設定する：**wlan load-balance mode bandwidth** *value* [**gap** *gap-value*]	デフォルト：セッションモードロードバランスが使用されます。

10.3.3 ロードバランスグループの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． ロードバランスグループを作成し、load balancing group view に移行する	**wlan load-balance group** *group-id*	デフォルト：設定なし
3． AP の無線をロードバランスグループに追加する	**ap name** *ap-name* **radio** *radio-id*	デフォルト：設定なし
4． （オプション設定項目） ロードバランスグループに対して記述を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし

10.3.4 ロードバランスパラメータの設定

以下のパラメータはロードバランスの計算に影響を与えます。

- **ロードバランス RSSI しきい値**ークライアントの RSSI が、指定した RSSI しきい値より低いと AP が検出した場合、AP は以下のいずれかの操作を実行します。
  - 複数の AP がクライアントを検出できる場合、AP はクライアントがアソシエーションを要求したときのみロードバランスに参加します。
  - 単独の AP のみがクライアントを検出できる場合、クライアントが AP と関連付く機会をよりもてるように拒絶最大数を 1 まで小さくします。
- **アソシエーション要求に対する拒絶最大数**－AP がクライアントを拒否する回数が、指定した拒絶最大数に達する場合、AP はクライアントにアソシエーション要求を承認します。

ロードバランスパラメータの設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． RSSI しきい値を設定する	**wlan load-balance rssi-threshold** *rssi-threshold*	デフォルト： 25
3． アソシエーション要求に対する拒絶最大数を設定する	**wlan load-balance access-denial** *access-denial*	デフォルト：10

10.4 WLANロードバランスに対するSNMP通知の有効化

NMS に WLAN ロードバランスの重要なイベントを報告するために、SNMP 通知を WLAN ロードバランスに対して有効にします。WLAN ロードバランスイベント通知が正確に送信されるためには、“ネットワーク管理とモニタリングコンフィグレーションガイド”に記述されるように、SNMP の設定もしなければなりません。

SNMP 通知を WLAN ロードバランスに対して有効にする手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． WLAN ロードバランスに対して SNMP 通知を有効にする	**snmp-agent trap enable wlan load-balance**	デフォルト：無効

10.5 WLANロードバランスの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ロードバランスグループ情報を表示する	**display wlan load-balance group** { *group-id* | **all** }

10.6 無線ベースWLANロードバランスの設定例

10.6.1 セッションモードロードバランスの設定

I. ネットワーク要件

図 10-5 に示すように、AP 1 と AP 2 は AC により管理され、クライアントは AP を検出できます。

以下の条件が満たされたとき、AC が AP 1 と AP 2 上でセッションモードロードバランスを実行するように設定します。

- 1 つの AP 上のセッション数が 3 に達する場合。
- AP 間のセッションギャップが 2 に達する場合。

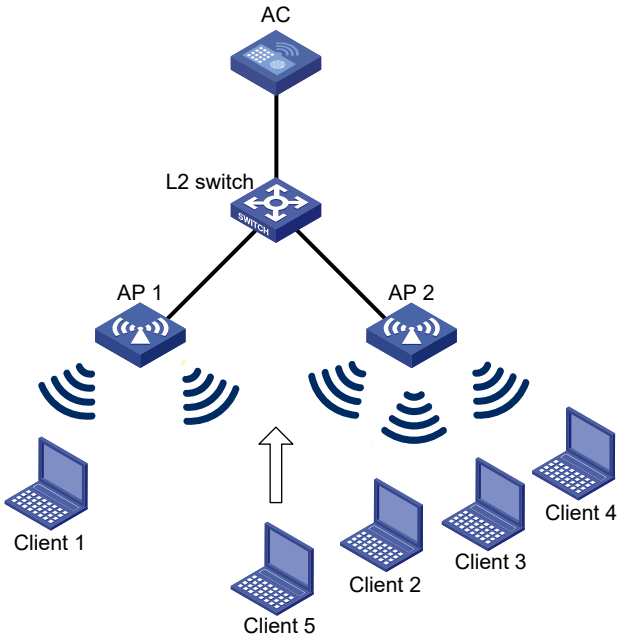


図 10-5 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を session-balance に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid session-balance
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

AP template ap2 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
```

```
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 210235A29G007C000021
```

サービステンプレート 1 を AP 2 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 2
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

ロードバランスモードをセッションモードに設定し、セッションしきい値とセッションギャップしきい値をそれぞれ 3 と 2 に設定します。

```
[AC] wlan load-balance mode session 3 gap 2
```

WLAN ロードバランスを有効にします。

```
[AC] wlan load-balance enable
```

III. 設定の確認

以下の条件が満たされるとき、AC が AP 1 と AP 2 に対してセッションモードロードバランスを実行することを確認します。

- 1 つの AP 上でのセッション数が 3 に達する場合。
- AP 間のセッションギャップが 2 に達する場合。（詳細は省略します。）

display wlan client コマンドを使用し、AP 1 と AP 2 がロードバランスされるか確認します。（詳細は省略します。）

10.6.2 トラフィックモードロードバランスの設定

I. ネットワーク要件

図 10-6 に示すように、AP 1 と AP 2 は AC により管理され、クライアントは AP を検出できます。各 AP に対する最大帯域幅は 150Mbps です。

以下の条件が満たされたとき、AC が AP 1 と AP 2 上でトラフィックモードロードバランスを実行するように設定します。

- 1 つの AP のトラフィックが 30Mbps（最大帯域幅の 20%）に達する場合。
- AP 間のトラフィックギャップが 15Mbps（最大帯域幅の 10%）に達する場合。

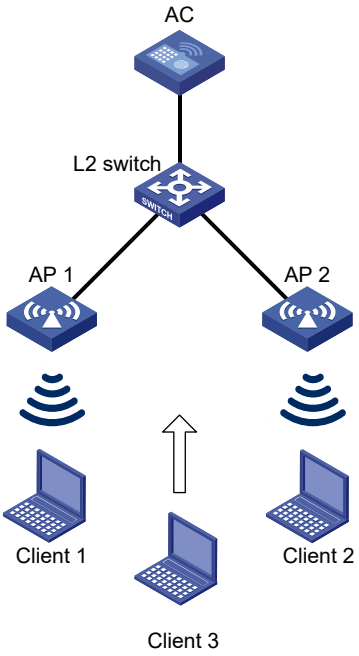


図 10-6 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を traffic-balance に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid traffic-balance
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP template ap2 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
```

```
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 210235A29G007C000021
```

サービステンプレート 1 を AP 2 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 2
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

ロードバランスモードをトラフィックモードに設定し、トラフィックしきい値とトラフィックギャップしきい値をそれぞれ 20%と 10%に設定します。

```
[AC] wlan load-balance mode traffic 20 gap 10
```

WLAN ロードバランスを有効にします。

```
[AC] wlan load-balance enable
```

III. 設定の確認

以下の条件が満たされるとき、AC が AP 1 と AP 2 に対してトラフィックモードロードバランスを実行することを確認します。

- 1 つの AP のトラフィックが 30Mbps に達する場合。
- AP 間のトラフィックギャップが 15Mbps に達する場合。（詳細は省略します。）

display wlan client コマンドを使用し、AP 1 と AP 2 がロードバランスされるか確認します。（詳細は省略します。）

10.6.3 帯域幅モードロードバランスの設定

I. ネットワーク要件

図 10-7 に示すように、AP 1 と AP 2 は AC により管理され、クライアントは AP を発見できます。

以下の条件が満たされたとき、AC が AP 1 と AP 2 上で帯域幅モードロードバランスを実行するように設定します。

- 1 つの AP の帯域幅が 12Mbps に達する場合。
- AP 間の帯域幅ギャップが 3Mbps に達する場合。

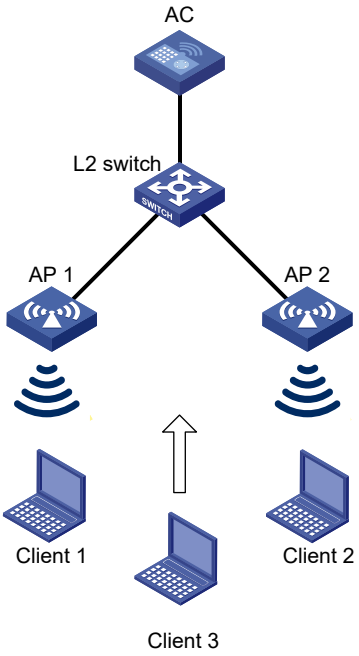


図 10-7 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を bandwidth-balance に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid bandwidth-balance
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP template ap2 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
```

```
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 210235A29G007C000021
```

サービステンプレート 1 を AP 2 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 2
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

ロードバランスモードを帯域幅モードに設定し、帯域幅しきい値と帯域幅ギャップしきい値をそれぞれ 12 Mbps と 3 Mbps に設定します。

```
[AC] wlan load-balance mode bandwidth 12 gap 3
```

WLAN ロードバランスを有効にします。

```
[AC] wlan load-balance enable
```

III. 設定の確認

以下の条件が満たされるとき、AC が AP 1 と AP 2 に対して帯域幅モードロードバランスを実行することを確認します。

- 1 つの AP の帯域幅が 12 Mbps に達する場合。
- AP 間の帯域幅ギャップが 3 Mbps に達する場合。（詳細は省略します。）

display wlan client コマンドを使用し、AP 1 と AP 2 がロードバランスされるか確認します。（詳細は省略します。）

10.7 ロードバランスグループベースWLANロードバランスの設定例

10.7.1 セッションモードロードバランスの設定

I. ネットワーク要件

図 10-8 に示すように、AP 1、AP 2、AP 3 は AC により管理され、クライアントは AP を発見できます。

以下の条件が満たされたとき、AC が AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 上でセッションモードロードバランスを実行するように設定します。

- 1 つの無線上のセッション数が 3 に達する場合。
- 無線間のセッションギャップが 2 に達する場合。

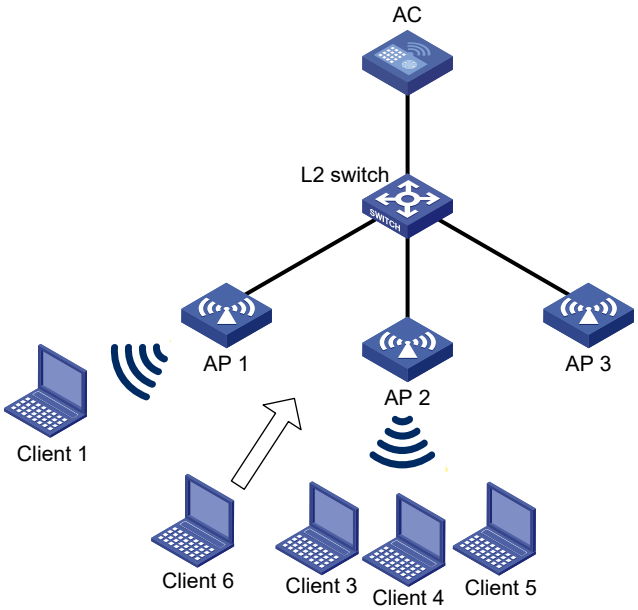


図 10-8 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を session-balance に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid session-balance
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP template ap2 を作成し、model と serial ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 210235A29G007C000021
```

サービステンプレート 1 を AP 2 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 2
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

AP template ap3 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap3 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap3] serial-id 210235A29G007C000022
```

サービステンプレート 1 を AP 3 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap3] radio 2
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap3] quit
```

ロードバランスモードをセッションモードに設定し、セッションしきい値とセッションギャップしきい値をそれぞれ 3 と 2 に設定します。

```
[AC] wlan load-balance mode session 3 gap 2
```

load balancing group 1 を作成します。

```
[AC] wlan load-balance group 1
```

AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 をロードバランスグループ 1 に追加します。

```
[AC-wlan-lb-group-1] ap name ap1 radio 2
[AC-wlan-lb-group-1] ap name ap2 radio 2
```

WLAN ロードバランスを有効にします。

```
[AC] wlan load-balance enable
```

III. 設定の確認

以下の条件が満たされるとき、AC が AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 に対してセッションモードロードバランスを実行することを確認します。

- 1 つの無線上でのセッション数が 3 に達する場合。
- 無線間のセッションギャップが 2 に達する場合。（詳細は省略します。）

display wlan client コマンドを使用し、AP 1 と AP 2 がロードバランスされるか確認します。（詳細は省略します。）

10.7.2 トラフィックモードロードバランスの設定

I. ネットワーク要件

図 10-9 に示すように、AP 1、AP 2、AP 3 は AC により管理され、クライアントは AP を検出できます。

以下の条件が満たされたとき、AC が AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 上でトラフィックモードロードバランスを実行するように設定します。

- 1 つの無線のトラフィックが 30Mbps（最大帯域幅の 20%）に達する場合。
- 無線間のトラフィックギャップが 15Mbps（最大帯域幅の 10%）に達する場合。

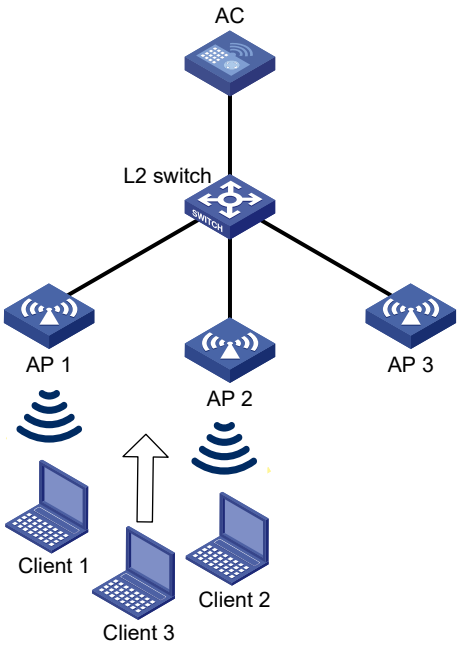


図 10-9 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を traffic-balance に設定します。

```
<AC> system
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid traffic-balance
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP template ap2 を作成し、model と serial ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 210235A29G007C000021
```

サービステンプレート 1 を AP 2 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 2
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

AP template ap3 を作成し、model と serial ID を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap3 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap3] serial-id 210235A29G007C000022
```

サービステンプレート 1 を AP 3 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap3] radio 2
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap3] quit
```

#ロードバランスモードをトラフィックモードに設定し、トラフィックしきい値とトラフィックギャップしきい値をそれぞれ 20%と 10%に設定します。

```
[AC] wlan load-balance mode traffic 20 gap 10
```

load balancing group 1 を作成します。

```
[AC] wlan load-balance group 1
```

AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 をロードバランスグループ 1 に追加します。

```
[AC-wlan-lb-group-1] ap name ap1 radio 2
[AC-wlan-lb-group-1] ap name ap2 radio 2
[AC-wlan-lb-group-1] quit
```

WLAN ロードバランスを有効にします。

```
[AC] wlan load-balance enable
```

III. 設定の確認

#以下の条件が満たされるとき、AC が AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 に対してトラフィックモードロードバランスを実行することを確認します。

- 1 つの無線でのトラフィックが 30Mbps に達する場合。
- 無線間のトラフィックギャップが 15Mbps に達する場合。（詳細は省略します。）

display wlan client コマンドを使用し、AP 1 と AP 2 がロードバランスされるか確認します。（詳細は省略します。）

10.7.3 帯域幅モードロードバランスの設定

I. ネットワーク要件

図 10-10 に示すように、AP 1、AP 2、AP 3 は AC により管理され、クライアントは AP を発見できます。

以下の条件が満たされたとき、AC が AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 上で帯域幅モードロードバランスを実行するように設定します。

- 1 つの無線の帯域幅が 12Mbps に達する場合。
- 無線間の帯域幅ギャップが 3Mbps に達する場合。

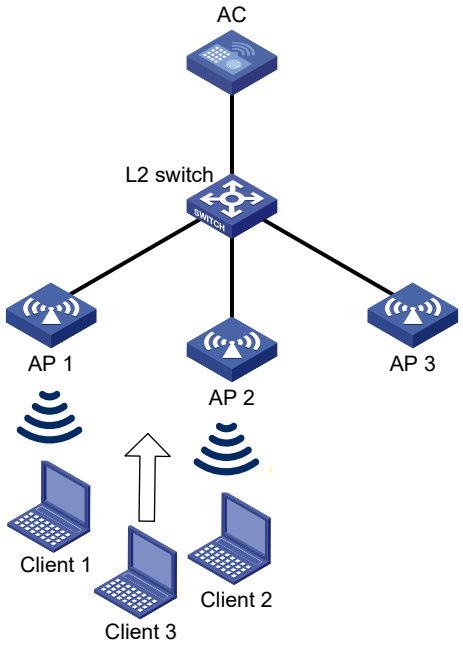


図 10-10 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を bandwidth-balance に設定します。

```
<AC> system
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid bandwidth-balance
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

AP template ap2 を作成し、model と serial ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 210235A29G007C000021
```

サービステンプレート 1 を AP 2 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 2
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

AP template ap3 を作成し、model と serial ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap3 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap3] serial-id 210235A29G007C000022
```

サービステンプレート 1 を AP 3 の radio 2 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap3] radio 2
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap3-radio-2] quit
```

```
[AC-wlan-ap-ap3] quit
```

ロードバランスモードを帯域幅モードに設定し、帯域幅しきい値と帯域幅ギャップしきい値をそれぞれ 12 Mbps と 3 Mbps に設定します。

```
[AC] wlan load-balance mode bandwidth 12 gap 3
```

#ロードバランスグループ 1 を作成します。

```
[AC] wlan load-balance group 1
```

AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 をロードバランスグループ 1 に追加します。

```
[AC-wlan-lb-group-1] ap name ap1 radio 2
[AC-wlan-lb-group-1] ap name ap2 radio 2
[AC-wlan-lb-group-1] quit
```

WLAN ロードバランスを有効にします。

```
[AC] wlan load-balance enable
```

III. 設定の確認

#以下の条件が満たされるとき、AC が AP 1 の radio 2 と AP 2 の radio 2 に対して帯域幅モードロードバランスを実行することを確認します。

- 1 つの無線の帯域幅が 12 Mbps に達する場合。
- 無線間の帯域幅ギャップが 3 Mbps に達する場合。（詳細は省略します。）

display wlan client コマンドを使用し、AP 1 と AP 2 がロードバランスされるか確認します。（詳細は省略します。）

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

11 章 WLAN 無線リソースの計測の設定.....11-1
11.1 概要.....11-1
11.1.1 802.11h 計測.....11-1
11.1.2 802.11k 計測.....11-1
11.2 設定作業リスト.....11-2
11.3 無線リソース計測の有効化.....11-2
11.3.1 radio view での無線リソース計測の有効化.....11-2
11.3.2 AP group radio view での無線リソース計測の有効化.....11-3
11.4 計測期間と計測間隔の設定.....11-4
11.4.1 radio view での計測期間と計測間隔の設定.....11-4
11.4.2 AP group radio view での計測期間と計測間隔の設定.....11-4
11.5 クライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定.....11-4
11.5.1 radio view でのクライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定11-5
11.5.2 AP group radio view でのクライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定.....11-5
11.6 WLAN 無線リソース計測の表示と維持.....11-5
11.7 無線リソース計測の設定例.....11-6
11.7.1 ネットワーク要件.....11-6
11.7.2 設定手順.....11-6
11.7.3 設定の確認.....11-7

11章 WLAN 無線リソースの計測の設定

11.1 概要

WLAN 無線リソース計測は、チャネル品質と無線性能を計測します。WLAN 無線リソース計測により、クライアントと AP は無線環境を学習可能になり、また、スペクトル、電力、帯域幅などの無線リソースをより効果的に使用可能になります。

11.1.1 802.11h 計測

802.11h 計測は、5GHz 帯のチャネルを計測します。表 11-1 は、802.11h 計測がサポートする計測の一覧です。

表 11-1 802.11h 計測

タイプ		内容
スペクトル管理計測	Basic	クライアントが以下のいずれかを検出したかを計測します。 ● 別のBSSからのパケット ● OFDMプリアンブル ● レーダ信号 ● 未知の信号
	CCA（Clear Channel Assessment）	計測時間の総和に対するチャネルのビジー時間の割合を計測します。
	RPI（Receive Power Indication）	計測時間の総和に対する異なるRPI範囲の時間の割合を計測します。
TPC（Transmit Power Control）計測		リンク冗長性とクライアントに対する伝送電力を計測します。

802.11h 計測は、以下の手順で作動します。

1) AP は、802.11h 計測要求を送信できるとクライアントに通知するために、ビーコン、プローブ応答、アソシエーション応答、または再アソシエーション応答内でスペクトル計測フィールドを 1 に設定します。
2) クライアントから計測要求を受信すると、AP は要求された計測を実行し、クライアントにレポートを送信します。

11.1.2 802.11k 計測

802.11k 計測は、2.4GHz 帯と 5GHz 帯の両方のチャネルを計測します。表 11-2 は、802.11k 計測がサポートする計測の一覧です。

表 11-2 802.11k 計測

タイプ		内容
無線計測	Beacon	ビーコン、計測パイロットパケット、プローブ応答のRCPI（Received Channel Power Indicator）とRSNI（Received Signal to Noise Indicator）を計測します。
	Frame	伝送されたフレームの数と伝送されたフレームに対する平均RCPIを計測します。
	Station statistics	送受信されたフラグメント総計、マルチキャストフレーム総計、失敗総計、リトライ総計、ACK失敗総計を計測します。
	Transmit stream	特定の伝送ストリームのフレームを計測します。
	Channel load	チャネル使用を計測します。
	Location	要求者と要求されたものの相対的な位置を計測します。
	Noise histogram	異なるデシベル範囲での雑音分布を計測します。
Link measurement		リンク冗長性とクライアントに対する伝送電力を計測します。
Neighbor measurement		チャネルとネイバAPのBSSIDを計測します。

802.11k 計測は、以下の手順で作動します。

1) AP は、802.11k 計測要求を送信できるとクライアントに通知するために、ビーコン、プローブ応答、アソシエーション応答、または再アソシエーション応答内で無線計測フィールドを 1 に設定します。
これらの応答フレームは、AP がサポートする計測タイプのクライアントに通知するために、AP の計測性能も運びます。
AP は、クライアントがすばやく AP を検出できるように、計測パイロットフレームを定期的に送信します。計測パイロットフレームはビーコンよりも頻繁に送信され、運ぶ情報はより少ないです。
2) クライアントから計測要求を受信すると、AP は要求された計測を実行し、クライアントにレポートを送信します。
AP は、クライアントに定期的に計測要求を送信し、クライアントから計測報告を収集することもできます。

11.2 設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目） 無線リソース計測の有効化
（オプション設定項目） 計測期間と計測間隔の設定
（オプション設定項目） クライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定

11.3 無線リソース計測の有効化

11.3.1 radio view での無線リソース計測の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線リソース計測を有効にする	**resource-measure enable**	デフォルト：AP group view内の設定が使用されます。 リンク計測、ネイバ計測、無線計測を有効にする場合、無線リソース計測を有効にしなければなりません。
5. スペクトル管理を有効にする	**spectrum-management enable**	デフォルト：AP group view内の設定が使用されます。 スペクトル計測またはTPC計測は、スペクトル管理を有効にしたあとにのみ適用されます。 このコマンドに関する詳細はコマンドマニュアルのセクション2 *WLAN "WLAN RRM"* を参照してください。
6. 計測タイプを有効にする	**measure** { **all** | **link** | **neighbor** | **radio** | **spectrum** | **tpc** } { **enable** | **disable** }	デフォルト：AP group view内の設定が使用されます。 **spectrum**、**tpc**パラメータは5GHz帯のみサポートします。

11.3.2 AP group radio view での無線リソース計測の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. AP group radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 無線リソース計測を有効にする	**resource-measure enable**	デフォルト：無効 リンク計測、ネイバ計測、無線計測を有効にする場合、無線リソース計測を有効にしなければなりません。
6. スペクトル管理を有効にする	**spectrum-management enable**	デフォルト：無効 スペクトル計測またはTPC計測は、スペクトル管理を有効にしたあとにのみ適用されます。 このコマンドに関する詳細はコマンドマニュアルのセクション2 *WLAN "WLAN RRM"* を参照してください。

操作	コマンド	補足
7. 計測タイプを有効にする	**measure** { **all** | **link** | neighbor | **radio** | **spectrum** | **tpc** } { **enable** | **disable** }	デフォルト：無効 **spectrum**、**tpc**パラメータは5GHz帯のみサポートします。

11.4 計測期間と計測間隔の設定

無線リソース計測が AP に対して有効なとき、AP は計測期間の情報を運ぶ計測要求を、指定された間隔でクライアントに送信します。

11.4.1 radio view での計測期間と計測間隔の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 計測期間を設定する	**measure-duration** *time*	デフォルト：AP group view内の設定が使用されます。
5. 計測間隔を設定する	**measure-interval** *value*	デフォルト：AP group view内の設定が使用されます。

11.4.2 AP group radio view での計測期間と計測間隔の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. AP group radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 計測期間を設定する	**measure-duration** *time*	デフォルト： 500TU
6. 計測間隔を設定する	**measure-interval** *value*	デフォルト：30秒

11.5 クライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定

本機能により、クライアントは事前に定義されたマッチ基準に基づいて AP と関連付けることができます。無線リソース計測性能は、AP とクライアントにサポートされた無線リソース計測タイプに言及します。装置は、クライアントの無線リソース計測性能に対して以下のマッチモードをサポートします。

- **ALL**－クライアントは、すべての無線リソース計測性能が AP の無線リソース計測性能と一致する場合に限り、AP とのアソシエーションが許可されます。
- **None**－クライアントの無線リソース計測性能はチェックされません。
- **Partial**－クライアントは、無線リソース計測性能の 1 つが AP の任意の無線リソース計測性能と一致する場合に限り、AP とのアソシエーションが許可されます。

11.5.1 radio view でのクライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． クライアントの無線リソース計測性能に対してマッチモードを設定する	**rm-capability mode** { **all** | **none** | **partial** }	デフォルト：AP group view内の設定が使用されます。

11.5.2 AP group radio view でのクライアント無線リソース計測性能に対するマッチモードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． AP group radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． クライアントの無線リソース計測性能に対してマッチモードを設定する	**rm-capability mode** { **all** | **none** | **partial** }	デフォルト：none

11.6 WLAN無線リソース計測の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行します。

操作	コマンド
クライアント計測報告を表示する	**display wlan measure-report ap** *ap-name* **radio** *radio-id* [**client mac-address** *mac-address*]

11.7 無線リソース計測の設定例

11.7.1 ネットワーク要件

図 11-1 に示すように、以下の条件を満たすように無線リソース計測を設定します。

- クライアントは、すべての無線リソース計測性能が AP の無線リソース計測性能と一致したときのみオンラインになります。
- クライアントはすべてのタイプの計測を実行できます。

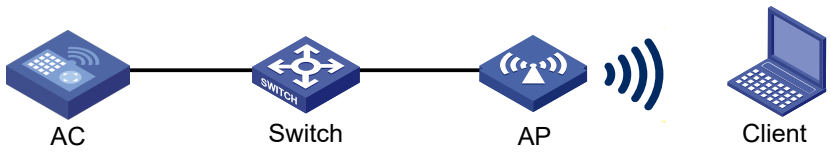


図 11-1 ネットワーク図

11.7.2 設定手順

サービステンプレート 1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
```

SSID resource-measure を設定し、サービステンプレート 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-st-1] ssid resource-measure
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

手動 AP ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

radio 1 の radio view に移行します.

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
```

スペクトル管理を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] spectrum-management enable
```

無線リソース計測を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] resource-measure enable
```

すべての計測機能を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] measure all enable
```

クライアントの無線リソース計測性能に対するマッチモードを All に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] rm-capability mode all
```

radio 1 にサービステンプレートを設定し、無線を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

11.7.3 設定の確認

クライアントがオンラインになることを検証します。

```
[AC] display wlan client
Total number of clients: 1

MAC address       Username             APID/RID  IP address          VLAN ID
00ee-bd44-557f      N/A                   1/1    1.1.1.1              1
```

#クライアントからの計測報告を表示します。

```
[AC] display wlan measure-report ap ap1 radio 1
Total number of clients: 1

Client MAC address                              : 00ee-bd44-557f
Link measurement:
  Link margin                                   : 2 dBm
  RCPI                                          : -85 dBm
  RSNI                                          : 53 dBm
Noise histogram:
  Antenna ID                                    : 3
  ANPI                                          : -56 dBm
  IPI0 to IPI10 density                         : 5 12 16 13 8 5 5 15 17 1 3
Spectrum measurement:
  Transmit power                                : 20 dBm
  BSS                                           : Detected
  OFDM preamble                                 : Detected
  Radar                                         : Detected
  Unidentified signal                           : Undetected
  CCA busy fraction                             : 60
  RPI0 to RPI7 density                          : 3 7 11 19 15 23 15 7
Frame report entry:
  BSSID                                         : a072-2351-e253
  PHY type                                      : fhss
  Average RCPI                                  : -10 dBm
  Last RSNI                                     : 2 dBm
  Last RCPI                                     : -20 dBm
  Frames                                        : 1
Dot11BSSAverageAccessDelay group:
  Average access delay                          : 32 ms
  BestEffort average access delay               : 1 ms
  Background average access delay               : 1 ms
  Video average access delay                    : 1 ms
  Voice average access delay                    : 1 ms
  Clients                                       : 32
  Channel utilization rate                      : 11
Transmit stream:
  Traffic ID                                    : 0
  Sent MSDUs                                    : 60
  Discarded MSDUs                               : 5
  Failed MSDUs                                  : 3
```

```
MSDUs resent multiple times                    : 3
Lost QoS CF-Polls                              : 2
Average queue delay                            : 2 ms
Average transmit delay                         : 1 ms
Bin0 range                                     : 0 to 10 ms
Bin0 to Bin5                                   : 5 10 10 5 10 10
```

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

12 章 チャネルスキャンの設定 12-1
12.1 概要 12-1
12.1.1 基本概念 12-1
12.1.2 動作メカニズム 12-1
12.2 チャネルスキャンの設定 12-2
12.2.1 スキャン期間の設定 12-2
12.2.2 最大サービス期間の設定 12-2
12.2.3 サービスアイドルタイムアウトの設定 12-3
12.2.4 チャネルスキャンブラックリスト・ホワイトリストの設定 12-4
12.3 チャネルスキャンの設定例 12-4
12.3.1 相対的な優先転送の設定例 12-4
12.3.2 絶対的な優先転送の設定例 12-5

12章 チャネルスキャンの設定

12.1 概要

チャネルスキャンにより、AP はチャネルをスキャンし無線パケットをキャプチャすることができます。AC は、インタフェース、エラービットレート、無線信号強度などの無線サービス情報を得るために、キャプチャした無線パケットを分析します。チャネルスキャンにより、WLAN RRM と WIPS に対してデータが提供され、無線サービス品質が向上します。

12.1.1 基本概念

- **スキャン期間**－AP は、スキャン期間内でチャネルのスキャンのみ行い、無線サービスは提供しません。
- **サービス期間**－AP は、サービス期間内で以下の方法のいずれかで働きます。
  - AP は無線サービスの提供のみを行い、チャネルのスキャンはしません。
  - AP は、スキャン期間と同じ期間、動作チャネルのスキャンと無線サービスの提供を同時に行います。その後、AP は無線サービスの提供のみ行います。

12.1.2 動作メカニズム

AP は、AP が無線サービスを提供するかどうかにかかわらず、スキャン期間の間にチャネルスキャンリスト上の各チャネルを順番にスキャンします。AP が無線サービスを提供しない場合、AP はスキャン期間を継続的に開始します。AP が無線サービスを提供する場合、AP はサービス期間とスキャン期間のどちらか一方を開始します。

たとえば図 12-1 は、AP がチャネル 6 で動作し、チャネルスキャンリストがチャネル 1、6、11 を含むときのチャネルスキャンの仕組みを示します。

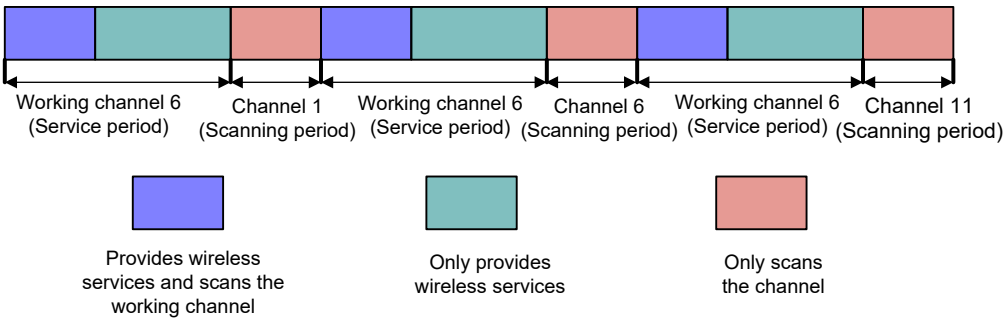


図 12-1 チャネルスキャンメカニズム

12.2 チャネルスキャンの設定

最大サービス期間よりスキャン期間の値が小さいことを確認してください。

12.2.1 スキャン期間の設定

I. radio view でのスキャン期間の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． スキャン期間を設定する	**scan scan-time** *scan-time*	デフォルト： AP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group view でのスキャン期間の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． スキャン期間を設定する	**scan scan-time** *scan-time*	デフォルト： 100ミリ秒

12.2.2 最大サービス期間の設定

スキャン品質とサービス品質の両方を保証するために、最大サービス期間を設定できます。最大サービス期間に達すると、AP は転送するトラフィックの有無に関わらずスキャン期間を開始します。無線サービス品質を保証するため、AP がサービス期間を制限しないように設定できます。AP はサービスアイドルタイムアウトが終了するまでスキャン期間を開始しません。

I. radio view での最大サービス期間の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 最大サービス期間を設定する	**scan max-service-time** { *max-service-time* | **no-limit** }	デフォルト： AP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group view での最大サービス期間の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． スキャン期間を設定する	**scan max-service-time** { *max-service-time* | **no-limit** }	デフォルト： ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.18を含む以前のソフトウェアでは5000ミリ秒です。 ソフトウェアバージョン 7.2.21を含む以降のソフトウェアではno-limitです。

12.2.3 サービスアイドルタイムアウトの設定

サービス期間の間、たとえ指定されたサービスアイドルタイムアウトが終了しても、現在のサービス期間がスキャン期間を超過するまで、AP は新たなスキャン期間を開始しません。

I. radio view でのサービスアイドルタイムアウトの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． サービスアイドルタイムアウトを設定する	**scan idle-time** *idle-time*	デフォルト： AP group radio viewの設定を使用します。 サービスアイドルタイムアウトは最大サービス期間よりも大きくすることはできません。

II. AP group view でのービスアイドルタイムアウトの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． スキャン期間を設定する	**scan idle-time** *idle-time*	デフォルト： 100ミリ秒

12.2.4 チャネルスキャンブラックリスト・ホワイトリストの設定

ブラックリストのチャネルをスキャンしない、あるいはホワイトリストのチャネルのみをスキャンするように AP を設定します。ブラックリストとホワイトリストの両方を同じ AP に設定することはできません。

I. radio view でのブラックリスト・ホワイトリストの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 特定のチャネルをブラックリストに指定する	**scan channel blacklist** *channel-list*	デフォルト： AP group radio viewの設定を使用します。
5． 特定のチャネルをホワイトリストに指定する	**scan channel whitelist** *channel-list*	デフォルト： AP group radio viewの設定を使用します。

II. AP group radio view でのブラックリスト・ホワイトリストの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 特定のチャネルをブラックリストに指定する	**scan channel blacklist** *channel-list*	デフォルト： 設定なし
6． 特定のチャネルをホワイトリストに指定する	**scan channel whitelist** *channel-list*	デフォルト： 設定なし

12.3 チャネルスキャンの設定例

12.3.1 相対的な優先転送の設定例

I. ネットワーク要件

図 12-2 に示すように、チャネルスキャンを設定し、チャネルスキャンと無線サービス品質を保証するために AP 1 に最大サービス期間を設定します。

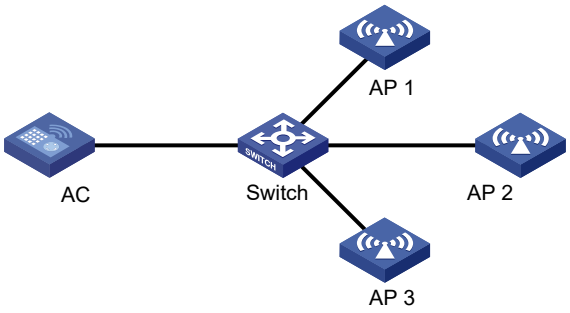


図 12-2 ネットワーク図

II. 設定手順

手動 AP を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

radio 1 の radio view を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
```

スキャン期間を 200 ミリ秒に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] scan scan-time 200
```

最大サービス期間を 5000 ミリ秒に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] scan max-service-time 5000
```

サービスアイドルタイムアウトを 100 ミリ秒に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] scan idle-time 100
```

12.3.2 絶対的な優先転送の設定例

I. ネットワーク要件

図 12-3 に示すように、チャネルスキャンを設定し、無線サービス品質を保証するために AP 1 に対してサービス期間を制限しないようにします。

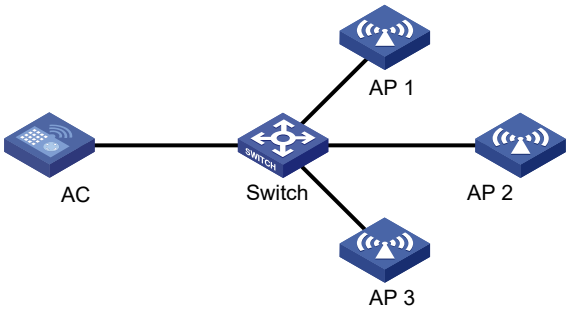


図 12-3 ネットワーク図

II. 設定手順

手動 AP を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
```

radio 1 の radio view を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
```

スキャン期間を 100 ミリ秒に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] scan scan-time 100
```

無線がサービス期間を制限しないように設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] scan max-service-time no-limit
```

サービスアイドルタイムアウトを 100 ミリ秒に設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] scan idle-time 100
```

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

13 章 バンドナビゲーションの設定.....13-1
13.1 概要.....13-1
13.2 設定作業リスト.....13-1
13.3 設定必須要件.....13-1
13.4 バンドナビゲーションの設定.....13-2
13.4.1 グローバルでのバンドナビゲーションの有効化.....13-2
13.4.2 AP に対するバンドナビゲーションの有効化.....13-2
13.4.3 バンドナビゲーションに対するロードバランスの設定.....13-2
13.4.4 バンドナビゲーションパラメータの設定.....13-3
13.5 バンドナビゲーションの設定例.....13-4

13章 バンドナビゲーションの設定

13.1 概要

AP は、バンドナビゲーションを行うことで、デュアルバンド（2.4GHz と 5GHz）クライアントの優先的な 5GHz 無線使用を可能にします。これにより、混雑しやすい 2.4GHz バンドでの無線負荷を分散でき、ネットワーク性能が向上します。

図 13-1に示すように、バンドナビゲーションは WLAN 内で有効化されます。Client 1 は 5GHz 無線に関連づけられ、Client 2 は 2.4GHz 無線に関連づけられます。デュアルバンドクライアントの Client 3 が 2.4GHz 無線への関連づけを要求したとき、AP は Client 3 を拒否し、5GHz 無線を使用するように指示します。

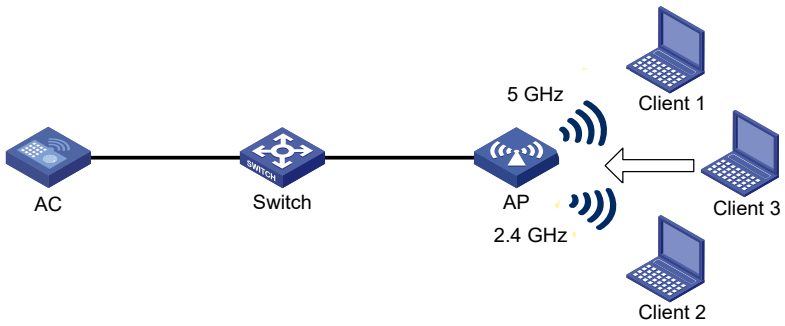


図 13-1 バンドナビゲーション

13.2 設定作業リスト

作業リスト
バンドナビゲーションの設定 • （必須設定項目） グローバルでのバンドナビゲーションの有効化 • （必須設定項目） APに対するバンドナビゲーションの有効化 • （オプション設定項目） バンドナビゲーションに対するロードバランスの設定 • （オプション設定項目） バンドナビゲーションパラメータの設定

13.3 設定必須要件

クイックアソシエーションが無線サービスに対して無効にされていることを確認してください。クイックアソシエーションに関する詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “WLAN アクセスの設定”* を参照してください。

5GHz 無線と 2.4GHz 無線の両方が有効化され、無線が同じサービステンプレートに設定されていることを確認してください。

13.4 バンドナビゲーションの設定

WLAN 内の大半のクライアントが 2.4GHz バンドしかサポートしていない場合、またはトラフィック遅延に敏感なWLAN内ではバンドナビゲーションを有効にしないでください。

13.4.1 グローバルでのバンドナビゲーションの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． バンドナビゲーションをグローバルに有効化する	**wlan band-navigation enable**	デフォルト：無効

13.4.2 AP に対するバンドナビゲーションの有効化

バンドナビゲーションは、グローバルおよび AP の両者に有効なときにのみ、AP に対して適用します。

I. AP に対するバンドナビゲーションの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap ap-name** [**model** *model-name*]	—
3． AP に対してバンドナビゲーションを有効にする	**band-navigation enable**	デフォルト：APはAP group viewの設定を使用します。

II. AP group に対するバンドナビゲーションの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP に対してバンドナビゲーションを有効にする	**band-navigation enable**	デフォルト：有効

13.4.3 バンドナビゲーションに対するロードバランスの設定

AP は、以下の条件が満たされるとき、クライアントの 5GHz のアソシエーション要求を拒否します。

- 5GHz 無線のクライアント数が、指定したしきい値に達した場合。
- 5GHz 無線と、関連づけられたクライアント数が最小の無線とのクライアント数のギャップが、指定したしきい値に達した場合。

バンドナビゲーションに対するロードバランスの設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． バンドナビゲーションに対してロードバランスを設定する	**wlan band-navigation balance session** *session* [**gap** *gap*]	デフォルト：無効

13.4.4 バンドナビゲーションパラメータの設定

以下のパラメータはバンドナビゲーションに影響を与えます。

- **5GHz アソシエーション要求に対する拒絶の最大数**－5GHz 無線がクライアントを拒否する回数が、指定した最大数に達した場合、無線はクライアントのアソシエーション要求を承認します。
- **バンドナビゲーション RSSI しきい値**－クライアントは複数の無線に検出される可能性があります。クライアントの RSSI がバンドナビゲーション RSSI しきい値より小さい場合、5GHz 無線はクライアントのアソシエーション要求を拒否します。
- **クライアント情報エージングタイマ** AP は、クライアントからアソシエーション要求を受信すると、クライアントの情報を記録し、クライアント情報エージングタイマを開始します。エージングタイマが終了する前に AP がクライアントからプローブ要求やアソシエーション要求を受信しない場合、AP はクライアントの情報を削除します。

クライアントのアソシエーションとシステムリソースの効率の両方を保証するために、適切なクライアント情報エージングタイマを設定してください。

バンドナビゲーションパラメータの設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． 5GHz アソシエーション要求に対する拒絶の最大数を設定する	**wlan band-navigation balance access-denial** *access-denial*	デフォルト：APは5GHzアソシエーション要求を拒否しません。
3． バンドナビゲーション RSSI しきい値を設定する	**wlan band-navigation rssi-threshold** *rssi-threshold*	デフォルト：15
4． クライアント情報エージングタイマを設定する	**wlan band-navigation aging-time** *aging-time*	デフォルト： 180秒

13.5 バンドナビゲーションの設定例

I. ネットワーク要件

図 13-2に示すように、5GHz 無線と 2.4GHz 無線の両方が AP 上で有効化されています。バンドナビゲーションを設定し、無線の負荷を分散させるためにとロードバランスを設定します。

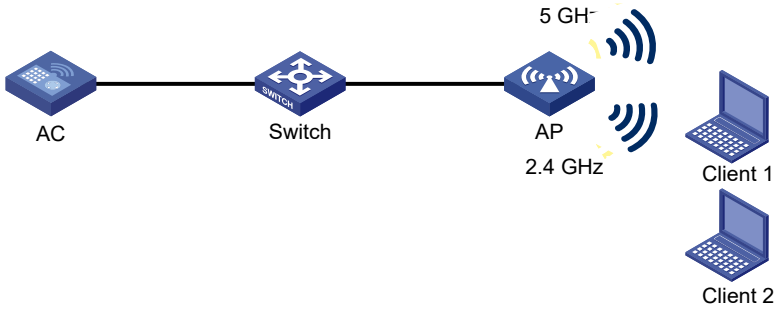


図 13-2 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート 1 を作成し、SSID を band-navigation に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid band-navigation
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

AP template ap1 を作成し、AP モデル名とシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

radio 1 の radio view に移行し、radio 1 が 802.11n （5 GHz）モード内で作動するように設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] type dot11an
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 1 に設定し、radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
```

radio 3 の radio view に移行し、radio 3 は 802.11n （2.4 GHz） モード内で作動するように設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 3
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] type dot11gn
```

サービステンプレート 1 を AP 1 の radio 3 に設定し、radio 3 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

バンドナビゲーションをグローバルに有効化します。

```
[AC] wlan band-navigation enable
```

AP 1 に対してバンドナビゲーションを有効化します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] band-navigation enable
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

バンドナビゲーションに対してロードバランスを有効化し、クライアント数のしきい値とクライアント数のギャップしきい値をそれぞれ 5 と 2 に設定します。

```
[AC] wlan band-navigation balance session 5 gap 2
```

5GHz アソシエーション要求に対する拒絶の最大数を 3 に設定します。

```
[AC] wlan band-navigation balance access-denial 3
```

#バンドナビゲーション RSSI しきい値を 30 に設定します。

```
[AC] wlan band-navigation rssi-threshold 30
```

クライアント情報エージングタイマ 160 秒に設定します。

```
[AC] wlan band-navigation aging-time 160
```

III. 設定の確認

1) デュアルバンドクライアントが AP に関連づけを要求したときに、5GHz 無線に関連付くことを確認します。
2) 以下の条件を満たすとき、デュアルバンドクライアントが 2.4GHz 無線に関連付くことを確認します。

- 5GHz 無線上のクライアント数が 5 に達した場合。（詳細は省略します。）
- 5GHz 無線と 2.4GHz 無線とのクライアント数ギャップが 2 に達した場合。（詳細は省略します。）

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

14章 デュアルリンクバックアップの設定 14-1
14.1 概要 14-1
14.2 デュアルリンクバックアップの設定作業リスト 14-2
14.3 設定要件 14-2
14.4 バックアップACの指定 14-2
14.5 マスタCAPWAPトンネルの優先接続の設定 14-3
14.5.1 APに対するマスタCAPWAPトンネルの優先接続の設定 14-3
14.5.2 AP groupに対するマスタCAPWAPトンネルの優先接続の設定 14-3
14.5.3 グローバルなマスタCAPWAPトンネルの優先接続の設定 14-3
14.6 APライセンス同期の設定 14-4
14.6.1 APライセンス同期ネットワーク 14-4
14.6.2 APライセンス同期接続の確立 14-4
14.6.3 APライセンス同期機能の設定 14-5
14.6.4 APライセンス同期の表示と維持 14-6
14.7 デュアルリンクバックアップモード設定例 14-6

14章 デュアルリンクバックアップの設定

⚠ **注意：**

デュアルリンクバックアップを使用する AC は、同一のソフトウェアバージョンを使用してください。
デュアルリンクアップを使用する AC は、自動で選択されたチャネル情報を AC 間で引き継ぎません。デュアルリンクバックアップを使用する場合はチャネルを手動設定して使用することを推奨します。

14.1 概要

デュアルリンクバックアップは 2 台の AC を互いにバックアップすることを可能にします。これにより、AC1 台時に発生するサービス停止のリスクを低減します。

デュアルリンクバックアップは AP に 2 つのアップリンク接続を提供します。AP は、マスタ AC、バックアップ AC それぞれと CAPWAP トンネルを接続します。マスタとバックアップ AC はリアルタイムで互いのリンク状態を検出することができません。マスタ AC 障害時に、バックアップ AC がトラフィック転送を引き継ぎますが一時的な通信中断が発生します。故障したマスタ AC が回復したとき、マスタ CAPWAP トンネルの優先機能により、AP 接続の優先度にもとづいて、マスタ CAPWAP トンネルを決定します。

デュアルリンクバックアップは、サービス連続性が不要なネットワークに適用できます。

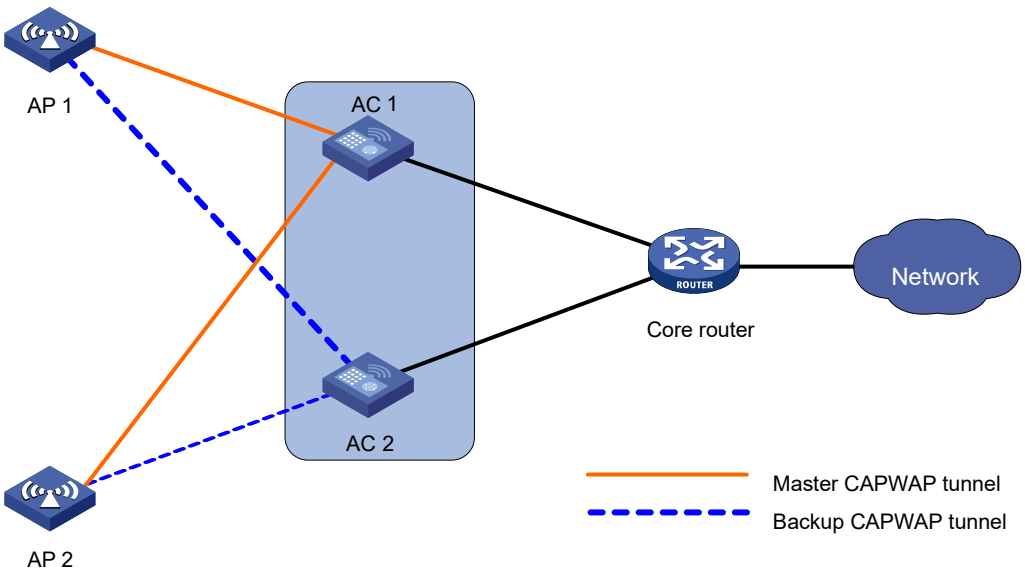


図 14-1 ネットワーク図

14.2 デュアルリンクバックアップの設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）バックアップACの指定
（オプション設定項目）マスタCAPWAPトンネルの優先順位の設定

14.3 設定要件

2 台の AC それぞれでオート AP またはマニュアル AP の設定してください。マニュアル AP コンフィグレーションは 2 台の AC で同一でなければなりません。詳細については、オペレーションマニュアルの 2 *WLAN “AP 管理”* を参照してください。

14.4 バックアップACの指定

AP がマスタ AC と CAPWAP トンネルを確立した後、AP は指定したバックアップ AC とバックアップの CAPWAP トンネルを確立します。

AP が最初にマスタ AC と関連付けられるように、マスタ AC の AP 接続優先度をもっとも高く設定することを推奨します。

I. AP 用バックアップ AC の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	―
3． AP 接続のプライオリティを設定する	**priority** *priority*	デフォルト：APはAPグループviewの設定を使用します。
4． バックアップ AC を設定する	**backup-ac ip** *ipv4-address*	デフォルト：APはAPグループviewの設定を使用します。

II. AP グループ用バックアップ AC の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3． AP 接続のプライオリティを設定する	**priority** *priority*	デフォルト：4
4． バックアップ AC を設定する	**backup-ac ip** *ipv4-address*|	デフォルト：設定なし

14.5 マスタCAPWAPトンネルの優先接続の設定

デュアルリンクバックアップを利用している環境において、優先度の高い AP との CAPWAP トンネルが切断されバックアップ AP との CAPWAP トンネルがマスタに切り替わった後、再度優先度の高い AP との CAPWAP トンネルが復旧した場合の動作を設定します。

この機能が有効な場合、高優先の AP との CAPWAP トンネルが復旧した際、マスタに接続が切り戻ります。

この機能が無効な場合、高優先の AP との CAPWAP トンネルが復旧しても、マスタに接続は切り戻りません。

14.5.1 AP に対するマスタ CAPWAP トンネルの優先接続の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3． マスタ CAPWAP トンネルの強制排除を設定する	**wlan tunnel-preempt** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

14.5.2 AP group に対するマスタ CAPWAP トンネルの優先接続の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *groupname*	―
3． マスタ CAPWAP トンネルの強制排除を設定する	**wlan tunnel-preempt** { **disable** | **enable** }	デフォルト : global configuration viewの設定を使用します。

14.5.3 グローバルなマスタ CAPWAP トンネルの優先接続の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	―
3． マスタ CAPWAP トンネルの強制排除を設定する	**wlan tunnel-preempt** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

14.6 APライセンス同期の設定

🕮 **メモ：**

AP ライセンス同期の設定はソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

この機能によりマスタ AC は、バックアップ AC とライセンスを同期することができます。デュアルリンクバックアップのネットワークでは、ライセンスは AC ごとにインストールされます。マスタ AC に障害が起きた時、バックアップ AC はサービスを引き継ぎ、AP はバックアップ AC に再関連付けされます。この機能により、AP ライセンスの不足による AP の関連付けの失敗を回避できます。

⚠ **注意：**

AP ライセンス同期を設定している状態で、故障などによってライセンスの同期が取れなくなった場合、以下の条件でライセンスが使用できなくなります。

- AC の再起動
- 30 日経過

14.6.1 AP ライセンス同期ネットワーク

2 台の AC が互いにライセンスをバックアップします。

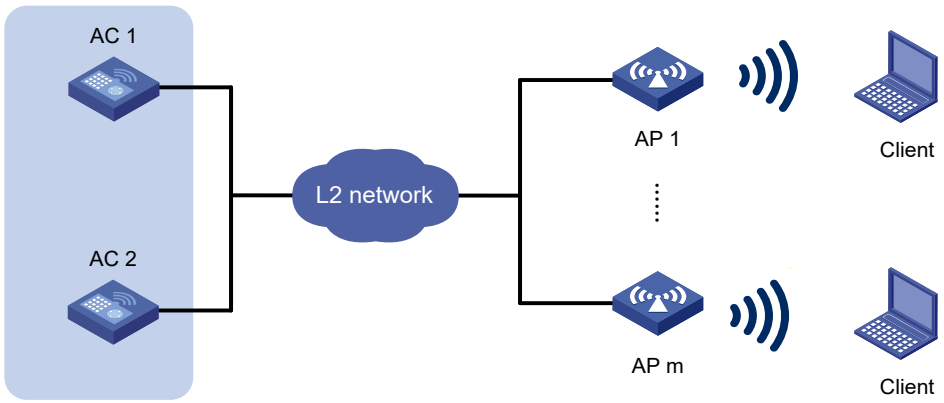


図 14-2 ネットワーク図

14.6.2 AP ライセンス同期接続の確立

2 台の AC に AP ライセンス同期機能を設定すると、以下の手順で AP ライセンス同期接続が確立されます。

1) IP アドレスの小さい AC が、IP アドレスの大きい AC に接続要求を送信します。使用するプロトコルは TCP、ポート番号は 18000 です。

2) マスタ AC は、受信した要求パケット内とローカルのライセンス同期グループ設定を比較します。一致すれば AC は接続要求を承認します。
3) 接続が確立されると、バックアップ AC はライセンス同期要求を開始します。
4) マスタ AC はローカルライセンス情報をバックアップ AC と同期し、ローカルアクティベーションファイルをバックアップ AC にコピーします。

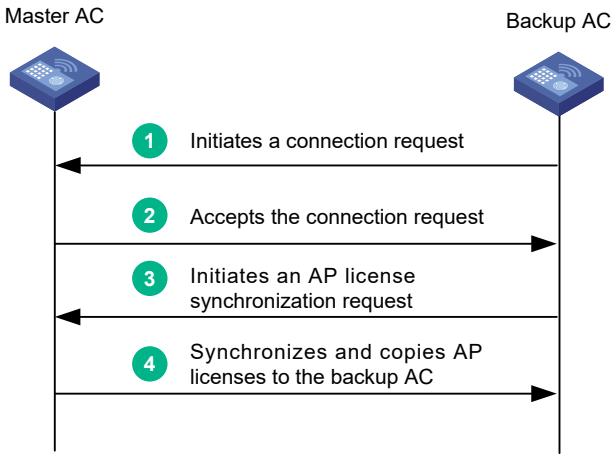


図 14-3 AP ライセンス同期接続の確立

バックアップ AC は、マスタ AC にインストールされたライセンスに関する情報を取得するため、10 分おきに同期要求を送信します。ネットワーク内でオンラインになる AP のサポート数はライセンスに制限されます。存在する AP 数がライセンス数を上回る場合、存在する AP 数がライセンス数を下回るまでライセンス数を超えた AP はログオフされます。

14.6.3 AP ライセンス同期機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP license synchronization group view に移行する	**wlan ap-license-group**	—
3. AP license synchronization group view でローカル AC に IP アドレスと役割を指定する	**local ip** *ipv4-address*	デフォルト：設定なし
4. AP license synchronization group にメンバを追加する	**member ip** *ipv4-address*	デフォルト：設定なし
5. ライセンス同期を有効にする	**ap-license-synchronization enable**	デフォルト：無効

14.6.4 AP ライセンス同期の表示と維持

全ての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
AP license synchronization group情報を表示する	**display wlan ap-license-group**

14.7 デュアルリンクバックアップモード設定例

I. ネットワーク要件

図 14-4に示すように、AC1 をマスタ AC,AC2 をバックアップ AC とします。AC1 故障時 AC2 が処理を引き継ぎ AP は AC2 を使用して通信ができます。AC1 復旧時、AP は AC1 をマスタ AC として再接続するようにマスタ CAPWAP トンネルの優先接続設定を行います。

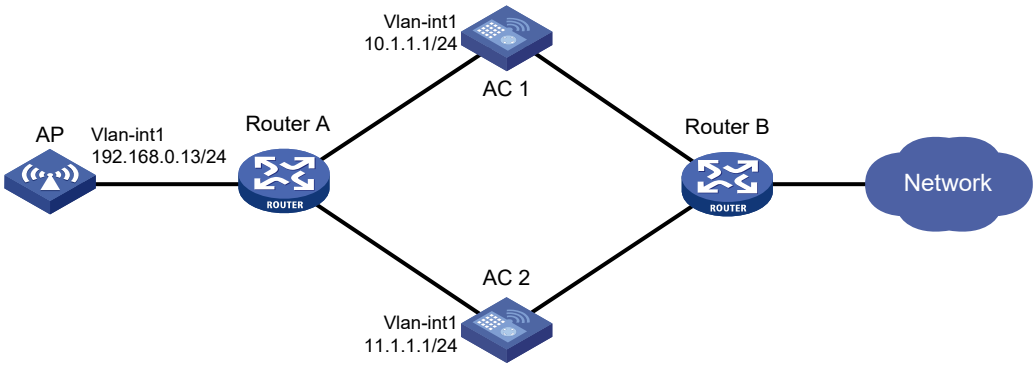


図 14-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AC1 を設定します。

VLAN インタフェース 1 を作成し、IP アドレスを設定します。

```
<AC1> system-view
[AC1] interface vlan-interface 1
[AC1-Vlan-interface1] ip address 10.1.1.1 24
[AC1-Vlan-interface1] quit
```

AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。AP 接続プライオリティを 7 に設定します。

```
[AC1] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC1-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

```
[AC1-wlan-ap-ap1] priority 7
```

バックアップ AC の IPv4 を指定します。

```
[AC1-wlan-ap-ap1] backup-ac ip  11.1.1.1
```

マスタ CAPWAP トンネル優先接続を有効にします。

```
[AC1-wlan-ap-ap1] wlan tunnel-preempt enable
[AC1-wlan-ap-ap1] quit
```

#ライセンス同期の設定をします。AP license synchronization group を作成し、ローカル AC の IP アドレスとメンバの IP アドレスを指定します。

```
[AC1] wlan ap-license-group
[AC1-wlan-als-group] local ip 10.1.1.1
[AC1-wlan-als-group] member ip 11.1.1.1
```

#ライセンス同期を有効にします。

```
[AC1-wlan-als-group] ap-license-synchronization enable
```

2)　AC2 を設定します。

VLAN インタフェース 1 を作成し、IP アドレスを設定します。

```
<AC2> system-view
[AC2] interface Vlan-interface 1
[AC2-Vlan-interface1] ip address 11.1.1.1 24
[AC2-Vlan-interface1] quit
```

AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。AP 接続プライオリティを 5 に設定します。

```
[AC2] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC2-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
[AC2-wlan-ap-ap1] priority 5
[AC2-wlan-ap-ap1] quit
```

バックアップ AC の IPv4 を指定します。

```
[AC1-wlan-ap-ap1] backup-ac ip  10.1.1.1
```

マスタ CAPWAP トンネル優先接続を有効にします。

```
[AC1-wlan-ap-ap1] wlan tunnel-preempt enable
[AC2-wlan-ap-ap1] quit
```

#ライセンス同期の設定をします。AP license synchronization group を作成し、ローカル AC の IP アドレスとメンバの IP アドレスを指定します。

```
[AC2] wlan ap-license-group
[AC2-wlan-als-group] local ip 11.1.1.1
```

```
[AC2-wlan-als-group] member ip 10.1.1.1
```

#ライセンス同期を有効にします。

```
[AC2-wlan-als-group] ap-license-synchronization enable
```

III. 設定の確認

#AP をオンラインにします。（詳細は省略します。）

#AC1 の VLAN インタフェース 1 をシャットダウンし、サービス中断が発生するまで 3 分程度待ちます。（詳細は省略します。）

#AP は AC2 と接続し、AC2 の AP 状態が R/M になるのを確認します。（詳細は省略します。）

#AC1 の VLAN インタフェース 1 をアップします。（詳細は省略します。）

#AP は AC1 と再接続し、AC1 の AP 状態が R/B になるのを確認します。

AC1 が安定動作していることを確認する為の監視時間(約 10 分)が経過後に、AC1 の AP 状態が R/M に、AC2 の AP 状態が R/B になるのを確認します。（詳細は省略します。）

#AC がライセンスを共有していることを確認します。以下は AC1 に 16 ライセンスを適用した場合の表示例です。

```
<AC1>display wlan ap-license-group
 Group total licenses: 32
 Group used licenses: 1
 AP license synchronization: Enabled
 Local IP: 10.1.1.1
 Local role: Master
 Member information: 1
 IP address       Total     Used     Member role     State     Online duration
 11.1.1.1         8         0        Master          UP        02hr 45min 27sec

<AC2>display wlan ap-license-group
 Group total licenses: 32
 Group used licenses: 1
 AP license synchronization: Enabled
 Local IP: 11.1.1.1
 Local role: Master
 Member information: 1
 IP address       Total     Used     Member role     State     Online duration
 10.1.1.1         24        1        Master          UP        02hr 45min 50sec
```

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

15 章 WLAN アップリンクの検出設定 15-1
15.1 概要 15-1
15.2 WLAN アップリンクの検出設定 15-1
15.3 WLAN アップリンク検出の設定例 15-2
15.3.1 ネットワーク要件 15-2

15章 WLAN アップリンクの検出設定

15.1 概要

AC のアップリンク通信が失敗する場合、クライアントは、AC に接続された AP を通して外部のネットワークにアクセスすることができません。

WLAN アップリンク検出は、AC のアップリンク状態を、接続された AP の無線状態に関連づけます。アップリンクが失敗する場合、AC は AP の無線を使用不可にします。アップリンクが回復した場合、AC は AP の無線を使用可能にします。

アソシエーションは、AC のアップリンクに障害が発生した場合に、クライアントが別の AC に接続されている AP にアソシエートできることを保証します。

この機能は、検出モジュールとトラックモジュールと連携して機能します。

- トラックエントリがポジティブ状態の場合、AC は接続された AP の無線を使用可能にします。
- トラックエントリがネガティブ状態の場合、AC は接続された AP の無線を使用不可にします。
- トラックエントリが無効状態の場合、AC は接続された AP の無線状態を変更しません。

トラックモジュールの詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 10 *高可用性 "Track"* を参照してください。

15.2 WLANアップリンクの検出設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. 検出モジュールがアップリンクの状態を検出、および、検出モジュールにトラックエントリを結合する	検出モジュールとトラックの関連づけの詳細については、オペレーションマニュアルのセクション10 *高可用性 "Track"* を参照してください。	―
3. トラックエントリを WLAN アップリンク検出機能に結合する	**wlan uplink track** *track-entry-number*	デフォルト：設定なし

15.3 WLANアップリンク検出の設定例

15.3.1 ネットワーク要件

図 15-1 に示すように、各 AC のアップリンク接続性を確認するテストには、NQA 操作を使用します。AC のアップリンク送信の失敗時に、クライアントが、正常な別の AC 上の AP と接続することができるように、各 AC に WLAN アップリンク検出設定を行います。

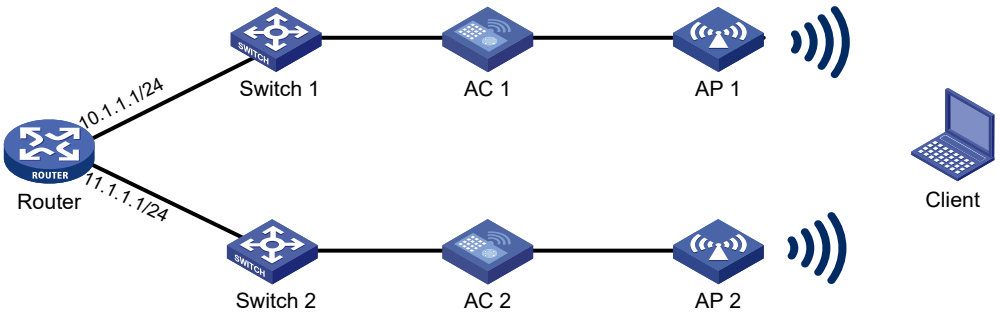


図 15-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AC1 を設定します。

ICMP エコーオペレーションを作成します。

```
<AC1> system-view
[AC1] nqa entry admin test
[AC1-nqa-admin-test] type icmp-echo
```

#ICMP エコー要求の宛先 IP アドレスとして 10.1.1.1 を指定します。

```
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 10.1.1.1
```

#10000 ミリ秒ごとに繰り返すように ICMP エコー操作を設定します。

```
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] frequency 10000
```

reaction entry 1 を作成します。調査失敗の数が連続 5 になると切り替えを行います。

```
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type consecutive 5 action-type trigger-only
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
```

ICMP エコーを開始します。

```
[AC1] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
```

track entry 1 を reaction entry 1 の NQA 操作（管理者 admin、タグテスト）に結合します。

```
[AC1] track 1 nqa entry admin test reaction 1
```

track entry 1 を WLAN アップリンク検出に結合します。

```
[AC1] wlan uplink track 1
[AC1] quit
```

2)　AC2 を設定します。

ICMP エコーオペレーションを作成します。

```
<AC2> system-view
[AC2] nqa entry admin test
[AC2-nqa-admin-test] type icmp-echo
```

ICMP エコー要求の宛先 IP アドレスとして 11.1.1.1 を指定します。

```
[AC2-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 11.1.1.1
```

reaction entry 1 を作成します。調査失敗の数が連続 5 になると切り替えを行います。

```
[AC2-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type consecutive 5 action-type trigger-only
[AC2-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
```

#ICMP エコーを開始します。

```
[AC2] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
```

track entry 1 を reaction entry 1 の NQA 操作（管理者 admin、タグテスト）に結合します。

```
[AC2] track 1 nqa entry admin test reaction 1
```

track entry 1 を WLAN アップリンク検出に結合します。

```
[AC2] wlan uplink track 1
[AC2] quit
```

III. 設定の確認

本例では、設定確認するために AC1 を使用します。

1)　トラックエントリ 1 の状態がポジティブな場合、AP1 の無線がアップ状態にあることを確認します。

#トラックエントリ 1 の状態を表示します。

```
<AC1> display track 1
Track ID: 1
  State: Positive
  Duration: 0 days 1 hours 5 minutes 48 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test
    Reaction: 1
```

ap1 の詳細情報を表示します。

<AC1> display wlan ap name ap1 verbose

```
AP name                          : ap1
AP ID                            : 1
AP group name                    : default-group
State                            : Run
Online time                      : 0 days 2 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                   : 0 days 1 hours 22 minutes 12 seconds
Model                            : QX-W1020
Region code                      : US
Region code lock                 : Disable
Serial ID                        : 210235A1BSC123000050
MAC address                      : 83D5-AB43-67FF
IP address                       : 1.1.1.2
H/W version                      : Ver.C
S/W version                      : V700R001B62D001
Boot version                     : 1.01
Description                      : wtp1
Priority                         : 4
Echo interval                    : 10 seconds
Statistics report interval       : 50 seconds
Jumbo frame value                : Disabled
MAC type                         : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                      : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                   : DHCP
Retransmission count             : 3
Retransmission interval          : 5 seconds
Firmware upgrade                 : Enabled
Sent control packets             : 1
Received control packets         : 1
Connection count                 : 1
Backup Ipv4                      : Not configured
Backup Ipv6                      : Not configured
Tunnel encryption                : Disabled
LED mode                         : Normal
Radio 1:
    Basic BSSID                  : N/A
    Admin state                  : Up
    Radio type                   : 802.11n(5GHz)
    Antenna type                 : internal
    Client dot11ac-only          : Disabled
    Client dot11n-only           : Disabled
    Channel band-width           : 20/40MHz
    Secondary channel offset     : SCB
    Short GI for 20MHz           : Supported
    Short GI for 40MHz           : Supported
    A-MSDU                       : Enabled
    A-MPDU                       : Enabled
    LDPC                         : Not Supported
    STBC                         : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory                : Not configured
        Supported                : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                   10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast                : Not configured
    Channel                      : 64(auto)
    Max power                    : 13 dBm
    Operational rate:
        Mandatory                : 6, 12, 24 Mbps
        Supported                : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Multicast                : 24 Mbps
        Disabled                 : Not configured
    Distance                     : 1 km
    ANI                          : Enabled
    Fragmentation threshold      : 2346 bytes
    Beacon interval              : 100 TU
    Protection threshold         : 2346 bytes
    Long retry threshold         : 4
    Short retry threshold        : 7
    Maximum rx duration          : 2000 ms
```

```
    Noise Floor                : 0 dBm
    Smart antenna              : Enabled
    Smart antenna policy       : Auto
Radio 2:
    Basic BSSID                : N/A
    Admin state                : Up
    Radio type                 : 802.11b
    Antenna type               : internal
    Channel                    : 5(auto)
    Max power                  : 20 dBm
    Preamble type              : Short
    Operational rate:
        Mandatory              : 1, 2 Mbps
        Multicast              : Auto
        Supported              : 5.5, 11 Mbps
        Disabled               : Not configured
    Distance                   : 1 km
    ANI                        : Enabled
    Fragmentation threshold    : 2346 bytes
    Beacon interval            : 100 TU
    Protection threshold       : 2346 bytes
    Long retry threshold       : 4
    Short retry threshold      : 7
    Maximum rx duration        : 2000 ms
    Noise Floor                : 0 dBm
```

2)　トラックエントリ 1 の状態がネガティブな場合、AP1 の無線がダウン状態にあることを確認します。

トラックエントリ 1 の状態を表示します。

<AC1> display track 1

```
Track ID: 1
  State: Negative
  Duration: 0 days 2 hours 5 minutes 48 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test
    Reaction: 1
```

ap1 の詳細情報を表示します。

<AC1> display wlan ap name ap1 verbose

```
AP name                        : ap1
AP ID                          : 1
AP group name                  : default-group
State                          : Run
Online time                    : 0 days 3 hours 25 minutes 12 seconds
System up time                 : 0 days 2 hours 22 minutes 12 seconds
Model                          : QX-W1020
Region code                    : US
Region code lock               : Disable
Serial ID                      : 210235A1BSC123000050
MAC address                    : 83D5-AB43-67FF
IP address                     : 1.1.1.2
H/W version                    : Ver.C
S/W version                    : V700R001B62D001
Boot version                   : 1.01
Description                    : wtp1
Priority                       : 4
Echo interval                  : 10 seconds
Statistics report interval     : 50 seconds
Jumbo frame value              : Disabled
MAC type                       : Local MAC & Split MAC
Tunnel mode                    : Local Bridging & 802.3 Frame & Native Frame
Discovery type                 : DHCP
Retransmission count           : 3
Retransmission interval        : 5 seconds
Firmware upgrade               : Enabled
Sent control packets           : 1
```

```
Received control packets      : 1
Connection count              : 1
Backup Ipv4                   : Not configured
Backup Ipv6                   : Not configured
Tunnel encryption             : Disabled
LED mode                      : Normal
Radio 1:
    Basic BSSID               : N/A
    Admin state               : Down
    Radio type                : 802.11n(5GHz)
    Antenna type              : internal
    Client dot11ac-only       : Disabled
    Client dot11n-only        : Disabled
    Channel band-width        : 20/40MHz
    Secondary channel offset  : SCB
    Short GI for 20MHz        : Supported
    Short GI for 40MHz        : Supported
    A-MSDU                    : Enabled
    A-MPDU                    : Enabled
    LDPC                      : Not Supported
    STBC                      : Supported
    Operational HT MCS Set:
        Mandatory             : Not configured
        Supported             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
                                10, 11, 12, 13, 14, 15
        Multicast             : Not configured
    Channel                   : 64(auto)
    Max power                 : 13 dBm
    Operational rate:
        Mandatory             : 6, 12, 24 Mbps
        Supported             : 9, 18, 36, 48, 54 Mbps
        Multicast             : 24 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : 0 dBm
    Smart antenna             : Enabled
    Smart antenna policy      : Auto
Radio 2:
    Basic BSSID               : N/A
    Admin state               : Down
    Radio type                : 802.11b
    Antenna type              : internal
    Channel                   : 5(auto)
    Max power                 : 20 dBm
    Preamble type             : Short
    Operational rate:
        Mandatory             : 1, 2 Mbps
        Multicast             : Auto
        Supported             : 5.5, 11 Mbps
        Disabled              : Not configured
    Distance                  : 1 km
    ANI                       : Enabled
    Fragmentation threshold   : 2346 bytes
    Beacon interval           : 100 TU
    Protection threshold      : 2346 bytes
    Long retry threshold      : 4
    Short retry threshold     : 7
    Maximum rx duration       : 2000 ms
    Noise Floor               : 0 dBm
```

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

16章 WLAN RRMの設定 16-1
16.1 概要 16-1
16.1.1 動的周波数選択（DFS） 16-1
16.1.2 送信電力制御（TPC） 16-2
16.1.3 スペクトル管理 16-3
16.1.4 帯域幅自動調整 16-3
16.2 WLAN RRM設定作業リスト 16-4
16.3 DFSの設定 16-4
16.3.1 設定の制限とガイドライン 16-5
16.3.2 DFSトリガーパラメータの設定 16-5
16.3.3 定期auto-DFSの設定 16-6
16.3.4 スケジュールauto-DFSの実行 16-7
16.3.5 オンデマンドDFSの実行 16-10
16.3.6 レーダー検出トリガーのRRMの設定 16-10
16.3.7 RRM抑制グループの設定 16-11
16.4 TPCの設定 16-11
16.4.1 設定の制限とガイドライン 16-12
16.4.2 TPCモードの設定 16-12
16.4.3 TPCトリガーパラメータの設定 16-12
16.4.4 最小送信電力の設定 16-13
16.4.5 最大送信電力の設定 16-14
16.4.6 定期auto-TPCの設定 16-15
16.4.7 オンデマンドTPCの実行 16-16
16.4.8 死角検出の設定 16-17
16.4.9 RRM抑制グループの設定 16-19
16.5 スペクトル管理の設定 16-20
16.5.1 スペクトル管理の有効化 16-20
16.5.2 電力制約モードの設定 16-20
16.5.3 チャネルスイッチモードの設定 16-21
16.5.4 送信電力機能一致モードの設定 16-22
16.5.5 チャネル機能一致モードの設定 16-23
16.6 帯域幅自動調整の設定 16-24
16.6.1 帯域幅自動調整の有効化 16-24
16.6.2 帯域幅自動調整間隔の設定 16-25
16.7 無線ベースラインの設定 16-25
16.8 無線スキャニングの有効化 16-26
16.9 WLAN RRMのSNMP通知の有効化 16-27
16.10 2.4GHzの無線チャネル最適化の設定 16-27
16.10.1 設定の制限とガイドライン 16-27
16.10.2 2.4GHzの無線チャネル最適化の設定 16-28
16.11 WLAN RRMの表示および管理 16-29
16.12 WLAN RRMの設定例 16-29
16.12.1 定期auto-DFSの設定例 16-29
16.12.2 スケジュールauto-DFSの設定例 16-31

16.12.3 定期TPCの設定例 16-33
16.12.4 スペクトル管理の設定例 16-34
16.12.5 帯域幅自動調整の設定例 16-35

16章 WLAN RRM の設定

16.1 概要

WLAN RRM（Radio Resource Management）は、インテリジェントで拡張性のある無線管理機能を提供します。RRM により、AC は関連する無線を監視し、無線リソースの監視、動的周波数選択（DFS）、送信電力制御（TPC）を実行できます。これにより、WLAN が環境変化に適応し、最適な無線リソース状態を維持することができます。

16.1.1 動的周波数選択（DFS）

同じチャネル上の 2 つの隣接する無線が信号の衝突を引き起こしたり、レーダー信号や電子レンジなどの他の無線発信源が無線の動作を妨害する可能性があります。DFS はこれらの問題を解決することができます。

DFS を使用することで、AC は同一チャネルの干渉および他の無線発信源からの干渉を回避するために、リアルタイムで各無線に最適なチャネルを選択します。

DFS を決定する要因は以下の通りです。

- **エラーコード等級**－物理層エラーコード等級および CRC エラーです。
- **干渉**－すべての無線信号が無線サービスに及ぼす影響です。
- **再送信**－AC からの ACK メッセージを受信しない場合の無線によるデータ再送信です。
- **レーダー信号**－現在のチャネルで検出されたレーダー信号です。この場合、AC は新しいチャネルを選択し、直ちにその動作チャネルを変更するように無線に通知します。

AC は、以下のプロセスを使用し新しい無線チャネルを選択します。

1) 現在のチャネルを検出し、DFS のいずれかのしきい値に達した場合に最適なチャネルを選択します。
2) 古いチャネルと新しいチャネルとの品質を比較します。新しいチャネルと古いチャネルとの間の品質ギャップが許容レベルを超えるまで、無線では新しいチャネルを使用しません。

図 16-1に DFS の例を示します。BSS1、BSS3、および BSS5 のチャネルの品質が DFS しきい値に達すると、AC はそれらについて新しいチャネルを選択します。これにより、ワイヤレスサービスの品質が保証されます。

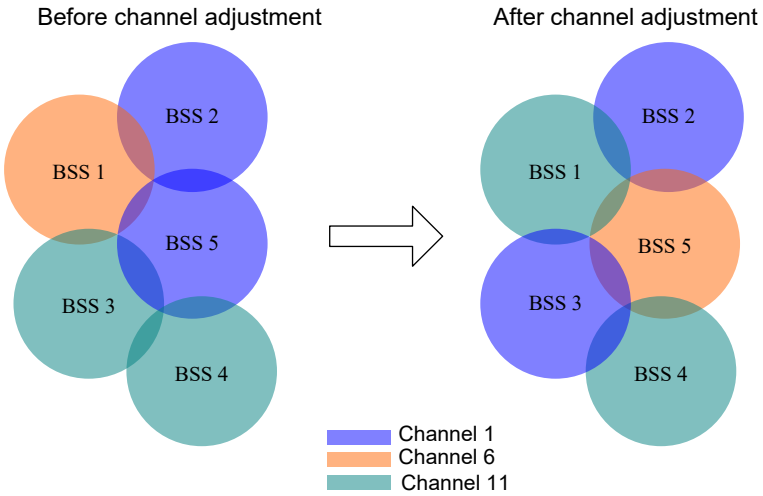


図 16-1 動的周波数選択（DFS）

16.1.2 送信電力制御（TPC）

TPC により、AC はリアルタイム WLAN 条件に基づいてアクセスポイントの送信電力を動的に制御できます。これは、無線間のチャネル干渉を回避しながら、要求された RF の適用範囲を達成することができます。

TPC を決定する要因は以下の通りです。

- **隣接番号しきい値**
- **電力検出用無線機**－電力検出を実行する近隣無線機
- **電力調整しきい値**

1) TPC が有効になると、無線機は送信電力を次のように調整します。
- 無線の隣接数のしきい値に達すると、無線はその送信電力を次のように調整します。
- 無線の隣接番号しきい値に達していない場合、無線は最大送信電力を使用します。

2) ほかの無線の隣接通知に記録されている無線の RSSI を降順でランク付けます。
3) 近接要因によって指定された RSSI を電力調整しきい値と比較し、以下のアクションの 1 つを実行します。
- RSSI がしきい値を超過した場合、無線の送信電力を減少させます。
- RSSI がしきい値を下回った場合、無線の送信電力を増加させます。

図 16-2に示すように、各 AP は 1 つの無線のみが有効になっています。AP4 が加入すると、AP1 のデフォルトの最大近隣番号である 3 に達します。AP1 のすべての隣接者の中で、AP4 の信号強度が 3 番目であるため、AP4 が電力検出用 AP になります。AP1 の電力がデフォルト電力調整しきい値よりも低いことを AP4 が検出すると、AP1 はその送信電力を増加させます。AP1 の電力がデフォルト電力調整しきい値より高いことを AP4 が検出すると、AP1 は送信電力を減少させます。

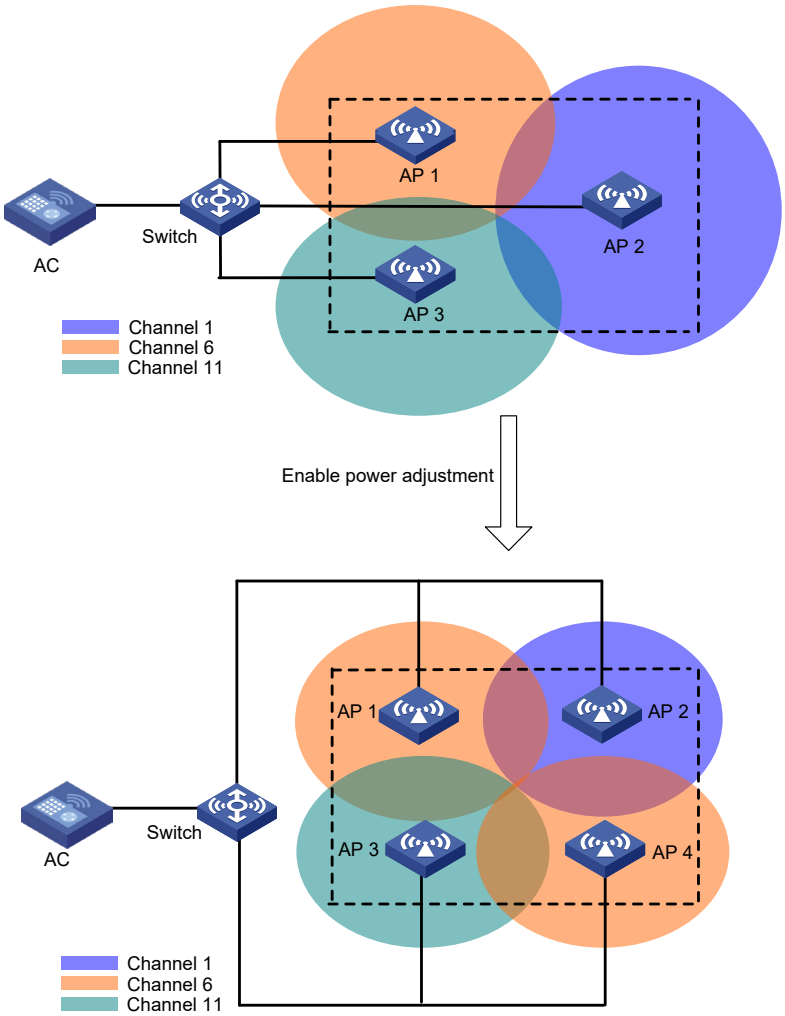


図 16-2 送信電力制御

16.1.3 スペクトル管理

802.11h で定義されているスペクトル管理は、5GHz 帯での運用の規制要件を満たすために 5GHz WLAN に適用されます。802.11h では、5GHz 帯で動作するクライアントは他の無線デバイスの干渉を避けるために送信電力を制御する必要があります。スペクトル管理により、無線機は関連するクライアントに許可された最大送信電力を通知し、その電力およびチャネルが規制上の要件を満たさない場合には、関連付けを拒否することができます。

16.1.4 帯域幅自動調整

帯域幅自動調整が有効の場合、AC は帯域幅自動調整間隔に達するとチャネル品質検出を開始し、帯域幅調整を実行するかどうかを決定します。周辺 AP の数が多い場合は干渉を減らすために無線の帯域幅を減らし、数が少ない場合は伝送レートを増やすために帯域幅を増やします。

16.2 WLAN RRM設定作業リスト

作業リスト
DFSの設定 （オプション設定項目）DFSトリガーパラメータの設定 （必須設定項目）次のいずれかのタスクを選んでください。 • 定期auto-DFSの設定 • スケジュールauto-DFSの実行 • オンデマンドDFSの設定 （オプション設定項目）RRM抑制グループの設定
TPCの設定 （オプション設定項目）定期auto-DFSの設定 （オプション設定項目）DFSトリガーパラメータの設定 （オプション設定項目）最小送信電力の設定 （オプション設定項目）最大送信電力の設定 （必須設定項目）次のいずれかのタスクを選んでください。 • スケジュールauto-DFSの実行 • RRM抑制グループの設定 （オプション設定項目）死角検出の設定 （オプション設定項目）RRM抑制グループの設定
スペクトル管理の設定 • （必須設定項目）スペクトル管理の有効化 • （オプション設定項目）電力制約モードの設定 • （オプション設定項目）チャネルスイッチモードの設定 • （オプション設定項目）送信電力機能一致モードの設定 • （オプション設定項目）チャネル機能一致モードの設定
帯域幅自動調整の設定 • （必須設定項目）帯域幅自動調整の有効化 • （オプション設定項目）帯域幅自動調整間隔の設定
（オプション設定項目）無線ベースラインの設定
（オプション設定項目）無線スキャニングの有効化
（オプション設定項目） WLAN RRMのSNMP通知の有効化
（オプション設定項目）2.4GHzの無線チャネル最適化の設定

16.3 DFSの設定

AC は以下の DFS 方式をサポートします。

- **定期 auto-DFS**－AC は自動的にチャネルキャリブレーション間隔で無線の DFS を実行します。
- **スケジュール auto-DFS**－AC は時間範囲の指定した時間で DFS を実行します。干渉が大きい時、動作中の無線サービスへの影響を避ける場合、この方式を使用します。
- **オンデマンド DFS**－AC はチャネルキャリブレーション間隔時間を待った後、すべての無線の DFS を実行します。AC で無線の DFS を実行する際に、この方式を行う必要があります。

16.3.1 設定の制限とガイドライン

DFS を設定する際は、次の制限とガイドラインに従ってください。

DFS を動作させるには、無線のチャネルを自動で選択し、**channel auto unlock** コマンドを使用して、チャネルのロックを解除してください。

16.3.2 DFS トリガーパラメータの設定

⚠ **注意**：
正確なチャネル調整のため、DFS が有効になっているすべての無線で同じ DFS トリガーパラメータを設定することを推奨します。

I. RRM view での DFS トリガーパラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. RRM view に移行する	**rrm**	—
5. CRC エラーしきい値を設定する	**crc-error-threshold** *percent*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
6. 干渉しきい値を設定する	**interference-threshold** *percent*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
7. 許容レベルを設定する	**tolerance-level** *percent*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view での DFS トリガーパラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. RRM view に移行する	**rrm**	—
6. CRC エラーしきい値を設定する	**crc-error-threshold** *percent*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.21を含む以前のソフトウェアでは20%です。 ソフトウェアバージョン 7.2.27を含む以降のソフトウェアでは0%です。

操作	コマンド	補足
7. 干渉しきい値を設定する	**interference-threshold** *percent*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは50%です。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは70%です。
8. 許容レベルを設定する	**tolerance-level** *percent*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは20%です。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは1%です。

16.3.3 定期 auto-DFS の設定

I. RRM view での auto-DFS の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目）チャネルキャリブレーションを設定する	**wlan rrm calibration-channel interval** *minutes*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは8分です。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは23分です。
3. AP を作成し、AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. RRM view に移行する	**rrm**	—
6. auto-DFS を有効にする	**calibrate-channel self-decisive enable**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
7. 定期的に auto-DFS を実行するように設定する	**calibrate-channel mode periodic**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view での auto-DFS の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. （オプション設定項目）チャネルキャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm calibration-channel interval** *minutes*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは8分です。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは23分です。
3. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
4. AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
5. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
6. RRM view に移行する	**rrm**	—
7. auto-DFS を有効にする	**calibrate-channel self-decisive enable**	デフォルト：ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降ではGlobal configuration viewの設定を使用します。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前では無効です。
8. 定期的に auto-DFS を実行するように設定する	**calibrate-channel mode periodic**	デフォルト：有効

III. Global configuration view での auto-DFS の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目）チャネルキャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm calibration-channel interval** *minutes*	デフォルト：デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは8分です。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは23分です。
3. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
4. auto-DFS を有効にする	**calibrate-channel self-decisive enable** { **2.4g** | **5g** | **6g** | **all** }	デフォルト：無効 Global configuration viewでの設定はソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降でサポートしています。 **6g**パラメータはソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降でサポートしています。

16.3.4 スケジュール auto-DFS の実行

スケジュール auto-DFS を設定する場合、チャネルレポート、隣接レポートを生成するため統計情報を取得するタイムレンジを設定する必要があります。

I. RRM view でのスケジュール auto-DFS の実行方法

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． タイムレンジを設定する	**time-range** *time-range-name* { *start-time* **to** *end-time days* [**from** *time1 date1*] [**to** *time2 date2*] | **from** *time1 date1* [**to** *time2 date2*] | **to** *time2 date2* }	デフォルト：設定なし
3． スケジュール自動実行機能の job を作成する	**scheduler job** *job-name*	デフォルト：設定なし
4． job にコマンドを割り当てる	**command 1 system-view** **command 2 wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*] **command 3 radio** *radio-id* **command 4 rrm** **command 5 calibrate-channel pronto**	デフォルト：設定なし
5． system view に戻る	**quit**	ー
6． スケジュール自動実行機能のスケジュールを作成し、schedule view に移行する	**scheduler schedule** *schedule-name*	デフォルト：設定なし
7． スケジュールに job を割り当てる	**job** *job-name*	デフォルト：設定なし
8． スケジュールにユーザロールを割り当てる	**user-role** *role-name*	デフォルト：スケジュールの作成者がスケジュールに割り当てられています。
9． 1 回のみのスケジュール自動実行機能の実行日と時間を指定する	**time at** *time date*	いずれかの1つを設定します。 デフォルト：設定なし
10．1 回のみのスケジュール自動実行機能の複数の実行日と時間を指定する	**time once at** *time* [**month-date** *month-day* | **week-day** *week-day*&<1-7>]	
11．スケジュール自動実行機能の実行日と時間を指定する	**time once delay** *time*	
12．system view に戻る	**quit**	—
13．AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
14．radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
15．RRM view に移行する	**rrm**	—
16．auto-DFS を有効にする	**calibrate-channel self-decisive enable**	デフォルト：無効
17．スケジュール auto-DFS を設定する	**calibrate-channel mode scheduled**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
18．チャネルモニタリングのタイムレンジを指定する	**calibrate-channel monitoring time-range** *time-range-name*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view でのスケジュール auto-DFS の実行方法

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． タイムレンジを設定する	**time-range** *time-range-name* { *start-time* **to** *end-time days* [**from** *time1 date1*] [**to** *time2 date2*] | **from** *time1 date1* [**to** *time2 date2*] | **to** *time2 date2* }	デフォルト：設定なし
3． スケジュール自動実行機能の job を作成する	**scheduler job** *job-name*	デフォルト：設定なし
4． job にコマンドを割り当てる	**command 1 system-view** **command 2 wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*] **command 3 radio** *radio-id* **command 4 rrm** **command 5 calibrate-channel pronto**	デフォルト：設定なし
5． system view に戻る	**quit**	ー
6． スケジュール自動実行機能のスケジュールを作成し、schedule view に移行する	**scheduler schedule** *schedule-name*	デフォルト：設定なし
7． スケジュールに job を割り当てる	**job** *job-name*	デフォルト：設定なし
8． スケジュールにユーザロールを割り当てる	**user-role** *role-name*	デフォルト：スケジュールの作成者がスケジュールに割り当てられています。
9． 1 回のみのスケジュール自動実行機能の実行日と時間を指定する	**time at** *time date*	いずれかの1つを設定します。 デフォルト：設定なし
10．1 回のみのスケジュール自動実行機能の複数の実行日と時間を指定する	**time once at** *time* [**month-date** *month-day* | **week-day** *week-day*&<1-7>]	
11．スケジュール自動実行機能の実行日と時間を指定する	**time once delay** *time*	
12．system view に戻る	**quit**	—
13．AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
14．AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
15．radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
16．RRM view に移行する	**rrm**	—
17．auto-DFS を有効にする	**calibrate-channel self-decisive enable**	デフォルト：無効
18．スケジュール auto-DFS を設定する	**calibrate-channel mode scheduled**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
19．チャネルモニタリングのタイムレンジを指定する	**calibrate-channel monitoring time-range** *time-range-name*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

16.3.5 オンデマンド DFS の実行

⚠ **注意：**
この機能はシステムリソースを消費します。慎重に使用してください。

以下にオンデマンド DFS を実行する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． すべての AP の無線に対してワンタイム DFS を実行する	ソフトウェアバージョン 7.2.75を含む以降のソフトウェア **wlan calibrate-channel pronto ap** { **all** | **ap-group** *group-name* } { **2.4g** | **5g** | **6g** | **all** } ソフトウェアバージョン 7.2.63を含む以降のソフトウェア **wlan calibrate-channel pronto ap** { **all** | **ap-group** *group-name* } { **2.4g** | **5g** | **all** } ソフトウェアバージョン 7.2.59を含む以前のソフトウェア **wlan calibrate-channel pronto ap all**	—
3． （オプション設定項目）キャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm calibration-channel interval** *minutes*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.21を含む以前のソフトウェアでは8分です。 ソフトウェアバージョン 7.2.27を含む以降のソフトウェアでは23分です。

16.3.6 レーダー検出トリガーの RRM の設定

🕮 **メモ：**
この機能はソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

AP が現在のチャネルでレーダー信号を検出すると、チャネルを変更するか、レーダー干渉を防ぐために通信を抑制します。しかし、チャネルにより干渉などにより無線ネットワークの品質が悪化させる可能性があります。

この機能を有効にすると、AP がレーダー信号を検出しチャネルを変更した後、RRM に通知し、新しいチャネルを評価します。必要に応じて、RRM は自動的にチャネルを調整し、無線ネットワークの品質を向上させます。

以下にレーダー検出トリガーの RRM を設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. レーダー検出トリガーの RRM を有効にします。	**calibrate-channel track radar-detect enable**	デフォルト：無効

16.3.7 RRM 抑制グループの設定

頻繁なチャネルまたは電力の調整が無線サービスに影響しないようにする場合、指定した無線を RRM 抑制グループに追加します。RRM 抑制グループ内の無線機に関する、チャネルまたは電力の変更が行われるたびに、チャネルまたは電力抑制タイマを開始します。チャネルまたは電力抑制タイマの時間が切れるまでは、無線のチャネルまたは電力は変更されません。

オンデマンド DFS を実行すると、チャネルタイマの時間切れに関係なく、キャリブレーション間隔が終了すると DFS が実行されます。

以下に RRM 抑制グループを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. RRM 抑制グループを作成し、RRM holddown group view に移行する	**wlan rrm-calibration-group** *group-id*	デフォルト：設定なし
3. （オプション設定項目）RRM 抑制グループの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. 無線を RRM グループに追加する	**ap name** *ap-name* **radio** *radio-id*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）チャネル抑制タイマを設定する	**channel holddown-time** *minutes*	デフォルト： 720分

16.4 TPCの設定

AC は以下の DFS 方式をサポートします。

- **定期 auto-TPC**－AC は自動的に電力キャリブレーション間隔で無線の TPC を実行します。
- **オンデマンド TPC**－AC は電力キャリブレーション間隔時間を待った後、すべての無線の TPC を実行します。AC で無線の TPC を実行する際に、この方式を行う必要があります。

16.4.1 設定の制限とガイドライン

TPC を有効にする前に **power-lock enable** コマンドを設定して電力がロックされていないことを確認してください。電力ロックの詳細については、コマンドマニュアルのセクション 2 *WLAN “無線管理の設定”* を参照してください。

16.4.2 TPC モードの設定

AC は density、coverage、custom の TPC モードをサポートします。AP 間の影響を避ける場合、density モードを使用してください。信号の適用範囲を増加させる場合、coverage モードを使用してください。density、coverage の 2 つのネットワーク要件に適合しない場合、電力調整の設定をカスタマイズさせるため、custom モードを使用してください。

density、coverage の 2 つのモードでは、電力調整の設定を変更することができません。

I. RRM view での TPC モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． RRM view に移行する	**rrm**	—
5． TPC モードを設定する	**calibrate-power mode** { **coverage** | **custom** | **density** }	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view での TPC モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． RRM view に移行する	**rrm**	—
6． TPC モードを設定する	**calibrate-power mode** { **coverage** | **custom** | **density** }	デフォルト：custom

16.4.3 TPC トリガーパラメータの設定

⚠ **注意**：
正確な電力調整のために、TPC が有効になっているすべての無線で同じ TPC パラメータを設定することを推奨します。

近接ファクタ、電力調整しきい値によって無線の TPC が決まります。近接ファクタは検出された無線の品質を定義し、電力調整しきい値との比較に使用される RSSI のランク付けに使われます。必要に応じて近接ファクタを設定してください。

I. RRM view での TPC トリガーパラメータの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． RRM view に移行する	**rrm**	—
5． 隣接番号のしきい値を設定し、電力検出用無線機を指定する	**adjacency-factor** *neighbor*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
6． 電力調整のしきい値を設定する	**calibrate-power threshold** *value*	デフォルト：AP group RRM viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view での TPC トリガーパラメータの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． RRM view に移行する	**rrm**	—
6． 隣接番号のしきい値を設定し、電力検出用無線機を指定する	**adjacency-factor** *neighbor*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは3です。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは1です。
7． 電力調整のしきい値を設定する	**calibrate-power threshold** *value*	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前のソフトウェアでは65dBmです。 ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降のソフトウェアでは75dBmです。

16.4.4 最小送信電力の設定

この機能を使用することにより、TPC が実行された後も無線機を検出することができます。

I. RRM view での最小送信電力の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. RRM view に移行する	**rrm**	—
5. 最小送信電力を設定する	**calibrate-power min** *tx-power*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view での最小送信電力の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. RRM view に移行する	**rrm**	—
6. 最小送信電力を設定する	**calibrate-power min** *tx-power*	デフォルト：11dBm(ソフトウェアバージョン7.2.18を含む以前) 1dBm(ソフトウェアバージョン7.2.21) 6dBm(ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降)

16.4.5 最大送信電力の設定

🕮 **メモ：**
この機能はソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

auto-TPC で設定できる無線の最大送信電力を調整することができます。

最大送信電力は、最小送信電力の設定値よりも小さくすることはできません。

以下に、最大送信電力を設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. 2.4GHz 無線の最大送信電力を設定する	**calibrate-power 2.4g max** *tx-power*	デフォルト：2.4GHz無線でサポートされる最大電力
4. 5GHz 無線の最大送信電力を設定する	**calibrate-power 5g max** *tx-power*	デフォルト：5GHz無線でサポートされる最大電力

操作	コマンド	補足
5. 6GHz 無線の最大送信電力を設定する	**calibrate-power 6g max** *tx-power*	デフォルト : 6GHz無線でサポートされる最大電力 このコマンドは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。

16.4.6 定期 auto-TPC の設定

I. RRM view での auto-TPC の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目）電力キャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm-calibration-power interval** *minutes*	デフォルト：8分
3. AP view へ移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. RRM view に移行する	**rrm**	—
6. auto-TPC を有効にする	**calibrate-power self-decisive enable**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group RRM view での auto-TPC の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目）電力キャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm-calibration-power interval** *minutes*	デフォルト：8分
3. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
4. AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
5. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
6. RRM view に移行する	**rrm**	—
7. auto-TPC を有効にする	**calibrate-power self-decisive enable**	デフォルト : ソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降ではGlobal configuration viewの設定を使用します。 ソフトウェアバージョン7.2.21を含む以前では無効です。

III. Global configuration view での auto-TPC の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. （オプション設定項目）チャネルキャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm calibration-power interval** *minutes*	デフォルト：8分
3. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
4. auto-TCP を有効にする	**calibrate-power self-decisive enable** { **2.4g** | **5g** | **6g** | **all** }	デフォルト：無効 Global configuration viewでの設定はソフトウェアバージョン7.2.27を含む以降でサポートしています。 **6g**パラメータはソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降でサポートしています。

16.4.7 オンデマンド TPC の実行

⚠ **注意**：
この機能はシステムリソースを消費します。慎重に使用してください。

I. ワンタイム TPC の実行方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. すべての AP の無線に対してワンタイム TPC を実行する	ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェア **wlan calibrate-power pronto ap** { **all** | **ap-group** *group-name* } { **2.4g** | **5g** | **6g** | **all** } ソフトウェアバージョン7.2.63を含む以降のソフトウェア **wlan calibrate-power pronto ap** { **all** | **ap-group** *group-name* } { **2.4g** | **5g** | **all** } ソフトウェアバージョン7.2.59を含む以前のソフトウェア **wlan calibrate-power pronto ap all**	—
3. （オプション設定項目）電力キャリブレーション間隔を設定する	**wlan rrm calibration-power interval** *minutes*	デフォルト：8分

16.4.8 死角検出の設定

🕮 **メモ：**
この機能はソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

この機能により、AC は無線信号カバレッジに死角 (または弱い信号領域) が存在するかどうかを判断できます。死角が検出された場合、AC は auto-TPC を実行するときに対応する AP の送信電力を増加させます。

AC は、次の条件を満たす場合に、無線のカバレッジに死角があると判断します。

- 無線に関連付けられた弱信号クライアントの数が、しきい値に達するか、または超えている場合。
- 無線に関連付けられた弱信号クライアントの割合がしきい値に達するか、それを超えている場合。

AC は、次の条件が満たされた場合に、クライアントが弱信号クライアントであると判断します。

- クライアントの弱信号パケット数がしきい値に達するか、またはしきい値を超えた場合。
- クライアントの弱信号パケットの割合がしきい値に達するか、それを超えた場合。

パケットの RSSI が RSSI しきい値より低い場合、そのパケットは弱信号パケットと見なされます。

I. radio View での死角検出の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 死角検出を有効にする	**calibrate-power coverage { disable | enable }**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group radio View での死角検出の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 死角検出を有効にする	**calibrate-power coverage { disable | enable }**	デフォルト： Global configuration viewの設定が使用されます。

III. global configuration View での死角検出の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. 死角検出を有効にする	**calibrate-power coverage enable { 2.4g | 5g | 6g | all }**	デフォルト：無効 6gパラメータは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。
4. （オプション設定項目）2.4GHz 無線の弱信号クライアント数のしきい値を設定する	**calibrate-power 2.4g coverage weak-signal-client threshold** *counts*	デフォルト：3
5. （オプション設定項目）5GHz 無線の弱信号クライアント数のしきい値を設定する	**calibrate-power 5g coverage weak-signal-client threshold** *counts*	デフォルト：3
6. （オプション設定項目）6GHz 無線の弱信号クライアント数のしきい値を設定する	**calibrate-power 6g coverage weak-signal-client threshold** *counts*	デフォルト：3 このコマンドは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。
7. （オプション設定項目）2.4GHz 無線の弱信号クライアント割合のしきい値を設定する。	**calibrate-power 2.4g coverage weak-signal-client ratio** *percent*	デフォルト：25%
8. （オプション設定項目）5GHz 無線の弱信号クライアント割合のしきい値を設定する。	**calibrate-power 5g coverage weak-signal-client ratio** *percent*	デフォルト：25%
9. （オプション設定項目）6GHz 無線の弱信号クライアント割合のしきい値を設定する。	**calibrate-power 6g coverage weak-signal-client ratio** *percent*	デフォルト：25% このコマンドは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。
10. （オプション設定項目）2.4GHz 無線の弱信号パケット数のしきい値を設定する	**calibrate-power 2.4g coverage weak-signal-packet threshold** *packets*	デフォルト：5
11. （オプション設定項目）5GHz 無線の弱信号パケット数のしきい値を設定する	**calibrate-power 5g coverage weak-signal-packet threshold** *packets*	デフォルト：5
12. （オプション設定項目）6GHz 無線の弱信号パケット数のしきい値を設定する	**calibrate-power 6g coverage weak-signal-packet threshold** *packets*	デフォルト：5 このコマンドは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。
13. （オプション設定項目）2.4GHz 無線の弱信号パケット割合のしきい値を設定する	**calibrate-power 2.4g coverage weak-signal-packet ratio** *percent*	デフォルト：20%

操作	コマンド	補足
14.（オプション設定項目）5GHz 無線の弱信号パケット割合のしきい値を設定する	**calibrate-power 5g coverage weak-signal-packet ratio** *percent*	デフォルト：20%
15.（オプション設定項目）6GHz 無線の弱信号パケット割合のしきい値を設定する	**calibrate-power 6g coverage weak-signal-packet ratio** *percent*	デフォルト：20% このコマンドは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。
16.（オプション設定項目）2.4GHz 無線の弱信号パケットと判別する RSSI しきい値を設定する	**calibrate-power 2.4g coverage rssi-threshold** *rssi*	デフォルト：20
17.（オプション設定項目）5GHz 無線の弱信号パケットと判別する RSSI しきい値を設定する	**calibrate-power 5g coverage rssi-threshold** *rssi*	デフォルト：25
18.（オプション設定項目）6GHz 無線の弱信号パケットと判別する RSSI しきい値を設定する	**calibrate-power 6g coverage rssi-threshold** *rssi*	デフォルト：25 このコマンドは、ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェアでサポートです。

16.4.9 RRM 抑制グループの設定

頻繁なチャネルまたは電力の調整が無線サービスに影響しないようにする場合、指定した無線を RRM 抑制グループに追加します。RRM 抑制グループ内の無線機に関する、チャネルまたは電力の変更が行われるたびに、チャネルまたは電力抑制タイマを開始します。チャネルまたは電力抑制タイマの時間が切れるまでは、無線のチャネルまたは電力は変更されません。

オンデマンド TPC を実行すると、電力抑制タイマの時間切れに関係なく、キャリブレーション間隔が終了すると TPC が実行されます。

I. RRM 抑制グループの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. RRM 抑制グループを作成し、RRM holddown group view に移行する	**wlan rrm-calibration-group** *group-id*	デフォルト：設定なし
3.（オプション設定項目）RRM 抑制グループの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. 無線を RRM グループに追加する	**ap name** *ap-name* **radio** *radio-id*	デフォルト：設定なし
5.（オプション設定項目）電力抑制タイマを設定する	**power holddown-time** *minutes*	デフォルト： 60分

16.5 スペクトル管理の設定

16.5.1 スペクトル管理の有効化

スペクトル管理機能は 5GHz 帯でのみ有効です。

I. radio view でのスペクトル管理の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． スペクトル管理を有効にする	**spectrum-management enable**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group radio view でのスペクトル管理の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． スペクトル管理を有効にする	**spectrum-management enable**	デフォルト：無効

16.5.2 電力制約モードの設定

電力制約モードの設定は 5GHz 帯でのみ有効です。

この機能を使用することで、無線が関連するクライアントの送信電力を制限して、他の無線デバイスへの干渉を回避できます。無線からの電力制約値を含むビーコンフレームまたはプローブ応答を受信すると、クライアントはその新しいローカル最大送信電力を使用してトラフィックを送信します。新しいローカル最大送信電力は、チャネルに対して指定された最大送信電力レベルから電力制約値を差し引いたものとなります。

無線には次の電力制約モードを設定できます。

- **Manual**－電力制約値を指定します。
- **Auto**－自動的に電力制約値を計算します。

I. radio view での電力制約モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—

操作	コマンド	補足
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 電力制約モードを設定する	**power-constraint mode** { **auto** [**anpi-interval** *anpi-interval-value*] | **manual** *power-constraint* }	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。 電力制約モードは、スペクトル管理または無線リソース測定を有効にする場合にのみ利用することができます。無線リソース管理の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション2 *WLAN "WLAN無線リソースの計測の設定"* を参照してください。

II. AP group radio view での電力制約モードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 電力制約モードを設定する	**power-constraint mode** { **auto** [**anpi-interval** *anpi-interval-value*] | **manual** *power-constraint* }	デフォルト：Auto 電力制約モードは、スペクトル管理または無線リソース測定を有効にする場合にのみ利用することができます。無線リソース管理の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション2 *WLAN "WLAN無線リソースの計測の設定"* を参照してください。

16.5.3 チャネルスイッチモードの設定

この機能を使用することにより、無線が新しいチャネルに変更されたときに、無線が関連付けられたクライアントにチャネルスイッチアナウンスメントを送信することができます。アナウンスメントには、新しいチャネル番号と、クライアントがフレームの送信を続行できるかどうかに関する情報が含まれています。

I. radio view でのチャネルスイッチモードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—

操作	コマンド	補足
4． チャネルスイッチモードを設定する	**channel-switch mode** { **continuous** | **suspend** }	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group radio view でのチャネルスイッチモードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． チャネルスイッチモードを設定する	**channel-switch mode** { **continuous** | **suspend** }	デフォルト： suspend オンラインクライアントは、チャネル切り替え中にフレームの送信を停止します。

16.5.4 送信電力機能一致モードの設定

この機能を使用することにより、クライアントは定義済みの一致基準に基づいて無線に関連付けることができます。送信電力機能は、クライアントおよび無線機が現在のチャネルでフレームを送信できる最小電力および最大電力を指します。

デバイスは、次のクライアント電力機能の一致モードをサポートしています。

- **All**－クライアントは、それぞれの送信電力機能が各無線の送信電力機能と一致する場合にのみ、無線に関連付けることができます。
- **None**－クライアントの送信電力機能はチェックされません。
- **Partial**－クライアントは、その送信電力機能の 1 つが無線機の送信電力機能と一致する限り、無線機に関連付けることができます。

I. radio view での送信電力機能一致モード設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． 送信電力機能一致モードを設定する	**power-capability mode** { **all** | **none** | **partial** }	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。 送信電力機能一致モードは、スペクトル管理または無線リソース測定を有効にした場合にのみ利用することができます。無線リソース管理の詳細についてはオペレーションマニュアルのセクション2 *WLAN “WLAN無線リソースの計測の設定”*を参照してください。

II. AP group radio view での送信電力機能一致モード設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 送信電力機能一致モードを設定する	**power-capability mode** { **all** | **none** | **partial** }	デフォルト：設定なし 送信電力機能一致モードは、スペクトル管理または無線リソース測定を有効にした場合にのみ利用することができます。無線リソース管理の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション2 *WLAN "WLAN無線リソースの計測の設定"*を参照してください。

16.5.5 チャネル機能一致モードの設定

この機能を使用することにより、クライアントは定義済みの一致基準に基づいて無線に関連付けることができます。チャネル機能は、クライアントおよび無線がそれぞれサポートするチャネルを指します。

このデバイスは、次のクライアントチャネル機能一致モードを提供します。

- **All**－クライアントは、サポートされている各チャネルが無線でサポートされているチャネルのそれぞれと一致する場合にのみ、無線に関連付けることができます。
- **None**－チャネル機能のチェックはされません。
- **Partial**－サポートされているチャネルのいずれかがサポートされているラジオのチャネルと一致する限り、クライアントはラジオに関連付けることができます。

I. radio view でのクライアントチャネル機能一致モード設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． クライアントチャネル機能一致モードを設定する	**channel-capability mode** { **all** | **none** | **partial** }	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group radio view でのクライアントチャネル機能一致モード設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—

操作	コマンド	補足
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． チャネル機能一致モードを設定する	**channel-capability mode** { **all** | **none** | **partial** }	デフォルト：設定なし

16.6 帯域幅自動調整の設定

> 🕮 **メモ：**
> この機能はソフトウェアバージョン 7.2.55 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

16.6.1 帯域幅自動調整の有効化

帯域幅自動調整機能は 5GHz 帯でのみ有効です。

I. radio view での帯域幅自動調整の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP を作成し、AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． rrm view に移行する	**rrm**	—
5． 帯域幅自動調整を有効にする	**calibrate-bandwidth self-decisive enable**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. AP group radio view での帯域幅自動調整の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． rrm view に移行する	**rrm**	—
6． 帯域幅自動調整を有効にする	**calibrate-bandwidth self-decisive enable**	デフォルト：Global configuration viewの設定が使用されます。

III. Global configuration view での帯域幅自動調整の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—

操作	コマンド	補足
3. 帯域幅自動調整を有効にする	ソフトウェアバージョン7.2.75を含む以降のソフトウェア **calibrate-bandwidth self-decisive enable** { **5g** | **6g** | **all** } ソフトウェアバージョン7.2.73を含む以前のソフトウェア **calibrate-bandwidth self-decisive enable**	デフォルト：無効

16.6.2 帯域幅自動調整間隔の設定

帯域幅自動調整が有効の場合、AC は帯域幅自動調整間隔に達するとチャネル品質検出を開始し、帯域幅調整を実行するかどうかを決定します。

I. 帯域幅自動調整間隔の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. （オプション設定項目）帯域幅自動調整間隔を設定する	**wlan rrm-calibration-bandwidth interval** *minutes*	デフォルト：13分

16.7 無線ベースラインの設定

無線ベースラインは無線の動作チャネル、転送レートやほかの無線属性を保存します。

現在の無線の設定を保存することで無線ベースラインを作成し、必要な設定を使用するためのベースラインを適用することができます。

無線ベースラインは AC のファイルシステムに“.csv”ファイルで保存されます。

以下のいずれかの状態の場合、無線ベースラインを無線に適用することができません。

- 無線がダウンしています。
- サービステンプレートが無煙に関連付けられていません。あるいはサービステンプレートが無効です。
- ベースラインのチャネルが不正です。
- 無線が手動で指定されたチャネルを使用しています。
- 無線の動作チャネル、送信電力がロックされています。
- 無線のチャネル、電力抑制タイマが終了していません。
- ベースラインのチャネルが指定したチャネルギャップに一致していません。
- 無線のベースラインの送信電力が指定した最小送信電力より小さいです。
- 無線のベースラインの送信電力が指定した最大送信電力より大きいです。
- ベースラインの無線モード、ロケーション識別子、帯域幅が無線の無線モード、ロケーション識別子、帯域幅に一致していません。

以下に無線ベースラインを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． 現在の無線の設定を保存するベースラインを作成する	**wlan rrm baseline save name** *baseline-name* { **ap** *ap-name* **radio** *radio-id* | **ap-group** *group-name* **ap-model** *ap-model* **radio** *radio-id* | **global** }	—
3． ベースラインを適用する	**wlan rrm baseline apply name** *baseline-name*	—
4． （オプション設定項目）無線ベースラインを削除する	**wlan rrm baseline remove name** *baseline-name*	—

16.8 無線スキャニングの有効化

この機能は、WLAN 環境をスキャンするため、AP で有効にします。指定した間隔で AC に収集した統計情報を通知します。AC はチャネルレポートと隣接レポートを作成するため、統計情報を使用します。

チャネルレポートと隣接レポートを表示する場合、**display wlan rrm-status ap** コマンドを使用します。

定期 auto-DFS、スケジュール auto-DFS、定期 auto-TPC、スケジュール auto-TPC が設定されている場合、この機能を有効にする必要がありません。

I. RRM view でのクライアントチャネル機能一致モード設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4． RRM view に移行する	**rrm**	—
5． 無線スキャニングを有効にする	**scan-only enable**	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

II. RRM view でのクライアントチャネル機能一致モード設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． RRM view に移行する	**rrm**	—
6． 無線スキャニングを有効にする	**scan-only enable**	デフォルト：無効

16.9 WLAN RRMのSNMP通知の有効化

重要な WLAN RRM イベントを NMS に報告するには、WLAN RRM の SNMP 通知を有効にする必要があります。WLAN RRM イベント通知を正しく送信するには、SNMP を設定する必要があります。SNMP の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

I. WLAN RRM の SNMP 通知有効化設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． WLAN RRM の SNMP 通知を有効にする	**snmp-agent trap enable wlan rrm**	デフォルト：無効

16.10 2.4GHzの無線チャネル最適化の設定

🕮 **メモ：**
この機能はソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

16.10.1 設定の制限とガイドライン

異なるベンダの AP を使用した高密度展開では、これらの AP を統一した方法で管理できず、異なるチャネルグループを使用する可能性があるため、2.4 GHz 無線に対して重大な干渉が発生する可能性があります。これは、ユーザーエクスペリエンスに大きな影響を与えます。

この機能を使用すると、AC は、auto DFS でサードパーティ製 AP の近隣無線で最も使用されるチャネルグループを採用できます。この操作により、異なるベンダの AP 間のチャネル間干渉を最大限に減らすことができます。

装置は、(1、6、11)、(1、7、13)、(2、7、12)、(3、8、13)、 (4、9、14)のチャネルグループの検出をサポートしています。

周辺の無線には、次のタイプがあります。

- **Managed neighbor**– 同じ **AC** で管理されている **AP** 無線を検出した場合
- **Unmanaged neighbor**– 別の **AC** で管理されている **AP** 無線を検出した場合

この機能を有効にすると、次の条件がすべて満たされた場合、装置は自動 DFS 中に 2.4 GHz 無線のチャネル最適化を実行します。

- 周辺の合計数が設定されたしきい値に達するか、それを超えた場合
- 管理対象外の周辺の比率（管理対象外の周辺/周辺の合計）が設定されたしきい値に達した場合か、それを超えた場合
- 単一のチャネルグループ（管理対象外の周辺/周辺の合計）の管理対象外の周辺の比率が設定されたしきい値に達した場合か、それを超えた場合

16.10.2 2.4GHz の無線チャネル最適化の設定

I. Global configuration view での 2.4GHz の無線チャネル最適化の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**global configuration view**	—
3. 2.4 GHz 無線のチャネル最適化を有効にする	**calibrate-channel 2.4g channel-set-optimization enable**	—
4. （オプション設定項目）周辺の数の比率のしきい値を設定する	**calibrate-channel 2.4g channel-set-optimization neighbor-threshold** *count*	デフォルト： 50%
5. （オプション設定項目）単一のチャネルグループの管理対象外の周辺の比率のしきい値を設定する	**calibrate-channel 2.4 g channel-set-optimization neighbor-unmanaged-threshold percent-per-set** *percent*	デフォルト： 10%

II. RRM view での 2.4GHz の無線チャネル最適化の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. RRM view に移行する	**rrm**	—
5. 2.4 GHz 無線のチャネル最適化を有効にする	**calibrate-channel channel-set-optimization** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
6. （オプション設定項目）周辺の数のしきい値を設定する	**calibrate-channel channel-set-optimization neighbor-threshold** *count*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
7. （オプション設定項目）管理対象外の周辺の比率のしきい値を設定する	**calibrate-channel-set-optimization neighbor-unmanaged-threshold percent-per-set** *percent*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。
8. （オプション設定項目）単一のチャネルグループの管理対象外の周辺の比率のしきい値を設定する	**calibrate-channel-set-optimization neighbor-unmanaged-threshold percent-per-set** *percent*	デフォルト：AP group viewの設定が使用されます。

III. AP group RRM view での 2.4GHz の無線チャネル最適化の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group RRM view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—

操作	コマンド	補足
3． AP model view に移行する	**ap-model** *model-name*	—
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． RRM view に移行する	**rrm**	—
6． 2.4 GHz 無線のチャネル最適化を有効にする	**calibrate-channel channel-set-optimization** { **disable** | **enable** }	デフォルト： Global configuration viewの設定が使用されます。
7． （オプション設定項目）周辺の数のしきい値を設定する	**calibrate-channel channel-set-optimization neighbor-threshold** *count*	デフォルト： Global configuration viewの設定が使用されます。
8． （オプション設定項目）管理対象外の周辺の比率のしきい値を設定する	**calibrate-channel-set-optimization neighbor-unmanaged-threshold percent-per-set** *percent*	デフォルト： Global configuration viewの設定が使用されます。
9． （オプション設定項目）単一のチャネルグループの管理対象外の周辺の比率のしきい値を設定する	**calibrate-channel-set-optimization neighbor-unmanaged-threshold percent-per-set** *percent*	デフォルト： Global configuration viewの設定が使用されます。

16.11 WLAN RRMの表示および管理

すべての view で **display** コマンドを実行できます

操作	コマンド
無線ベースラインの情報を表示する	**display wlan rrm baseline** { **all** | **name** *baseline-name* } [**verbose**]
無線ベースラインの直近のアプリケーション結果を表示する	**display wlan rrm baseline apply-result**
チャネルと電力調整履歴を表示する	**display wlan rrm-history ap** { **all** | **name** *ap-name* }
WLAN RRMを情報表示する	**display wlan rrm-status ap** { **all** | **name** *ap-name* }
RRM抑制グループの情報を表示する	**display wlan rrm-calibration-group** { **all** | *group-id* }

16.12 WLAN RRMの設定例

16.12.1 定期 auto-DFS の設定例

I. ネットワーク要件

図 16-3に示すように、チャネル調整トリガー条件が満たされたときに AP の無線用のチャネルを調整するように auto-DFS を設定します。頻繁なチャネル調整を避けるために、AP1 の無線 1 を RRM 抑制グループに追加します。

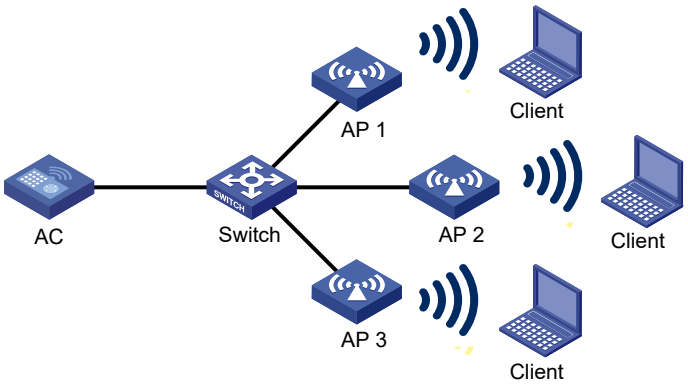


図 16-3 ネットワーク図

II. 設定手順

AC と各 AP の間に CAPWAP トンネルを確立します。詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "AP 管理"* を参照してください。（詳細は省略します。）

AP1 で auto-DFS を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] rrm
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-channel self-decisive enable
```

DFS トリガーパラメータを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] crc-error-threshold 20
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] interference-threshold 50
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] tolerance-level 20
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] quit
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

RRM 抑制グループ 10 を作成します。

```
[AC] wlan rrm-calibration-group 10
```

AP1 の無線 1 を RRM 抑制グループ 10 に追加します。

```
[AC-wlan-rc-group-10] ap name ap1 radio 1
```

チャネル抑制タイマを 600 分に設定します。

```
[AC-wlan-rc-group-10] channel holddown-time 600
```

AP 1 と同じ方法で、AP 2 と AP 3 の auto-DFS を設定します。（詳細は省略します。）

III. 設定の確認

display wlan rrm-status ap all コマンドを実行します。チャネル調整トリガー条件を満たし較正間隔に達することで、AP の無線用のチャネルが変更されることを確認します。（詳細は省略します。）

display wlan rrm-history ap all コマンドを使用して、チャネル調整の理由を表示します。（詳細は省略します）

最初の DFS から 600 分以内に、AP 1 の無線 1 のチャネルが変更されていないことを確認します。（詳細は省略します）

16.12.2 スケジュール auto-DFS の設定例

I. ネットワーク要件

図 16-4に示すように、チャネル調整トリガー条件が満たされたときに AP の無線用のチャネルを調整するようにスケジュール auto-DFS を設定します。

0:05～23:50 の測定結果を使用して翌日の 5:00 にチャネル設定を行います。

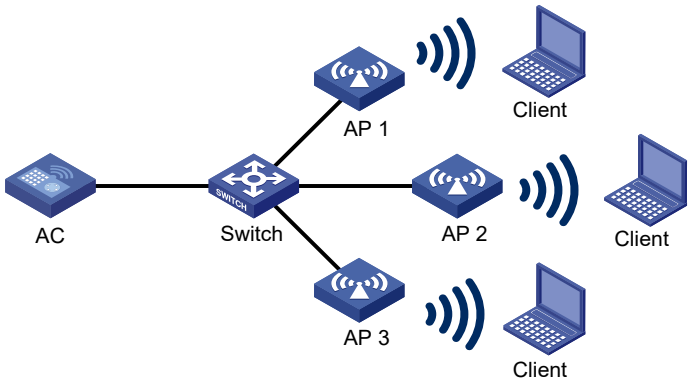


図 16-4 ネットワーク図

II. 設定手順

AC と各 AP の間に CAPWAP トンネルを確立します。詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "AP 管理"* を参照してください。（詳細は省略します。）

タイムレンジを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] time-range time1 from 0:05 to 23:50 daily
```

job を作成し、job にコマンドを割り当てます。

```
[AC] scheduler job calibratechannel
[AC-job-calibratechannel] command 1 system-view
[AC-job-calibratechannel] command 2 wlan ap ap1
[AC-job-calibratechannel] command 3 radio 1
[AC-job-calibratechannel] command 4 rrm
[AC-job-calibratechannel] command 5 calibrate-channel pronto
[AC-job-calibratechannel] quit
```

スケジュールを作成し、スケジュールに job を割り当てます。

```
[AC] scheduler schedule schedule1
[AC-schedule-schedule1] job calibratechannel
```

スケジュールに実行日時(毎日 5 時)を設定します。

```
[AC-schedule-schedule1] time repeating at 5:00
[AC-schedule-schedule1] quit
```

AP1 で auto-DFS を有効にし、スケジュール auto-DFS を設定します。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] rrm
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-channel self-decisive enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-channel mode scheduled
```

ap1 にタイムレンジ time1 の間、チャネルのモニタリングを実行するように設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-channel monitoring time-range time1
```

auto-DFS の属性は変更せず初期値を使用します。

III. 設定の確認

display wlan rrm-status ap all コマンドを実行します。チャネル調整トリガー条件を満たし較正間隔に達することで、AP の無線用のチャネルが変更されることを確認します。（詳細は省略します。）

display wlan rrm-history ap all コマンドを使用して、チャネル調整の理由を表示します。（詳細は省略します）

16.12.3 定期 TPC の設定例

I. ネットワーク要件

図 16-5に示すように、auto-TPC を設定し、隣接番号のしきい値を 3 に設定すると、AP 4 が参加したときに AC が auto-TPC を実行できるようになります。頻繁な電力調整を避けるために、AP1 の無線 1 を RRM 抑制グループに追加します。

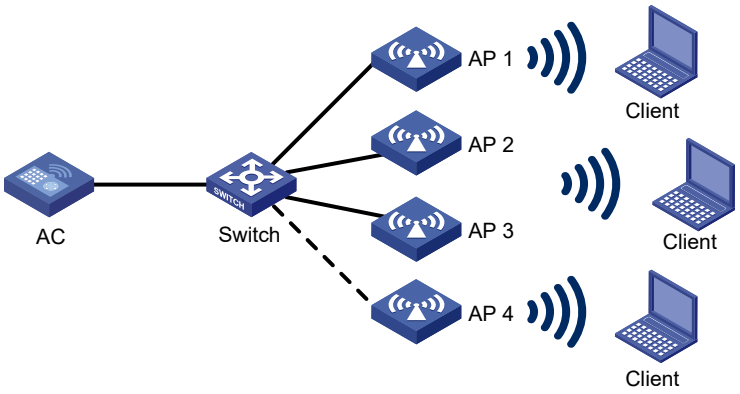


図 16-5 ネットワーク図

II. 設定手順

#AC と各 AP の間に CAPWAP トンネルを確立します。詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "AP 管理"* を参照してください。（詳細は省略します。）

AP1 で auto-TPC を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] rrm
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-power self-decisive enable
```

TPC トリガーパラメータを設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] adjacency-factor 3
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-power threshold 80
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] calibrate-power min 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1-rrm] quit
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

RRM 抑制グループ 10 を作成します。

```
[AC] wlan rrm-calibration-group 10
```

AP1 の無線 1 を RRM 抑制グループ 10 に追加します。

```
[AC-wlan-rc-group-10] ap name ap1 radio 1
```

電力抑制タイマを 100 分に設定します。

```
[AC-wlan-rc-group-10] power holddown-time 100
```

AP 1 と同じ方法で、AP 2、AP 3、および AP 4 に auto-TPC を設定します。（詳細は省略します）

III. 設定の確認

AP4 の無線機が電力検出用無線機であり、このステップで AP の名前を使用してその無線機を参照すると仮定します。

次の情報を確認するには、**display wlan rrm-status ap all** コマンドを使用します。

- AP1 の電力が電力調整しきい値よりも低いことを AP4 が検出すると、AP1 は送信電力を増加させることを確認します。
- AP1 の電力が電力調整しきい値より高いことを AP4 が検出すると、AP1 は送信電力を減少させることを確認します。
- AP1 の調整された電力は、最小送信電力（この例では 1dBm）より低くはないことを確認します。

最初の TPC から 100 分以内に、AP1 の無線 1 の電力が変更されないことを確認します。

16.12.4 スペクトル管理の設定例

I. ネットワーク要件

図 16-6に示すように、スペクトル管理を設定してクライアントの送信電力を制限し、チャネル切り替え中にクライアントがフレームを送信し続けるようにします。

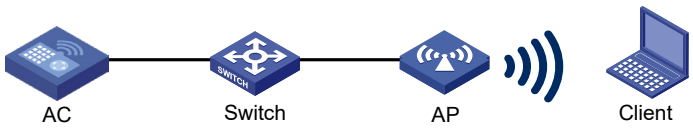


図 16-6 ネットワーク図

II. 設定手順

スペクトル管理を有効にします。

```
<AC> system-view
```

```
[AC] wlan ap officeap model QX-W1020
[AC-wlan-ap-officeap] radio 1
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1] spectrum-management enable
```

チャネル機能一致モードを all に設定します。

```
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1] channel-capability mode all
```

送信電力機能一致モードを all に設定します。

```
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1] power-capability mode all
```

電力制約モードを手動に設定し、電力制約値を 5 dBm に設定します。

```
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1] power-constraint mode manual 5
```

チャネルスイッチモードを continuous に設定します。

```
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1] channel-switch mode continuous
```

III. 設定の確認

display wlan client コマンドを実行して、クライアントが正常に無線と関連付けられていることを確認します。（詳細は省略します）

16.12.5 帯域幅自動調整の設定例

I. ネットワーク要件

図 16-7に示すように、帯域幅自動調整を設定して周辺 AP の数に応じて、自動的に帯域幅が調整されるようにします。

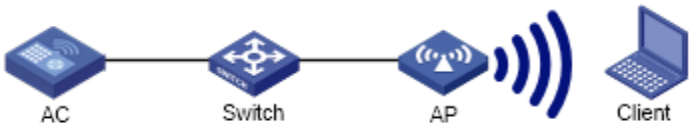


図 16-7 ネットワーク図

II. 設定手順

帯域幅自動調整を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap officeap model QX-W1020
[AC-wlan-ap-officeap] radio 1
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1] rrm
[AC-wlan-ap-officeap-radio-1-rrm] calibrate-bandwidth self-decisive enable
```

帯域幅自動調整間隔を 10 分に設定します。

```
[AC] wlan rrm calibration-bandwidth interval 10
```

III. 設定の確認

display wlan rrm-history ap all コマンドを使用して、帯域幅自動調整の履歴を表示します。（詳細は省略します）

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

17 章 WLAN IP スヌーピング 17-1
17.1 概要 17-1
17.1.1 クライアント IPv4 アドレスの学習 17-1
17.2 WLAN IP スヌーピングの設定作業リスト 17-1
17.3 ARP パケットスヌーピングの無効化 17-1
17.4 WLAN IP スヌーピングの設定例 17-2
17.4.1 ネットワーク要件 17-2
17.4.2 設定手順 17-2

17章 WLAN IP スヌーピング

17.1 概要

WLAN IP snooping は AP が ARP snooping、DHCP snooping を使用してクライアントの IP アドレスを学習することを有効にします。IP アドレス、MAC アドレス、学習方式を記録した snooping エントリを生成します。エントリはクライアントにパケットを転送するかどうかを決定する IP ソースガードに使用されます。IP ソースガードの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "IP ソースガード"*を参照してください。

17.1.1 クライアント IPv4 アドレスの学習

AP は以下の方法を使用してクライアントの IPv4 アドレスを学習することができます。

- クライアントとサーバ間で交換される DHCPv4 パケットを確認します。

DHCP についての詳細はオペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス* を参照してください。

- クライアントによって送信される ARP パケットを確認します。

ARP についての詳細はオペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "ARP"* を参照してください。

IP アドレスを学習する優先度は DHCPv4 パケット、ARP パケットの順番で行われます。

17.2 WLAN IP スヌーピングの設定作業リスト

作業リスト
（オプション設定項目）ARPパケットのsnoopingの無効化

17.3 ARPパケットスヌーピングの無効化

I. ARP パケットのスヌーピング

AP はデフォルトで ARP パケットと DHCPv4 パケットによってクライアントの IPv4 アドレスを学習します。

この設定を行うことによって ARP パケットからクライアントの IPv4 のアドレスの学習を無効にします。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． サービステンプレートを作成し、その view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3． ARP パケットの snooping を無効にする	**undo client ipv4-snooping arp-learning enable**	デフォルト：有効

17.4 WLAN IP スヌーピングの設定例

17.4.1 ネットワーク要件

図 17-1に示すように、AP が DHCPv4 パケットからクライアントの IPv4 アドレスを学習するように設定します。

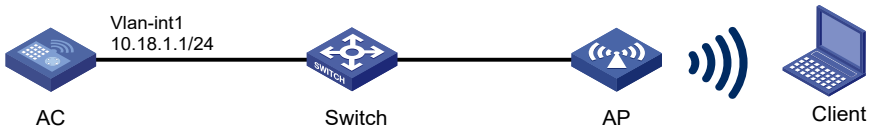


図 17-1 ネットワーク図

17.4.2 設定手順

無線サービスを設定します。（詳細は省略します。）

詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN “AP 管理”、“WLAN アクセスの設定”* を参照してください。

ARP パケットの snooping を無効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] undo client ipv4-snooping arp-learning enable
```

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

18章 WLAN最適化 18-1
18.1 概要 18-1
18.2 制限事項とガイドライン:WLAN最適化設定 18-1
18.3 APトリガのクライアント再関連付けの設定 18-1
18.4 APのトラフィックスケジューリングモードの設定 18-2
18.5 隠れ端末保護の設定 18-3
18.6 ブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御の設定 18-4
18.7 ブロードキャストおよびマルチキャストのパケットレート制御の設定 18-5
18.8 APアップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットパケットのレート制限の設定 18-6
18.9 クライアント高速キープアライブの設定 18-8
18.10 クライアントローミング中のパケットロス最適化の設定 18-9

18章 WLAN 最適化

18.1 概要

WLAN 導入時の適切なチャネル選択と送信パワー制御は、良好なパフォーマンスのために重要です。しかし、通常の WLAN ネットワークでは、重複しないチャネル数に対し、WLAN デバイス数は常に増加するため、チャネル重複,衝突,干渉は容易に発生します。

WLAN 最適化機能は、WLAN の品質と安定性の向上に役立ちます。

18.2 制限事項とガイドライン:WLAN最適化設定

特定の WLAN を最適化するために固定された組み合わせはありません。

コマンドの効果と WLAN のパフォーマンスに基づいて機能を選択し調整する必要があります。

WLAN の全体的なパフォーマンスは、ネットワークアーキテクチャ、チャネルと送信パワーによって決まります。従って、WLAN 最適化機能は WLAN の性能を著しく向上させることはできません。

18.3 APトリガのクライアント再関連付けの設定

I. AP トリガのクライアント再関連付けについて

クライアントは、クライアントのメーカーが定義した信号強度より低い場合にのみ、別の AP にローミングを行います。そのため、クライアントは良好なネットワークとサービス品質を得ることができません。

この機能を使用すると、クライアントの信号強度が指定された RSSI しきい値よりも低い場合に、AP は、認証解除フレームをクライアントに送信します。その後、クライアントは AP と再接続するか、別の AP にローミングします。

II. 設定手順

radio view での AP トリガのクライアント再関連付けの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP を作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―

操作	コマンド	補足
4. APトリガのクライアント再関連付けを設定する	**option client reconnect** { **disable** | **enable** [**rssi** *rssi-value*] [**interval** *interval*] }	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

AP group radio view での AP トリガのクライアント再関連付けの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	―
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
5. APトリガのクライアント再関連付けを設定する	**option client reconnect** { **disable** | **enable** [**rssi** *rssi-value*] [**interval** *interval*] }	デフォルト：無効

18.4 APのトラフィックスケジューリングモードの設定

🕮 **メモ：**

この機能はソフトウェアバージョン 7.2.89 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

AP にフロー調整モードを設定すると、AC はチャネル利用状況、最大速度、クライアント数などの要因に基づいて利用可能な総帯域幅を計算します。その後、AC は指定したスケジューリングモードに基づいて AP に関連付けられたクライアントに利用可能な帯域幅を割り当てます。

- バランスモード: 帯域幅をクライアント間で均等に割り当てます。公平性を確保する必要があるオフィス環境などでの使用に適しています。
- クイックスピードモード: クライアントが自分のトラフィックに基づいて帯域幅を競います。高トラフィックのクライアントのパフォーマンスを確保する必要がある、少数のクライアントのシナリオで、このモードを使用することをお勧めします。
- インテリジェントモード: クライアントに帯域幅を均等に割り当て、アイドリングクライアントの余剰帯域幅を大きなトラフィックのクライアントにアルゴリズム計算に基づいて再割り当てできます。多くのクライアントと多数のアイドリングクライアントがいる環境でこのモードを使用すると、帯域幅の使用率が向上します。

I. 設定手順

radio view でのトラフィックスケジューリングモードの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP を作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―

操作	コマンド	補足
4. トラフィックスケジューリングモードを設定する	**rrop flow-schedule mode** { **balanced** | **quick-speed** | **intelligent** [**channel-usage-threshold** *threshold-value* | **max** *max-value* | **min** *min-value*] }	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

AP group radio view でのトラフィックスケジューリングモードの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	―
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
5. トラフィックスケジューリングモードを設定する	**rrop flow-schedule mode** { **balanced** | **quick-speed** | **intelligent** [**channel-usage-threshold** *threshold-value* | **max** *max-value* | **min** *min-value*] }	デフォルト：quick-speed

18.5 隠れ端末保護の設定

I. 隠れ端末保護について

この機能を使用すると、クライアントは隠れ端末からの干渉を避けるために、フレームを転送する前に RTS/CTS フレームを送信します。

本機能によって複数端末の通信衝突を軽減させることが可能です。

II. 制限とガイドライン

この機能は 802.11g、802.11n、802.11ac、802.11ax のクライアントにのみ適用できます。

III. 設定手順

radio view での隠れたノード保護の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP を作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
4. 隠れ端末保護を設定する	**option client hide-node-protection** { **disable** | **enable** }	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

AP group radio view での AP トリガのクライアント再関連付けの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	―
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
5. 隠れ端末保護を設定する	**option client hide-node-protection** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

18.6 ブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御の設定

🕮 **メモ：**

rrop anti-bmc network コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.46 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. ブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御について

無線リソースを節約し、転送パフォーマンスを向上させるには、次の作業を実行します。

IPv4 ネットワークで基本的なブロードキャストおよびマルチキャストパケットを制御します。本機能を有効にすると、AP は ARP ブロードキャストパケットに応答し、DHCP ブロードキャストパケットを廃棄し、他のパケットを正常に処理します。

II. 設定手順

AP view でのブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP を作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3. ブロードキャストおよびマルチキャストパケットのパケット制御を設定する	**rrop anti-bmc network { disable | ipv4-simple enable }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

AP group view でのブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2． AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3． ブロードキャストおよびマルチキャストパケットのパケット制御を設定する	**rrop anti-bmc network { disable | ipv4-simple enable }**	デフォルト：ソフトウェアバージョンにより異なります。 ソフトウェアバージョン 7.2.50を含む以前のソフトウェアでは有効です。 ソフトウェアバージョン 7.2.52を含む以降のバージョンでは無効です。

18.7 ブロードキャストおよびマルチキャストのパケットレート制御の設定

🕮 **メモ：**

rrop anti-bmc コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.50 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. ブロードキャストおよびマルチキャストのパケットレート制御について

無線リソースを節約し、転送パフォーマンスを向上させるには、次の作業を実行します。

AP は、ブロードキャストまたはマルチキャストパケットを無線インターフェイス経由で転送するレートを制限します。

II. 設定手順

AP view でのブロードキャスト、マルチキャストのパケットレート制限の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP を作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3． ブロードキャストまたはマルチキャストパケットのパケットレート制限を有効化する	**rrop anti-bmc { broadcast | multicast } rate-limit { disable | enable }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。
4． ブロードキャストまたはマルチキャストパケットのパケットレート制限値を設定する	**rrop anti-bmc { broadcast | multicast } rate-limit pps** *max-pps*	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

AP group view でのブロードキャスト、マルチキャストのパケットレート制限の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3. ブロードキャストまたはマルチキャストパケットのパケットレート制限を有効化する	**rrop anti-bmc { broadcast | multicast } rate-limit { disable | enable }**	デフォルト：無効
4. ブロードキャストまたはマルチキャストパケットのパケットレート制限値を設定する	**rrop anti-bmc { broadcast | multicast } rate-limit pps** *max-pps*	ブロードキャスト：無制限 マルチキャスト：無制限

18.8 APアップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットパケットのレート制限の設定

🕮 **メモ：**

AP アップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットパケットのレート制限の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. ブロードキャストおよびマルチキャストパケット制御について

多数のクライアントからブロードキャスト パケットおよびマルチキャスト パケットを受信すると、AP の動作に影響を及ぼすおそれがあります。この問題を解決するために、AP が各クライアントから受信するブロードキャスト パケットとマルチキャスト パケットのレートを制限することができます。この機能を設定すると、AP はレート制限のしきい値を超える過剰なブロードキャストパケットとマルチキャストパケットを廃棄します。

II. 設定手順

AP view での AP アップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットのレート制限の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. AP を作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3. AP のアップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットのレート制限を設定する	**rrop anti-bmc** { **broadcast | multicast** } **upstream client-rate-limit enable**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。AP group viewに設定がない場合、System viewの設定を使用します。
4. AP が各クライアントから受信するブロードキャストもしくはマルチキャストパケットのレートを設定します。	**rrop anti-bmc** { **broadcast | multicast** } **upstream client-rate-limit pps** *max-pps*	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。AP group viewに設定がない場合、System viewの設定を使用します。

AP group view での AP アップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットのレート制限の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	ー
3. AP のアップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットのレート制限を設定する	**rrop anti-bmc** { **broadcast** | **multicast** } **upstream client-rate-limit enable**	デフォルト： System viewの設定を使用します。
4. AP が各クライアントから受信するブロードキャストもしくはマルチキャストパケットのレートを設定します。	**rrop anti-bmc** { **broadcast** | **multicast** } **upstream client-rate-limit pps** *max-pps*	デフォルト： System viewの設定を使用します。

System view での AP アップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットのレート制限の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. AP のアップリンクブロードキャストおよびマルチキャストパケットのレート制限を設定する	**rrop anti-bmc** { **broadcast** | **multicast** } **upstream client-rate-limit enable**	デフォルト：無効
3. AP が各クライアントから受信するブロードキャストもしくはマルチキャストパケットのレートを設定します。	**rrop anti-bmc** { **broadcast** | **multicast** } **upstream client-rate-limit pps** *max-pps*	デフォルト： APが各クライアントから受信したブロードキャストもしくはマルチキャストパケットのレートは制限されません。

18.9 クライアント高速キープアライブの設定

🕮 **メモ：**

クライアント高速キープアライブの設定はソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。ソフトウェアバージョン 7.2.63 より前では本機能がデフォルトのパラメータ値で動作しており、無効にすることはできません。

I. クライアント高速キープアライブの設定について

この機能により、AP は、クライアントに送信されたユニキャストパケットの確認応答状態に基づいて、クライアントがまだオンラインであるかどうかを確認することができます。AP はユーザーデータを 3 つのグループに分けて個別にカウントします。キープアライブの間隔 (*interval-value* パラメータで設定) 中に、3 グループのユニキャストパケットの確認応答が受信されなかった場合、AP はクライアントがオフラインであると判断し、クライアントへの接続を終了します。これにより、無線リソースの使用率が向上します。グループ内のユニキャストパケットの数は、*count-value* パラメータで設定します。

この機能は、クライアントの移動性が高いシナリオに適用することができます。ネットワーク品質が悪い場合は、キープアライブカウントを減らすか、キープアライブ間隔を短くする必要があります。

II. 設定手順

AP の radio view でのクライアント高速キープアライブの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	―
3． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
4． クライアント高速キープアライブを設定する	**rrop client fast-keep-alive** { **disable** | **enable** [**count** *count-value*] [**interval** *interval-value*]	デフォルト : AP group radio view の設定を使用します。

AP group radio view でのクライアント高速キープアライブの設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP グループを作成し、その view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	―
3． AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	―
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	―
5． クライアント高速キープアライブを設定する	**rrop client fast-keep-alive** { **disable** | **enable** [**count** *count-value*] [**interval** *interval-value*]	デフォルト：有効 (count 1024、interval 10)

18.10 クライアントローミング中のパケットロス最適化の設定

🕮 **メモ：**

- クライアントローミング中のパケットロス最適化の設定はソフトウェアバージョン 7.2.82 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- ソフトウェアバージョン 7.2.82 および 7.2.82b のソフトウェアでは、中央転送モードの SSID での利用のみをサポートしています。
- ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアでは、ローカル転送モードの SSID での利用をサポートしています。

I. クライアントローミング中のパケットロス最適化の設定について

クライアントがAC内ローミングした際に発生する転送エントリの切り替えが原因でパケットロスが発生する可能性があります。この機能を有効にすると、クライアントが BTM によってローミングを指示された際、AC は事前にローミング先の AP の BSS にクライアント情報を作成し、転送エントリをターゲット AP に切り替えてクライアントのトラフィックをキャッシュします。クライアントがローミングを完了すると、ターゲット AP はキャッシュされたトラフィックを直ちにクライアントに送信することにより、ローミング中のパケットロスを軽減します。

II. 設定手順

クライアントローミング中のパケットロス最適化の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service-template view に移行する	**wlan service-template** *template-name*	—
3. クライアントローミング中のパケットロス最適化を設定する	**sacp roam-optimize packet-loss-improve enable**	デフォルト：無効

目次

このセクションのページは**2-x-x** です。

19章 WLAN無線ロードバランス 19-1
19.1 概要 19-1
19.1.1 ネットワークスキーム 19-1
19.1.2 無線ロードバランスのモードとタイプ 19-1
19.2 制限とガイドライン 19-2
19.3 5GHz無線ロードバランス機能 19-2
19.4 無線ロードバランスのバンドナビゲーション機能 19-3
19.5 無線ロードバランスのバンドナビゲーションのRSSIしきい値の設定 19-4

19章 WLAN 無線ロードバランス

19.1 概要

WLAN 無線ロードバランスは、同じ AC で管理されている AP 上の無線間でクライアントの負荷を動的に分散します。これにより、高密度 WLAN のクライアントに対してワイヤレスサービス品質と適切な帯域幅が保証されます。

19.1.1 ネットワークスキーム

図 19-1に示すように同じ AP の Radio1 と Radio2 が有効になっています。2 つの 5GHz 無線で同じ SSID を使用している場合、WLAN 無線ロードバランスを使用することで、Client4 が Radio1 に接続するのを避け、Radio2 への接続に誘導します。

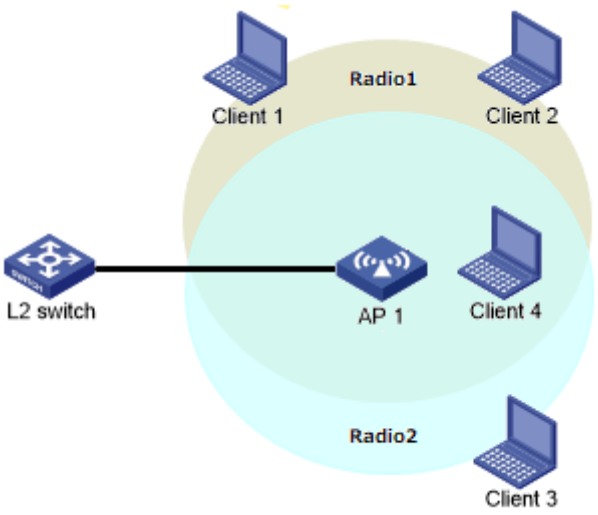


図 19-1 ネットワーク図

19.1.2 無線ロードバランスのモードとタイプ

装置は、セッションモードの無線ロードバランスと次の無線ロードバランスタイプをサポートしています。

- **セッションギャップしきい値ベース**－装置は、次の条件が満たされた場合に無線ロードバランスを実行します。
  - 無線に関連付けられたクライアントの数が、セッションしきい値に達した場合
  - クライアント数が最も少ない無線と無線の間のセッションギャップが、セッションギャップしきい値に達した場合

⚠ **注意：**
クライアントのネイバ無線は、クライアントから要求を受信するすべての無線を指します。

19.2 制限とガイドライン

クライアントが WLAN へのアクセスを要求すると、システムは同じ AC によって管理され、クライアントによって検出可能な AP の無線間でのみ無線ロードバランスを実行します。

WLAN 無線ロードバランスと WLAN ロードバランスまたはバンドナビゲーションは、互いに排他的です。WLAN ロードバランスとバンドナビゲーションの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN ロードバランス"* と *"バンドナビゲーションの設定"* を参照してください。

19.3 5GHz無線ロードバランス機能

🕮 **メモ：**
- この機能はソフトウェアバージョン 7.2.21 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- この機能は QX-W1010 および QX-W1110 では利用できません。

この機能を有効にすると、5GHz 無線は次の 2 つの条件が満たされた場合に、ビーコンフレームの SSID を非表示にします。

- 5GHz 無線に関連付けられたクライアントの数が、しきい値に達した場合
- 同じ AP 内の 2 つの 5GHz 無線の間のセッションギャップが、しきい値に達した場合

5GHz 無線に関連付けられているクライアントの数がセッションしきい値を下回ると、5GHz 無線はビーコンフレームの SSID の非表示を停止します。

2 つの 5GHz 無線で同一の SSID で動作させる環境で、ネットワークに多数のクライアントが存在する場合は、この機能を有効にすることを推奨します。

SSID を非表示にするための過負荷状態の 5GHz 無線の設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view または AP group view に移行する	• AP viewに移行する **wlan ap** *ap-name* • AP group viewに移行する **wlan ap-group** *group-name*	—

操作	コマンド	補足
3. 5 GHz 無線ロードバランスを有効にする	**wlan radio-load-balance overload-5g ssid-hide** [**session** *value* [**gap** *gap-value*]] } [**force-logoff**]	デフォルト： AP viewでは、APはAP group viewの設定を使用します。 AP group viewでは、有効です。

19.4 無線ロードバランスのバンドナビゲーション機能

🕮 **メモ：**

- この機能はソフトウェアバージョン 7.2.52 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- **radio-load-balance band-navigation association-reject** コマンドは、ソフトウェアバージョン 7.2.79 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- ソフトウェアバージョン 7.2.79 を含む以降のソフトウェアから、6GHz 無線での無線ロードバランスのバンドナビゲーションをサポートしています。

この機能を有効にすると、2.4 GHz 無線に関連付けられたオンライン 802.11v クライアントに BSS スイッチオーバー要求を送信します。次に、802.11v クライアントは、802.11v サービスで設定された 5 GHz 無線に切り替えるかどうかを選択できます。

ソフトウェアバージョン 7.2.79 を含む以降のソフトウェアで、この機能を有効にすると装置は 2.4GHz および 5GHz 無線の新しい 802.11v クライアントに BSS 移行メッセージを送信し、802.11v サービスで構成された 6GHz 無線に接続するように案内します。BSS を切り替えるメッセージを受信した後、802.11v クライアントは BSS 移行アクションを実行するかどうかを自律的に決定します。

802.11v クライアントのデータ伝送レートを改善する為、多数の 802.11v クライアントが 2.4GHz 無線に関連付けられている場合は、この機能を有効にします。2.4GHz 無線に関連付けられている 802.11v クライアントの数を表示するには、**display wlan client verbose** コマンドを実行します。

802.11v 以外のクライアントのアソシエーション拒否を有効にし、クライアントの最大拒否数を設定するには、**radio-load-balance band-navigation association-reject** コマンドを実行します。

無線ロードバランスのバンドナビゲーション設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view または AP group view に移行する	• AP viewに移行する **wlan ap** *ap-name* • AP group viewに移行する **wlan ap-group** *group-name*	—
3. 無線ロードバランスのバンドナビゲーションを有効にする	**radio-load-balance band-navigation enable**	デフォルト： AP viewでは、APはAP group viewの設定を使用します。 AP group viewでは、有効です。

操作	コマンド	補足
4. 802.11v 以外のクライアントのアソシエーション拒否を有効にする	**radio-load-balance band-navigation association-reject** [**6g-capability** *6g-count*] **5g-capability** *5g-count* **unknown-capability** *unknown-count*	デフォルト：無効

19.5 無線ロードバランスのバンドナビゲーションのRSSIしきい値の設定

メモ：

この機能はソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

無線ロードバランスのバンドナビゲーションが有効になっている場合、クライアントが 2.4 GHz 無線との関連付けを試みると、装置は次の値を比較して、クライアントを 5 GHz 無線に誘導するかどうかを判断します。

- クライアントの RSSI
- このコマンドで指定された RSSI しきい値
- **sacp anti-sticky** コマンドで指定した RSSI しきい値（デフォルトは 20）
  詳細については、コマンドマニュアルのセクション 2 *WLAN の "WLAN ローミングの設定"* を参照してください。

無線ロードバランスのバンドナビゲーションは、クライアントの RSSI が他の 2 つの値の両方よりも大きい場合にのみ有効になります。その後、装置はクライアントを 5 GHz 無線に誘導します。

無線ロードバランスのバンドナビゲーションの RSSI しきい値の設定手順は以下のとおりです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view または AP group view に移行する	• AP viewに移行する **wlan ap** *ap-name* • AP group viewに移行する **wlan ap-group** *group-name*	—
3. RSSI のしきい値を設定する	**radio-load-balance band-navigation rssi** *rssi-value*	デフォルト： AP viewでは、APはAP group viewの設定を使用します。 AP group viewでは、有効です。

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

20 章 WLAN メッシュの設定 20-1
20.1 概要 20-1
20.1.1 WLAN メッシュネットワーク 20-1
20.1.2 メッシュプロファイル 20-2
20.1.3 ネイバ検出とメッシュリンク確立 20-2
20.1.4 無線配置システム 20-4
20.1.5 メッシュピアブラックリスト、ホワイトリスト 20-5
20.1.6 プロトコルと標準 20-5
20.2 WLAN メッシュ設定の制限とガイドライン 20-6
20.3 WLAN メッシュ設定作業リスト 20-6
20.4 メッシュプロファイルの設定 20-6
20.5 無線へのメッシュプロファイルのバインド 20-7
20.6 メッシュポリシーの設定 20-8
20.7 無線へのメッシュポリシーのバインド 20-9
20.8 MPP のプローブ要求送信無効化 20-9
20.9 同一 AC に関連付く MPP がメッシュピアになることの有効化 20-10
20.10 メッシュピアブラックリスト・ホワイトリストの設定 20-11
20.11 メッシュインタフェースの設定 20-12
20.11.1 メッシュインタフェースの作成 20-12
20.11.2 メッシュインタフェースへのアクセスポート属性の設定 20-12
20.11.3 メッシュインタフェースへのトランクポート属性の設定 20-13
20.11.4 メッシュインタフェースへのハイブリッドポート属性の設定 20-14
20.11.5 無線へのメッシュインタフェースのバインド 20-16
20.12 WLAN メッシュのための表示と保守コマンド 20-16
20.13 WLAN メッシュ設定例 20-17
20.13.1 WLAN メッシュの設定例 20-17
20.13.2 WLAN メッシュリンクへの STP の設定例 20-20
20.13.3 WLAN メッシュネットワークの VLAN 設定の設定例 20-23

20章 WLAN メッシュの設定

🕮 **メモ：**

WLAN メッシュ機能を設定した Radio には、RRM 機能および WIPS 機能を設定しないことを推奨します。

20.1 概要

WLAN メッシュにより、AP 同士が無線で接続できます。WLAN メッシュネットワーク上の AP が直接、あるいは複数の AP を介して接続できます。1 台の AP で障害が発生したとき、残りの AP が互いに通信を継続します。

20.1.1 WLAN メッシュネットワーク

図 20-1 に WLAN メッシュネットワークを示します。

WLAN メッシュネットワークの AP はメッシュポイント（MP）です。MP は以下の役割を担います。

- シングルパーパス MP－メッシュサービスのみ提供します。
- メッシュアクセスポイント（MAP）－メッシュサービスとアクセスサービスを提供します。
- メッシュポータルポイント（MPP）－有線ネットワークに有線接続を提供します。

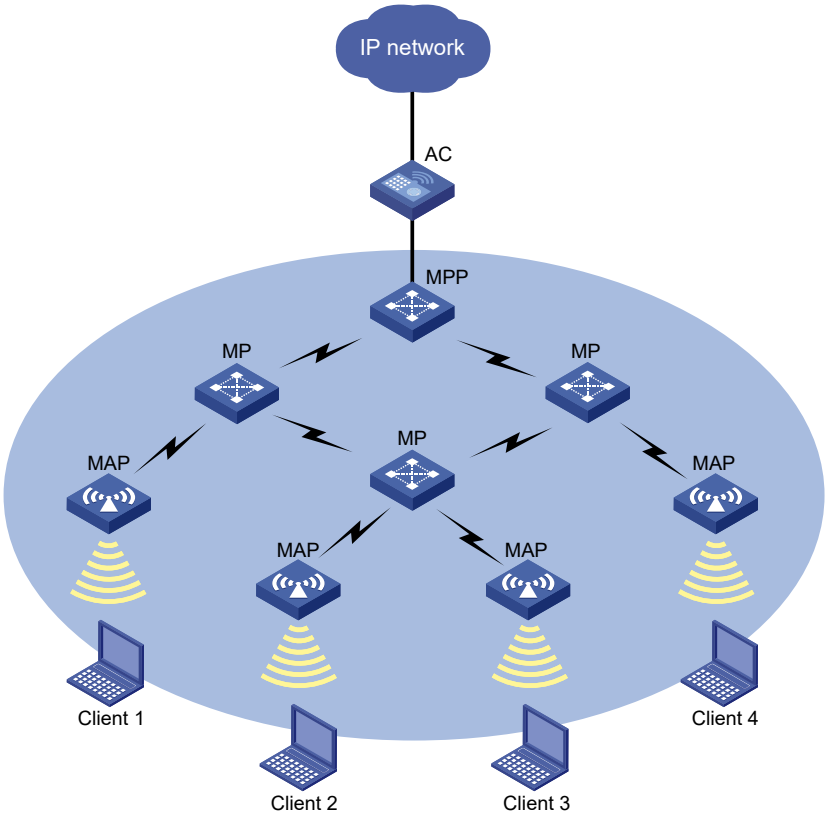


図20-1 WLAN メッシュネットワーク図

20.1.2 メッシュプロファイル

メッシュプロファイルは、メッシュネットワークを運用するためのメッシュプロトコルの集まりです。メッシュプロファイルには以下の属性が含まれます。

- メッシュ ID－メッシュネットワークを識別します。
- メッシュセキュリティー認証、鍵管理モード、事前共有鍵などネイバ認証のための設定を含みます。
- Keepalive 間隔－メッシュリンク内に Keepalive パケットを送信する間隔を指定します。MAC アドレスの大きい MP は Keepalive 間隔で Keepalive パケットを終端まで送信します。Keepalive パケットを送信した MP は、3 回連続の Keepalive 間隔以内に応答を受信しない場合、メッシュリンクを切断します。Keepalive パケットを受信する MP が 3 回連続の Keepalive 間隔以内に Keepalive パケットを受信しない場合、メッシュリンクを切断します。リンク状態を正確に検出するために、送信端の Keepalive 間隔は受信端の Keepalive 間隔の 3 倍以下に設定してください。

メッシュネットワークを形成するために、AP は同じメッシュ ID とメッシュセキュリティ設定にする必要があります。

20.1.3 ネイバ検出とメッシュリンク確立

MP は、互いに検出できるように同じラジオとチャネルで動作する必要があります。MP は、互いに検出した後メッシュリンクを確立できます。

利用可能な検出方法は以下の通りです。

- **アクティブスキャニング**－MP はネイバを検出し、メッシュリンクを確立するためにプローブ要求フレームを送信します。
- **パッシブスキャニング**－MP は他の MP の情報を収集するためビーコンフレームを受信します。ネイバが存在する場合、AP はメッシュリンクを確立するためプローブ要求フレームを送信します。

この章では、アクティブスキャニングでのネイバ検出およびメッシュリンク確立のプロセスを説明します。

図 20-2 に示すように、MP はプローブ要求フレームとプローブ応答フレーム内のメッシュプロファイルを交換することでメッシュリンクを確立します。

以下の条件が満たされると、MP は別の MP をメッシュピアとして追加します。

- MP のメッシュプロファイルが一致する。
- 受信した要求もしくは応答内にピアリンクを承認するビットが設定されている。

MP 同士は互いにリンクオープン要求を送信することでメッシュリンクを確立します。メッシュリンクは、MP 同士が互いのリンクオープン要求を認識したあとに確立されます。

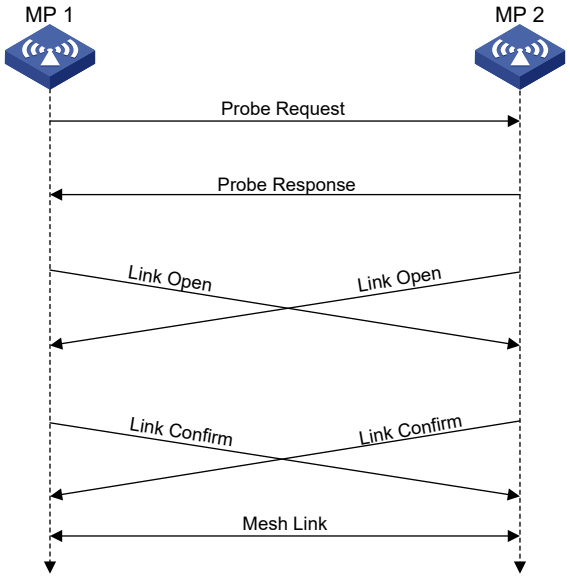


図20-2 ネイバ検出とメッシュリンク確立

AP は、メッシュリンクを確立するために AC からメッシュプロファイルを取得する必要があります。AP はメッシュリンク確立前に以下のタスクを実行します。

1) AC を発見するため、最初に検出した WLAN メッシュネットワークと一時的なメッシュリンク（テンポラリリンク）を確立します。テンポラリリンクではコンフィグレーションデータのみ転送できます。
2) メッシュプロファイルを含むコンフィグレーションを取得するため、AC との CAPWAP トンネル確立を試行します。
3) コンフィグレーションを取得後、テンポラリリンクを切断します。（テンポラリリンクは 2 分程度で切断されます。）

上記タスク実行後、AP はネイバ検出を実行し、WLAN メッシュネットワークに参加するためメッシュリンクを確立します。

AP が AC との CAPWAP トンネル確立に失敗した場合、AP は検出した他のメッシュネットワーク 1 つ 1 つに対してメッシュリンクの確立を試行します。

20.1.4 無線配置システム

無線配置システム（WDS）は WLAN メッシュのアプリケーションです。WDS は、各所に配置された LAN を接続するために AP 間のメッシュリンクを使用します。AP は、LAN からきた 802.3 フレームを、802.11s フレームとしてメッシュリンクに転送します。

管理上選択した AP 間でメッシュリンクを確立させることで、point-to-point トポロジもしくはスタートポロジでの WDS を作成できます。もしくは、自動ネイバ検出により、AP が自動的に作成したトポロジを使用できます。メッシュピアホワイトリストを設定しないことで、自動ネイバ検出が可能です。

- Point-to-point トポロジ

図 20-3 に示すように、2 つの LAN を接続するために 2 台の AP 間でメッシュリンクを設定できます。

図20-3 WDS point-to-point トポロジ

- スタートポロジ

図 20-4 に示すように、1 台の中心となる AP と複数の AP 間でメッシュリンクを設定し、複数の LAN を接続できます。

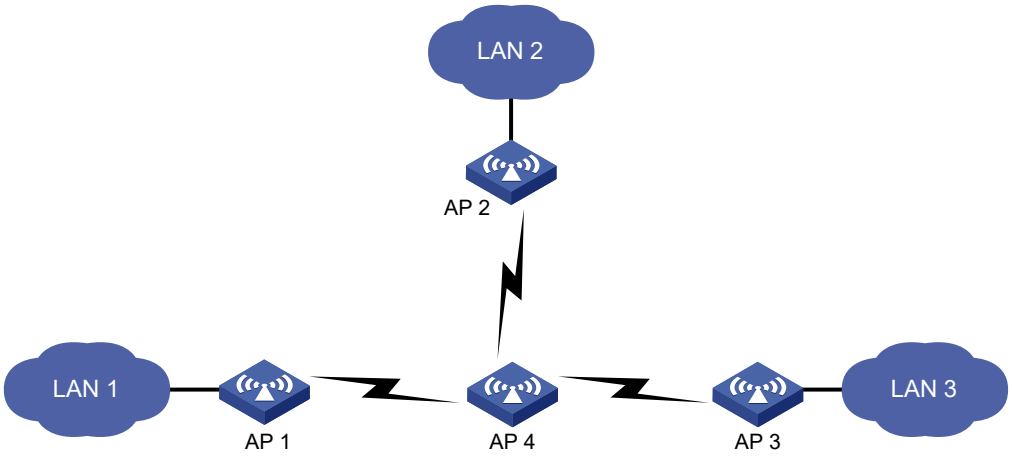


図20-4 スタートポロジ

- 管理なしで作成されたトポロジ

接続する AP を指定しない場合、WDS トポロジは AP 間の自動ネイバ検出とメッシュリンク確立に依存します。

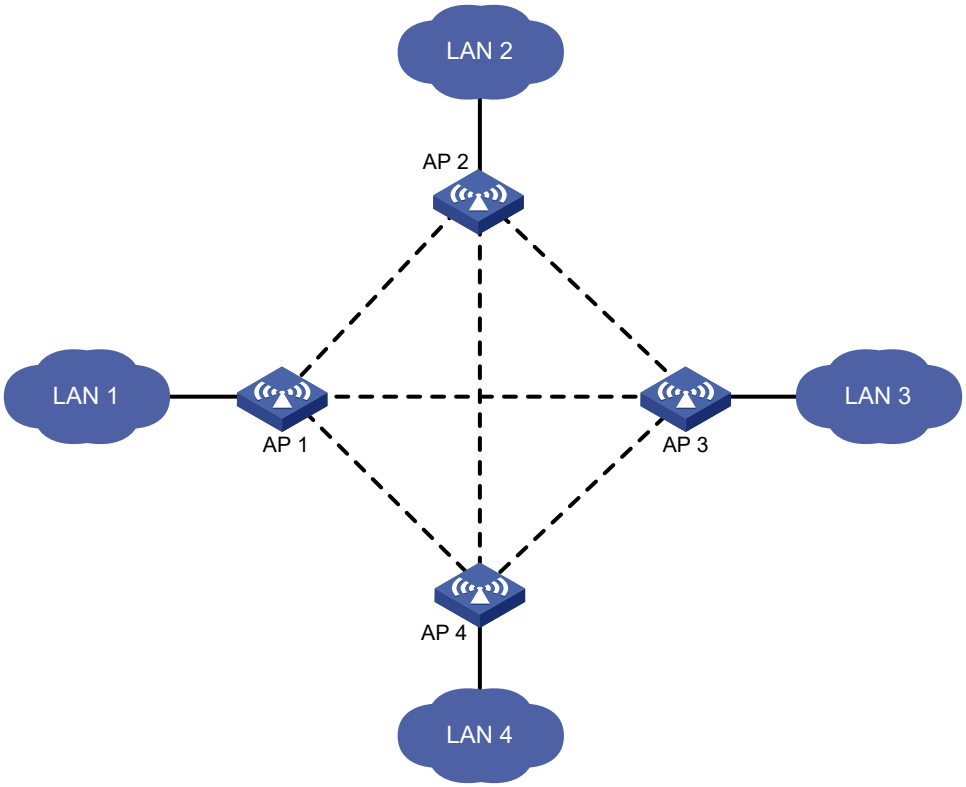


図20-5 自動トポロジ設定

20.1.5 メッシュピアブラックリスト、ホワイトリスト

ネイバ MP がローカル MP とメッシュリンクを確立できるかどうかをコントロールするため、ブラックリストもしくはホワイトリストを設定できます。

ブラックリストとホワイトリストの両方を設定した場合、ホワイトリストのみ適用されます。つまり、ホワイトリスト内のネイバ MP のみローカル MP とメッシュリンクを確立できます。また、ブラックリストのみ設定した場合、ブラックリスト内のネイバ MP はローカル MP とメッシュリンクを確立できません。

20.1.6 プロトコルと標準

- Draft P802.11s_D1.06
- ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition
- IEEE Std 802.11a
- IEEE Std 802.11b
- IEEE Std 802.11g
- IEEE Std 802.11i
- IEEE Std 802.11s
- IEEE Std 802.11-2004
- draft-ohara-capwap-lwapp-03

20.2 WLANメッシュ設定の制限とガイドライン

以下の方法により AP を設定できます。

- AP view で 1 台ずつ AP を設定します。
- AP を AP グループ view に割り当て、AP グループ view にて設定します。
- global configuration view ですべての AP を設定します。

AP view、AP group view、global configuration view に同様の設定をした場合、AP view、AP group view、global configuration view の順に設定が適用されます。

メモ：

レーダ検出時のチャネル移動において、メッシュ AP 間でチャネルを同じにする機能はありません。メッシュ接続にはレーダ検出が必要なチャネルの使用は推奨しません。

20.3 WLAN メッシュ設定作業リスト

作業リスト	補足
（必須設定項目）メッシュプロファイルの設定	ー
（必須設定項目） ラジオへのメッシュプロファイルのバインド	ー
（オプション設定項目） メッシュポリシーの設定	メッシュリンクの設定調整や保守のためにこの作業を実施します。
（オプション設定項目） ラジオへのメッシュポリシーのバインド	ー
（オプション設定項目） MPPのプローブ要求送信無効化	ー
（オプション設定項目） メッシュピアになるために同一ACに関連付くMPPの有効化	ー
（オプション設定項目） メッシュピアブラックリスト/ホワイトリストの設定	MPが適切なネイバMPとメッシュリンクを確立することを保証するためにこの作業を実施します。
（オプション設定項目） メッシュインタフェースの設定	ー

20.4 メッシュプロファイルの設定

I. 制限とガイドライン

同一メッシュネットワーク内の MP は、メッシュ ID とメッシュセキュリティ設定を同一にする必要があります。

リンク状態を正確に検出するために、送信端の keepalive 間隔は受信端の keepalive 間隔の 3 倍以下に設定して下さい。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. メッシュプロファイルを作成し、view に移行する	**wlan mesh-profile** *mesh-profile-number*	デフォルト：設定なし
3. メッシュ ID を指定する	**mesh-id** *mesh-id*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）メッシュセキュリティを設定する	a. SAE認証と鍵管理モードを有効にする **akm mode sae** b. 事前共有鍵を設定する **preshared-key** { **pass-phrase** | **raw-key** } { **cipher** | **simple** } *string*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）メッシュリンク keepalive 間隔を設定する	**link-keepalive** *keepalive-interval*	デフォルト：2秒
6. メッシュプロファイルを有効にする	**mesh-profile enable**	デフォルト：無効

20.5 無線へのメッシュプロファイルのバインド

I. メッシュプロファイルバインディング

AP がメッシュネットワークに参加するためには、AP の無線にメッシュプロファイルをバインドする必要があります。AP が異なるメッシュネットワークに参加できるように、無線インタフェースに異なるメッシュプロファイルをバインドできます。

II. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線インタフェースにメッシュプロファイルをバインドする	**mesh-profile** *mesh-profile-number*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用します。

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—

操作	コマンド	補足
4． radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5． 無線インタフェースにメッシュプロファイルをバインドする	**mesh-profile** *mesh-profile-number*	デフォルト：バインドされていません。

20.6 メッシュポリシーの設定

I. メッシュポリシー

メッシュポリシーはメッシュリンクの設定と保守の役割を含みます。

🕮 **メモ：**

ホップ数（ネットワーク内のメッシュリンクの最長経路）が増加するにつれてスループットは低下します。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． メッシュポリシーを作成し、view に移行する	**wlan mesh-policy** *policy-name*	デフォルト：システム定義のメッシュポリシーが存在します。そのポリシー名は**default_mesh_policy**です。
3． （オプション設定項目）リンク開始を有効にする	**link-initiation enable**	デフォルト：有効
4． （オプション設定項目）メッシュリンクの最大数を設定する	**link-maximum-number** *max-link-number*	デフォルト：2
5． （オプション設定項目）プローブ要求間隔を設定する	**probe-request-interval** *interval-value*	デフォルト：1000ms
6． （オプション設定項目）リンクレートモードを設定する	**link-rate-mode** { **fixed** | **real-time** }	デフォルト：fixedモード fixedモード：メッシュリンクのインタフェースレートは、無線インタフェースレートの現在の設定の最大値で固定されます。 real-timeモード：メッシュリンクのインタフェースレートは、自動でRSSIに適応します。
7． （オプション設定項目）メッシュリンクホールド RSSI（メッシュリンクを保持する最小信号強度）を設定する	**link-hold-rssi** *value*	デフォルト：15dBm

20.7 無線へのメッシュポリシーのバインド

I. メッシュポリシーバインディング

デフォルトでは、システム定義のメッシュポリシーが各無線にバインドされています。このシステム定義のメッシュポリシーは削除または修正できません。無線のリンク設定と保守設定を変更するには、ユーザ定義のメッシュポリシーを無線インタフェースにバインドし、システム定義のメッシュポリシーと置き換える必要があります。

II. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線インタフェースにメッシュポリシーをバインドする	**mesh-policy name** *policy-name*	デフォルト：AP groupのRadio viewの設定を使用します。

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 無線インタフェースにメッシュポリシーをバインドする	**mesh-policy name** *policy-name*	デフォルト：APグループのRadio viewにはシステム定義のメッシュポリシー**default_mesh_policy**がバインドされています。

20.8 MPPのプローブ要求送信無効化

I. プローブ要求送信無効化について

WLAN メッシュネットワークを有線ネットワークに接続する際、MPP は多くのメッシュリンクを確立しなければならない可能性があります。MPP のパフォーマンスを維持するため、MPP がネイバ検出のためにプローブ要求を送信するのを無効にすることができます。MPP は他の MP からのプローブ要求にのみ応答します。

II. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. MPP のプローブ要求送信を無効にする	**portal-service enable**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。AP group viewに設定がない場合、global configuration viewの設定を使用します。

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. MPP のプローブ要求送信を無効にする	**portal-service enable**	デフォルト： global configuration viewの設定を使用します。

global configuration view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan global configuration**	—
3. MPP のプローブ要求送信を無効にする	**portal-service enable**	デフォルト： MPPはプローブ要求を送信できます。

20.9 同一ACに関連付くMPPがメッシュピアになることの有効化

I. 同一 AC に関連付くメッシュピアについて

ループを避けるため、同一 AC に関連付く MPP 同士はデフォルトではメッシュピアになることはできません。同一 AC に関連付いた MPP 同士がメッシュピアになるためには、本機を有効にしてください。同一 AC に関連付いた MPP が VLAN1 に属さないことを確認してください。また、ループを防ぐため、すべての装置に STP を設定してください。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan global configuration**	—
3. 同一 AC の MPP がメッシュピアになることを有効にする	**mesh-peer intra-ac-mpp enable**	デフォルト： ループを防ぐため、同一ACに関連付いたMPPはメッシュピアになれません。

20.10 メッシュピアブラックリスト・ホワイトリストの設定

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. MP の MAC アドレスをメッシュピアブラックリストもしくはホワイトリストに追加する	**mesh peer-mac-address** [**blacklist**] *mac-address*	デフォルト：AP group viewの設定を使用します。

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. MP の MAC アドレスをメッシュピアブラックリストもしくはホワイトリストに追加する	**mesh peer-mac-address** [**blacklist**] *mac-address*	デフォルト：設定なし ブラックリスト（ホワイトリスト）にMAのMACアドレスを追加するにはこの操作を繰り返します。 同一のMACアドレスを追加しようとした場合、最後の設定が適用されます。

20.11 メッシュインタフェースの設定

20.11.1 メッシュインタフェースの作成

I. メッシュインタフェースの作成について

MP がメッシュネットワークの同一 VLAN で互いに通信できるようにメッシュインタフェースを作成します。

II. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし

20.11.2 メッシュインタフェースへのアクセスポート属性の設定

I. アクセスポートについて

アクセスポートでは 1 つの VLAN のみ許可します。

II. 制限とガイドライン

メッシュインタフェースにアクセスポートを設定する前に VLAN が存在することを確認してください。

III. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし
4. メッシュインタフェースのリンクタイプをアクセスに設定する	**mesh-port link-type access**	デフォルト：アクセスポート
5. アクセスタイプのメッシュインタフェースに VLAN を割り当てる	**mesh-port access vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし
4. メッシュインタフェースのリンクタイプをアクセスに設定する	**mesh-port link-type access**	デフォルト：アクセスポート
5. アクセスタイプのメッシュインタフェースに VLAN を割り当てる	**mesh-port access vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1

20.11.3 メッシュインタフェースへのトランクポート属性の設定

I. トランクポートについて

トランクポートでは複数の VLAN を許可します。

II. 制限とガイドライン

ポートのリンクタイプをトランクとハイブリッド間で変更する場合、一度リンクタイプをアクセスに設定してください。

存在しない VLAN をトランクポートのポート VLAN として指定できます。

トランクポートがポート VLAN からパケットを転送できるようにするには、ポート VLAN にトランクポートを割り当てる必要があります。

III. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし
4. メッシュインタフェースのリンクタイプをトランクに設定する	**mesh-port link-type trunk**	デフォルト：アクセスポート
5. トランクポートに PVID を設定する	**mesh-port trunk pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1
6. トランクタイプのメッシュインタフェースに VLAN を割り当てる	**mesh-port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：VLAN1のみ

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし
4. メッシュインタフェースのリンクタイプをトランクに設定する	**mesh-port link-type trunk**	デフォルト：アクセスポート
5. トランクポートに PVID を設定する	**mesh-port trunk pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN 1
6. トランクタイプのメッシュインタフェースに VLAN を割り当てる	**mesh-port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：VLAN1のみ

20.11.4 メッシュインタフェースへのハイブリッドポート属性の設定

I. ハイブリッドポートについて

ハイブリッドポートでは複数の VLAN を許可します。

II. 制限とガイドライン

ポートのリンクタイプをトランクとハイブリッド間で変更する場合、一度リンクタイプをアクセスに設定してください。

存在しない VLAN をハイブリッドポートのポート VLAN として指定できます。

すでに存在している VLLAN にハイブリッドポートを割り当てていることを確認してください。

ハイブリッドポートがポート VLAN からパケットを転送できるようにするには、ポート VLAN にハイブリッドポートを割り当てる必要があります。

III. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし
4. メッシュインタフェースのリンクタイプをハイブリッドに設定する	**mesh-port link-type hybrid**	デフォルト：アクセスポート
5. ハイブリッドポートに PVID を設定する	**mesh-port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：ハイブリッドポートのPVIDは、リンクタイプがアクセスであるときにポートが所属しているVLANのIDです。
6. ハイブリッドタイプのメッシュインタフェースに VLAN を指定する	**mesh-port hybrid permit vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	デフォルト：ハイブリッドポートは、リンクタイプがアクセスであるときにポートが所属しているVLANのタグなしメンバです。

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. メッシュインタフェースを作成し、その view に移行する	**interface wlan-mesh** *interface-number*	デフォルト：設定なし
4. メッシュインタフェースのリンクタイプをハイブリッドに設定する	**mesh-port link-type hybrid**	デフォルト：アクセスポート
5. ハイブリッドポートに PVID を設定する	**mesh-port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：ハイブリッドポートのPVIDは、リンクタイプがアクセスであるときにポートが所属しているVLANのIDです。
6. ハイブリッドタイプのメッシュインタフェースに VLAN を指定する	**mesh-port hybrid permit vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	デフォルト：ハイブリッドポートは、リンクタイプがアクセスであるときにポートが所属しているVLANのタグなしメンバです。

20.11.5 無線へのメッシュインタフェースのバインド

I. 制限とガイドライン

AP view で作成されたメッシュインタフェースは、radio view 内のラジオにのみバインドできます。AP group view で作成されたメッシュインタフェースは radio view と AP group radio view のどちらのラジオにもバインドできます。

1 つのラジオに対して 1 つのメッシュインタフェースをバインドできます。

II. 設定手順

AP view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線インタフェースにメッシュインタフェースをバインドする	**mesh-interface** *interface-number*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用します。

AP group view での設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view に移行する	**radio** *radio-id*	—
5. ラジオにメッシュインタフェースをバインドする	**mesh-interface** *interface-number*	デフォルト：設定なし

20.12 WLANメッシュのための表示と保守コマンド

display コマンドはすべての view で実行できます。

操作	コマンド
メッシュリンク情報を表示する	**display wlan mesh-link ap** [**name** *ap-name*] [**verbose]**
メッシュプロファイル情報を表示する	**display wlan mesh-profile** [*mesh-profile-number*]
メッシュポリシー情報を表示する	**display wlan mesh-policy** [*mesh-policy-name*]

20.13 WLANメッシュ設定例

20.13.1 WLAN メッシュの設定例

I. ネットワーク設定

図 20-6 に示すように、クライアントにネットワークアクセスを提供するために 802.11n 5GHz WLAN メッシュネットワークを確立します。チャネル 36 でメッシュリンクを確立するために、MPP と MAP1 と MAP2 を設定します。

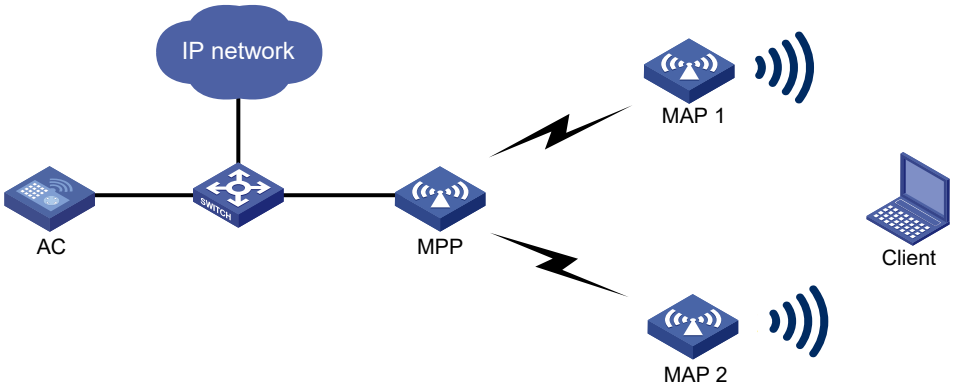


図20-6 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　MPP を設定します。

メッシュプロファイルを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan mesh-profile 1
```

メッシュ ID を 1 に設定します。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] mesh-id 1
```

認証と鍵管理に対して SAE を有効にします。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] akm mode sae
```

事前共有鍵を設定します。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

メッシュプロファイルを有効にします。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] mesh-profile enable
[AC-wlan-mesh-profile-1] quit
```

2)　サービステンプレートを設定します。

```
[AC] wlan service-template service1
```

```
[AC-wlan-st-service1] ssid mesh-network
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

3)　MPP の設定を行います。

MPP に対して AP view を作成します。適切な AP モデル、シリアル ID を選択、指定していることを確認してください。

```
[AC] wlan ap mpp1 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-mpp1] serial-id 219801A1K0917BG0000S
```

メッシュプロファイルを MPP のラジオ 1 にバインドします。

```
[AC-wlan-ap-mpp] radio 1
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] mesh-profile 1
```

MPP のラジオ 1 の無線タイプを 802.11n(5GHz)に設定します。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] type dot11an
```

無線の作動チャネルを 36 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] channel 36
```

ラジオを有効にします。

```
AC-wlan-ap-mpp-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] quit
```

4)　MAP を設定します。

MAP1 の AP view を作成します。適切な AP モデル、シリアル ID を選択、指定していることを確認してください。

```
[AC] wlan ap map1 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-map1] serial-id 219801A1K0917BG0000B
```

MAP のラジオ 1 にメッシュプロファイルをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-map1] radio 1
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] mesh-profile 1
```

MAP のラジオ 1 にサービステンプレートをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] service-template service1
```

MAP のラジオ 1 の無線タイプを 802.11n(5GHz)に設定します。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] type dot11an
```

無線の作動チャネルを 36 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] channel 36
```

ループを防ぐために MPP の MAC アドレスをメッシュピアホワイトリストに追加します。MAP1 は MPP とのみメッシュリンクを確立できます。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] mesh peer-mac-address 77a2-c25d-e316
```

ラジオを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-map1] quit
```

MAP2 に対して MAP1 と同様に設定します。

```
[AC] wlan ap map2 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-map2] serial-id 210235A29G007C000090
[AC-wlan-ap-map2] radio 1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] mesh-profile 1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] type dot11an
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] channel 36
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] mesh peer-mac-address 77a2-c25d-e316
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-map2] quit
[AC] quit
```

III. 設定の確認

MPP が MAP とメッシュリンクを確立することを確認します。

```
<AC> display wlan mesh-link ap
 AP Name: mpp
 Peer           Local          Status     RSSI Packets(Rx/Tx)
 4a9b-c5bb-e43f 77a2-c25d-e316 Forwarding 22   6058/1900
 a6b5-1c5a-22ff 77a2-c25d-e316 Forwarding 35   5354/1900

AP Name: map1
 Peer           Local          Status     RSSI Packets(Rx/Tx)
 77a2-c25d-e316 4a9b-c5bb-e43f Forwarding 22   1900/6058

AP Name: map2
 Peer           Local          Status     RSSI Packets(Rx/Tx)
 77a2-c25d-e316 a6b5-1c5a-22ff Forwarding 35   1900/5354
```

クライアントが AP と関連付いたことを確認します。

```
<AC> display wlan client
 Total number of clients: 1

MAC address    Username       AP name            R IP address      VLAN
000f-e265-6400 N/A            map1               1 1.1.1.1         300
```

20.13.2 WLAN メッシュリンクへの STP の設定例

I. ネットワーク要件

図 20-7 に示すように、クライアントにネットワークアクセスを提供するために 802.11n 5GHz WLAN メッシュネットワークを確立します。チャネル 36 でメッシュリンクを確立するために、MPP と MAP1 と MAP2 を設定します。メッシュリンクに STP を設定します。

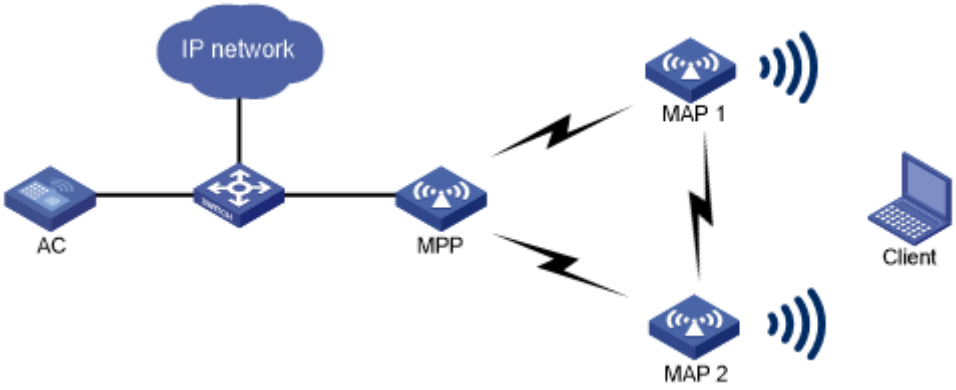


図20-7 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　MPP を設定します。

メッシュプロファイルを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan mesh-profile 1
```

メッシュ ID を 1 に設定します。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] mesh-id 1
```

認証と鍵管理に対して SAE を有効にします。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] akm mode sae
```

事前共有鍵を設定します。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

メッシュプロファイルを有効にします。

```
[AC-wlan-mesh-profile-1] mesh-profile enable
[AC-wlan-mesh-profile-1] quit
```

2)　サービステンプレートを設定します。

```
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] ssid mesh-network
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
```

```
[AC-wlan-st-service1] quit
```

3)　MPP の設定を行います。

MPP に対して AP view を作成します。適切な AP モデル、シリアル ID を選択、指定していることを確認してください。

```
[AC] wlan ap mpp model QX-W1030
[AC-wlan-ap-mpp] serial-id 219801A1K0917BG0000S
```

メッシュインタフェース 1 を作成します。

```
[AC-wlan-ap-mpp] interface wlan-mesh 1
[AC-wlan-ap-mpp-wlan-mesh-1] quit
```

MPP のラジオ 1 にメッシュプロファイルをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-mpp] radio 1
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] mesh-profile 1
```

MPP のラジオ 1 にメッシュインタフェースをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] mesh-interface 1
```

MPP のラジオ 1 の無線タイプを 802.11n(5GHz)に設定します。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] type dot11an
```

無線の作動チャネルを 36 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] channel 36
```

ラジオを有効にします。

```
AC-wlan-ap-mpp-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] quit
```

#以下の設定を記述した“.mpcfg”形式のファイル“stp-mesh.mpcfg”を作成し、AC に格納します。

```
system-view
stp global enable
interface WLAN-Mesh 1
stp enable
```

MPP に”stp-mesh.mpcfg”を適用します。

```
AC-wlan-ap-mpp] map-configuration cfa0:/stp-mesh.mpcfg
[AC-wlan-ap-mpp] return
```

4)　MAP を設定します。

MAP1 の AP view を作成します。適切な AP モデル、シリアル ID を選択、指定していることを確認してください。

```
[AC] wlan ap map1 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-map1] serial-id 219801A1K0917BG0000B
```

メッシュインタフェース 1 を作成します。

```
[AC-wlan-ap-map1] interface wlan-mesh 1
[AC-wlan-ap-map1-wlan-mesh-1] quit
```

MAP1 のラジオ 1 にメッシュプロファイルをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-map1] radio 1
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] mesh-profile 1
```

MAP1 のラジオ 1 にメッシュインタフェースをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] mesh-interface 1
```

MAP のラジオ 1 にサービステンプレートをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] service-template service1
```

MAP のラジオ 1 の無線タイプを 802.11n(5GHz)に設定します。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] type dot11an
```

無線の作動チャネルを 36 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] channel 36
```

ラジオを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] quit
```

MAP1 に”stp-mesh.mpcfg”を適用します。

```
[AC-wlan-ap-map1] map-configuration cfa0:/stp-mesh.mpcfg
[AC-wlan-ap-map1] quit
```

MAP2 に対して MAP1 と同様に設定します。

```
[AC] wlan ap map2 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-map2] serial-id 210235A29G007C000090
[AC-wlan-ap-map2] interface wlan-mesh 1
[AC-wlan-ap-map2-wlan-mesh-1] quit
[AC-wlan-ap-map2] radio 1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] mesh-profile 1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] mesh-interface 1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] type dot11an
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] channel 36
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] radio enable
```

```
[AC-wlan-ap-map2-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-map2] map-configuration cfa0:/stp-mesh.mpcfg
[AC-wlan-ap-map2] quit
<AC>
```

III. 設定の確認

MPP が MAP とメッシュリンクを確立することを確認します。

```
<AC> display wlan mesh-link ap
AP name: mpp
 Peer Name     Peer Mac       Local Mac      Status     RSSI Packets(Rx/Tx)
 map1          4a9b-c5bb-e43f 77a2-c25d-e316 Forwarding 60   449/882464
 map2          a6b5-1c5a-22ff 77a2-c25d-e316 Forwarding 49   684730/155096

AP name: map1
 Peer Name     Peer Mac       Local Mac      Status     RSSI Packets(Rx/Tx)
 mpp           77a2-c25d-e316 4a9b-c5bb-e43f Forwarding 57   687001/639160
 map2          a6b5-1c5a-22ff 4a9b-c5bb-e43f Forwarding 57   155109/1182108

AP name: map2
 Peer Name     Peer Mac       Local Mac      Status     RSSI Packets(Rx/Tx)
 mpp           77a2-c25d-e316 a6b5-1c5a-22ff Forwarding 68   536370/455
 map1          a6b5-1c5a-22ff a6b5-1c5a-22ff Forwarding 59   487223/686931
```

クライアントが AP と関連付いたことを確認します。

```
<AC> display wlan client
 Total number of clients: 1

MAC address    Username         AP name              R IP address      VLAN
000f-e265-6400 N/A              map1                 1 1.1.1.1         300
```

20.13.3 WLAN メッシュネットワークの VLAN 設定の設定例

I. ネットワーク設定

図 20-8 に示すように、LAN1 と LAN2 は VLAN2 に属しています。チャネル 36 でメッシュリンクを確立し、VLAN2 からのトラフィックを許可するように MPP1 と MPP2 を設定します。

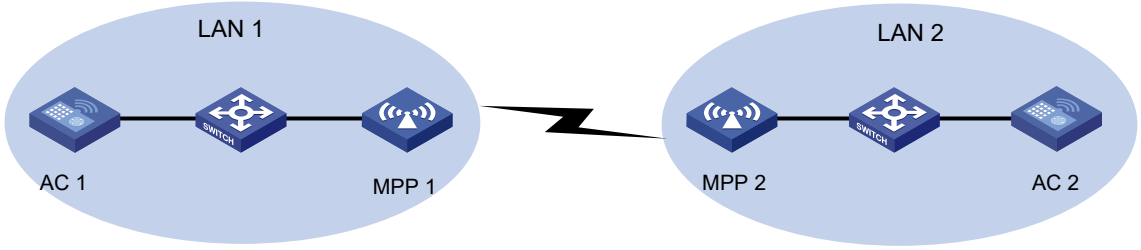


図20-8 ネットワーク図

II. 設定手順

1) AP1 を設定します。

メッシュプロファイルを作成します。

```
<AC1> system-view
[AC1] wlan mesh-profile 1
```

メッシュ ID を 1 に設定します。

```
[AC1-wlan-mesh-profile-1] mesh-id 1
```

認証と鍵管理に対して SAE を有効にします。

```
[AC1-wlan-mesh-profile-1] akm mode sae
```

事前共有鍵を設定します。

```
[AC1-wlan-mesh-profile-1] preshared-key pass-phrase simple 12345678
```

メッシュプロファイルを有効にする。

```
AC1-wlan-mesh-profile-1] mesh-profile enable
[AC1-wlan-mesh-profile-1] quit
```

2) サービステンプレートを設定します。

```
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] ssid mesh-network
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

3) MPP を設定します。

MPP の AP view を作成します。適切な AP モデル、シリアル ID を選択、指定していることを確認してください。

```
[AC] wlan ap map1 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-map1] serial-id 219801A1K0917BG0000B
```

MAP のラジオ 1 にメッシュプロファイルをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-map1] radio 1
[AC-wlan-ap-map1-radio-1] mesh-profile 1
```

MPP のラジオ 1 の無線タイプを 802.11n(5GHz)に設定します。

```
AC-wlan-ap-mpp-radio-1] type dot11an
```

無線の作動チャネルを 36 に設定します。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] channel 36
```

ラジオを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-mpp-radio-1] quit
```

4) メッシュインタフェースを設定します。

メッシュインタフェースを作成します。

```
[AC1-wlan-ap-mpp1] interface wlan-mesh 1
[AC1-wlan-ap-mpp1-wlan-mesh-1] quit
```

MPP のラジオ 1 にメッシュインタフェースをバインドします。

```
[AC1-wlan-ap-mpp1] radio 1
[AC1-wlan-ap-mpp1-radio-1] mesh-interface 1
[AC1-wlan-ap-mpp1-radio-1] quit
```

リンクタイプをトランクに設定します。

```
[AC1-wlan-ap-mpp1] interface wlan-mesh 1
[AC1-wlan-ap-mpp1-wlan-mesh-1] mesh-port link-type trunk
```

トランクポートを VLAN2 に割り当てます。

```
[AC1-wlan-ap-mpp1-wlan-mesh-1] mesh-port trunk permit vlan 2
[AC1-wlan-ap-mpp1-wlan-mesh-1] quit
```

remote-configuration を有効にします。

```
[AC1-wlan-ap-mpp1] remote-configuration enable
```

5)　AC1 と同様に AC2 を設定します。（詳細は省略します。）

III. 設定の確認

VLAN インタフェース 2 を設定し、AC1 と AC2 が互いに ping 通信できることを確認してください。

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

21 章 コンフィグレーションプロファイルの設定 21-1
21.1 概要 21-1
21.2 設定作業リスト 21-1
21.3 コンフィグレーションプロファイルの作成 21-1
21.4 コンフィグレーションプロファイルの関連付け 21-2
21.5 コンフィグレーションプロファイルの設定 21-3
21.5.1 コンソールポートからのログイン設定 21-3
21.5.2 装置の Telnet ログインの設定 21-4
21.5.3 Ethernet インタフェースの設定 21-6
21.5.4 ポートアイソレーションの設定 21-7
21.5.5 リンクアグリゲーションの設定 21-7
21.5.6 VLAN の設定 21-8
21.5.7 IP アドレスの設定 21-10
21.5.8 DHCP クライアントの設定 21-11
21.5.9 DHCP サーバの設定 21-11
21.5.10 DHCP リレーエージェントの設定 21-13
21.5.11 NAT の設定 21-14
21.5.12 スタティックルーティングの設定 21-16
21.5.13 ACL の設定 21-17
21.5.14 QoS の設定 21-19
21.5.15 ローカルユーザの設定 21-20
21.6 設定例 21-20
21.6.1 コンフィグレーションプロファイルの設定例 21-20

21章 コンフィグレーションプロファイルの設定

🕮 **メモ：**

コンフィグレーションプロファイルの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

21.1 概要

コンフィグレーションプロファイルは、AC のコンフィグレーションプロファイルで指定された設定を、AP または AP グループ内の AP がオンラインになったときに展開します。

21.2 設定作業リスト

操作
（必須設定項目）コンフィグレーションプロファイルの作成
（必須設定項目）コンフィグレーションプロファイルとAPまたはAPグループの関連付け
（オプション設定項目）CLIによるログインの設定
（オプション設定項目）Ethernetインタフェースの設定
（オプション設定項目）ポートアイソレーションの設定
（オプション設定項目）リンクアグリゲーションの設定
（オプション設定項目）VLANの設定
（オプション設定項目）IPアドレスの設定
（オプション設定項目）DHCPクライアントの設定
（オプション設定項目）DHCPサーバの設定
（オプション設定項目）NATの設定
（オプション設定項目）スタティックルーティングの設定
（オプション設定項目）ACLの設定
（オプション設定項目）QoSの設定
（オプション設定項目）ローカルユーザの設定

21.3 コンフィグレーションプロファイルの作成

I. 概要

AC でコンフィグレーションプロファイルを作成し、プロファイルを 1 つまたは複数の AP に関連付けることができます。その後、AC はプロファイルで指定された設定を、関連付けられた AP がオンラインになったときに自動的に展開します。

コンフィグレーションプロファイルを作成するときは、AP モデル名を指定する必要があります。AC は、AP モデルに基づいてプロファイルのデフォルト設定を生成します。

II. 設定手順

以下にコンフィグレーションプロファイルの作成手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし

21.4 コンフィグレーションプロファイルの関連付け

メモ：

- **configuration-profile** と **remote-configuration** を同じ AP に対して設定しないでください。
- コンフィグレーションプロファイルで設定できないコマンドを設定したい場合に限り、**map-configuration** の併用をご検討ください。また、**configuration-profile** と **map-configuration** の両方に同じ機能を有するコマンド設定がある場合、AP へのコンフィグ適用が正常におこなわれません。

既存のコンフィグレーションプロファイルと AP または AP グループの関連付ける場合、**configuration-profile** コマンドを使用します。AP または AP グループ内の AP がオンラインになると、AC はプロファイル内の設定を AP に自動的に展開します。

コンフィグレーションプロファイルと AP または AP グループの関連付けを解除するには、**undo configuration-profile** コマンドを実行します。また、**undo configuration-profile** コマンドを実行すると、AP または AP グループ内の AP の設定が工場出荷時のデフォルトに復元されます。

I. AP view でのコンフィグレーションプロファイルの関連付け

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name*	—
3． コンフィグレーションプロファイルを関連付ける	**configuration-profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし

II. AP group view でのコンフィグレーションプロファイルの関連付け

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3． AP model view に移行する	**ap-model** *group-name*	—
4． コンフィグレーションプロファイルを関連付ける	**configuration-profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし

21.5 コンフィグレーションプロファイルの設定

21.5.1 コンソールポートからのログイン設定

コンソールポートからのログイン設定の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに“CLI によるログイン”の“コンソールポートからのローカルログイン”*を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、コンソールポートからのログイン設定の手順を以下に示します。

I. None 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。
4. None 認証モードを有効にする	**authentication-mode** *none*	デフォルト：製品モデルにより異なります。 QX-W1000シリーズは**none**。 QX-W1100シリーズは**password**。 QX-W1200シリーズは**password**。

II. Password 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし

操作	コマンド	備考
3. console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。
4. Password 認証モードを有効にする	**authentication-mode password**	デフォルト：**none**
5. password を設定する	**set authentication password** { **hash** | **simple** } *password*	デフォルト：製品モデルにより異なります。 QX-W1000シリーズはパスワード設定なし。 QX-W1100シリーズは**qx_admin**。 QX-W1200シリーズは**qx_admin**。

III. Scheme 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. console line view あるいは class view に移行する	● console line viewに移行する： **line console** *first-number* [*last-number*] ● console line class viewに移行する： **line class console**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。
4. Scheme 認証を有効にする	**authentication-mode** *scheme*	デフォルト：製品モデルにより異なります。 QX-W1000シリーズは**none**。 QX-W1100シリーズは**password**。 QX-W1200シリーズは**password**。

21.5.2 装置の Telnet ログインの設定

装置の Telnet ログイン設定の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに“CLI によるログイン”の“Telnet からのログイン”*を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、Telnet ログイン設定の手順を以下に示します。

I. Telnet サーバの有効化

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. Telnet サーバを有効化する	**telnet server enable**	デフォルト：無効

II. None 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する： **line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する： **line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。
4. None 認証モードを有効にする	**authentication-mode none**	デフォルト：**password**

III. Password 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する： **line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する： **line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。
4. Password 認証モードを有効にする	**authentication-mode password**	デフォルト：**password**

操作	コマンド	備考
5. password の設定	**set authentication password** { **hash** | **simple** } *password*	デフォルト：製品モデルにより異なります。 QX-W1000シリーズはパスワード設定なし。 QX-W1100シリーズは**qx_admin**。 QX-W1200シリーズは**qx_admin**。

IV. Scheme 認証の設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. VTY line view または VTY line class view に移行する	● VTY line viewに移行する：**line vty** *first-number* [*last-number*] ● VTY line class viewに移行する：**line class vty**	どちらか一方を使用します。 User line viewでの設定はユーザラインのみ適用されます。 User line class viewでの設定はclassのすべてのユーザに適用されます。
4. Scheme 認証を有効にする	**authentication-mode scheme**	デフォルト：**password**

21.5.3 Ethernet インタフェースの設定

Ethernet インタフェースの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 3 *インタフェース "Ethernet インタフェース"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での Ethernet インタフェースの設定手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. Ethernet インタフェースを有効にする	**undo shutdown**	デフォルト：有効

21.5.4 ポートアイソレーションの設定

ポートアイソレーションの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "AP 管理"* の *"ポートアイソレーションの設定"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、ポートアイソレーション設定の手順を以下に示します。

I. Ethernet インタフェースのポートアイソレーションの設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. Ethernet interface view に移行する	**interface** interface-type interface-number	—
4. ポートアイソレーションを有効にする	**port-isolate enable**	デフォルト：有効

II. アグリゲートインタフェースのポートアイソレーション設定

操作	コマンド	備考
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. アグリゲートインタフェースを作成し、aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	—
4. ポートアイソレーションを有効にする	**port-isolate enable**	デフォルト：無効

21.5.5 リンクアグリゲーションの設定

リンクアグリゲーションの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス "リンクアグリゲーション"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、リンクアグリゲーション設定の手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3． アグリゲートインタフェースを作成し、aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	アグリゲートインタフェースを作成すると、スタティックアグリゲーショングループ番号が、自動的に同一番号で作成されます。
4． system view へ戻る	**quit**	―
5． 指定されたアグリゲーショングループにインタフェースを割り当てる	1． Ethernet interface view に移行する： **interface** *interface-type interface-number* 2． 指定されたアグリゲーショングループにインタフェースを割り当てる： **port link-aggregation group** *group-id*	アグリゲーショングループに複数のインタフェースを割り当てる場合、このステップを繰り返してください。

21.5.6 VLAN の設定

VLAN の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス “VLAN”* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、VLAN 設定の手順を以下に示します。

I. VLAN の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3． VLAN を作成し、view へ移行あるいは VLAN リストを作成する	**vlan** { *vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** }	デフォルト： デフォルト VLAN（VLAN1）のみ
4． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	VLANリストを作成した後、指定したVLANを設定するには、この操作を実行してください。

II. VLAN インタフェースの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. VLAN インタフェースを作成し、VLAN interface view に移行する	**interface vlan-interface** *interface-number*	デフォルト：設定なし VLANが存在する場合、直接そのviewに移行します。
4. VLAN インタフェースを有効にする	**undo shutdown**	デフォルト：有効

III. interface view でのアクセス VLAN の設定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	● Ethernet interface viewに移行する： **interface** *interface-type interface-number* ● aggregate interface viewに移行する： **interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
4. リンクタイプをアクセスに設定する	**port link-type access**	デフォルト：アクセス
5. アクセスポートを VLAN に割り当てる	**port access vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN1に属します。

IV. トランクポート VLAN の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	● interface viewに移行する： **interface** *interface-type interface-number* ● aggregate interface viewに移行する： **interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
4. リンクタイプをトランクに設定する	**port link-type trunk**	デフォルト：アクセス

操作	コマンド	補足
5. トランクポートで許可する VLAN を設定する	**port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：vlan1のみ許可
6. トランクポートの PVID を設定する	**port trunk pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト： VLAN 1

V. ハイブリッドポート VLAN の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	● interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* ● aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
4. リンクタイプをハイブリッドに設定する	**port link-type hybrid**	デフォルト：アクセス
5. ハイブリッドポートで許可する VLAN を設定する	**port hybrid vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	デフォルト：リンクタイプがアクセスであるとき、ハイブリッドポートのPVIDはポートが所属しているVLANのIDです。
6. ハイブリッドポートの PVID を設定する	**port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：リンクタイプがアクセスであるとき、ハイブリッドポートはポートが所属しているVLANのタグなしメンバです。

21.5.7 IP アドレスの設定

コンフィグレーションプロファイル View での、IP アドレス設定の手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. VLAN インタフェースを作成し、VLAN interface view に移行する	**interface vlan-interface** *interface-number*	デフォルト：設定なし VLANが存在する場合、直接そのviewに移行します。
4. VLAN インタフェースに IP アドレスを割り当てる	**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* } [sub]	デフォルト：設定なし

21.5.8 DHCP クライアントの設定

DHCP クライアントの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "DHCP クライアント"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、DHCP クライアント設定の手順を以下に示します。

I. インタフェースでの DHCP クライアントの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. VLAN インタフェースを作成し、VLAN interface view に移行する	**interface vlan-interface** *interface-number*	デフォルト：設定なし VLANが存在する場合、直接そのviewに移行します。
4. VLAN インタフェースに IP アドレスを割り当てる	**ip address dhcp-alloc**	デフォルト：無効

21.5.9 DHCP サーバの設定

DHCP サーバの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "DHCP サーバ"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、DHCP サーバ設定の手順を以下に示します。

I. DHCP アドレスプールの作成

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし

II. DHCP アドレスプールの IP アドレス範囲の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
4. プライマリサブネットを設定する	**network** *network-address* [*mask-length* | **mask** *mask*]	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目） ゲートウェイを設定する	**gateway-list** *ip-address*&<1-64>	デフォルト：設定なし
6. DNS サーバを設定する	**dns-list** *ip-address*&<1-8>	デフォルト：設定なし
7. （オプション設定項目） アドレスのリース期間を設定する	**expired** { **day** *day* [**hour** *hour* [**minute** *minute* [**second** *second*]]] | **unlimited** }	デフォルト：1日
8. （オプション設定項目）アドレスプールの動的割り当てから設定された IP アドレスを除外する	**forbidden-ip** *ip-address*&<1-8>	デフォルト：DHCPアドレスプールすべてのアドレスが割り当て可能です。 複数のアドレス範囲を除外する場合、このステップを繰り返します。

III. DHCP の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. DHCP を有効にする	**dhcp enable**	デフォルト：無効

IV. インタフェースでの DHCP サーバの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. インタフェースで DHCP サーバを有効にする	**dhcp select server**	デフォルト：有効

V. インタフェースでのアドレスプールの適用

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
4. インタフェースにアドレスプールを適用する	**dhcp server apply ip-pool** *pool-name*	デフォルト：適用されていません。

21.5.10 DHCP リレーエージェントの設定

DHCP リレーエージェントの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "DHCP リレー"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、DHCP リレーエージェント設定の手順を以下に示します。

I. DHCP の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし

II. インタフェースでの DHCP リレーエージェントの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
4. DHCP リレーエージェントを有効にする	**dhcp select relay**	デフォルト：DHCPが有効にされたとき、インタフェースはDHCPサーバモードで動作します。

III. リレーエージェントの DHCP サーバの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. リレーエージェントに DHCP サーバアドレスを指定する	**dhcp relay server-address** *ip-address*	デフォルト：指定なし

21.5.11 NAT の設定

NAT の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス　"NAT の設定"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、NAT 設定の手順を以下に示します。

I. 送信ダイナミック NAT の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. NAT アドレスグループを作成し、そのビューに移行する	**nat address-group** *group-id* [**name** *group-name*]	
4. アドレスグループにアドレス範囲を追加する	**address** *start-address end-address*	1つのアドレスグループに複数のアドレス範囲を追加できます。 アドレス範囲は重複してはいけません。
5. コンフィグレーションプロファイル View に戻る	**quit**	―
6. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
7. 受信ダイナミック NAT を設定する	**nat inbound** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } **address-group** { *group-id* | **name** *group-name* } [**no-pat** [**reversible**] [**add-route**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**description** *text*] [**counting**]	1つのインタフェースに複数の送信ダイナミックNATルールを設定できます。 **no-pat reversible**: これらのキーワードを指定すると、逆アドレス変換が有効になります。逆アドレス変換では、既存のNO-PATエントリを使用して、外部ネットワークからアクティブに開始された接続の宛先アドレスを内部ネットワークに変換します。宛先アドレスは、一致するNO-PATエントリ内のプライベートIPアドレスに変換されます。 **add-route**: このキーワードを使用すると、受信ダイナミックNATルールが一致したときに、プライベートアドレス宛てのルートを装置が自ダイナミックに追加できます。出力インタフェースはNATインタフェースで、ネクストホップは変換前の送信元アドレスです。 このキーワードを指定しない場合は、ルートを手動で追加する必要があります。

II. 受信ダイナミック NAT の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. NAT アドレスグループを作成し、そのビューに移行する	**nat address-group** *group-id* [**name** *group-name*]	
4. アドレスグループにアドレス範囲を追加する	**address** *start-address end-address*	1つのアドレスグループに複数のアドレス範囲を追加できます。 アドレス範囲は重複してはいけません。
5. コンフィグレーションプロファイル view に戻る	**quit**	―
6. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
7. 受信ダイナミック NAT を設定する	**nat inbound** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } **address-group** { *group-id* | **name** *group-name* } [**no-pat** [**reversible**] [**add-route**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**description** *text*] [**counting**]	1つのインタフェースに複数の送信ダイナミックNATルールを設定できます。 **no-pat reversible**: これらのキーワードを指定すると、逆アドレス変換が有効になります。逆アドレス変換では、既存のNO-PATエントリを使用して、外部ネットワークからアクティブに開始された接続の宛先アドレスを内部ネットワークに変換します。宛先アドレスは、一致するNO-PATエントリ内のプライベートIPアドレスに変換されます。 **add-route**: このキーワードを使用すると、受信ダイナミックNATルールが一致したときに、プライベートアドレス宛てのルートを装置が自ダイナミックに追加できます。出力インタフェースはNATインタフェースで、ネクストホップは変換前の送信元アドレスです。 このキーワードを指定しない場合は、ルートを手動で追加する必要があります。

21.5.12 スタティックルーティングの設定

スタティックルーティングの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 6 *ルーティングプロトコル “スタティックルーティング”* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、スタティックルーティング設定の手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. スタティックルートを設定する	**ip route-static** *dest-address* { *mask-length* | *mask* } *next-hop-address*	デフォルト：設定なし

21.5.13 ACL の設定

ACL の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS "ACL"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、ACL 設定の手順を以下に示します。

I. 標準 ACL の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. 標準 IPv4 ACL を作成し、その view に移行する	• **acl basic** { *acl-number* | **name** *acl-name* } • **acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	デフォルト：設定なし *acl-number*の設定範囲は2000～2999です。
4. （オプション設定項目）ルールの番号づけステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**fragment** | **source** { *source-address source-wildcard* | **any** } | **time-range** *time-range-name*] *	デフォルト：設定なし
6. （オプション設定項目）ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

II. 拡張 ACL の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. 拡張 IPv4 ACL を作成し、その view に移行する	• **acl advanced** { *acl-number* | **name** *acl-name* } • **acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	デフォルト：設定なし *acl-number*の設定範囲は3000～3999です。
4. （オプション設定項目）ルールの番号付けステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5

操作	コマンド	補足
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } *protocol* [{ { **ack** *ack-value* | **fin** *fin-value* | **psh** *psh-value* | **rst** *rst-value* | **syn** *syn-value* | **urg** *urg-value* } * | **established** } | **destination** { *dest-address dest-wildcard* | **any** } | **destination-port** *operator port1* [*port2*] | { **dscp** *dscp* | { **precedence** *precedence* | **tos** *tos* } * } | **fragment** | **icmp-type** { *icmp-type* [*icmp-code*] | *icmp-message* } | **source** { *source-address source-wildcard* | **any** } | **source-port** *operator port1* [*port2*] | **time-range** *time-range-name*] *	デフォルト：設定なし
6. （オプション設定項目） ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

III. L2 ACL の設定

操作	コマンド	補足
7. system view に移行する	**system-view**	―
1. L2 ACL を作成し、その view に移行する	• **acl mac** { *acl-number* | **name** *acl-name* } • **acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	デフォルト：設定なし *acl-number*の設定範囲は4000～4999です。
2. （オプション設定項目） ルールの番号付けステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5
3. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**cos** *dot1p* | **dest-mac** *dest-address dest-mask* | { **lsap** *lsap-type lsap-type-mask* | **type** *protocol-type protocol-type-mask* } | **source-mac** *source-address source-mask* | **time-range** *time-range-name*] *	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目） ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

IV. インタフェースへの ACL 適用

🕮 **メモ：**

- Ethernet インタフェース、アグリゲートインタフェースに適用した ACL は、Layer2 通信パケットに対してのみ動作します。
- VLAN インタフェースに適用した ACL は、Layer3 通信パケットに対してのみ動作します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. インタフェースに ACL を適用する	**packet-filter [mac] { acl-number | name** *acl-name* **} { inbound | outbound }**	デフォルト：指定なし

21.5.14 QoS の設定

QoS の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS* *“プライオリティマッピング”* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、QoS 設定の手順を以下に示します。

I. プライオリティマッピングのパケットプライオリティを信用するインタフェースの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. パケットプライオリティタイプの信用を設定する	**qos trust** { **dot1p** | **dscp** }	デフォルト：ポートプライオリティを信用する

II. インタフェースのポートプライオリティの変更

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. ポートプライオリティを設定する	**qos priority** *priority-value*	デフォルト：0

21.5.15 ローカルユーザの設定

ローカルユーザの詳細は､オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

コンフィグレーションプロファイル View での、ローカルユーザ設定の手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． コンフィグレーションプロファイルを作成し、その View に移行する	**configuration profile** *profile-name* [**model** *model-name*]	設定なし
3． ローカルユーザ（装置管理ユーザ）を追加し、local user view に移行する	**local-user** *user-name* **class manage**	デフォルト：設定なし。 最大16の装置管理ユーザを作成できます。
4． （オプション設定項目） ローカルユーザのパスワードを設定する	**password** { **cipher** | **simple** } *string*	デフォルト：設定なし
5． ローカルユーザのサービスタイプを指定する	装置管理ユーザ： **service-type { ftp | { telnet | terminal } }**	デフォルト：設定なし
6． （オプション設定項目） ローカルユーザの許可属性を設定する	**authorization-attribute** { **acl** *acl-number* | **idle-cut** *minutes* | **user-profile profile-name** | **user-role** *role-name* | **vlan** *vlan-id* | **work-directory** *directory-name* }	デフォルト：以下に示します。 ● FTPユーザはNASのルートディレクトリがありますが、アクセス許可がありません。 ● network-operatorユーザロールは、network-adminまたはレベル15ユーザによって作成されるローカルユーザに割り当てられます。

21.6 設定例

21.6.1 コンフィグレーションプロファイルの設定例

I. ネットワーク要件

図 21-1 に示すように、コンフィグレーションプロファイルを AP に適用し、FIT-AP のコンフィグを設定します。

FIT-AP に適用するコンフィグレーションプロファイルには、以下の設定を行います。

- VLAN 10、20 を作成します
- VLAN-Interface 1 を作成し、固定 IP アドレス(10.1.1.2/24)を割り当てます。
- デフォルトゲートウェイ 10.1.1.254 を割り当てます。

- GigabitEthernet 1/0/1 をトランクポートとして設定し、VLAN1，VLAN10,VLAN20 を割り当てます。

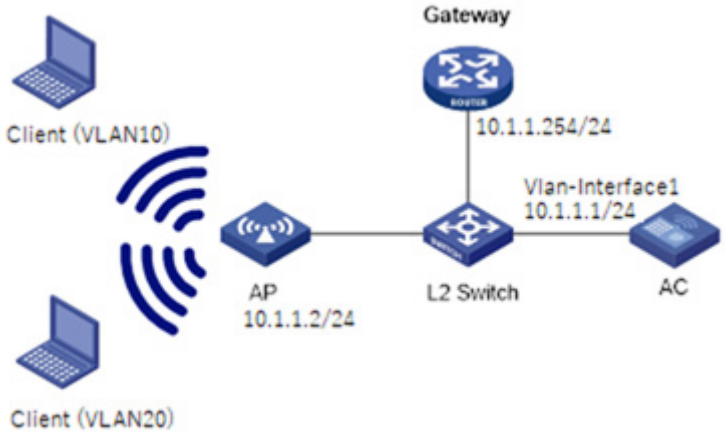


図21-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　コンフィグレーションプロファイル CP1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] configuration profile CP1 model QX-W1030
[AC-config-profile-CP1]
```

2)　コンフィグレーションプロファイルに、コンフィグを設定します。

VLAN 10、VLAN 20 を作成します。

```
[AC-config-profile-CP1] vlan 10
[AC-config-profile-CP1-vlan10] quit
[AC-config-profile-CP1] vlan 20
[AC-config-profile-CP1-vlan20] quit
```

#VLAN-Interface 1 を作成し、IP アドレスを割り当てます。

```
[AC-config-profile-CP1] interface vlan-interface 1
[AC-config-profile-CP1-Vlan-interface1] ip address 10.1.1.2 24
[AC-config-profile-CP1-Vlan-interface1] quit
```

#デフォルトルートを設定します。

```
[AC-config-profile-CP1] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.1.1.254
```

#GigabitEthernet 1/0/1 をトランクポートとして設定し、VLAN1 と VLAN10 と VLAN20 を割り当てます。

```
[AC-config-profile-CP1] interface GigabitEthernet 1/0/1
[AC-config-profile-CP1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[AC-config-profile-CP1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 1 10 20
```

```
[AC-config-profile-CP1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[AC-config-profile-CP1] quit
```

3) AP 名が ap1 の手動 AP を作成し、コンフィグレーションプロファイルを関連付けます。

#AP ap1 を AP モデル QX-W1030 を指定して作成し、シリアル ID を設定します

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1030
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A1BSC123000050
```

#AP ap1 にコンフィグレーションプロファイル CP1 を関連付けます。

```
[AC-wlan-ap-ap1] configuration-profile CP1
```

III. 設定の確認

#以下の情報を検証します。(詳細は省略します。)

- AP と AC が通信できること
- Client(VLAN10)が通信できること
- Client(VLAN20)が通信できること

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

22 章 IoT 機能の設定 22-1
22.1 概要 22-1
22.2 ワイヤレスロケーション 22-1
22.2.1 ワイヤレスロケーションの概要 22-1
22.2.2 ワイヤレスロケーションシステム 22-1
22.2.3 ワイヤレスロケーションのメカニズム 22-2
22.2.4 AeroScout ロケーション 22-2
22.3 設定作業リスト 22-2
22.4 BLE 機能の設定 22-3
22.4.1 手動モジュールの設定 22-3
22.4.2 自動モジュールおよび自動モジュール変換の設定 22-4
22.4.3 モジュールの説明の設定 22-5
22.4.4 サポート対象モジュールタイプの指定 22-5
22.4.5 モジュールの有効化 22-6
22.4.6 モジュールの送信電力の設定 22-6
22.4.7 BLE デバイスのエージングタイムの設定 22-7
22.4.8 BLE モジュールの iBeacon 送信設定 22-8
22.4.9 モジュールの再起動 22-9
22.4.10 モジュールの自動ファームウェアアップグレードの設定 22-10
22.4.11 IoT AP の表示および管理 22-10
22.5 サーバへの IoT データのレポート設定 22-11
22.5.1 IoT トランスポートプロファイルの作成 22-11
22.5.2 IoT データレポート用のサーバアドレスの設定 22-11
22.5.3 Microsoft Azure IoT Hub DPS の設定 22-12
22.5.4 ロケーションパケットのフィルタリングの設定 22-12
22.5.5 サーバに送信するキープアライブパケットの送信間隔の設定 22-13
22.5.6 IoT データをサーバにレポートする間隔の設定 22-13
22.5.7 IoT トランスポートプロファイルの有効化 22-14
22.5.8 IoT トランスポートプロファイルのバインド 22-14
22.5.9 IoT トランスポートプロファイルの表示および管理 22-14
22.6 AeroScout ロケーションの設定 22-15
22.6.1 AeroScout ロケーションの有効化 22-15
22.6.2 無線ベースのロケーションの有効化 22-16
22.6.3 AeroScout ロケーションモードの指定 22-16
22.6.4 ロケーションサーバの IP アドレスとポート番号の指定 22-18
22.6.5 ロケーションサーバからのメッセージを受信するポートの指定 22-19
22.6.6 タグのマルチキャスト MAC アドレスの指定 22-19
22.6.7 検出するデバイスのタイプの指定 22-21
22.6.8 タイムスタンプのタイプの指定 22-22
22.6.9 MU ロケーションパケット集約の有効化 22-23
22.6.10 AeroScout ロケーションパケットのレポートモードの指定 22-24
22.7 ワイヤレスロケーション共通パラメータの設定 22-25
22.7.1 パケットの間引きの設定 22-25
22.7.2 ビーコンフレームの無視の設定 22-26

22.7.3 AP フレームの無視の設定 22-27
22.7.4 RSSI ベースのパケットフィルタリングの設定 22-28
22.7.5 クライアントパケットレート制限の設定 22-29
22.7.6 ロケーションパケットレート制限の設定 22-30
22.7.7 ワイヤレスロケーションのキープアライブの設定 22-32
22.7.8 ワイヤレスロケーションの表示および管理 22-33
22.8 BLE 機能の設定例 22-33
22.8.1 iBeacon を送信する 22-33
22.8.2 AP が収集した周辺装置のレポートを Azure IoT Hub DPS へ送信する 22-34
22.9 AeroScout ロケーションの設定例 22-36

22章 IoT 機能の設定

22.1 概要

QX-W シリーズは以下の IoT 機能をサポートしています。

- BLE 機能
  - iBeacon の送信
  - AP の周辺に存在する BLE デバイスのスキャン
- 802.11 ワイヤレスロケーション機能
- Microsoft Azure IoT Hub DPS への IoT データのレポート

22.2 ワイヤレスロケーション

22.2.1 ワイヤレスロケーションの概要

802.11 ワイヤレスロケーショントラックまたは Bluetooth Low Energy (BLE) デバイスにより、医療監視、資産管理、物流管理が可能です。

22.2.2 ワイヤレスロケーションシステム

図 22-1 に示すように、ワイヤレスロケーションシステムには、802.11 または BLE デバイス、情報レシーバ (802.11 または BLE AP) 、およびロケーションサーバが含まれています。802.11 のデバイスには、タグ (定期的に 802.11 パケットのみを送信できる小型のワイヤレスデバイス) と MU(タグを除くすべての 802.11 デバイス) が含まれます。

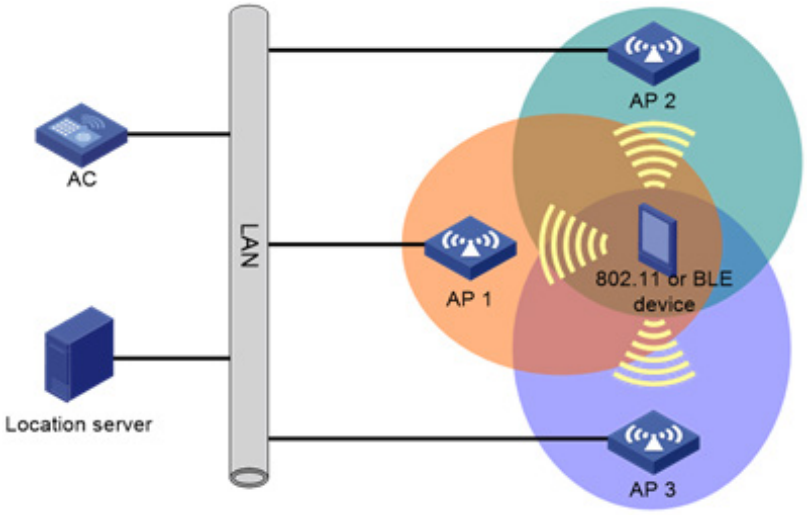


図22-1 ネットワーク図

22.2.3 ワイヤレスロケーションのメカニズム

ワイヤレスロケーションは次のように動作します。

1) 802.11 または BLE デバイスがワイヤレスパケットを送信します。
2) ワイヤレスパケットを受信すると、AP は収集したロケーション情報 (RSSI およびタイムスタンプを含む) をロケーションパケットにカプセル化し、そのパケットをロケーションサーバに送信します。
3) ロケーションサーバは、802.11 または BLE デバイスのロケーションを計算します。ロケーションサーバは、802.11 または BLE デバイスを見つけるために、少なくとも 3 つの AP からのロケーション情報を必要とします。

22.2.4 AeroScout ロケーション

AeroScout ロケーションは、信号強度の三角測量を使用してタグと MU を特定するために使用されます。信号強度三角測量は、WLAN 内の少なくとも 3 つの AP によって検出された相対的な信号強度を三角測量することによって、クライアントの位置を決定します。

22.3 設定作業リスト

作業リスト
BLE 機能の設定
(必須設定項目) 以下のうちの1つを実行します。 • 手動モジュールの設定 • 自動モジュールおよび自動モジュール変換の設定
(オプション設定項目) モジュールの説明の設定
(必須設定項目) サポート対象モジュールタイプの指定
(必須設定項目) モジュールの有効化
(オプション設定項目) モジュールの送信電力の設定
(オプション設定項目) BLEデバイスのエージングタイムの設定
(オプション設定項目) BLEモジュールのiBeacon送信設定
(オプション設定項目) モジュールの再起動
(オプション設定項目) モジュールの自動ファームウェアアップグレードの設定
サーバへの IoT データのレポート設定
(オプション設定項目) IoTトランスポートプロファイルの作成
(オプション設定項目)IoTデータレポート用のサーバアドレスの設定
(オプション設定項目) Microsoft Azure IoT Hub DPSの設定
(オプション設定項目)ロケーションパケットのフィルタリングの設定
(オプション設定項目) サーバに送信するキープアライブパケットの送信間隔の設定
(オプション設定項目) IoTデータをサーバにレポートする間隔の設定
(オプション設定項目) IoTトランスポートプロファイルの有効化
(オプション設定項目) IoTトランスポートプロファイルのバインド
AeroScout ロケーションの設定
(必須設定項目) AeroScoutロケーションの有効化
無線ベースのロケーションの有効化
AeroScoutロケーションモードの指定
ロケーションサーバのIPアドレスとポート番号の指定
ロケーションサーバからのメッセージを受信するポートの指定

タグのマルチキャストMACアドレスの指定
検出するデバイスのタイプの指定
(オプション設定項目) タイムスタンプのタイプ指定
(オプション設定項目) MUロケーションパケット集約の有効化
(オプション設定項目) AeroScoutロケーションパケットのレポートモードの指定
ワイヤレスロケーション共通パラメータの設定
(オプション設定項目) パケットの間引きの設定
(オプション設定項目) ビーコンフレームの無視の設定
(オプション設定項目) APフレームの無視の設定
(オプション設定項目) RSSIベースのパケットフィルタリングの設定
(オプション設定項目) クライアントパケットレート制限の設定
(オプション設定項目) ロケーションパケットレート制限の設定
(オプション設定項目) ワイヤレスロケーションキープアライブの設定
(オプション設定項目) ワイヤレスロケーションの表示および管理

22.4 BLE機能の設定

⚠ **注意：**

2.4GHz 無線インタフェースでのデータ通信は、BLE モジュールでの通信にパケットロス等の影響を与える為、同一 AP で 2.4GHz 無線インタフェースと BLE 機能は併用しないことを推奨します。

🕮 **メモ：**

- BLE 機能の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- BLE 機能は、QX-W1110 と QX-W1200 シリーズの AP でのみサポートしています。

22.4.1 手動モジュールの設定

AP でモジュールを設定および管理するには、AP のモジュール view に移行する必要があります。

以下に、手動モジュールの設定を示します。

I. AP View での手動モジュールの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. 手動モジュールを設定する	**module** *module-id*	デフォルト：設定なし

II. AP group View での手動モジュールの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. 手動モジュールを設定する	**module** *module-id*	デフォルト：設定なし

22.4.2 自動モジュールおよび自動モジュール変換の設定

自動モジュールを設定するには、自動モジュールを手動モジュールに変換するか、AP グループを介して設定する必要があります。

自動モジュール変換機能を有効にすると、モジュールがオンラインになった後、自動的に自動モジュールを手動モジュールに変換します。手動モジュールに自動的に変換されるのは、自動モジュール変換機能を有効にした後でオンラインになったモジュールのみです。オンライン状態の自動モジュールを手動モジュールに変換する場合は、iot auto-module persistent all コマンドを使用します。

以下に、自動モジュールおよび自動モジュール変換の設定を示します。

I. AP View での自動モジュールおよび自動モジュール変換の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. 自動モジュールを有効にする	**iot auto-module { disable | enable }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します
4. (任意) 自動モジュール変換を有効にする	**iot auto-module persistent { disable | enable }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します
5. (任意) すべてのオンライン自動モジュールを手動モジュールに変換する	**iot auto-module persistent all**	—

II. AP group View での自動モジュールおよび自動モジュール変換の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. 自動モジュールを有効にする	**iot auto-module { disable | enable }**	デフォルト：無効
4. (任意) 自動モジュール変換を有効にする	**iot auto-module persistent { disable | enable }**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
5. (任意) すべてのオンライン自動モジュールを手動モジュールに変換する	**iot auto-module persistent all**	—

22.4.3 モジュールの説明の設定

IoT AP にインストールまたは接続されているモジュールを効率的に管理するには、モデル、場所、および機能に基づいたモジュールの説明を設定します。

以下に、モジュールの説明を設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. モジュールの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし

22.4.4 サポート対象モジュールタイプの指定

AP 上のモジュールを正しく動作させるには、サポート対象モジュールタイプが物理モジュールタイプと一致している必要があります。

以下に、サポートされるモジュールタイプの指定の設定を示します。

I. AP View でのサポート対象モジュールタイプの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. サポート対象モジュールタイプを設定する	**type BLE**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

II. AP group View でのサポート対象モジュールタイプの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—

操作	コマンド	補足
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
5. サポート対象モジュールタイプを設定する	**type BLE**	デフォルト：設定なし

22.4.5 モジュールの有効化

以下に、モジュールの有効化の設定を示します。

I. AP View でのモジュールの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. モジュールを有効化する	**module enable**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

II. AP group View でのモジュールの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
5. モジュールを有効化する	**module enable**	デフォルト：無効

22.4.6 モジュールの送信電力の設定

モジュールの送信電力は、送信電力レベルまたは送信電力値で指定することができます。

送信できる送信電力レベル、送信電力値を以下に示します。

- レベル 1 (4dBm)
- レベル 2 (-1dBm)
- レベル 3 (-5dBm)
- レベル 4 (-9dBm)

以下に、モジュールの送信電力の設定を示します。

I. AP View でのモジュールの送信電力の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. モジュールの送信電力を設定する	**tx-power {** *power-level* **| value** *power-value* **}**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

II. AP group View でのモジュールの送信電力の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
5. モジュールの送信電力を設定する	**tx-power {** *power-level* **| value** *power-value* **}**	デフォルト：レベル1

22.4.7 BLE デバイスのエージングタイムの設定

以下に、BLE デバイスのエージングタイムの設定を示します

I. AP view での BLE デバイスのエージングタイムの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. BLE デバイスのエージングタイムを設定する	**rfid-tracking ble aging-time** *aging-time*	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

II. AP group view での BLE デバイスのエージングタイムの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—

操作	コマンド	補足
4. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
5. BLE デバイスのエージングタイムを設定する	**rfid-tracking ble aging-time** *aging-time*	デフォルト：global configuration viewの設定を使用します

III. global configuration view での BLE デバイスのエージングタイムの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. global configuration view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. BLE デバイスのエージングタイムを設定する	**rfid-tracking ble aging-time** *aging-time*	デフォルト：180秒

22.4.8 BLE モジュールの iBeacon 送信設定

この機能により、BLE モジュールは iBeacon アドバタイズメントを定期的にブロードキャストできます。iBeacon アドバタイズメントには、UUID、Major-ID、Minor-ID、および測定電力が含まれます。iBeacon アドバタイズメントを受信したアプリケーションソフトウェアは、アドバタイズメント情報に応じた具体的なアクションを行い、ソフトウェア機能を実現します。

BLE モジュールの iBeacon 送信設定の手順を以下に示します。

I. AP view での BLE モジュールの iBeacon 送信の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. サポートされるモジュールタイプを設定する	**type BLE**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します
5. BLE モジュールの iBeacon 送信を設定する	**rfid-tracking ble advertisement { disable | enable }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します
6. アドバタイズメント情報を設定する	**rfid-tracking ble advertisement** [*ad-number*] **{ major-id** *major-id* | **measured-power** *measured-power* | **minor-id** *minor-id* | **uuid** *uuid* **}**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します
7. iBeacon アドバタイズメントの送信間隔を設定する	**rfid-tracking ble advertisement** [*ad-number*] **interval** *interval*	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

操作	コマンド	補足
8. BLE アドバタイズメントモードを設定する	**rfid-tracking ble advertisement mode { continuous** *ad-number* **| periodic {** *ad-number period* **}&<2> }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します
9. iBeacon の送信パラメータを設定する	**rfid-tracking ble advertisement [** *ad-number* **] { major-id** *major-id* **| measured-power** *measured-power* **| minor-id** *minor-id* **| uuid** *uuid* **}**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

II. AP group view での BLE モジュールの iBeacon 送信の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
5. サポートされるモジュールタイプを設定する	**type BLE**	デフォルト：設定なし
6. BLE モジュールの iBeacon 送信を設定する	**rfid-tracking ble advertisement { disable | enable }**	デフォルト：ad1およびad2アドバタイズメントのiBeacon送信は無効
7. アドバタイズメント情報を設定する	**rfid-tracking ble advertisement [** *ad-number* **] { major-id** *major-id* **| measured-power** *measured-power* **| minor-id** *minor-id* **| uuid** *uuid* **}**	デフォルト：UUIDはE1CC5B618C06428E8720FE619DB80193、major-IDは1、minor-IDは1、測定電力はad 1またはad 2 iBeaconアドバタイズメントで-58 dBmです
8. iBeacon アドバタイズメントをブロードキャストする間隔を設定する	**rfid-tracking ble advertisement [** *ad-number* **] interval** *interval*	デフォルト：100センチ秒
9. BLE アドバタイズメントモードを設定する	**rfid-tracking ble advertisement mode { continuous** *ad-number* **| periodic {** *ad-number period* **}&<2> }**	デフォルト：ad 1アドバタイズメントを連続モードで送信します
10. iBeacon のアドバタイズメント情報を設定する	**rfid-tracking ble advertisement [** *ad-number* **] { major-id** *major-id* **| measured-power** *measured-power* **| minor-id** *minor-id* **| uuid** *uuid* **}**	デフォルト：ad1とad2のアドバタイズメント情報は以下のとおりです。 Major-idは1 Minor-idは1 measured-powerは-58dBm uuidはE1CC5B618C06428E8720FE619DB80193です

22.4.9 モジュールの再起動

system view で以下の操作を実行します

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. モジュールを再起動する	**wlan execute module reset ap** *ap-name* **module** *module-id*

22.4.10 モジュールの自動ファームウェアアップグレードの設定

この機能を有効にすると、モジュールのファームウェアバージョンが AP のイメージファイルに保存されているバージョンと異なる場合、モジュールはすぐにファームウェアをアップグレードします。この機能を有効にすると、モジュールがインストールされている IoT AP が再起動するたびにこの機能が有効になります。

以下に、モジュールの自動ファームウェアアップグレードの設定を示します。

I. AP view でのモジュールの自動ファームウェアアップグレードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
4. モジュールの自動ファームウェアアップグレードを設定する	**module firmware-upgrade { disable | enable }**	デフォルト：AP group viewの設定を使用します

II. AP group view でのモジュールの自動ファームウェアアップグレードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	—
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. モジュール view に移行する	**module** *module-id*	—
5. モジュールの自動ファームウェアアップグレードを設定する	**module firmware-upgrade { disable | enable }**	デフォルト：有効

22.4.11 IoT AP の表示および管理

すべての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
APのモジュール情報を表示する	**display wlan module-information { all | ap** *ap-name* **module { all |** *module-id* **} } [online]**

操作	コマンド
APの検出した周辺装置情報を表示する	**display iot ble neighbor-information ap** *ap-name* **{ module all | module** *module-id* **| mac** *mac-addr* **}**

22.5 サーバへのIoTデータのレポート設定

🕮 **メモ：**

サーバへの IoT データのレポート設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

22.5.1 IoT トランスポートプロファイルの作成

IoT トランスポートプロファイルには、IoT データレポート用のサーバアドレスやレポート間隔などを設定します。最大 8 つの IoT トランスポートプロファイルを作成できます。

IoT トランスポートプロファイルを削除する際は、事前に IoT トランスポートプロファイルのバインドを解除する必要があります。

以下に、IoT トランスポートプロファイルの作成手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし

22.5.2 IoT データレポート用のサーバアドレスの設定

IoT トランスポートプロファイルを有効にするには、IoT データレポート用のサーバアドレスを設定する必要があります。サーバアドレスを編集するには、最初に IoT トランスポートプロファイルを無効にします。

以下に、IoT データレポート用のサーバアドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし
3. IoT データレポート用のサーバアドレスを設定する	**server-url** *server-url-string*	デフォルト：設定なし

22.5.3 Microsoft Azure IoT Hub DPS の設定

IoT データレポート用のサーバが Microsoft Azure IoT hub DPS の場合、IoT トランスポートプロファイルを有効にする前に、Microsoft Azure IoT Hub DPS の設定が必要です。Microsoft Azure IoT Hub DPS の設定を編集するには、IoT トランスポートプロファイルを無効にする必要があります。

以下に、Microsoft Azure IoT Hub DPS の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし
3. Microsoft Azure IoT Hub DPS のグループ対称キーを設定する	**azure-dps group-symmetric-key { cipher | simple }** *string*	デフォルト：設定なし
4. Microsoft Azure IoT Hub DPS の ID スコープを設定する	**azure-dps id-scope** *id-scope*	デフォルト：設定なし

22.5.4 ロケーションパケットのフィルタリングの設定

🕮 **メモ：**

ロケーションパケットのフィルタリングの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

IoT ロケーションシナリオで無効なロケーションパケットを処理することによる IoT AP および IoT サーバの負荷を軽減するには、次のフィルタを使用してロケーションパケットをフィルタリングします。

- RSSI のしきい値。
- RSSI の変動しきい値。RSSI 変動は、同じ IoT エンドポイントによって送信されるロケーションパケットの RSSI が変動した場合に発生します。
- 各ロケーションパケットレポート間隔の最新のサブ間隔。
- レポート間隔中の RSSI 値。

以下に、ロケーションパケットのフィルタリングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transportprofile-name*	—
3. ロケーションパケットをフィルタリングするための RSSI しきい値を指定する	**filter rssi threshold** *rssi-threshold*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
4. ロケーションパケットをフィルタリングするための RSSI 変動しきい値を設定する	**filter rssi-fluctuation threshold** *rssi-threshold*	デフォルト：設定なし
5. IoT AP が、各レポート間隔の指定された最新のサブ間隔で受信したロケーションパケットのみをレポートできるよう設定する	filter recent-packet duration duration	デフォルト：設定なし
6. 各 IoT エンドポイントからの RSSI が最も高いロケーションパケットのみをレポート間隔で IoT サーバにレポートするように IoT AP を設定する	**filter highest-rssi**	デフォルト：レポート間隔中にすべてのロケーションパケットをIoTサーバにレポートします。

22.5.5 サーバに送信するキープアライブパケットの送信間隔の設定

以下に、サーバに送信するキープアライブパケットの送信間隔の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし
3. サーバに送信するキープアライブパケットの送信間隔を設定する	**keepalive interval** *interval*	デフォルト：60秒

22.5.6 IoT データをサーバにレポートする間隔の設定

レポートする間隔が長すぎるとサービスに影響しますが、間隔を短くすると AC の負荷が増加するため、適切な値を設定する必要があります。

以下に、IoT データをサーバに報告する間隔の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし
3. IoT データをサーバにレポートする間隔を設定する	**report interval** *interval*	デフォルト：60秒

22.5.7 IoT トランスポートプロファイルの有効化

以下に、IoT トランスポートプロファイルの有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IoT トランスポートプロファイルを作成し、その view に移行する	**iot transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし
3. IoT トランスポートプロファイルを有効にする	**transport-profile enable**	デフォルト：無効

22.5.8 IoT トランスポートプロファイルのバインド

オンライン AP は、グローバルコンフィグレーション view で IoT トランスポートプロファイルをバインドした後にのみ、IoT データをサーバにレポートします。

既存の IoT トランスポートプロファイル名のみを指定できます。

このコマンドを複数回実行した場合は、最新の設定が有効になります。

以下に、IoT トランスポートプロファイルのバインド設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. グローバルコンフィグレーション view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. IoT トランスポートプロファイルをバインドする	**iot-transport-profile** *transport-profile-name*	デフォルト：設定なし

22.5.9 IoT トランスポートプロファイルの表示および管理

すべての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
IoTトランスポートプロファイルに関する情報を表示する	**display iot transport-profile**
使用中のIoTトランスポートプロファイル情報を表示する	**display iot transport-profile in-use**

22.6 AeroScoutロケーションの設定

🕮 **メモ：**

- AeroScout ロケーションの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- AeroScout ロケーション機能は、QX-W1110 と QX-W1130 の AP のみサポートしています。

22.6.1 AeroScout ロケーションの有効化

この機能により、AP はサポートされているすべてのチャネルをスキャンします。すべてのチャネルにデバイスを配置しない場合は、チャネルスキャンホワイトリストまたはブラックリストを設定します。チャネルスキャンのホワイトリストおよびブラックリストの詳細については、「チャネルスキャンの設定」を参照してください。以下に、の設定を示します。

I. 制限とガイドライン

AP がロケーションパケットをロケーションサーバに送信するには、AeroScout ロケーションと無線ベースロケーションの両方を有効にする必要があります。

II. 設定手順

1)　AP View での AeroScout ロケーションの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． AeroScout ロケーションを有効にする	**rfid-tracking aeroscout enable**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2)　AP group View での AeroScout ロケーションの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AeroScout ロケーションを有効にする	**rfid-tracking aeroscout enable**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3)　Global configuration View での AeroScout ロケーションの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. AeroScout ロケーションを有効にする	**rfid-tracking aeroscout enable**	デフォルト：無効

22.6.2 無線ベースのロケーションの有効化

I. 制限とガイドライン

AP がロケーションパケットをロケーションサーバに送信するには、AeroScout ロケーションと無線ベースのロケーションを両方有効にする必要があります。

II. 設定手順

1) AP View での無線ベースのロケーションの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4. 無線ベースのロケーションを有効にする	**rfid-tracking radio enable**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View での無線ベースのロケーションの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4. radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5. 無線ベースのロケーションを有効にする	**rfid-tracking radio enable**	デフォルト：無効

22.6.3 AeroScout ロケーションモードの指定

AeroScout ロケーションには、次のロケーションモードがあります。

- ダイナミックロケーション：AP はロケーションサーバとネゴシエーションを行い、タグのマルチキャスト MAC アドレス、パケット希釈属性、およびロケーションサーバの IP アドレスとポート番号を取得します。ロケーションサーバは、AP の AeroScout

バージョン、MAC アドレス、無線モード、およびチャネル情報を取得します。次に、ロケーションサーバは AP にロケーションパケットを送信するように通知します。

- スタティックロケーション：AP は AC から定義済みのロケーション属性を取得し、ロケーションサーバへのロケーションパケットの送信を開始します。ロケーションサーバが AP によるダイナミックネゴシエーションをサポートしていない場合は、スタティック AeroScout ロケーションを使用します。

ダイナミック AeroScout ロケーションでは、AP はロケーションサーバの IP アドレスとポート番号をフラッシュメモリに保存します。この情報を使用して、IP 変更イベントまたはリブートイベントをレポートし、サーバが時間内に応答できるようにします。AP は次のような情報を保持します。

1) AP は、サーバ情報を含む configuration メッセージを受信すると、10 分のタイマを開始します。10 分以内に別の set configuration メッセージを受信すると、AP はキャッシュ内の設定情報だけを更新します。タイマが期限切れになると、AP はフラッシュメモリに情報を保存します。
2) AP が最初の configuration メッセージを受信してから 10 分以内に IP 変更イベントまたはリブートイベントが発生した場合、サーバ情報はフラッシュメモリに保存されません。AP は、IP 変更またはリブートメッセージをロケーションサーバに送信しません。

I. 設定手順

1) AP View での AeroScout ロケーションモードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. AeroScout ロケーションモードを指定する	**rfid-tracking aeroscout engine-detection { dynamic | static }**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View での AeroScout ロケーションモードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AeroScout ロケーションモードを指定する	**rfid-tracking aeroscout engine-detection { dynamic | static }**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View での AeroScout ロケーションモードの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—

操作	コマンド	補足
3． AeroScout ロケーションモードを指定する	**rfid-tracking aeroscout engine-detection { dynamic | static }**	デフォルト：ダイナミック AeroScoutロケーションを使用します。

22.6.4 ロケーションサーバの IP アドレスとポート番号の指定

AP がロケーションサーバと通信するために、ロケーションサーバの IPv4 アドレスとポート番号を指定します。ダイナミック AeroScout ロケーションが使用されている場合、この機能は有効になりません。

I. 設定手順

1) AP View でのロケーションサーバの IP アドレスとポート番号の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． ロケーションサーバの IP アドレスとポート番号を指定する	**rfid-tracking aeroscout engine-address** *engine-address* **engine-port** *engine-port*	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View でのロケーションサーバの IP アドレスとポート番号の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． ロケーションサーバの IP アドレスとポート番号を指定する	**rfid-tracking aeroscout engine-address** *engine-address* **engine-port** *engine-port*	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View でのロケーションサーバの IP アドレスとポート番号の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． ロケーションサーバの IP アドレスとポート番号を指定する	**rfid-tracking aeroscout engine-address** *engine-address* **engine-port** *engine-port*	デフォルト：設定なし

22.6.5 ロケーションサーバからのメッセージを受信するポートの指定

AP がロケーションサーバからのメッセージを受信するポートを指定するには、次の作業を実行します。スタティック AeroScout ロケーションが設定されている場合、AP は指定されたポートから受信したパケットに応答しません。

I. 設定手順

1) AP View でのロケーションサーバからのメッセージを受信するポートの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. ロケーションサーバからのメッセージを受信するポートを指定する	**rfid-tracking aeroscout vendor-port** *vendor-port-number*	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View でのロケーションサーバからのメッセージを受信するポートの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. ロケーションサーバからのメッセージを受信するポートを指定する	**rfid-tracking aeroscout vendor-port** *vendor-port-number*	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View でのロケーションサーバからのメッセージを受信するポートの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. ロケーションサーバからのメッセージを受信するポートを指定する	**rfid-tracking aeroscout vendor-port** *vendor-port-number*	デフォルト：1144

22.6.6 タグのマルチキャスト MAC アドレスの指定

タグによって送信されるパケットの宛先 MAC アドレスは、製造元によって定義されたマルチキャスト MAC アドレスです。AP がタグを識別するためのマルチキャスト MAC アドレスを指定するには、次の作業を実行します。

I. 制限とガイドライン

スタティック AeroScout ロケーションが使用されている場合、タグのマルチキャスト MAC アドレスの指定が必要です。ダイナミック AeroScout ロケーションが使用されている場合、この機能は有効になりません。

タグのマルチキャスト MAC アドレスを指定しない場合、AP は受信した 802.11 パケットすべてが MU からのものであると判断します。

II. 設定手順

1) AP View でのタグのマルチキャスト MAC アドレスの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. タグのマルチキャスト MAC アドレスを指定する	**rfid-tracking aeroscout tag-multicast-address** mac-address	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View でのタグのマルチキャスト MAC アドレスの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. タグのマルチキャスト MAC アドレスを指定する	**rfid-tracking aeroscout tag-multicast-address** *mac-address*	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View でのタグのマルチキャスト MAC アドレスの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. タグのマルチキャスト MAC アドレスを指定する	**rfid-tracking aeroscout tag-multicast-address** *mac-address*	デフォルト：設定なし

22.6.7 検出するデバイスのタイプの指定

🕮 **メモ：**

- 検出するデバイスのタイプとして、**tag** を指定する場合は、タグからの信号のロスを軽減するために”**scan scan-time**”と”**scan channel whitelist**”を設定することを推奨します。
- 検出するデバイスのタイプとして、**mu** と **tag** の最低限どちらか一方の設定が必要です。

この機能を使用すると、AP は指定されたタイプのデバイスに関するロケーション情報だけをロケーションサーバに送信します。

I. 設定手順

1)　AP View での検出するデバイスのタイプの指定

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	—
2.　AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3.　radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
4.　検出するデバイスのタイプを指定する	**rfid-tracking mode { mu | tag }**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。
5.　(推奨設定) スキャン期間を設定する。	**scan scan-time** *scan-time*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用します。スキャン期間として300ミリ秒を設定することを推奨します。
6.　(推奨設定) チャネルスキャンホワイトリストを設定する。	**scan channel whitelist** *channel-list*	デフォルト：AP group radio viewの設定を使用します。タグが利用するチャネルをホワイトリストに設定することを推奨します。

2)　AP group View での検出するデバイスのタイプの指定

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	—
2.　AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3.　AP model view に移行する	**ap-model** *ap-model*	—
4.　radio view へ移行する	**radio** *radio-id*	—
5.　検出するデバイスのタイプを指定する	**rfid-tracking mode { mu | tag }**	デフォルト：設定なし。このコマンドを複数回実行するとMUとタグの両方を検出するようにAPを設定できます。

操作	コマンド	補足
6. (推奨設定) スキャン期間を設定する。	**scan scan-time** *scan-time*	デフォルト：100ミリ秒。スキャン期間として300ミリ秒を設定することを推奨します。
7. (推奨設定) チャネルスキャンホワイトリストを設定する。	**scan channel whitelist** *channel-list*	デフォルト：設定なし。タグが利用するチャネルをホワイトリストに設定することを推奨します。

22.6.8 タイムスタンプのタイプの指定

AP はワイヤレスロケーションパケットを受信すると、ロケーションパケットに絶対タイムスタンプまたは相対タイムスタンプを追加します。絶対タイムスタンプは、1970 年からの経過時間を表します。相対タイムスタンプは、AP が起動してからの経過時間を表します。

タグパケットは、相対タイムスタンプだけでカプセル化できます。MU パケットが相対タイムスタンプと絶対タイムスタンプのどちらでカプセル化されるかは、ロケーションサーバの設定によって異なります。一部のベンダのロケーションサーバは、絶対タイムスタンプでカプセル化された MU パケットだけをサポートしています。

I. 設定手順

1) AP View でのタイムスタンプのタイプの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. タイムスタンプのタイプを指定する	**rfid-tracking aeroscout timestamp { absolute | relative }**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View でのタイムスタンプのタイプの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. タイムスタンプのタイプを指定する	**rfid-tracking aeroscout timestamp { absolute | relative }**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View でのタイムスタンプのタイプの指定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． タイムスタンプのタイプを指定する	**rfid-tracking aeroscout timestamp { absolute | relative }**	デフォルト：相対タイムスタンプ

22.6.9 MU ロケーションパケット集約の有効化

デフォルトでは、AP は MU ロケーションパケットを受信するとすぐに、そのパケットをロケーションサーバに報告します。これは多くのネットワークリソースを消費します。

この機能を使用すると、AP は受信した MU ロケーションパケットを 1 つのロケーションパケットに集約し、集約したパケットを指定した間隔でロケーションサーバに報告します。集約パケットのサイズが 1400 バイトに達すると、AP はロケーションパケットを直ちにロケーションサーバに報告します。

I. 制限とガイドライン

この機能は、AeroScout ロケーションモードがスタティックモードの場合にだけ有効です。

II. 設定手順

1) AP View での MU ロケーションパケット集約の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． MU ロケーションパケット集約を有効にする	**rfid-tracking aeroscout aggregate-report interval** *interval*	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View での MU ロケーションパケット集約の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． MU ロケーションパケット集約を有効にする	**rfid-tracking aeroscout aggregate-report interval** *interval*	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View での MU ロケーションパケット集約の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—

操作	コマンド	補足
3． MU ロケーションパケット集約を有効にする	**rfid-tracking aeroscout aggregate-report interval** *interval*	デフォルト：無効

22.6.10 AeroScout ロケーションパケットのレポートモードの指定

ロケーションサーバにロケーションパケットをレポートするモードには、AC (集中レポート) と AP (ローカルレポート) があります。集中レポートモードでは、AP は最初にロケーションパケットを AC に送信する必要があります。

I. 設定手順

1) AP View での AeroScout ロケーションパケットのレポートモードの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． AeroScout ロケーションパケットのレポートモードを指定する	**rfid-tracking aeroscout report-mode { central | local }**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View での AeroScout ロケーションパケットのレポートモードの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． AeroScout ロケーションパケットのレポートモードを指定する	**rfid-tracking aeroscout report-mode { central | local }**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View での AeroScout ロケーションパケットのレポートモードの指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． AeroScout ロケーションパケットのレポートモードを指定する	**rfid-tracking aeroscout report-mode { central | local }**	デフォルト：ローカルレポートモード

22.7 ワイヤレスロケーション共通パラメータの設定

🕮 **メモ：**
ワイヤレスロケーション共通パラメータの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

22.7.1 パケットの間引きの設定

この機能を使用すると、AP は特定の数のワイヤレスパケットを受信したとき、または特定の間隔でロケーションパケットを送信します。これにより、ロケーションサーバと AP の負荷を軽減することができます。

パケットの間引き係数を 10、タイムアウトタイマを 5 秒に設定した場合、パケットの間引きは次のように動作します。

- AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントが有効の場合、AP は MU クライアントから、10 個のワイヤレスパケット(管理パケット、ブロードキャストパケットを除く)を受信するたびにロケーションパケットを送信します。タイムアウトのタイマ時間が経過する前に AP が MU クライアントから 10 個のワイヤレスパケットを受信できなかった場合、AP は最新のワイヤレスパケットをロケーションサーバに送信します。
- CUPID ロケーションが有効の場合、AP は関連付けられていないクライアントから 10 個のプローブ要求を受信するたびにロケーション測定を実行します。タイムアウトのタイマが経過する前に AP がアソシエートされていないクライアントから 10 個のプローブ要求を受信できなかった場合、タイマが時間切れになると AP はロケーション測定を実行します。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、スタティック AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントの MU クライアント、および CUPID ロケーションに関連付けられていないクライアントでのみ有効です。

II. 設定手順

1) AP View でのパケットの間引きの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. パケットの間引きを有効にする	**rfid-tracking dilution enable**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。
4. パケットの間引き係数とタイムアウトタイマを設定する	**rfid-tracking dilution factor** *factor* **timeout** *timeout*	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View でのパケットの間引きの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． パケットの間引きを有効にする	**rfid-tracking dilution enable**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。
4． パケットの間引き係数とタイムアウトタイマを設定する	**rfid-tracking dilution factor** *factor* **timeout** *timeout*	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View でのパケットの間引きの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． パケットの間引きを有効にする	**rfid-tracking dilution enable**	デフォルト：無効
4． パケットの間引き係数とタイムアウトタイマを設定する	**rfid-tracking dilution factor** *factor* **timeout** *timeout*	デフォルト：設定なし

22.7.2 ビーコンフレームの無視の設定

ビーコンフレームを無視することで、トラフィックフラッディングを防止します。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントが設定されている場合にだけ有効です。

II. 設定手順

1) AP View でのビーコンフレームの無視の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． ビーコンフレームの無視を有効にする	**rfid-tracking ignore beacon enable**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View でのビーコンフレームの無視の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． ビーコンフレームの無視を有効にする	**rfid-tracking ignore beacon enable**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View でのビーコンフレームの無視の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． ビーコンフレームの無視を有効にする	**rfid-tracking ignore beacon enable**	デフォルト：無効

22.7.3 AP フレームの無視の設定

AP フレームは、AP が他の AP から受信したフレームです。この機能は、AP を検索または監視する必要がない場合に設定します。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントが設定されている場合にだけ有効です。

II. 設定手順

1) AP View での AP フレームの無視の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. AP フレームの無視を有効にする	**rfid-tracking ignore ap-frame enable**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。

2) AP group View での AP フレームの無視の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. AP フレームの無視を有効にする	**rfid-tracking ignore ap-frame enable**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。

3) Global configuration View での AP フレームの無視の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. AP フレームの無視を有効にする	**rfid-tracking ignore ap-frame enable**	デフォルト：無効

22.7.4 RSSI ベースのパケットフィルタリングの設定

RSSI ベースのパケットフィルタリングが有効の場合、AP は RSSI しきい値よりも低い RSSI を持つパケットのロケーション情報を報告しません。この機能により、AP は AP から遠く離れたクライアントを見つけることができなくなります。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントが設定されている場合にだけ有効です。

II. 設定手順

1) AP View での RSSI ベースのパケットフィルタリングの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． RSSI ベースのパケットフィルタリングを有効にする	**rfid-tracking rssi enable**	デフォルト：AP group Viewの設定を使用します。
4． RSSI しきい値を設定する	**rfid-tracking rssi threshold** *rssi-threshold*	デフォルト：5 (-123dBm)

2)　AP group View での RSSI ベースのパケットフィルタリングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． RSSI ベースのパケットフィルタリングを有効にする	**rfid-tracking rssi enable**	デフォルト：Global configuration Viewの設定を使用します。
4． RSSI しきい値を設定する	**rfid-tracking rssi threshold** *rssi-threshold*	デフォルト：5 (-123dBm)

3)　Global configuration View での RSSI ベースのパケットフィルタリングの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． RSSI ベースのパケットフィルタリングを有効にする	**rfid-tracking rssi enable**	デフォルト：無効
4． RSSI しきい値を設定する	**rfid-tracking rssi threshold** *rssi-threshold*	デフォルト：5 (-123dBm)

22.7.5 クライアントパケットレート制限の設定

この機能により、CIR と CBS の両方を超過した場合に、AP が過剰なクライアントパケットからのロケーション情報を報告しないようにすることができます。これにより、各クライアントのロケーション情報をロケーションサーバに送信できるようになり、クライアントパケットが AP にフラッディングするのを防ぐことができます。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントが設定されている場合にだけ有効です。

パケットの間引きが有効の場合、この機能は間引きされたパケットのレートを制限します。

II. 設定手順

1)　AP View でのクライアントパケットレート制限の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3． クライアントパケットレート制限を有効にする	**rfid-tracking client rate-limit enable**	デフォルト：無効
4． クライアントパケットの CIR と CBS を設定する	**rfid-tracking client rate-limit cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし

2)　AP group View でのクライアントパケットレート制限の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3． クライアントパケットレート制限を有効にする	**rfid-tracking client rate-limit enable**	デフォルト：無効
4． クライアントパケットの CIR と CBS を設定する	**rfid-tracking client rate-limit cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし

3)　Global configuration View でのクライアントパケットレート制限の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3． クライアントパケットレート制限を有効にする	**rfid-tracking client rate-limit enable**	デフォルト：無効
4． クライアントパケットの CIR と CBS を設定する	**rfid-tracking client rate-limit cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし

22.7.6 ロケーションパケットレート制限の設定

この機能を使用すると、CIR と CBS の両方が超過した場合に、AP が過剰なロケーションパケットを破棄します。これにより、ロケーションパケットがロケーションサーバにフラッディングするのを防ぐことができます。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、AeroScout ロケーションまたは RF フィンガープリントが設定されている場合にだけ有効です。

II. 設定手順

1) AP View でのロケーションパケットレート制限の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. ロケーションパケットレート制限を有効にする	**rfid-tracking rate-limit enable**	デフォルト：無効
4. ロケーションパケットの CIR と CBS を設定する	**rfid-tracking rate-limit cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし

2) AP group View でのロケーションパケットレート制限の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. ロケーションパケットレート制限を有効にする	**rfid-tracking rate-limit enable**	デフォルト：無効
4. ロケーションパケットの CIR と CBS を設定する	**rfid-tracking rate-limit cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし

3) Global configuration View でのロケーションパケットレート制限の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. ロケーションパケットレート制限を有効にする	**rfid-tracking rate-limit enable**	デフォルト：無効
4. ロケーションパケットの CIR と CBS を設定する	**rfid-tracking rate-limit cir** *cir* [**cbs** *cbs*]	デフォルト：設定なし

22.7.7 ワイヤレスロケーションのキープアライブの設定

この機能を有効にすると、AP は 15 秒間隔で Hello パケットをロケーションサーバに送信します。ロケーションサーバが 30 秒以内に AP からパケットを受信しない場合、ロケーションサーバは AP がオフラインであると判断します。

I. 制限及びガイドライン

この機能は、RF フィンガープリント、CUPID ロケーション、または BLE ロケーションが設定されている場合にのみ有効です。

ロケーションサーバが Hello パケットを処理できない場合は、この機能を無効にします。

II. 設定手順

1) AP View でのワイヤレスロケーションのキープアライブの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP view に移行する	**wlan ap** *ap-name* [**model** *model-name*]	—
3. ワイヤレスロケーションのキープアライブを有効にする	**rfid-tracking keepalive** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

2) AP group View でのワイヤレスロケーションのキープアライブの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. AP group view に移行する	**wlan ap-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトAPグループ（default-group）が存在し、デフォルトAPグループは削除することができません。
3. ワイヤレスロケーションのキープアライブを有効にする	**rfid-tracking keepalive** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

3) Global configuration View でのワイヤレスロケーションのキープアライブの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Global configuration view に移行する	**wlan global-configuration**	—
3. ワイヤレスロケーションのキープアライブを有効にする	**rfid-tracking keepalive** { **disable** | **enable** }	デフォルト：無効

22.7.8 ワイヤレスロケーションの表示および管理

すべての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ワイヤレスロケーションの無線情報を表示する	**display wlan rfid-tracking radio** [**ap** *apname*]

22.8 BLE機能の設定例

22.8.1 iBeacon を送信する

I. ネットワーク要件

図 22-2 に示すように、AP から iBeacon を送信するようにします。

iBeacon のアドバタイズメント情報は、major-id を 1234、minor-id を 5678、uuid を 11223344556677881122334455667788 で送信するものとします。

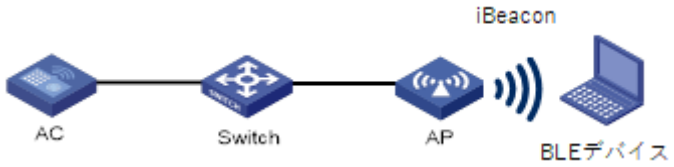


図22-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AP の BLE モジュールを設定します。

#AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1110
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC148165154
```

#モジュール 1 を作成し、モジュールタイプ BLE を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] module 1
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] type BLE
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] module enable
```

2)　iBeacon の送信設定をします。

#iBeacon の送信を有効化します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] rfid-tracking ble advertisement enable
```

#iBeacon のアドバタイズメント情報(major-id、minor-id、uuid)を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] rfid-tracking ble advertisement major-id 1234
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] rfid-tracking ble advertisement minor-id 5678
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] rfid-tracking ble advertisement uuid 11223344556677881122334455667788
```

III. 設定確認

BLE デバイスで、AP が送信した iBeacon を受信できるか確認します。

（詳細は省略します。）

22.8.2 AP が収集した周辺装置のレポートを Azure IoT Hub DPS へ送信する

I. ネットワーク要件

図 22-3 に示すように、AP が収集した周辺装置のレポートを、Microsoft Azure IoT Hub DPS へ送信するようにします。

- 事前に外部ネットワークへの接続設定が完了しているものとします。
- 事前に、Azure Cloud サービスにログインし、IoT Hub と DPS サービスの設定が完了しているものとします。
- IoT データレポート用のサーバアドレスは” global.azure-devices-provisioning.net”を設定するものとします。
- Microsoft Azure IoT Hub DPS の ID スコープは”12345678”を設定するものとします。
- Microsoft Azure IoT Hub DPS 登録グループのは”abcdefgh”を設定するものとします。

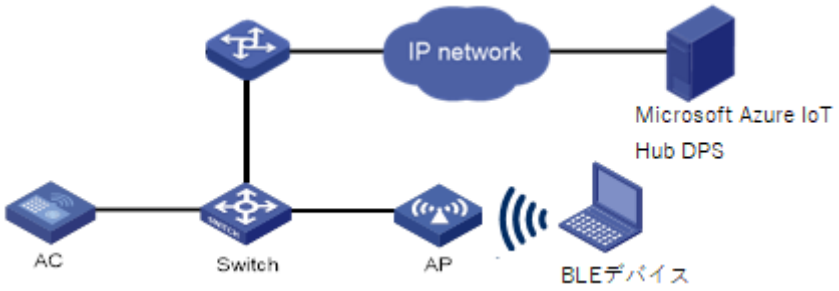


図22-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　Microsoft Azure Hub DPS にレポートを送信する設定をします。

IoT トランスポートプロファイル “azure-profile”を作成します。

```
<AC> System-View
[AC] iot transport-profile azure-profile
```

#IoT データレポート用のサーバアドレスを設定します。

```
[AC-iot-transport-profile-azure-profile] server-url global.azure-devices-provisioning.net
```

Microsoft Azure IoT Hub DPS の ID スコープを設定します。

```
[AC-iot-transport-profile-azure-profile] azure-dps id-scope 12345678
```

Microsoft Azure IoT Hub DPS 登録グループの対称キーを設定します。

```
[AC-iot-transport-profile-azure-profile] azure-dps group-symmetric-key simple abcdefgh
```

#IoT トランスポートプロファイルを有効化します。

```
[AC-iot-transport-profile-azure-profile] transport-profile enable
[AC-iot-transport-profile-azure-profile] quit
```

#グローバルコンフィグレーション view で IoT トランスポートプロファイルをバインドします。

```
[AC] wlan global-configuration
[AC-wlan-global-configuration] iot-transport-profile azure-profile
[AC-wlan-global-configuration] quit
```

2)　AP の IoT モジュールを設定します。

#AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1110
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC148165154
```

#モジュール 1 を作成し、モジュールタイプ BLE を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] module 1
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] type BLE
[AC-wlan-ap-ap1-module-1] module enable
```

3)　設定の確認

Microsoft Azure IoT Hub DPS との接続を確認する為、**display iot transport-profile in-use** コマンドを使用します。

```
<AC> display iot transport-profile in-use
Connect status: connected
Connected for: 0d 0h 0m 12s
Profile name: azure-profile
Server URL: global.azure-devices-provisioning.net
Server type: azure iot
Azure DPS information
  ID scope: 12345678
  Key type: symmetric
  Group key(cipher): /5LdDRZLigriZAsBwv…….
  Register ID: sn-210235A3KXA8765408
Report interval: 60 seconds
Keepalive interval: 60 seconds
Total sent messages: 0
Sent BLE data messages: 0
```

```
Sent keepalive messages: 0
Total received messages: 0
```

#AP が収集した周辺の BLE デバイス情報を確認する為、**display iot ble neighbor-information ap ap1 module 1** コマンドを使用します。

```
<AC> display iot ble neighbor-information ap ap1 module 1
ModuleID  MAC address      Address type          RSSI   Last update time
 ------------------------------------------------------------------------------
------
 1         c61b-fa2f-d008   Static                -82    Mon May 16
15:17:03 2022
 1         5d86-6f24-c949   Static                -83    Mon May 16
15:16:38 2022
 1         63b9-fead-f9c0   Static                -80    Mon May 16
15:17:12 2022
 1         ff8b-4380-0a5d   Static                -84    Mon May 16
15:17:07 2022
 1         47d5-895d-1553   Static                -77    Mon May 16
15:16:54 2022
 1         5714-552b-06cb   Static                -82    Mon May 16
15:16:17 2022
 1         7e89-b341-2d98   Static                -83    Mon May 16
15:17:14 2022
 1         4d37-de1a-b0ae   Static                -73    Mon May 16
15:17:12 2022
 1         d005-e316-7e99   Public                -81    Mon May 16
15:16:53 2022
 1         1c52-14c0-da52   Public                -83    Mon May 16
15:17:15 2022
 1         0758-9970-5e38   Static                -79    Mon May 16
15:17:11 2022
 1         2b6f-b895-029b   Static                -76    Mon May 16
15:17:15 2022
```

#Azure IoT Hub のページで、AP 周辺の BLE デバイス情報が登録されていることを確認します。

（詳細は省略します。）

22.9 AeroScoutロケーションの設定例

I. ネットワーク要件

図 22-4 に示すように、AP 1、AP 2、AP 3 のワイヤレスロケーションを設定して、MU とタグの位置を確認します。Tag はチャネル 6 を利用するものとします。

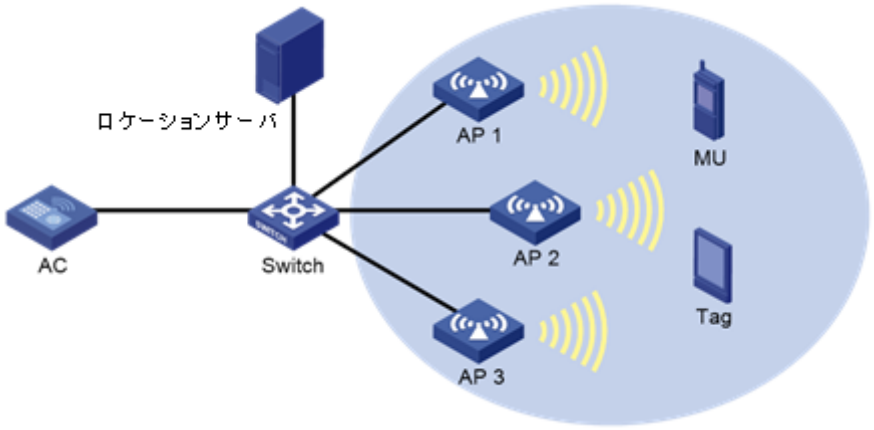


図22-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　ロケーションサーバを設定します。

#ロケーションサーバで 3 つの AP の IP アドレスを設定するか、ブロードキャストによって AP を検出するようにロケーションサーバを設定します。（詳細は省略します。）

#ロケーションサーバでワイヤレスロケーションを設定します。（詳細は省略します。）

2)　AP1 の AeroScout ロケーションを設定します

AP 名 ap1 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1130
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC148165154
```

#AeroScout ロケーションを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] rfid-tracking aeroscout enable
```

#無線ベースのロケーションを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 3
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] rfid-tracking radio enable
```

#検索するデバイスタイプとしてタグと MU を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] rfid-tracking mode tag
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] rfid-tracking mode mu
```

#スキャンの期間を 300 ミリ秒、チャネル 6 をホワイトリストに設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] scan scan-time 300
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] scan channel whitelist 6
```

#AP1 の radio 3 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] radio enable
```

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-3] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

3) AP2 の AeroScout ロケーションを設定します

AP 名 ap2 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap2 model QX-W1130
[AC-wlan-ap-ap2] serial-id 219801A0CNC148165155
```

#AeroScout ロケーションを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap2] rfid-tracking aeroscout enable
```

#無線ベースのロケーションを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap2] radio 3
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] rfid-tracking radio enable
```

#検索するデバイスタイプとしてタグと MU を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] rfid-tracking mode tag
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] rfid-tracking mode mu
```

#スキャンの期間を 300 ミリ秒、チャネル 6 をホワイトリストに設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] scan scan-time 300
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] scan channel whitelist 6
```

#AP2 の radio 3 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] radio enable
[AC-wlan-ap-ap2-radio-3] quit
[AC-wlan-ap-ap2] quit
```

4) AP3 の AeroScout ロケーションを設定します

AP 名 ap3 の AP を作成し、モデル名、シリアル番号を指定します。

```
[AC] wlan ap ap3 model QX-W1130
[AC-wlan-ap-ap3] serial-id 219801A0CNC148165156
```

#AeroScout ロケーションを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap3] rfid-tracking aeroscout enable
```

#無線ベースのロケーションを有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap3] radio 3
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] rfid-tracking radio enable
```

#検索するデバイスタイプとしてタグと MU を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] rfid-tracking mode tag
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] rfid-tracking mode mu
```

#スキャンの期間を 300 ミリ秒、チャネル 6 をホワイトリストに設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] scan scan-time 300
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] scan channel whitelist 6
```

#AP3 の radio 3 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] radio enable
[AC-wlan-ap-ap3-radio-3] quit
[AC-wlan-ap-ap3] quit
```

III. 設定確認

#ワイヤレスロケーションが有効になっていること、および各 AP の検索するデバイスのタイプを確認するため、**display wlan rfid-tracking radio** コマンドを使用します。

```
<AC> display wlan rfid-tracking radio
                                Wireless Locating
------------------------------------------------------------------------------
 AP                                  Radio   Type
------------------------------------------------------------------------------
 ap1                                 3       MU/Tag
 ap2                                 3       MU/Tag
 ap3                                 3       MU/Tag
------------------------------------------------------------------------------
```

#グラフィックスソフトウェアによって提供されるマップ、フォーム、またはレポートによって、MU およびタグの位置情報を表示できることを確認します。

（詳細は省略します。）

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

23 章 Web リダイレクトの設定 23-1
23.1.1 Web リダイレクトについて 23-1
23.1.2 Web リダイレクトの設定 23-1

23章 Web リダイレクトの設定

23.1.1 Web リダイレクトについて

Web リダイレクトは、簡略化されたポータル機能です。Web リダイレクトでは、ユーザはポータル認証を実行せず、ブラウザでの最初の Web アクセス試行時に、指定された URL に直接リダイレクトされます。指定されたリダイレクト間隔が経過してから、HTTP のサイトへ移動しようとすると、ユーザは訪問中の Web サイトから指定された URL に再度リダイレクトされます。

Web リダイレクトは、ISP に拡張サービスを提供できます。たとえば、ISP は、リダイレクトされた Web ページに広告を配置し、情報を公開できます。

23.1.2 Web リダイレクトの設定

🕮 **メモ：**

- Web リダイレクトの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- Web リダイレクトの機能は、デフォルトのポート番号 80 を使用する HTTP パケットに対してのみ有効です。

以下に、Web リダイレクトの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. サービステンプレートで Web リダイレクトを設定する	**web-redirect url** *url-string* [**interval** *interval*]	デフォルト　　：無効 デフォルト間隔：86400秒

目次

このセクションのページは **2-x-x** です。

24 章 Hotspot 2.0 の設定 24-1
24.1 概要 24-1
24.1.1 Hotspot 2.0 の動作メカニズム 24-1
24.1.2 プロトコルと標準 24-4
24.2 Hotspot 2.0 のタスクの概要 (バージョン 1 の場合) 24-4
24.3 Hotspot 2.0 のタスクの概要 (バージョン 2 の場合) 24-5
24.4 Hotspot 2.0 ポリシーの設定 24-5
24.4.1 Hotspot 2.0 ポリシーを設定するための前提条件 24-5
24.4.2 Hotspot 2.0 ポリシーの作成 24-6
24.4.3 サービスプロバイダ情報の設定 24-6
24.4.4 Hotspot 2.0 ネットワークパラメータ設定 24-7
24.4.5 Hotspot 2.0 ネットワーク最適化の設定 24-8
24.4.6 サービステンプレートへの Hotspot 2.0 ポリシーのバインド 24-9
24.5 オンラインサインアップサービスの設定 24-9
24.5.1 OSU サーバの設定 24-9
24.5.2 オンラインサインアップサービスの SSID の設定 24-10
24.5.3 OSU サーバアイコンの管理 24-10
24.5.4 OSU サーバの Hotspot 2.0 ポリシーへのバインド 24-11
24.6 AP 場所情報の設定 24-11
24.6.1 場所 URL でのエスケープから特定の特殊文字を除外する 24-12
24.7 Hotspot 2.0 の表示および管理 24-12
24.8 Hotspot 2.0 設定の例 24-13
24.8.1 例:Hotspot 2.0 Samsung アプリケーションの設定 24-26
24.8.2 例:Hotspot 2.0 の設定 (バージョン 2 の場合) 24-35

24章 Hotspot 2.0 の設定

🕮 **メモ：**

Hotspot 2.0 の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

24.1 概要

Wi-Fi Alliance によって開発された Hotspot 2.0 は、ワイヤレスクライアントに自動ネットワーク検出、自動認証、およびシームレスなローミングを提供します。

Hotspot 2.0 には 2 つのバージョンがあります。バージョン 2 はバージョン 1 と完全に互換性があります。

24.1.1 Hotspot 2.0 の動作メカニズム

Hotspot 2.0 は次のように動作します。

1) クライアントは、Hotspot 2.0 ネットワークを検出するワイヤレススキャンを実行します。
2) クライアントは、AP と Generic Advertisment Service (GAS) フレームを交換して Hotspot 2.0 の情報を取得し、最適な BSS を選択します。
3) クライアントはオンラインのサインアップを実行します。このステップは Hotspot 2.0 のバージョン 2 でのみ要求されます。

I. スキャン

次のスキャンタイプを使用できます。

- **アクティブスキャン**

図 24-1 に示すように、ワイヤレスクライアントは、プローブ要求を送信して周囲のワイヤレスネットワークを定期的にスキャンし、受信したプローブ応答からネットワーク情報を取得します。

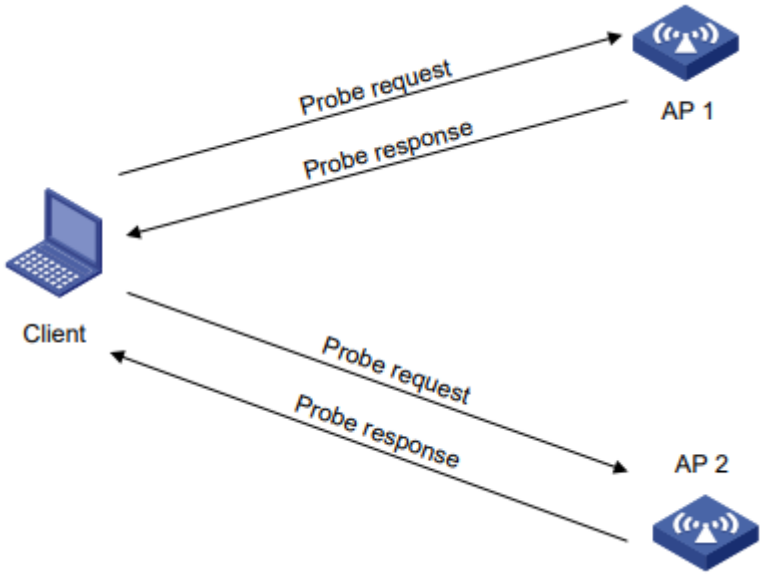


図 24-1 アクティブスキャン図

- **パッシブスキャン**

ワイヤレスクライアントは、サポートされているチャネルで AP から送信されたビーコンフレームを定期的にリッスンし、図 24-2 に示すように周辺のワイヤレスネットワークに関する情報を取得します。

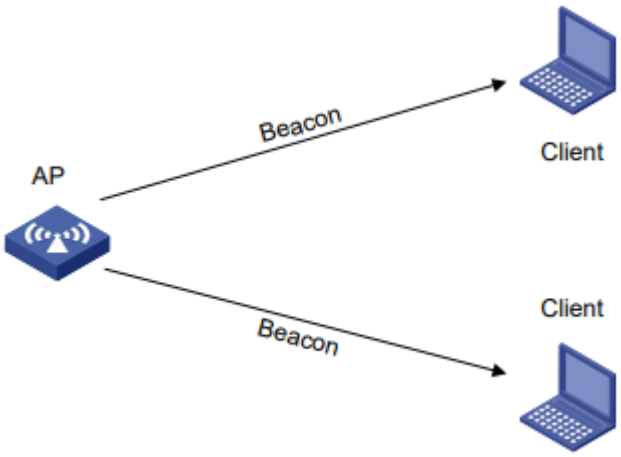


図 24-2 パッシブスキャン図

II. GAS フレーム交換

アクティブまたはパッシブスキャンによって Hotspot 2.0 ネットワークを検出した後、クライアントは、AP の Hotspot 2.0 情報を取得するために、AP と GAS フレームを交換します。取得した Hotspot 2.0 情報とローカル設定に基づいて、クライアントは最適な BSS を選択します。

図 24-3 に示すように、クライアントは、次のプロセスを使用して、AP と GAS フレームを交換します。

1) クライアントは、GAS 初期要求を送信します。
2) 要求を受信すると、AP は GAS 初期応答に Hotspot 2.0 情報をカプセル化し、応答の長さを調べます。
   - 長さが制限を超えない場合、AP は GAS 初期応答をクライアントに送信します。GAS フレーム交換が完了し、クライアントは認証要求を送信できます。
   - 長さが制限を超えると、AP は応答をフラグメント化し、GAS 初期応答の最初のフラグメントをクライアントに送信します。応答は、カムバック遅延後に Hotspot 2.0 情報を要求するようにクライアントに通知します。
3) クライアントは、カムバック遅延後に GAS カムバック要求を AP に送信します。
4) AP は、2 番目のフラグメントをクライアントに通信する GAS カムバック応答を送信します。
5) 応答の長さが制限を超える場合、クライアントと AP はステップ 3 と 4 を繰り返し、すべてのフラグメントがクライアントに送信されるまで処理を続けます。

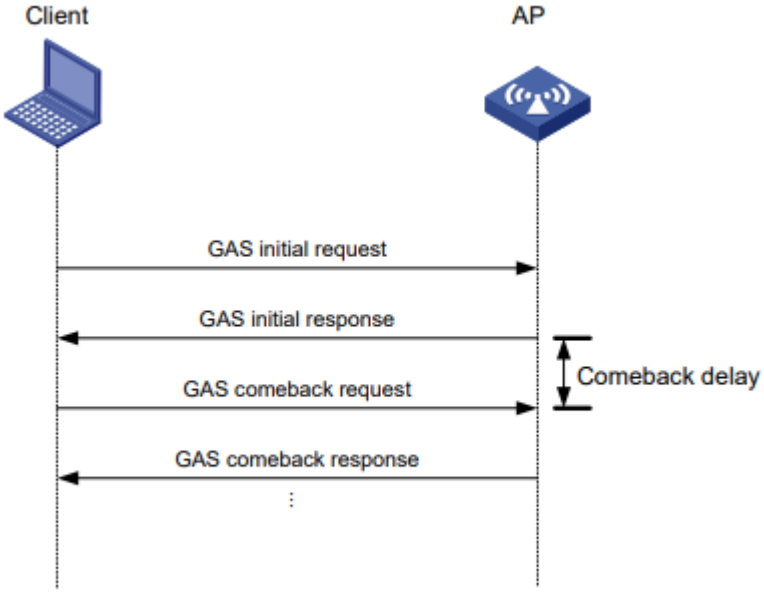


図 24-3 GAS フレーム交換図

III. オンラインサインアップ (バージョン 2 の場合)

GAS フレーム交換の後、クライアントは OSU AP を介して Online Sign Up (OSU) サーバに接続し、オンラインでサインアップします。サインアップしたクライアントはクレデンシャルを取得し、再認証されることなく自動的に Hotspot 2.0 ネットワークにアクセスできます。クライアントは、次の方法を使用して OSU AP に関連付けることができます。

- **Open OSU** – 認証なし
- **OSEN OSU** – Layer2 認証

図 24-4 に示すように、オンラインサインアップは次のように動作します。

1) クライアントは、AP と GAS フレームを交換することによって AP から OSU サーバリストを取得し、OSU サーバを選択します。
2) クライアントは、オープン OSU または OSEN OSU を介して OSU AP と関連付けられます。
3) OSU サーバは、資格情報と認証情報をクライアントに送信するか、クライアントの期限切れの資格情報を更新します。
4) 新しくプロビジョニングされた資格情報を使用して、クライアントは OSU AP との関連付けを解除し、Hotspot 2.0 サービスを提供する AP に関連付けます。

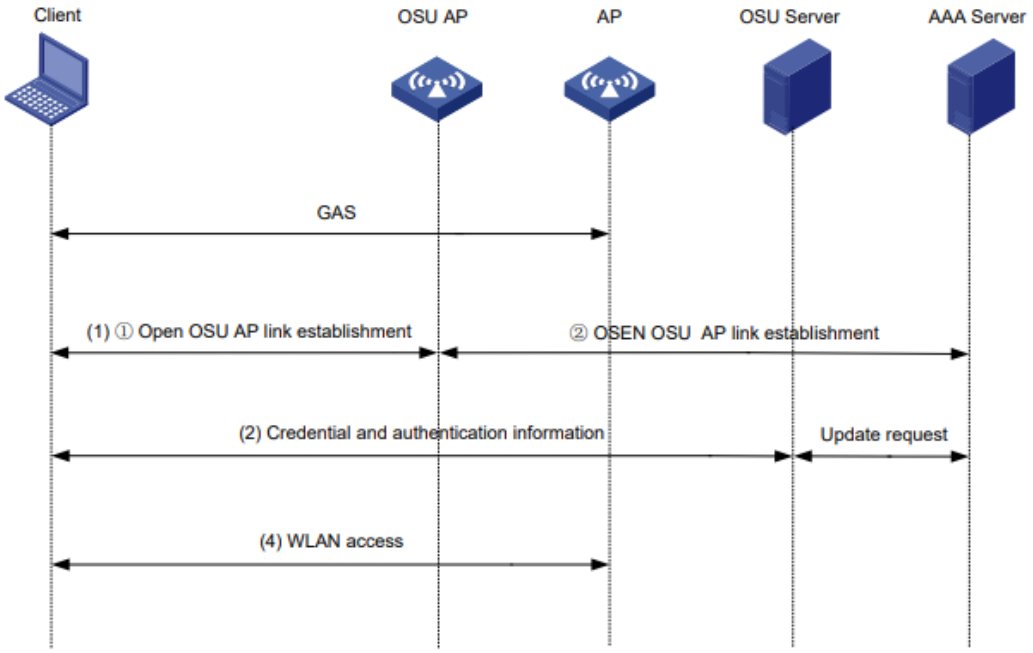


図 24-4 オンラインサインアップ図

24.1.2 プロトコルと標準

- IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 9: Interworking with External Networks
- Wi-Fi Alliance Technical Committee Hotspot 2.0 Technical Task Group Hotspot 2.0 (Release 2)Technical Specification Version 3.04

24.2 Hotspot 2.0のタスクの概要 (バージョン1の場合)

Hotspot 2.0 (バージョン 1) を設定するには、次のタスクを実行します。

I. Hotspot 2.0 ポリシーの設定

a) (必須項目)Hotspot 2.0ポリシーの作成

b) (必須項目)サービスプロバイダ情報の設定

c) (必須項目)Hotspot 2.0ネットワークパラメータの設定

d) (オプション設定項目) Hotspot 2.0ネットワーク最適化の設定

e) (必須項目)Hotspot 2.0ポリシーのサービステンプレートへのバインド

II. (オプション設定項目) オンラインサインアップサービスの設定

24.3 Hotspot 2.0のタスクの概要 (バージョン2の場合)

Hotspot 2.0 (バージョン 2) を設定するには、次のタスクを実行します。

I. Hotspot 2.0 ポリシーの設定

a) (必須項目)Hotspot 2.0ポリシーの作成

b) (必須項目)サービスプロバイダ情報の設定

c) (オプション設定項目) Hotspot 2.0ネットワークパラメータの設定

d) (オプション設定項目) Hotspot 2.0ネットワーク最適化の設定

e) (必須項目)Hotspot 2.0ポリシーをサービステンプレートにバインドする

II. オンラインサインアップサービスの設定

a) (必須項目)OSUサーバの設定

b) (必須項目)オンラインサインアップサービスのSSIDの設定

c) (必須項目)OSUサーバのアイコンの管理

d) (必須項目)OSUサーバのHotspot 2.0ポリシーへのバインド

III. (オプション設定項目) AP の場所情報の設定

24.4 Hotspot 2.0ポリシーの設定

24.4.1 Hotspot 2.0 ポリシーを設定するための前提条件

Hotspot 2.0 には、802.1X AKM モード、RSN IE、および AES-CCMP cipher スイートが必要です。

バージョン 1 のみをサポートしているクライアントが Hotspot 2.0 ネットワークにアクセスするには、まずクライアントで OI、NAI、ドメインなどのネットワーク情報を設定します。次に、これらの設定をクライアントの設定ファイルに保存します。

24.4.2 Hotspot 2.0 ポリシーの作成

I. このタスクについて

Hotspot 2.0 ポリシーは、Hotspot 2.0 パラメータのセットを定義します。

II. 設定手順

Hotspot 2.0 ポリシーの作成は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Hotspot 2.0 ポリシーを作成し、その view を開始する	**wlan hotspot-policy** *policy-number*	—
3. (オプション設定項目) Hotspot 2.0 ポリシーの名前を指定する	**policy-name** *name*	デフォルトでは、Hotspot 2.0 ポリシーに名前は指定されません。

24.4.3 サービスプロバイダ情報の設定

I. このタスクについて

- NAI realm and authentication type — アクセスネットワークの NAI レルムおよび NAI レルムの認証タイプ。
- [Organization identifier] (OI;組織 ID) — ローミングコンソーシアム ID。クライアントがローミングコンソーシアムに対する証明書を持っている場合、クライアントはローミングコンソーシアムが提供するすべての無線サービスにローミングできます。
- 3rd Generation Partnership Project] (3GPP) 情報 — 国コードとネットワークコードが含まれます。国コードは国を識別し、ネットワークコードは国内のサービスプロバイダを識別します。
- ISP domain — クライアントの ISP ドメイン。
- Service provider name — サービスプロバイダ名と言語コード。

II. 設定手順

サービスプロバイダ情報の設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Hotspot 2.0 ポリシーview に移行します。	**wlan hotspot-policy** *policy-number*	—
3. NAI レルムを作成し、NAI レルムの認証タイプを指定します。	**nai-realm name** *realm-name* **eap-method** *eap-method-id* **auth-method** *auth-method-id* **authentication** *authentication*	デフォルトでは、NAIレルムは存在しません。
4. 設定された順序で保存される NAI レルム設定	**nai-realm config-order**	デフォルトでは、NAIレルムは辞書順に保存されます。

操作	コマンド	補足
5． OI を指定します。	**roam-oi** *oi* [**in-beacon**]	デフォルトでは、OIは指定されません。 この手順は、Hotspot 2.0のバージョン2にのみ必須設定項目です。
6． (オプション設定項目) 3GPP 情報設定。	**3gpp-info country-code** *mobile-country-code* **network-code** *mobile-network-code*	デフォルトでは、国コードおよびネットワークコードは設定されていません。
7． ドメイン名を設定します。	**domain-name** *domain-name*	デフォルトでは、ドメイン名は設定されていません。 この手順は、Hotspot 2.0のバージョン1にのみ必須設定項目です。
8． (オプション設定項目) サービスプロバイダ名を指定します。	**operator-name** *operator-name* **lang-code** *lang-code*	デフォルトでは、サービスプロバイダ名は指定されません。

24.4.4 Hotspot 2.0 ネットワークパラメータ設定

I. 概要

Hotspot 2.0 ネットワークパラメータには、次のものがあります。

- アクセスネットワークタイプ — 詳細については、コマンドマニュアルのセクション 2 WLAN"*Hotspot 2.0 の設定*"を参照してください。
- 同種 ESS 識別子 (HESSID) — HESSID は同種 ESS を一意に識別します。
- ネットワーク認証タイプ — 詳細については、コマンドマニュアルのセクション 2 WLAN"*Hotspot 2.0 の設定*"を参照してください。
- IP アドレスの可用性 — 関連付けられたクライアントに割り当てられている IP アドレスのバージョンとタイプ。
- WAN リンクステータスパラメータ — 速度とリンクステータス情報が含まれます。Hotspot 2.0 がアップリンクとダウンリンクの速度とリンクステータス (WAN のクローズ、テスト中、有効など) を配信できるようにパラメータを設定できます。
- IP プロトコルのポートステータス — closed、open、および unknown が含まれます。

II. 設定手順

Hotspot 2.0 ネットワークパラメータ設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Hotspot 2.0 ポリシーview に移行する。	**wlan hotspot-policy** *policy-number*	—
3． アクセスネットワークの種別を設定する。	**network-type** *network-type* [**access-internet**]	デフォルトでは、アクセスネットワークの種別は設定されていない。
4． HESSID を設定する。	**hessid** *hessid*	デフォルトでは、HESSIDは設定されていません。 この手順は、Hotspot 2.0のバージョン1にのみ必要です。

操作	コマンド	補足
5. (オプション設定項目) ネットワーク認証の種類を指定します。	**authentication-type** { **0** [**redirect-url** *url*] | **1** | **2 redirect-url** *url* | **3** }	デフォルトでは、ネットワーク認証の種類は指定されていません。
6. IP アドレスの可用性設定。	**ip-type ipv4** *ipv4-type* **ipv6** *ipv6-type*	デフォルトでは、IPv4アドレスの可用性は1、IPv6アドレスの可用性は2です。
7. IP プロトコルのポートステータスを設定します。	**ip-protocol** { **esp** | **icmp** | **tcp** | **udp** } **port-number** *port-number* { **closed** | **open** | **unknown** }	デフォルトでは、IPプロトコルのポートステータスは設定されていません。
8. WAN リンクステータスパラメータを設定します。	**wan-metrics** { **link-down** | **link-test** | **link-up** } [**asymmetric downlink-speed** *downlink-speed* **uplink-speed** *uplink-speed* | **symmetric link-speed** *link-speed*]	デフォルトでは、WANリンクステータスパラメータは設定されていません。

24.4.5 Hotspot 2.0 ネットワーク最適化の設定

I. 概要

Hotspot 2.0 ネットワークでは、次のネットワーク最適化機能を使用できます。

- Downstream Group-Addressed Forwarding (DGAF) — AP がすべてのダウンストリームワイヤレスブロードキャスト ARP パケットおよびワイヤレスマルチキャストパケットを転送できるようにします。ダウンストリームマルチキャストを使用したスプーフィング攻撃を防止するには、AP の DGAF 機能をディセーブルにします。
- Comeback delay — クライアントが GAS カムバック要求を頻繁に送信しないようにします。
- GAS initial request limit — AC の負荷を軽減するために、クライアントが指定された間隔内に送信できる GAS 初期要求の最大数を制限します。

II. 設定手順

Hotspot 2.0 ネットワーク最適化の設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Hotspot 2.0 ポリシーを作成し、その view を開始する	**wlan hotspot-policy** *policy-number*	—
3. DGAF 機能を無効にします。	**undo dgaf enable**	デフォルトでは、DGAF機能は有効になっています。
4. カムバック遅延を設定します。	**comeback-delay** *value*	デフォルトでは、カムバック遅延は1 TU (1024ミリ秒) です。
5. 指定した間隔内にクライアントが送信できる GAS 初期要求の最大数を設定します。	**gas-limit number** *number* **interval** *interval*	デフォルトでは、クライアントが送信できるGAS初期要求の数は制限されません。

24.4.6 サービステンプレートへの Hotspot 2.0 ポリシーのバインド

I. 概要

Hotspot 2.0 ネットワークを構築するには、サービステンプレートを使用して、Hotspot 2.0 ポリシーを AP のサービステンプレートにバインドする必要があります。

II. 設定手順

サービステンプレートへの Hotspot 2.0 ポリシーのバインド設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. サービステンプレート view を入力します。	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. Hotspot 2.0 ポリシーをサービステンプレートにバインドします。	**hotspot-policy** *policy-number*	デフォルトでは、Hotspot 2.0 ポリシーはサービステンプレートにバインドされていません。

24.5 オンラインサインアップサービスの設定

24.5.1 OSU サーバの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. OSU サーバを作成してその view に移行するか、既存の OSU サーバの view に移行する	**wlan osu-provider** *osu-provider-number*	—
3. OSU サーバの名前を設定する	**friendly-name** *friendly-name* **lang-code** *lang-code*	デフォルト：設定なし
4. OSU サーバの URI を指定する	**uri** *uri*	デフォルト：指定なし
5. クライアントが OSU サーバと通信するためのプロトコルを指定する	**method** *method-id*	デフォルト：指定なし
6. OSU サーバのアイコンを指定する	**icon-file** *filename* **lang-code** *lang-code* **icon-type** *icon-type*	デフォルト：指定なし OSUサーバのアイコンを指定する前に、バージョンファイルが保存されているルートディレクトリでmkdirコマンドを使用してディレクトリアイコンが作成されていることを確認してください。次に、FTPまたはTFTPを使用して、アイコンファイルをディレクトリにダウンロードしてください。

操作	コマンド	補足
7. (オプション設定項目) OSU サーバの説明を設定する	**description** *description* **lang-code** *lang-code*	デフォルト：設定なし
8. (オプション設定項目) OSU サーバのネットワークアクセス識別子（NAI）を設定する	**nai** *nai*	デフォルト：設定なし

24.5.2 オンラインサインアップサービスの SSID の設定

I. 設定の制限とガイドライン

オンラインサインアップサービス用に設定された SSID が、オンラインサインアップサービステンプレートの SSID と同じであることを確認します。

II. 設定手順

オンラインサインアップサービスの SSID の設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Hotspot 2.0 ポリシーview に移行します。	**wlan hotspot-policy** *policy-number*	—
3. オンラインサインアップサービスの SSID を設定します。	**osu-ssid** *ssid-name*	デフォルトでは、オンラインサインアップサービスに SSIDは設定されていません。

24.5.3 OSU サーバアイコンの管理

I. 概要

このタスクでは、OSU サーバに指定されたすべてのアイコンファイルをロードして、アイコンファイルの変更が発生したときに変更を検証したり、アイコンファイルを無効にしたりできます。

II. 設定手順

OSU サーバアイコンの管理は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． OSU サーバのアイコンファイルを管理します。 OSU サーバのアイコンファイルを読み込みます。	**wlan hotspot osu-icon upload**	—
OSU サーバのアイコンファイルを管理します。 OSU サーバのアイコンファイルをアンロードします。	**wlan hotspot osu-icon unload**	—

24.5.4 OSU サーバの Hotspot 2.0 ポリシーへのバインド

I. 設定の制限とガイドライン

Hotspot 2.0 ポリシーは、最大 32 台の OSU サーバにバインドできます。

OSU サーバを Hotspot 2.0 ポリシーにバインドする前に、OSU サーバに必要なすべての設定が完了していることを確認してください。

II. 設定手順

OSU サーバの Hotspot 2.0 ポリシーへのバインド設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Hotspot 2.0 ポリシーview に移行する。	**wlan hotspot-policy** *policy-number*	—
3． OSU サーバを Hotspot 2.0 ポリシーにバインドします。	**osu-provider** *osu-provider-number*	デフォルトでは、OSUサーバはHotspot 2.0ポリシーにバインドされていません。

24.6 AP場所情報の設定

I. 概要

AP 場所情報は AP の場所を示し、クライアントが最適な AP に接続するのに役立ちます。

II. 設定手順

AP 場所情報の設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． APview を入力します。	**wlan ap** *ap-name*	—

操作	コマンド	補足
3. AP の場所グループと場所タイプを指定します。	**venue group** *venue-group-number* **type** *venue-type-number*	デフォルトでは、APの場所グループと場所タイプは指定されていません。 この手順は、Hotspot 2.0のバージョン1の場合にのみ必要です。
4. AP の場所名を設定します。	**venue name** *venue-name* ***lang-code*** *lang-code* [**url** *url*]	デフォルトでは、APに場所名は設定されていません。 この手順は、Hotspot 2.0バージョン1の場合だけ必要です。

24.6.1 場所 URL でのエスケープから特定の特殊文字を除外する

I. 概要

クライアントが特殊文字を構文またはコマンドとして解釈し、意図した意味を変更しないようにするには、これらの文字を安全な形式 (エスケープ文字) に変換する必要があります。

実際には、サーバによっては、URL 内の特定の特殊文字のエスケープ文字が認識されず、エラーが発生することがあります。このような場合は、このタスクを実行して、特定の特殊文字をエスケープから除外できます。

場所 URL では、大文字と小文字および数字以外の文字はエスケープする必要がなく、このコマンドを使用して残りの特殊文字を構成できます。

デフォルトでは、装置は composition1 の特殊文字をエスケープしません。

サーバによっては、URL 内の特定の特殊文字のエスケープ文字が認識されず、例外が発生する場合があります。これに対処するには、これらの特定の文字がエスケープされないように機能を構成します。

II. 設定手順

場所 URL でのエスケープから特定の特殊文字を除外する設定は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. 場所 URL のエスケープから特定の特殊文字を除外します。	**wlan venue url-unescape-chars** { **composition1** | **composition2** | **custom** *character-string* }	デフォルトでは、Venue URL はcomposition1方式を採用し、composition1に含まれる特殊文字はエスケープされません。

24.7 Hotspot 2.0の表示および管理

任意の view で表示コマンドを実行します。(バージョン 1 の場合)

操作	コマンド
サービステンプレートの情報を表示する。	**display wlan service-template** [*service-template-name*] [**verbose**]

任意の view で表示コマンドを実行する。(バージョン 2 の場合)

操作	コマンド
ロードされているすべての OSU サーバのアイコンファイルを表示します。	**display wlan hotspot uploaded-osu-icon**
サービステンプレートの情報を表示します。	**display wlan service-template** [*service-template-name*] [**verbose**]

24.8 Hotspot 2.0 設定の例

I. ネットワーク要件

図 24-5 に示すように、Hotspot 2.0 を構成して、携帯電話ネットワークからワイヤレスネットワークに電話を切り替えることができるようにします。

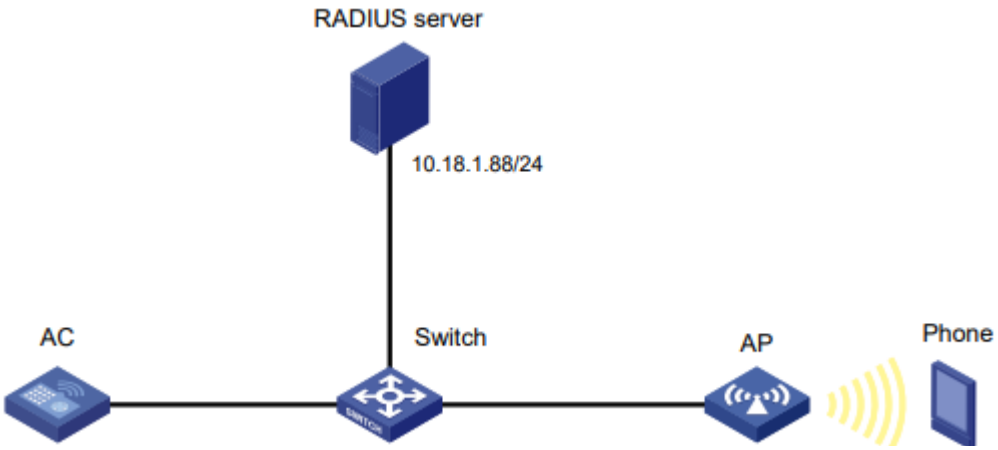


図 24-5 ネットワーク図

II. 前提条件

クライアント認証、許可、アカウンティングを正しく動作させるには、RADIUS サーバに証明書をインストールし、ユーザアカウントを作成する必要があります。AAA の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 セキュリティ"*AAA*"の"*一般的に使われる標準 RADIUS 属性*"を参照してください。

III. AC の設定

1)　Hotspot 2.0 ポリシー設定:

Hotspot 2.0 ポリシーを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan hotspot-policy 1
```

EAP-TLS 認証設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] nai-realm name abc.com eap-method 6 auth-method 2 authentication 4
```

ドメイン名を abc.com に設定。

```
[AC-wlan-hs-1] domain-name abc.com
```

HESSID を 1232 ff23-0123 に設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] hessid 1232-ff23-0123
[AC-wlan-hs-1] quit
```

2)　802.1X 認証および RADIUS スキーム設定:

802.1X 認証方式を EAP として設定します。

```
[AC] dot1x authentication-method eap
```

RADIUS スキーム imcc を作成します。

```
[AC] radius scheme imcc
```

プライマリー・認証・サーバの IP アドレスとポート番号をそれぞれ 10.18.1.88 と 1812 に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary authentication 10.18.1.88 1812
```

プライマリー・アカウンティング・サーバーの IP アドレスとポート番号をそれぞれ 10.18.1.88 と 1813 に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary accounting 10.18.1.88 1813
```

認証サーバおよびアカウンティングサーバとパケットを交換する AC の共有鍵を 12345678 に設定します。

AC を設定して、RADIUS サーバに送信されたユーザ名のドメイン名を削除します。

```
[AC-radius-imcc] user-name-format without-domain
[AC-radius-imcc] quit
```

3)　ドメイン imc を作成し、認証、許可、およびアカウンティングに RADIUS スキーム imcc を使用するようにドメインを設定します。

```
[AC] domain imc
[AC-isp-imc] authentication lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] authorization lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] accounting lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] quit
```

IV. AP の設定

サービステンプレート service1 の作成。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

SSID を service に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

Hotspot 2.0 ポリシー1 をサービステンプレートにバインドします。

```
[AC-wlan-st-service1] hotspot-policy 1
```

ビーコンおよびプローブ応答で RSN IE を有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] security-ie rsn
```

AES-CCMP cipher スイートをイネーブルにします。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
```

認証および鍵管理モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode dot1x
```

WLAN クライアントの認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

認証ドメインとしてドメイン imc を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain imc
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model W1120
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A28N819CE0002T
```

#AP の無線 2 にサービステンプレートサービスをバインドします。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

V. RADIUS サーバの設定 (IMCv7)

この例は、IMC PLAT 7.1 および IMC UAM 7.1 で作成されました。

IMC サーバを設定するには、次の手順を実行します。

1) IMC プラットフォームにログインします。
2) [User] タブをクリックします。
3) アクセス装置を追加します。

a) ナビゲーションツリーから、[User Access Policy] > [Access Device Management] >

[Access Device] を選択します。

b)　アクセス装置の設定ページで、[Add] をクリックします。

c)　[Add Access Device] ページで、次のパラメータを設定します。

- 共有鍵を 12345678 に設定します。
- IP アドレス 10.18.1.1 (AC の IP アドレス) の装置を選択または手動で追加します。
- その他のパラメータはデフォルト設定を使用します。

d)　[OK]をクリックします。

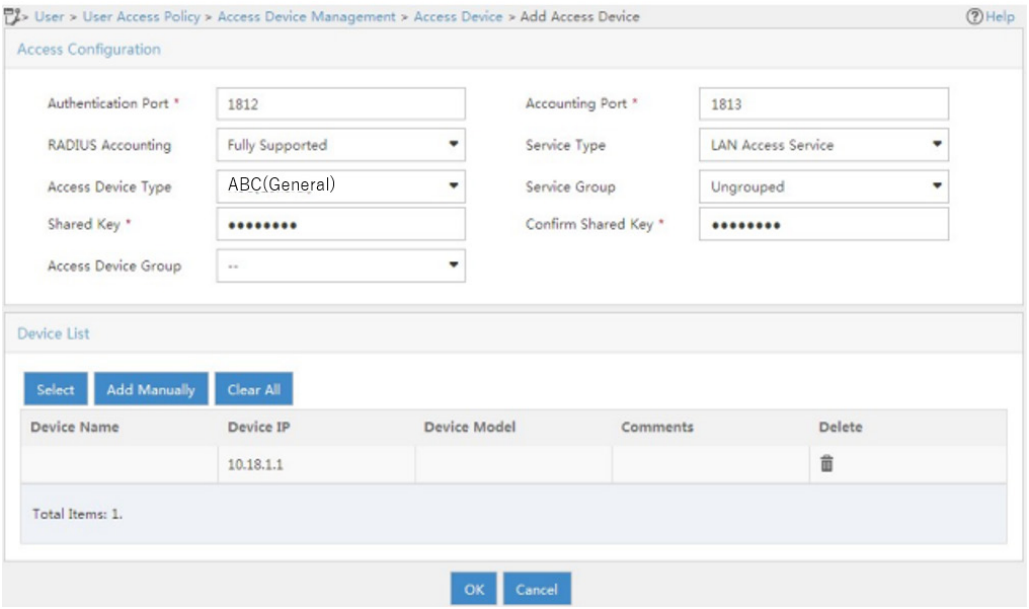


図 24-6 アクセス装置の追加図

4)　アクセスポリシーを追加します。

a)　ナビゲーションツリーから、[User Access Policy] > [Access Policy] を選択します。

b)　アクセス装置の設定ページで、[Add] をクリックします。

c)　[Add Access Policy] ページで、次のパラメータを設定します。

- アクセスポリシー名を 802.1X_policy に設定します。
- [Certificate Type] リストから [EAP-PEAP Authentication] を選択し、[Certificate Sub-Type] リストから、クライアントの認証方式と同じ証明書サブタイプを選択します。
- その他のパラメータにはデフォルト設定を使用します。

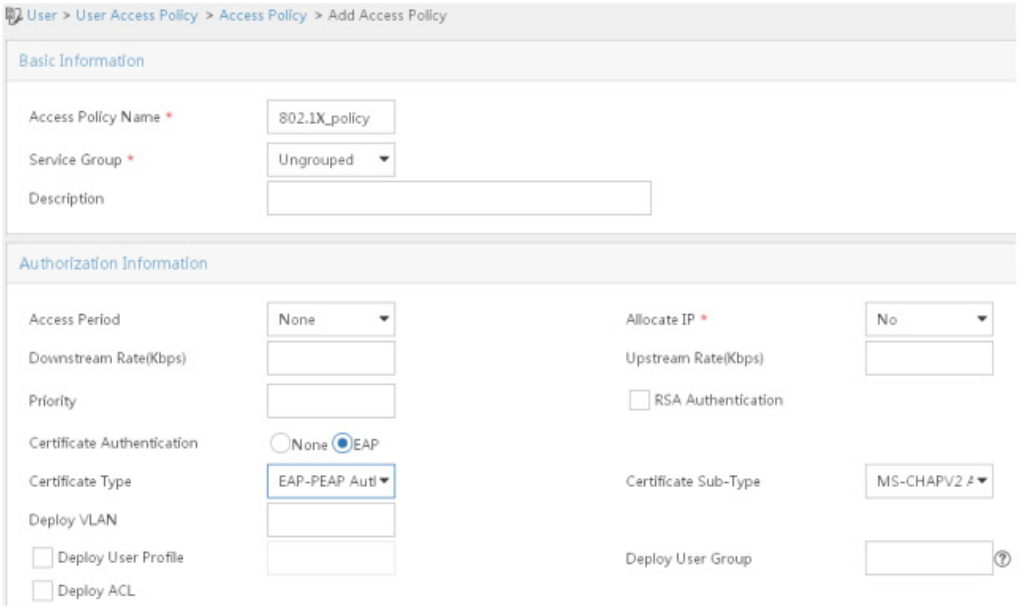


図 24-7 アクセスポリシーの追加図

5)　アクセスサービスを追加します。

a)　ナビゲーションツリーから、[User Access Policy] > [Access Service] を選択します。

b)　アクセスサービス設定ページで、[Add] をクリックします。

c)　[Add Access Service] ページで、サービス名を802.1X_serとして設定し、作成した802.1Xポリシーをデフォルトのアクセスポリシーとして使用します。

d)　その他のパラメータにはデフォルト設定を使用します。

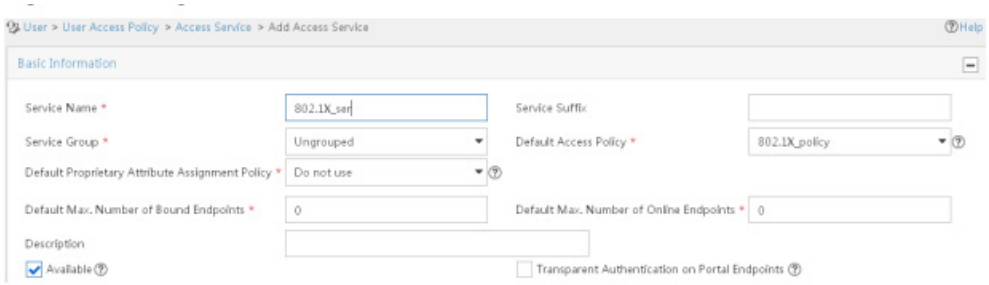


図 24-8 アクセスサービスの追加図

6)　アクセスユーザを追加します。

a)　ナビゲーションツリーから、[Access User] > [All Access Users] を選択します。

b)　アクセスユーザ 設定ページで、[Add] をクリックします。

c)　[Add Access User] ページで、[Add User] をクリックします。

d)　[Add User] ウィンドウで、次のパラメータを設定します。

- ユーザ名を admin に設定します。
- アカウント名を admin に設定します。
- [Access Service] 領域で設定した 802.1X ユーザを選択します。

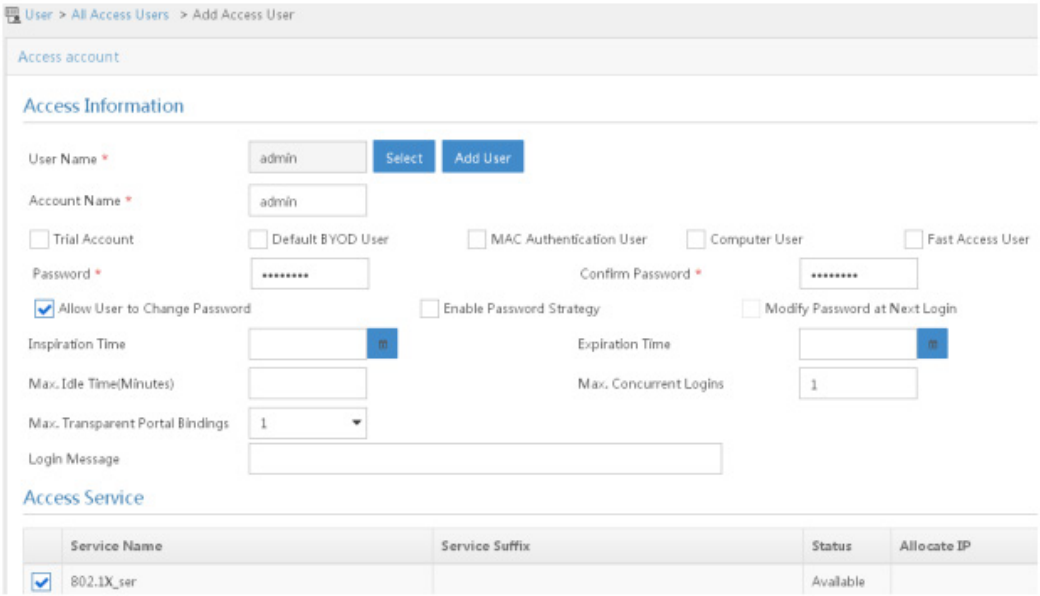


図 24-9 アクセスユーザの追加図

VI. 電話機の設定

この例は、iPhone 5S を使用して作成しました。

電話機を設定するには、次の手順を実行します。

1)　MacBook Air に Apple 設定 App をインストールし、iPhone 5S をラップトップに接続します。

図 24-10 設定アプリの適用図

2)　Apple Configurator アプリを開き、上部のメニューから [Supervise] を選択します。次に、リストの下にある [+] をクリックし、[Create New Profile] を選択します。

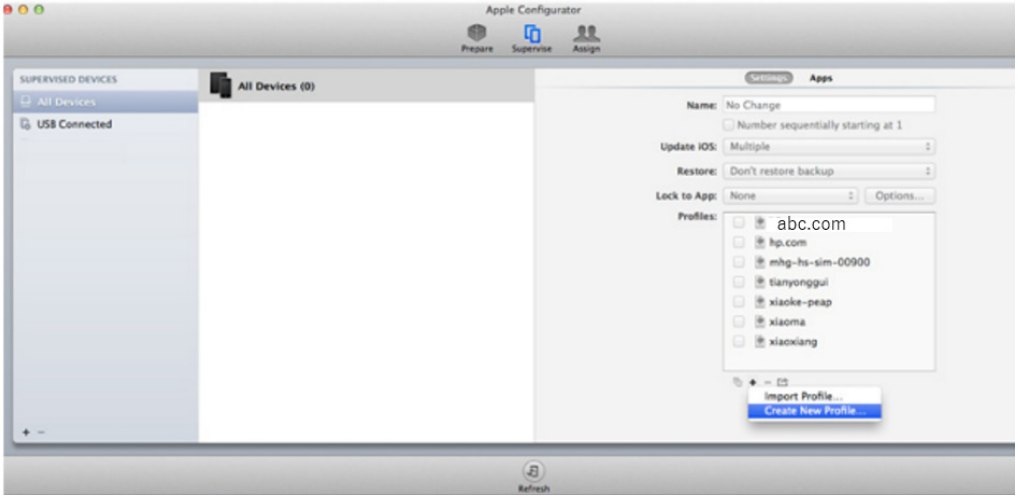


図 24-11 新しいプロファイルの作成図

3)　左側のナビゲーションツリーで [General] をクリックし、[Name] フィールドに「abc.com」と入力します。その他のパラメータは省略可能です。

図 24-12 General 設定図

4)　左側のナビゲーションツリーで [Wi-Fi] をクリックし、メニューから [Configure] をクリックします。次に、[Network Type] リストから [Passpoint] を選択します。

図 24-13 パスポイントの有効化図

5)　表示されるページで、次のタスクを実行します。

- [Accepted EAP Types] 領域で、[PEAP] を選択します。
- [Username] 領域と [Password] 領域にそれぞれ admin と 12345678 を入力します。
- [Identity Certificate] リストから [None] を選択します。
- [Outer Identity] 領域に admin と入力します。

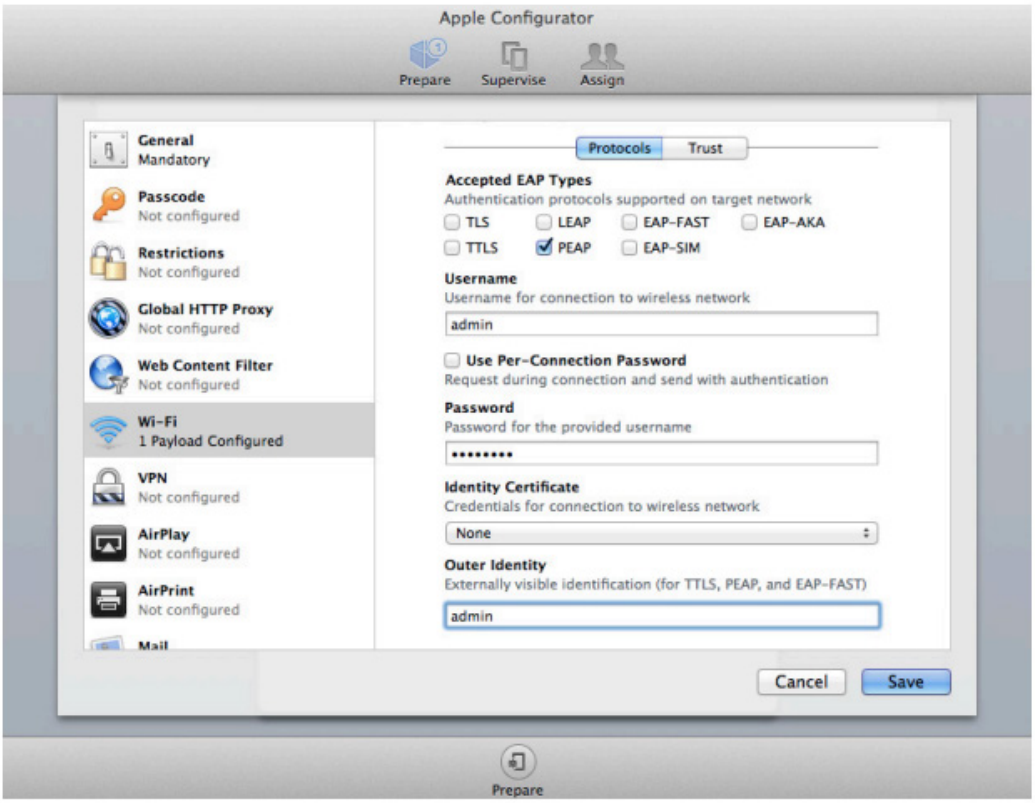


図 24-14 EAP-PEAP 認証の設定図

- [Provider Display Name] フィールドに「abc.com」と入力し、AC の Hotspot ポリシーで設定したドメイン名を入力します。

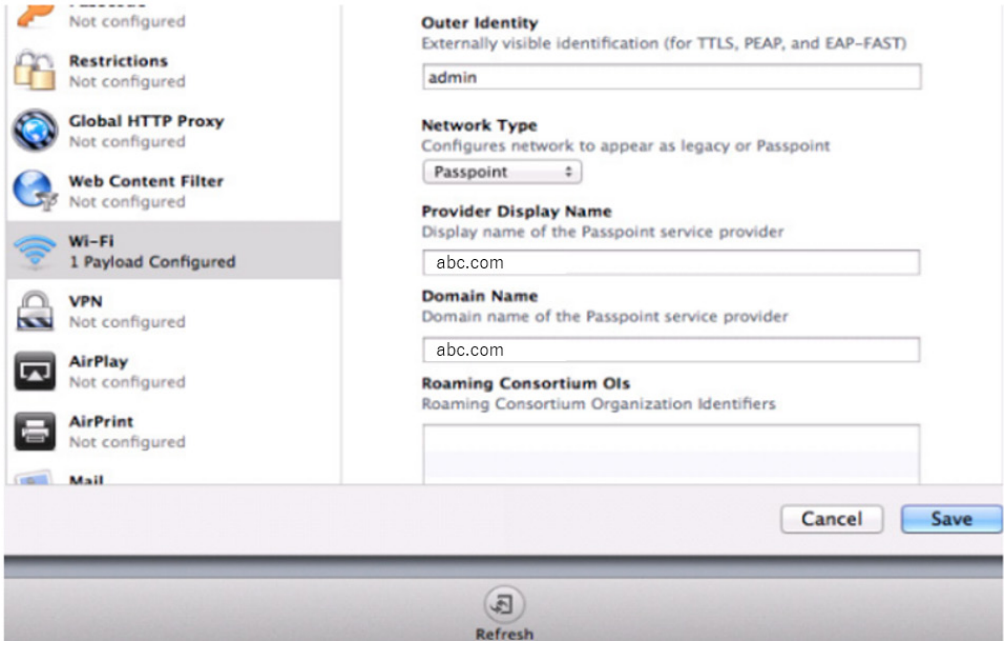


図 24-15 ドメイン名の設定図

- Roaming Consortium OIs (ローミングコンソーシアム)、NAI Real Names、および MCC/MNC を空白のままにするか、AC の Hotspot ポリシーで設定した値を入力します。次に、[Save] をクリックします。

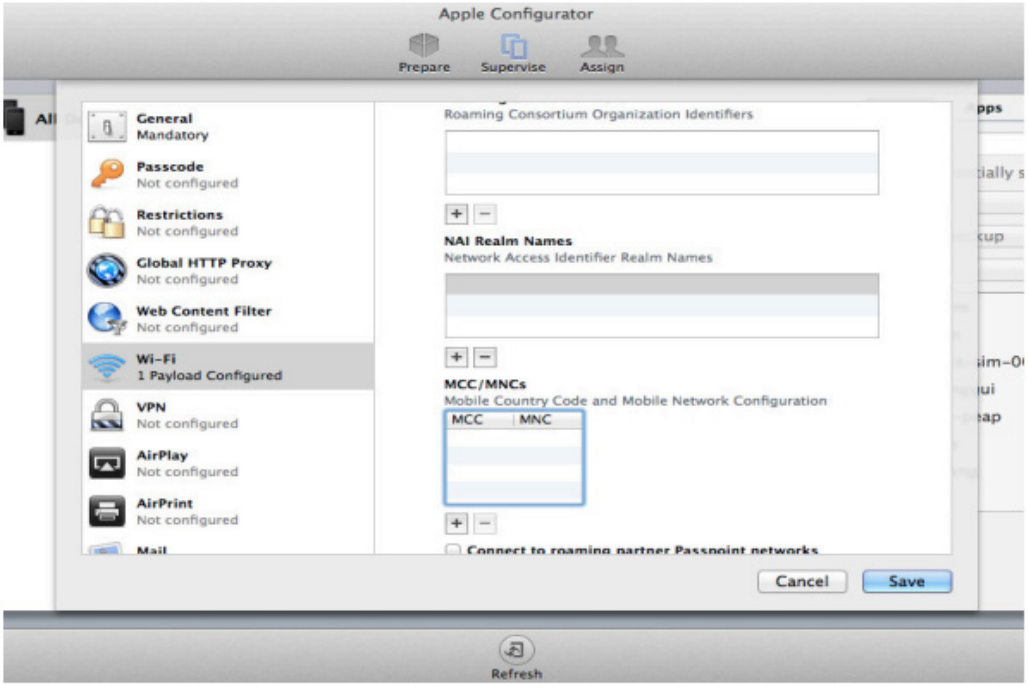


図 24-16 その他のオプションの設定図

6)　[Prepare] をクリックし、[Setting] タブの [Install Profiles…] をクリックします。

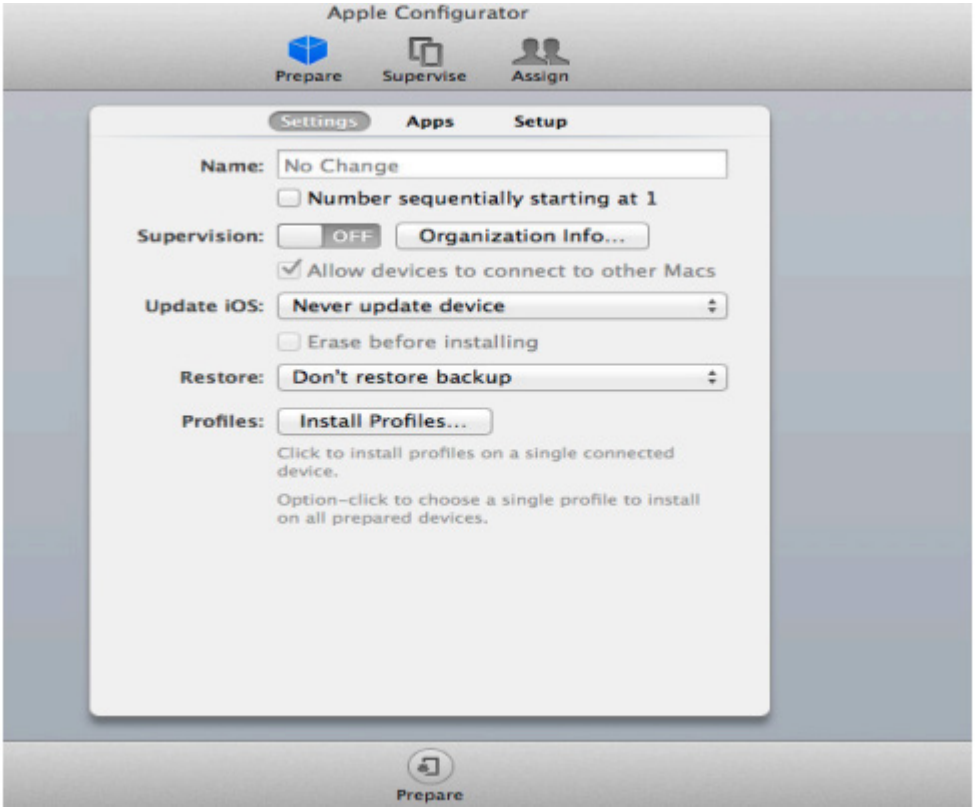


図 24-17 プロファイルのインストール図

7)　[Next] をクリックします。

図 24-18 プロファイルのインストール図

8)　プロファイル abc.com を選択し、[Next] をクリックします。

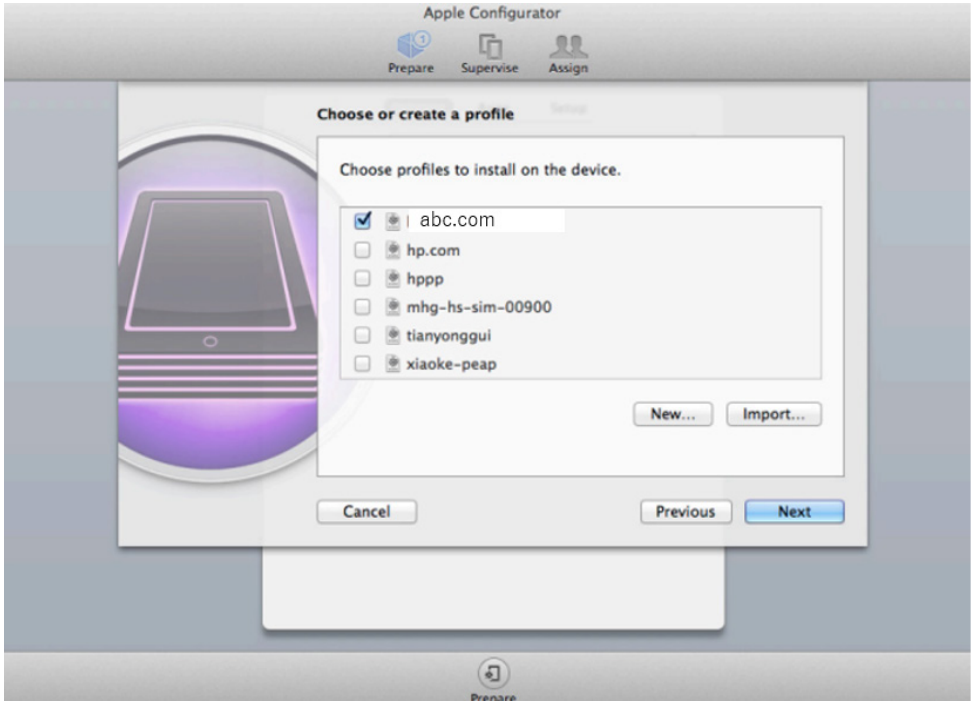


図 24-19 作成したプロファイルの選択

9)　[Install] をクリックします。

図 24-20 プロファイルのインストール図

インストールが完了すると、[Apple Configurator] ページに [Install Succeeded] と表示され、すべての設定が iPhone 5S に導入されます。電話機は必要なサービスを見つけると、自動的に WLAN に接続します。

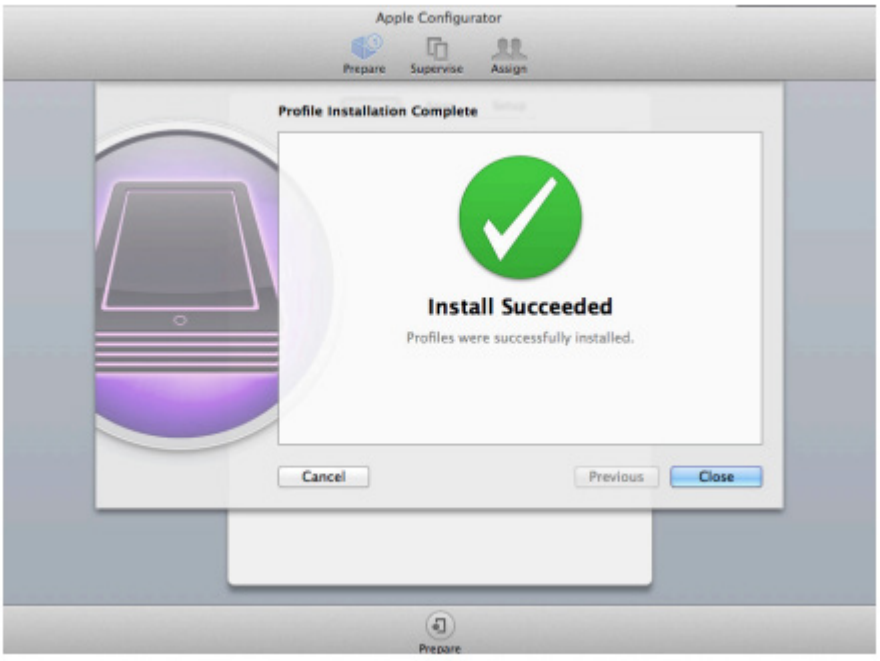


図 24-21 インストール完了図

VII. 設定の確認

#電話機が WLAN サービスに自動的に接続できることを確認します。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                    : 6021-c05d-19e0
IPv4 address                   :105.0.0.5
IPv6 address                   : N/A
Username                       : admin
AID                            : 1
AP ID                          : 2
AP name                        : ap1
Radio ID                       : 2
Channel                        : 36
SSID                                : service
BSSID                          : 70f9-6dd7-cfd0
VLAN ID                        : 1
Sleep count                    : 0
Wireless mode                  : 802.11gn
Channel bandwidth              : 20MHz
SM power save                  : Enabled
SM power save mode             : Static
Short GI for 20MHz             : Supported
Short GI for 40MHz             : Not supported
STBC RX capability             : Not supported
STBC TX capability             : Not supported
LDPC RX capability             : Not supported
Block Ack                      : TID 0 In
Support HT-MCS set             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Supported rates                : 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
QoS mode                       : WMM
Listen interval                : 10
RSSI                           : 49
Rx/Tx rate                     : 1/72.2 Mbps
Authentication method          : Open system
Security mode                  : RSN
AKM mode                       : 802.1X
Cipher suite                   : CCMP
```

User authentication mode	: 802.1X
WPA3 status	: N/A
Authorization ACL ID	: N/A
Authorization user profile	: N/A
Authorization CAR	: N/A
Roam status	: N/A
Key derivation	: SHA1
PMF status	: N/A
Forwarding policy name	: N/A
Online time	: 0days 0hours 0minutes 36seconds
FT status	: Inactive

24.8.1 例:Hotspot 2.0 Samsung アプリケーションの設定

I. ネットワーク要件

図 24-22 に示すように、Hotspot 2.0 を設定して、電話機が携帯電話ネットワークからワイヤレスネットワークに切り替えられるようにします。

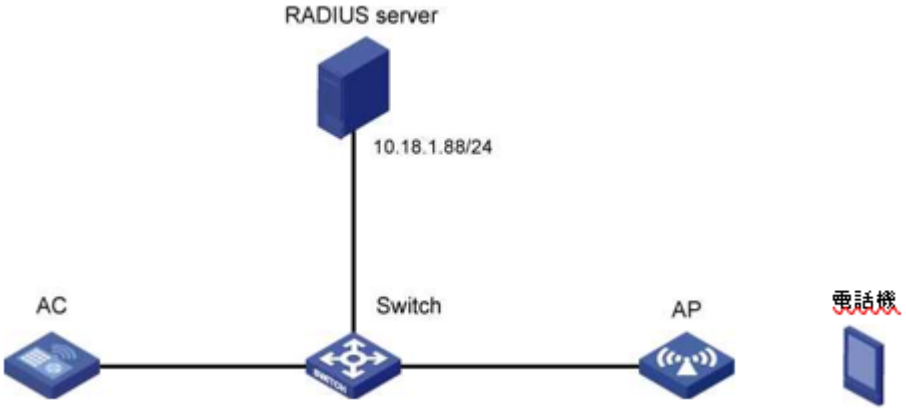


図 24-22 ネットワーク図

II. 前提条件

Hotspot 2.0 を設定する前に、次の作業を完了します。

- クライアントの認証、許可、アカウンティングを正しく動作させるには、RADIUS サーバに証明書をインストールし、ユーザアカウントを作成する必要があります。AAA の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 セキュリティ"*AAA*"の"*一般的に使われる標準 RADIUS 属性*"を参照してください。
- 802.1X にアクセスし、電話機に証明書をインストールします。

III. AC の設定

1) Hotspot 2.0 ポリシーを設定します。

#Hotspot 2.0 ポリシーを作成します。

```
<AC>system-view
[AC] wlan hotspot-policy 1
```

#NAI レルム abc.com の認証タイプを設定する。

```
[AC-wlan-hs-1] nai-realm name abc.com eap-method 6 auth-method 2 authentication 4
```

ドメイン名を domain.abc.com に設定する。

```
[AC-wlan-hs-1] domain-name domain.abc.com
```

#HESSID を AP の MAC アドレスである 1232 ff23-0123 に設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] hessid 1232-ff23-0123
[AC-wlan-hs-1] quit
```

2) 802.1X 認証および RADIUS スキーム:

#802.1X 認証方式を EAP として使用します。

```
[AC] dot1x authentication-method eap
```

#RADIUS スキーム imcc を作成します。

```
[AC] radius scheme imcc
```

プライマリー認証サーバの IP アドレスとポート番号それぞれを 10.18.1.88、1812 に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary authentication 10.18.1.88 1812
```

プライマリー・アカウンティング・サーバーの IP アドレスとポート番号をそれぞれ 10.18.1.88 と 1813 に設定します。

```
[AC-radius-imcc] primary accounting 10.18.1.88 1813
```

#認証サーバおよびアカウンティングサーバとパケットを交換する AC の共有鍵を 12345678 に設定します。

```
[AC-radius-imcc] key authentication simple 12345678
[AC-radius-imcc] key accounting simple 12345678
```

#AC を設定して、RADIUS サーバに送信されたユーザ名のドメイン名を削除します。

```
[AC-radius-imcc] user-name-format without-domain
[AC-radius-imcc] quit
```

3) ドメイン imc を作成し、認証、許可、およびアカウンティングに RADIUS スキーム imcc を使用するようにドメインを設定します。

```
[AC] domain imc
[AC-isp-imc] authentication lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] authorization lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] accounting lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] quit
```

IV. AP の設定

#サービステンプレートサービスの作成。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
```

#SSID を service に設定する。

```
[AC-wlan-st-service1] ssid service
```

#Hotspot 2.0 ポリシー1 をサービステンプレートにバインドする。

```
[AC-wlan-st-service1] hotspot-policy 1
```

#ビーコンおよびプローブ応答で RSN IE を有効にする。

```
[AC-wlan-st-stname] security-ie rsn
```

#AES-CCMP cipher スイートをイネーブルにします。

```
[AC-wlan-st-service1] cipher-suite ccmp
```

#認証および鍵管理モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] akm mode dot1x
```

#WLAN クライアントの認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-service1] client-security authentication-mode dot1x
```

#認証ドメインとしてドメイン imc を指定します。

```
[AC-wlan-st-service1] dot1x domain imc
```

#サービステンプレートを有効にする。

```
[AC-wlan-st-service1] service-template enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

#AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定する。

```
[AC] wlan ap1 model W1120
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A28N819CE0002T
```

#サービステンプレート service1 を AR の無線 2 にバインドする。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap 1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

V. RADIUS サーバの設定 (IMCv7)

この例は、IMC PLAT 7.1 および IMC UAM 7.1 で作成されています。

IMC サーバを設定するには、次の手順を実行します。

1) IMC プラットフォームにログインします。
2) [User] タブをクリックします。
3) アクセス装置を追加します。

a) ナビゲーションツリーから、[User Access Policy] > [Access Device Management] > [Access Device] を選択します。

b) アクセス装置の設定ページで、[Add] をクリックします。

c) [Add Access Device] ページで、次のパラメータを設定します。

- 共有鍵を 12345678 に設定します。
- IP アドレス 10.18.1.1 (AC の IP アドレス) の装置を選択または手動で追加します。
- その他のパラメータにはデフォルト設定を使用します。

d) [OK] をクリックします。 [Accepted EAP Types] 領域で、[PEAP] を選択します。

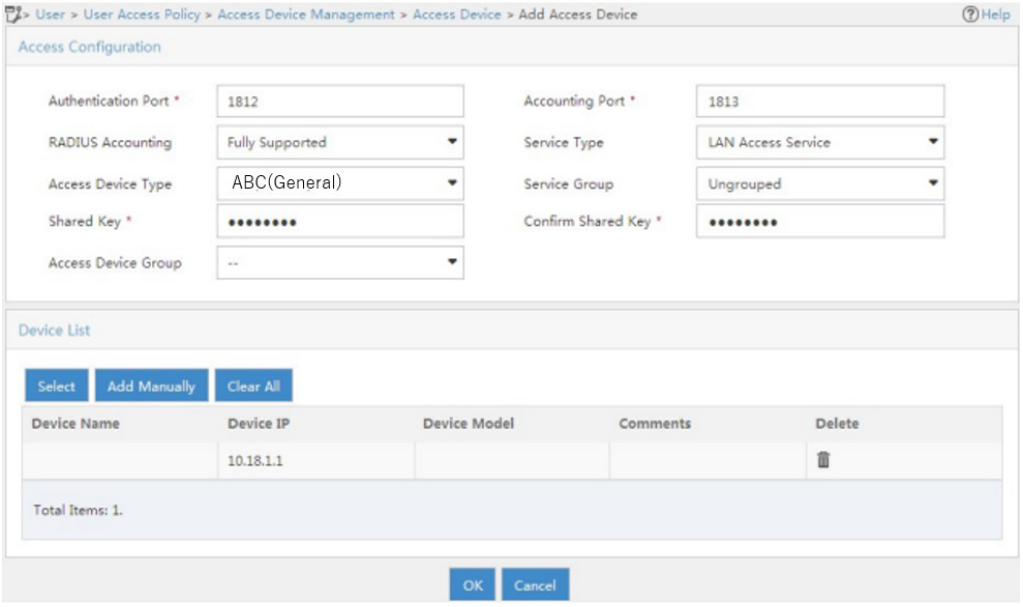


図 24-23 アクセス装置の追跡図

4) アクセスポリシーを追加します。

a) ナビゲーションツリーから、User Access Policy] > [Access Policy] を選択します。

b) アクセスポリシーの設定ページで、[Add] をクリックします。

c) [Add Access Policy] ページで、次のパラメータを設定します。

- アクセスポリシー名を 802.1X_policy に設定します。
- [Certificate Type] リストから [EAP-PEAP Authentication] を選択し、[Certificate Sub-Type] リストから、クライアントの認証方式と同じ証明書サブタイプを選択します。
- その他のパラメータにはデフォルト設定を使用します。

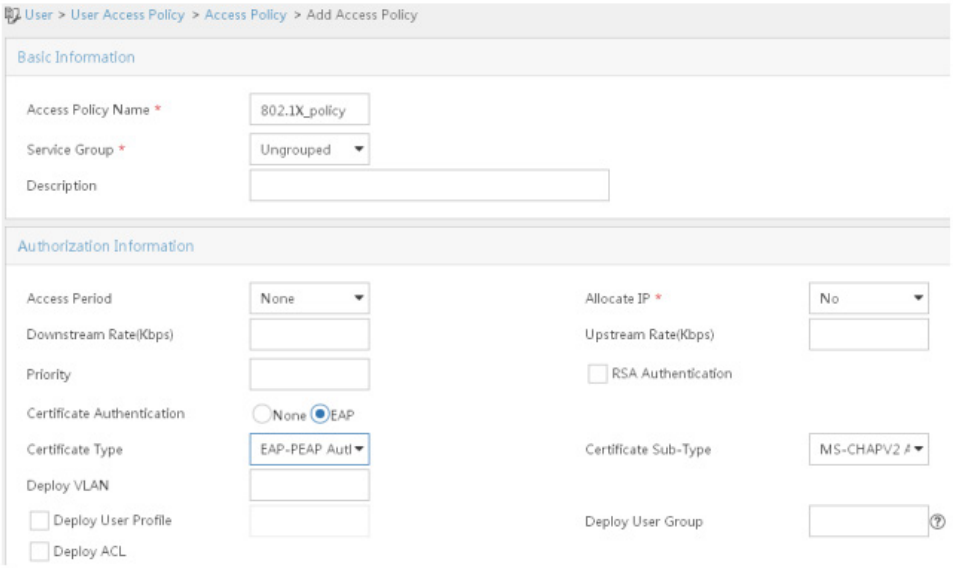


図 24-24 アクセスポリシーの追加図

5) アクセスサービスを追加します。

a) ナビゲーションツリーから、[User Access Policy] > [Access Service] を選択します。

b) アクセスサービス設定ページで、[Add] をクリックします。

c) [Add Access Service] ページで、サービス名を802.1X_serとして設定し、作成した802.1Xポリシーをデフォルトのアクセスポリシーとして使用します。

d) その他のパラメータにはデフォルト設定を使用します。

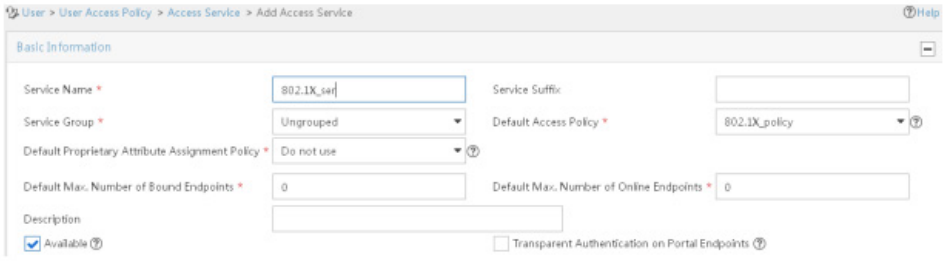


図 24-25 アクセスサービスの追加図

6)　アクセスユーザを追加します。

a)　ナビゲーションツリーから、[Access User] > [All Access Users] を選択します。

b)　アクセスユーザ 設定ページで、[Add] をクリックします。

c)　[Add Access User] ページで、[Add User] をクリックします。

d)　[ユーザの追加] 画面で、次のパラメータを設定します。

- ユーザ名を admin に設定します。
- アカウント名を admin に設定します。
- エリアで設定した 802.1X ユーザを選択します。

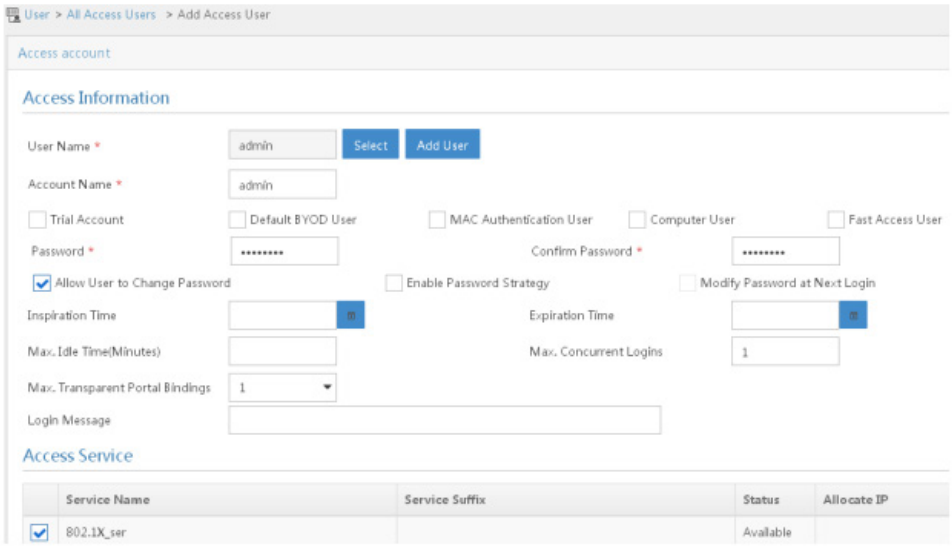


図 24-26 アクセスユーザの追加図

VI. 電話機の設定

重要：

- 電話機と AC の Hotspot 2.0 ポリシーの両方に同じレルム名とドメインを設定します。
- 設定電話機と RADIUS サーバの両方に同じユーザ名とパスワードを設定します。
- 設定では、電話機、AC の Hotspot 2.0 ポリシー、および RADIUS サーバに同じ認証タイプを使用します。

この例では、Samsung S4 電話機を使用します。

電話機を設定:

1)　テキストエディタを使用して Hotspot 2.0 設定ファイルを編集し、cred.conf という名前で PC または電話機に保存します。

```
cred={
realm="abc.com"
username="admin"
password="12345678"
```

domain="domain.abc.com"

eap=PEAP

phase2="auth=MSCHAPV2"}

2) 設定ファイルを電話機のルートディレクトリに保存します。

- PC で設定ファイルを編集する場合は、次のどちらかの方法で設定ファイルを電話機にインポートし、ルートディレクトリに保存します。
  - □ USB ケーブルを使用して電話機を PC に接続し、cred.conf を PC から電話機にコピーします。
  - □ cred.conf を添付した電子メールを電話機に送信し、ファイルを電話機に保存します。
- テキストエディタを使用して電話機でファイルを編集する場合は、電話機のルートディレクトリに保存します。

3) 電話機で WLAN をオンにします。

図 24-27 WLAN オン図

4) [Advanced] をクリックします。

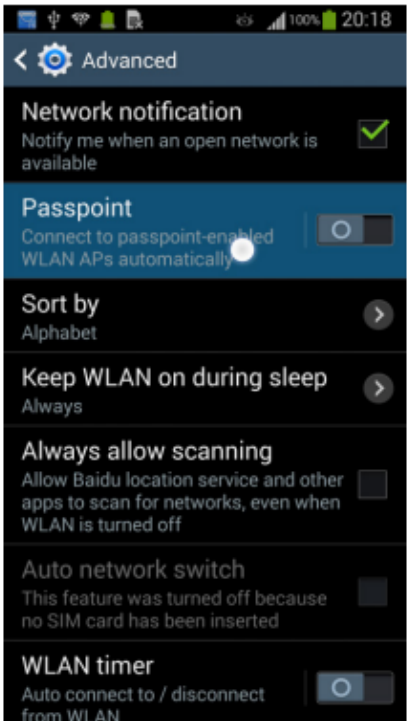


図 24-28 WLAN の詳細設定の構成図

5)　[Advanced] ページで、Passpoint を有効にします。

図 24-29 パスポイントの有効化図

VII. 設定の確認

#電話機が WLAN サービスに自動的に接続できることを確認します。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                    : 000f-e265-6400
IPv4 address                   : 10.1.1.114
IPv6 address                   : 2001::1234:5678:0102:0304
Username                       : admin
AID                            : 1
AP ID                          : 2
AP name                        : ap1
Radio ID                       : 2
Channel                        : 36
SSID                           : service
BSSID                          : 0026-3e08-1150
VLAN ID                        : 1
Sleep count                    : 0
Wireless mode                  : 802.11gn
Channel bandwidth              : 20MHz
SM power save                  : Enabled
SM power save mode             : Static
Short GI for 20MHz             : Supported
Short GI for 40MHz             : Not supported
STBC RX capability             : Not supported
STBC TX capability             : Not supported
LDPC RX capability             : Not supported
Block Ack                      : TID 0 In
Support HT-MCS set             : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Supported rates                : 1, 2, 5.5, 6, 9, 11,
                                 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
QoS mode                       : WMM
Listen interval                : 10
RSSI                           : 49
Rx/Tx rate                     : 130/11 Mbps
Authentication method          : Open system
Security mode                  : RSN
AKM mode                       : 802.1X
```

Cipher suite	: CCMP
User authentication mode	: 802.1X
WPA3 status	: N/A
Authorization ACL ID	: N/A
Authorization user profile	: N/A
Roam status	: N/A
Key derivation	: SHA1
PMF status	: N/A
Forwarding policy name	: N/A
Online time	: 0days 0hours 0minutes 36seconds
FT status	: Inactive

24.8.2 例:Hotspot 2.0 の設定 (バージョン 2 の場合)

I. ネットワーク要件

図 24-30 に示すように、Hotspot 2.0 を設定して、電話機がセルラーネットワークからワイヤレスネットワークに切り替えられるようにします。

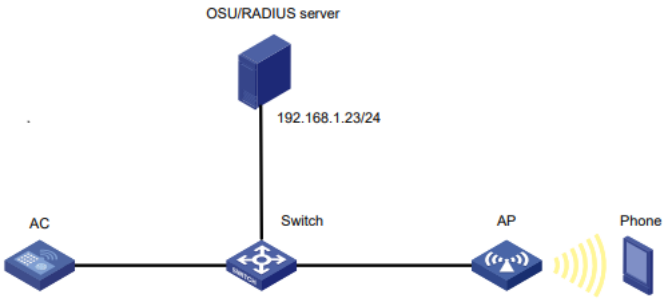


図 24-30 ネットワーク図

II. 設定の制限とガイドライン

Hotspot 2.0 を設定する場合は、次の設定の制限とガイドラインに従ってください。

1) AAA の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 セキュリティ"*AAA*"の"一*般的に使われる標準 RADIUS 属性*"を参照してください。
2) OSU サーバのアイコンをアップロードする前に、バージョンファイルが保存されているルートディレクトリにアイコンファイルがあることを確認します。FTP または TFTP を使用してアイコンファイルを送信できます。

III. 設定手順

1)　OSU サーバ設定:

#OSU サーバ 1 を作成します。

```
<AC>system-view
[AC] wlan osu-provider 1
```

#OSU サーバの名前を osu_test に設定します。

```
[AC-wlan-osu-1] friendly-name osu_test lang-code eng
```

#OSU サーバの URI を指定します。

```
[AC-wlan-osu-1] uri https://192.168.1.23:8088/service
```

#クライアントが OSU サーバと通信する際のプロトコルを SOAP-XML SPP に設定します。

```
[AC-wlan-osu-1] method 1
```

#OSU サーバのアイコンを指定します。

```
[AC-wlan-osu-1] icon-file test.png lang-code eng icon-type png
```

#設定 OSU サーバの説明。

```
[AC-wlan-osu-1] description "The OSU provider." lang-code eng
```

#NAI を設定します。

```
[AC-wlan-osu-1] nai example.com
[AC-wlan-osu-1] quit
```

2)　Hotspot 2.0 ポリシー設定:

#Hotspot の作成 2.0 ポリシー1。

```
[AC] wlan hotspot-policy 1
```

#NAI レルム example.com の認証タイプを指定します。

```
[AC-wlan-hs-1] nai-realm name example.com eap-method 5 auth-method 2 authentication 4
```

#アクセスネットワークタイプを「ワイルドカード」に設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] network-type 15
```

#OI を 80F62E に設定し、ビーコンに OI を追加します。

```
[AC-wlan-hs-1] roam-oi 80F62E in-beacon
```

ドメイン名を domain.com に設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] domain-name domain.com
```

#IPv4 アドレスおよび IPv6 アドレスの可用性を 1 に設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] ip-type ipv4 1 ipv6 1
```

#オンラインサインアップサービスの SSID を osu-ssid に設定します。

```
[AC-wlan-hs-1] osu-ssid osu-ssid
```

#OSU サーバ 1 を Hotspot 2.0 ポリシー1 にバインドします。

```
[AC-wlan-hs-1] osu-provider 1
[AC-wlan-hs-1] quit
```

#指定したアイコンファイルが変更された場合、指定した OSU サーバのアイコンをアップロードする。

```
[AC] wlan hotspot osu-icon upload
```

3)　オンラインサインアップサービス用のサービステンプレート設定

#サービステンプレート osu を作成する。

```
[AC] wlan service-template osu
```

#SSID を osu-ssid に設定する。

```
[AC-wlan-st-osu] ssid osu-ssid
```

#サービステンプレートを有効にする。

```
[AC-wlan-st-osu] service-template enable
[AC-wlan-st-osu] quit
```

4)　802.1X 認証と RADIUS サーバ設定:

#設定 802.1X 認証方式を EAP として使用。

```
[AC] dot1x authentication-method eap
```

#RADIUS スキーム imcc を作成。

```
[AC] radius scheme imcc
```

プライマリー認証サーバの IP アドレスを「192.168.1.23」、ポート番号を「1813」に設定する。

```
[AC-radius-imcc] primary authentication 192.168.1.23 1812
```

プライマリーアカウンティングサーバの IP アドレスを「192.168.1.23」、ポート番号を「1813」に設定する。

```
[AC-radius-imcc] primary accounting 192.168.1.23 1813
```

#認証およびアカウンティングサーバとパケット交換する AC の共有鍵を「12345678」に設定する。

```
[AC-radius-imcc] key authentication simple 12345678
[AC-radius-imcc] key accounting simple 12345678
```

#AC を設定して、RADIUS サーバに送信されたユーザ名のドメイン名を削除します。

```
[AC-radius-imcc] user-name-format without-domain
[AC-radius-imcc] quit
```

5)　ISP ドメイン設定:

ドメイン imc を作成し、認証、許可、アカウンティングに RADIUS スキーム imcc を使用するようにドメインを設定します。

```
[AC] domain imc
[AC-isp-imc] authentication lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] authorization lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] accounting lan-access radius-scheme imcc
[AC-isp-imc] quit
```

6)　無線サービス用の設定サービステンプレート設定:

#サービステンプレート stname の作成。

```
[AC] wlan service-template stname
```

#SSID を service に設定する。

```
[AC-wlan-st-stname] ssid service
```

#Hotspot 2.0 ポリシー1 をサービステンプレートにバインドします。

```
[AC-wlan-st-stname] hotspot-policy 1
```

7)　AP 設定:

#AP ap1 を作成し、AP モデルとシリアル ID を指定します。

```
[AC] wlan ap1 model W1120
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A28N819CE0002T
```

#AP の場所名を設定します。

```
[AC-wlan-ap-ap1] venue name "ABC lab" lang-code eng url
```

#サービステンプレート stname を AP の無線 2 にバインドする。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template stname
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template osu
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

IV. 設定の確認

#OSU サーバアイコンがロードされていることを確認します。

```
[AC] display wlan hotspot uploaded-osu-icon
Total number of icons: 1
Icon name Icon type
test.png    png
```

#電話機が WLAN サービスに自動的に接続できることを確認します。

```
[AC] display wlan client verbose
Total number of clients: 1

MAC address                    : d022-bee8-a267
IPv4 address                   : 192.168.1.52
IPv6 address                   : N/A
Username                       : abcd
AID                            : 2
AP ID                          : 1
AP name                        : ap1
Radio ID                       : 2
Channel                        : 36
SSID                           : service
BSSID                          : 5866-ba74-e790
VLAN ID                        : 1
Sleep count                    : 37
Wireless mode                  : 802.11gn
Channel bandwidth              : 20MHz
SM power save                  : Disabled
Short GI for 20MHz             : Supported
Short GI for 40MHz             : Not supported
STBC RX capability             : Supported
STBC TX capability             : Not supported
LDPC RX capability             : Not supported
Block Ack                      : TID 0 Both
                                 TID 2 Out
Supported HT MCS set           : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Supported rates                : 1, 2, 5.5, 6, 9, 11,
                                 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
QoS mode                       : WMM
Listen interval                : 10
RSSI                           : 45
Rx/Tx rate                     : 72.2/72.2 Mbps
Authentication method          : Open system
Security mode                  : RSN
AKM mode                       : 802.1X
```

Cipher suite	: CCMP
User authentication mode	: 802.1X
WPA3 status	: N/A
Authorization ACL ID	: N/A
Authorization user profile	: N/A
Authorization CAR	: N/A
Roam status	: N/A
Key derivation	: SHA1
PMF status	: N/A
Forwarding policy name	: N/A
Online time	: 0days 0hours 1minutes 29seconds
FT status	: Inactive

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

3. インタフェース

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-Ethernet インタフェース

02-ループバックインタフェースと Null インタフェース

03-Interface range

目次

このセクションのページは**3-x-x** です。

1章 Ethernetインタフェース 1-1
1.1 Ethernetインタフェースの共通設定 1-1
1.1.1 Ethernetインタフェースの基本設定 1-1
1.1.2 ジャンボフレームの設定 1-2
1.1.3 Ethernetインタフェースのループバックテストの実行 1-2
1.1.4 統計情報のポーリング間隔の設定 1-3
1.2 Ethernetインタフェースの表示および維持 1-3

1章 Ethernet インタフェース

装置は Ethernet インタフェース、コンソールインタフェースをサポートしています。サポートするインタフェースタイプと番号は、装置の種類により異なります。インタフェースタイプと番号については、*インスタレーションマニュアル*を参照してください。

この章では Ethernet インタフェースの設定方法について記載します。

1.1 Ethernetインタフェースの共通設定

1.1.1 Ethernet インタフェースの基本設定

Ethernet インタフェースは以下の通信モードの 1 つをサポートします。

- **全 2 重モード**－インタフェースはパケットを同時に送受信することができます。
- **半 2 重モード**－インタフェースはパケットを送受信のどちらか一方のみ行うことができます。
- **オートネゴシエーションモード**－インタフェースはピアと通信モードをネゴシエーションします。

Ethernet インタフェースは通信速度を設定することができ、ピアと通信速度を自動でネゴシエーションすることができます。

I. Ethernet インタフェースの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. 説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：*interface-name* **Interface** たとえば“GigabitEthernet 1/0/1 Interface”です。
4. 通信モードを設定する	**duplex** { **auto** | **full** | **half** }	デフォルト：auto 1000BASE-Tを含むSFPトランシーバモジュールで動作するポート、1000Mbpsで動作するRJ-45ポートは、halfパラメータが未サポートです。
5. 通信速度を設定する	**speed** { **10** | **100** | **1000** | **auto** }	デフォルト：auto
6. Ethernet インタフェースを有効にする	**undo shutdown**	デフォルト：up

1.1.2 ジャンボフレームの設定

Ethernet インタフェースは、ファイル転送のような高スループットのデータ交換において、標準の Ethernet フレームサイズよりも大きいフレームを受信する場合があります。これらのフレームはジャンボフレームと呼ばれます。

Ethernet インタフェースは、ジャンボフレームを以下の方法で処理します。

- Ethernet インタフェースでジャンボフレームの設定が無効（**undo jumboframe enable** コマンド）にされているとき、ジャンボフレームの処理を行わないで廃棄します。
- Ethernet インタフェースでジャンボフレームの設定が行われているとき、以下の処理を行います。
  - 指定したフレーム長でジャンボフレームを処理します。
  - 指定したフレーム長を超過したフレームは処理を行わないで廃棄します。

以下にジャンボフレームを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3. ジャンボフレームを設定する	**jumboframe enable** [*value*]	デフォルト：1600バイト

1.1.3 Ethernet インタフェースのループバックテストの実行

注意：

インタフェースでループバックテストを有効にした場合、インタフェースはトラフィックデータを転送しません。

Ethernet リンクが正常に動作しているかを確認するために、本テストを実施します。

ループバックテストは以下のタイプに分けられます。

- **内部ループバックテスト** － Ethernet インタフェースに関連したスイッチングチップ内にあるすべての機能のテストを実行します。
- **外部ループバックテスト** － Ethernet インタフェースのハードウェアのテストを行います。外部ループバックテストを行うため、インタフェースにループバックプラグを挿入します。外部ループバックテストを行っている間、インタフェースはテストパケットを送信します。そこでプラグで折り返してインタフェースにループします。もしインタフェースがテストパケットを受信しない場合、インタフェースのハードウェアが故障しています。

I. 設定の制限とガイドライン

- **shutdown** および **loopback** コマンドは同時に設定することはできません。
- ループバックテスト実行中、Ethernet インタフェースは全二重モードで動作します。テスト終了後はもとの設定で動作します。

II. 設定手順

以下に Ethernet インタフェースのループバックテストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． ループバックテストを実行する	**loopback** { **external** | **internal** }	デフォルト：ループバックテストは実行されません。

1.1.4 統計情報のポーリング間隔の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． 統計情報のポーリング間隔を設定する	**flow-interval** *interval*	デフォルト：300秒

設定したポーリング間隔によって収集された統計情報を表示するには、**display interface** コマンドを使用します。

1.2 Ethernetインタフェースの表示および維持

すべての view で **display** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
インタフェースのトラフィック統計情報を表示する	**display counters** { **inbound** | **outbound** } **interface** [*interface-type* [*interface-number*]]
最後のサンプリング間隔からのトラフィックレートの統計情報を表示する	**display counters rate** { **inbound** | **outbound** } **interface** [*interface-type* [*interface-number*]]
指定されたEthernetインタフェースあるいは全インタフェースの動作情報とステータス情報を表示する	**display interface** [**interface-type** [*interface-number*]] [**brief** [**description | down**]]
指定されたEthernetインタフェースで破棄したパケットの情報を表示する	**display packet-drop** { **interface** [*interface-type* [*interface-number*]] | **summary** }
Ethernet統計情報を表示する	**display ethernet statistics slot** *slot-number*
インタフェースの統計情報を削除する	**reset counters interface** [*interface-type* [*interface-number*]]

目次

このセクションのページは**3-x-x** です。

2 章 ループバックインタフェースと Null インタフェース..... 2-1
2.1 ループバックインタフェースの設定 2-1
2.2 Null インタフェースの設定 2-1
2.3 ループバックインタフェースと NULL インタフェースの表示と維持 2-2

2章 ループバックインタフェースと Null インタフェース

この章ではループバックインタフェースと Null インタフェースを設定する方法について記載します。

2.1 ループバックインタフェースの設定

ループバックインタフェースは、仮想的なインタフェースです。手動でコマンドによるシャットダウンをしない限り、ループバックインタフェースの物理レイヤ状態とリンクレイヤプロトコルは、常に UP しています。この利点によって以下のように広く使用されます。

- **装置が作成したパケットの送信元 IP アドレスとしてループバックアドレスの設定**
  - ループバックインタフェースアドレスは安定したユニキャストアドレスであるため、装置を識別するのに使用されます。
    - 認証ルールあるいはセキュリティサーバで、装置が作成したパケットの許可/禁止のルールを設定するとき、装置を識別するループバックインタフェースアドレスを送信元 IP アドレスとしたパケットを許可/禁止するようにルールを簡略化することができます。
    - ループバックインタフェースに IP アドレスを割り当て、送信元アドレスに使用した場合、ループバックインタフェースからピアまでのルートが届くことを確認してください。ループバックインタフェースに送信されるすべてのデータパケットは装置自体に送信されていると認識するため、装置はこのパケットを転送しません。
- **ダイナミックルーティングプロトコルのループバックインタフェースの使用** – ダイナミックルーティングプロトコル用にルータ ID を設定する際、ルータ ID として最も高いループバックインタフェースの IP アドレスを使用します。

以下にループバックインタフェースを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ループバックインタフェースを作成し loopback interface view に移行する	**interface loopback** *interface-number*	—
3. ループバックインタフェースの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：*interface name* **Interface** (例 **LoopBack1 Interface**)
4. ループバックインタフェースを up にする	**undo shutdown**	デフォルト：up

2.2 Nullインタフェースの設定

NULL インタフェースは、論理的インタフェースで、常に UP しています。しかし、データパケットを転送したり、IP アドレスやリンクレイヤプロトコルを設定したりできません。

NULL インタフェースをスタティックルートのネクストホップとして具体的なネットワークセグメントに指定した場合、ネットワークセグメントに送信されたパケットはすべて破棄されます。したがって、ACL を適用する代わりにパケットを NULL インタフェースに送信することで、不要なトラフィックをフィルタすることができます。

以下に NULL インタフェースを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． null interface view に移行する	**interface null 0**	NULL 0インタフェースはデフォルト固定です。 NULLインタフェースは装置に一つだけサポートしています。NULLインタフェースは削除、作成することはできません。
3． NULL インタフェースの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：NULL0 Interface

2.3 ループバックインタフェースとNULLインタフェースの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
指定したあるいはすべてのループバックインタフェースの情報を表示する	**display interface loopback** [*interface-number*] [**brief** [**description** | **down**]]
NULLインタフェースを表示する	**display interface null** [**0**] [**brief** [**description** | **down**]]
指定したあるいはすべてのループバックインタフェースの情報を削除する	**reset counters interface loopback** [*interface-number*]
NULLインタフェースを削除する	**reset counters interface null** [**0**]

目次

このセクションのページは**3-x-x** です。

3章 Interface range 3-1
3.1 設定ガイドライン 3-1
3.2 設定手順 3-2
3.3 表示と維持 3-2

3章 Interface range

interface range コマンドはインタフェースレンジを作成し、interface range view に移行します。同じ機能を 1 つずつインタフェースに設定する代わりに、interface range view に移行して、複数のインタフェースにまとめて設定することができます。たとえば、複数のインタフェースをまとめてシャットダウンする場合、interface range view で **shutdown** コマンドを実行します。

interface range でインタフェースを設定するとき、**interface range** コマンドあるいは **interface range name** コマンドを使用して interface range を設定し、その view に移行する必要があります。

interface range コマンドを使用して設定した場合、interface range で指定した各インタフェースに反映されます。**interface range name** コマンドでは、繰り返し interface range を使用することはできません 。繰り返し設定する場合は、**interface range name** コマンドを使用します。

3.1 設定ガイドライン

interface range view で interface range を使用する際は、以下の点に注意してください。

- interface range view では、**interface range** コマンドで最初に指定したインタフェースでサポートされるコマンドのみ有効です。
- **interface range** コマンドでインタフェースを設定する前に、**interface** *interface-type* { *interface-number* | *interface-number.subnumber* } コマンドで、そのインタフェースの view に移行できることを確認してください。
- リンクアグリゲーションのアグリゲートインタフェースとメンバポートを同じ interface range に設定しないでください。設定した場合、あるコマンドによってリンクアグリゲーションが失敗することがあります。
- interface range のインタフェースの最大数はシステムリソースに依存します。interface range でのインタフェースが多くなれば、実行時間も長くなります。interface range name を 1000 個以上の作成しないでください。
- interface range view でコマンドを実行した後、以下の状態のいずれか 1 つが発生することがあります。
  - システムがエラーメッセージを表示し、interface range view にとどまります。これは 1 つ以上のメンバインタフェースで実行が失敗したことを示します。
    - インタフェースレンジの最初に指定したインタフェースでコマンドの実行に失敗した場合、他のメンバインタフェースで実行されません。
    - 最初に指定したインタフェースではないインタフェースで、コマンドの実行に失敗した場合、残りのメンバインタフェースでコマンドが適用されます。
  - システムが interface range view に移行します。以下のことを示します。
    - コマンドは system view と interface range view でサポートされます。
    - interface range view のメンバインタフェースでコマンドの実行に失敗した場合、システムは system view でコマンドを実行します。
    - システムは後続のメンバインタフェースでコマンドを実行しません。

各メンバインタフェースの interface view の設定を確認する場合、**display this** コマンドを使用することができます。また system view の設定が必要でない場合、**undo** コマンドで設定を削除することができます。

3.2 設定手順

Interface range の設定をするには以下の手順に従ってください。

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	–
2. Interface range view へ移行する	• **interface range** { *interface-type interface-number* [**to** *interface-type interface-number*] } &<1-5> • **interface range name** *name* [**interface** { *interface-type interface-number* [**to** *interface-type interface-number*] } &<1-5>]	**interface range name**コマンドを使用すると interface rangeに名前を割り当てることができます。そしてinterface range viewに移行するためにinterface rangeを入力する代わりに名前を指定することができます。
3. （オプション設定項目）最初に指定したインタフェースで有効なコマンドを表示する	Interface range viewで”?”を入力する	―
4. インタフェースに設定を行う	有効なコマンドはインタフェースによって異なります。	―
5. （オプション設定項目）設定を確認する	**display this**	―

3.3 表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行します。

操作	コマンド
インタフェースレンジの情報を表示する	**display interface range** [**name** *name*]

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

4. アクセス

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-MAC アドレステーブル

02-リンクアグリゲーション

03-VLAN

04-STP

05-ループ検出

06-LLDP

目次

このセクションのページは**4-x-x** です。

1章 MACアドレステーブル 1-1
1.1 概要 1-1
1.1.1 MACアドレスエントリの作成方法 1-1
1.1.2 MACアドレスエントリのタイプ 1-2
1.2 MACアドレス設定作業リスト 1-2
1.3 MACアドレスエントリの設定 1-3
1.3.1 設定ガイドライン 1-3
1.3.2 グローバルでのスタティック/ダイナミックMACアドレスエントリの追加/修正 .. 1-3
1.3.3 インタフェースでのスタティック/ダイナミックMACアドレスエントリの追加/修正1-4
1.3.4 ブラックホールMACアドレスエントリの追加/修正 1-4
1.4 MACアドレス学習の無効化 1-4
1.4.1 グローバルでのMACアドレス学習の無効化 1-4
1.4.2 インタフェースでのMACアドレス学習の無効化 1-5
1.5 ダイナミックMACアドレスエントリのエージングタイマの設定 1-5
1.6 インタフェースで学習可能なMACアドレス数の設定 1-6
1.7 インタフェースで学習可能なMACアドレスの上限到達後での未知のフレームの転送の設定 1-6
1.8 MACアドレスの移動の通知と抑制機能の有効化 1-7
1.9 MACアドレステーブルのSNMP通知の有効化 1-8
1.10 MACアドレステーブルの表示と維持 1-8
1.11 MACアドレステーブルの設定例 1-9
1.11.1 ネットワーク要件 1-9
1.11.2 設定手順 1-9
1.11.3 設定の確認 1-10

1章 MAC アドレステーブル

1.1 概要

Ethernet 装置は、フレームを転送するために MAC アドレステーブルを使用します。このテーブルは、宛先 MAC アドレス、出力インタフェース、VLAN ID を記載しています。フレームを転送した場合、装置は、最初に MAC アドレステーブルにフレームの MAC アドレスと一致するか検索します。

- エントリがある場合、出力インタフェースへパケットを転送します。
- エントリがない場合、装置はフレームが所属する VLAN にフレームをブロードキャストします。

1.1.1 MAC アドレスエントリの作成方法

MAC アドレステーブルのエントリは 2 つのソースから成り立ちます。装置によって自動的に学習されたエントリと、管理者によって手動で追加されたエントリから構成されます。

I. MAC アドレスの学習

通常、MAC アドレステーブルは装置の各インタフェースに入力された送信元 MAC アドレスを学習することによって自動的に MAC アドレステーブルを生成します。

装置は入力パケットの MAC アドレスを学習するため以下の処理を行います。

1) フレームの送信元 MAC アドレス（例：MAC-SOURCE）を確認します。
2) フレームの MAC アドレスに対応するエントリを MAC アドレステーブルから検索します。
   - □ MAC アドレスに対応するエントリがある場合、そのエントリを更新します。
   - □ MAC アドレスに対応するエントリがない場合、MAC-SOURCE と入力ポートのエントリに追加します。

この送信元 MAC アドレスの学習を行った後に MAC-SOURCE 宛のフレームを受信したとき、装置は以下の処理を行います。

1) MAC アドレステーブルから MAC-SOURCE を検索します。
2) エントリのポートからフレームを転送します。

装置は、不明な送信元 MAC アドレスのフレームを受信したとき、MAC アドレステーブルが完全に書き込まれるまで、毎回学習プロセスを行います。

II. MAC アドレスエントリの手動設定

装置が送信元 MAC アドレス学習を介して動的に MAC アドレスを学習するとき、装置は正規ユーザのフレームかハッカーからのフレームかを見分けることができません。これは潜在的にセキュリティに危険をもたらします。ホスト A がポート A に接続されていると

き、MAC アドレスエントリはホスト A の MAC アドレス（たとえば、MAC A）を学習します。不正なユーザがポート B への送信元 MAC アドレスとして MAC A のフレームを送信するとき、装置は以下の処理を行います。

1) 出力インタフェースとしてポート B の新しい MAC アドレスエントリを学習し、MAC A の古いエントリに上書きします。
2) ポート B から MAC A の宛先のフレームを不正ユーザに転送します。

その結果、不正なユーザはホスト A のデータを取得します。ポート A のセキュリティを強化するために、ホスト A をポート A と結合するため、スタティックエントリを手動で設定します。ホスト A のフレームは常にポート A に向けて送信されます。ホスト A の偽造した MAC アドレスを使っている他のホストはホスト A の宛先フレームを取得することができません。

1.1.2 MAC アドレスエントリのタイプ

MAC アドレステーブルには以下のタイプのエントリがあります。

- **スタティックエントリ** – スタティックエントリは、関連したインタフェースから特定の宛先 MAC アドレスによってフレームを転送するため、手動で設定されます。エージアウトしません。スタティックエントリはダイナミックエントリよりも優先されます。
- **ダイナミックエントリ** – 手動で設定されたダイナミックエントリ、または動的に学習したエントリです。エージアウトします。手動で設定されたダイナミックエントリと動的に学習したエントリの優先度は同じです。
- **ブラックホールエントリ** – 手動で設定され、エージアウトしません。ブラックホールエントリは特定の宛先 MAC アドレスでフレームをフィルタするために設定されます。たとえば、セキュリティに問題のある指定したユーザへのすべてのフレームを、ブラックホール MAC アドレスエントリとしてユーザの MAC アドレスを設定することができます。

スタティック、ブラックホール MAC アドレスエントリはダイナミック MAC アドレスに上書きすることができます。逆にダイナミック MAC アドレスは上書きすることができません。

1.2 MACアドレス設定作業リスト

この項で記載される設定項目はすべてオプション設定であり、設定する順番は関係ありません。必要に応じて設定を行ってください。

作業リスト
（オプション設定項目）MACアドレスエントリの設定 • グローバルでのスタティック/ダイナミックMACアドレスエントリの追加/修正 • インタフェースでのスタティック/ダイナミックMACアドレスエントリの追加/修正 • ブラックホールMACアドレスエントリの追加/修正
（オプション設定項目）MACアドレス学習の無効化
（オプション設定項目）ダイナミックMACアドレスエントリのエージングタイマの設定
（オプション設定項目）インタフェースで学習可能なMACアドレス数の設定
（オプション設定項目）インタフェースで学習可能なMACアドレスの上限到達後での未知のフレームの転送の設定

作業リスト
（オプション設定項目）MACアドレスの移動の通知と抑制機能の有効化
（オプション設定項目）MACアドレステーブルのSNMP通知の有効化

1.3 MACアドレスエントリの設定

1.3.1 設定ガイドライン

- 自動学習した MAC アドレスと異なる出力インタフェースで同じ MAC アドレスが存在する場合、ダイナミックエントリは適用されません。
- 設定を保存していない場合、手動で設定されたスタティック、ブラックホール MAC アドレスエントリは、再起動が行われると削除されます。手動で設定されたダイナミック MAC アドレスは設定を保存するあるいはしないに関わらず、削除されます。

送信元 MAC アドレスのフレームが、異なるタイプの MAC アドレスエントリとマッチするフレームは、別に処理されます

タイプ	説明
スタティックMACアドレスエントリ	フレームの入力インタフェースがエントリのインタフェースと同一かどうかにかかわらず、宛先MACアドレスにフレームを転送します。
ダイナミックMACアドレスエントリ	• そのエントリと異なるインタフェースから入力したフレームのMACアドレスを学習し、元のエントリに上書きします。 • そのエントリと異なるインタフェースから入力したフレームを転送し、エージングタイマをアップデートします。
ブラックホールMACアドレスエントリ	フレームを廃棄します。

1.3.2 グローバルでのスタティック/ダイナミック MAC アドレスエントリの追加/修正

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. MAC アドレスエントリを追加/変更する	**mac-address** { **dynamic** | **static** } *mac-address* **interface** *interface-type interface-number* **vlan** *vlan-id*	デフォルト : グローバルで設定されたMACアドレスエントリはありません。 VLANが作成され、VLANにインタフェースが割り当てられていることを確認してください。

1.3.3 インタフェースでのスタティック/ダイナミック MAC アドレスエントリの追加/修正

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	• interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* • aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
3. スタティック、ダイナミック MAC アドレスエントリを追加/変更する	**mac-address** { **dynamic** | **static** } *mac-address* **vlan** *vlan-id*	デフォルト：インタフェースで設定されたMACアドレスエントリはありません。VLANが作成され、VLANにインタフェースが割り当てられていることを確認してください。

1.3.4 ブラックホール MAC アドレスエントリの追加/修正

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ブラックホール MAC アドレスエントリを追加/変更する	**mac-address blackhole** *mac-address* **vlan** *vlan-id*	デフォルト：設定されたブラックホールMACアドレスエントリはありません。VLANが作成されていることを確認してください。

1.4 MACアドレス学習の無効化

MAC アドレス学習はデフォルトで有効です。装置が攻撃者から攻撃をうけたとき、MAC アドレステーブルが満たされないようにするため、MAC アドレスの学習を無効にします。たとえば、攻撃者からの異なる送信元 MAC アドレスの大量のフレームを学習しないように装置で MAC アドレスの学習を無効にすることができます。

MAC アドレス学習を無効にしたのち、装置は早急に既存のダイナミック MAC アドレスエントリを削除します。

1.4.1 グローバルでの MAC アドレス学習の無効化

グローバルで MAC アドレス学習を無効にすると、すべてのインタフェースで MAC アドレス学習が無効になり、装置は MAC アドレス学習を行いません。

以下にグローバルでの MAC アドレス学習を無効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． グローバルで MAC アドレス学習を無効にする	**undo mac-address mac-learning enable**	デフォルト：有効

1.4.2 インタフェースでの MAC アドレス学習の無効化

グローバルで MAC アドレス学習が有効であるとき、インタフェースごとに MAC アドレス学習を無効にすることができます。

以下にインタフェースでの MAC アドレス学習を無効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． interface view に移行する	● interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* ● aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
3． インタフェースで MAC アドレス学習を無効にする	**undo mac-address mac-learning enable**	デフォルト：有効

1.5 ダイナミックMACアドレスエントリのエージングタイマの設定

装置の MAC アドレステーブルには、セキュリティとダイナミックエントリのリソースの浪費を防ぐために、エージングタイマがあります。もしエージングタイマが満了する前にダイナミック MAC アドレスエントリのアップデートが行われないと、装置はエントリを削除します。エージング機能は、MAC アドレステーブルを、最新のネットワークトポロジの変化に対応して即座にアップデートするためのものです。

エージングタイマは適切な時間に設定してください。トポロジの変更が少ない安定したネットワークではエージングタイマを長い時間にする必要があり、トポロジの変更が多いネットワークではエージングタイマを短い時間にする必要があります。

エージング間隔が長いと、有効期限切れのエントリを MAC アドレステーブルに残す可能性があり、最新のネットワークの変化に対応できなくなる可能性があります。また、エージング間隔が短いと、有効なエントリを削除してしまい、装置のパフォーマンスに影響をおよぼす不要なブロードキャストを送信する結果になる可能性があります。

不必要なエージングアウトからダイナミックエントリを防ぐために、エージングタイマの設定を長くするあるいはエージングタイマを無効にすることで安定したネットワークのブロードキャストを削減することができます。ネットワークのパフォーマンスを向上するだけでなく、思いがけない宛先にデータフレームを送信することを減らすことができるため、セキュリティも改善することができます。

以下に MAC アドレス学習のエージングタイマを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ダイナミック MAC アドレスエントリのエージングタイマを設定する	**mac-address timer** { **aging** *seconds* | **no-aging** }	デフォルト：300秒 **no-aging**パラメータを使用した場合、エージングタイマを無効にします。

1.6 インタフェースで学習可能なMACアドレス数の設定

この機能は MAC アドレステーブルサイズを制限します。MAC アドレステーブルが大きくなって転送処理が低下することを防ぐためにポートまたはポートグループごとに学習可能な MAC アドレス数を制限することができます。

以下にインタフェースで学習可能な MAC アドレス数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	• interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* • aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
3. インタフェースで学習可能な MAC アドレス数を設定する	**mac-address max-mac-count** *count*	デフォルト：設定なし

1.7 インタフェースで学習可能なMACアドレスの上限到達後での未知のフレームの転送の設定

この章では、未知のフレームは、送信元 MAC アドレスが MAC アドレステーブルにないフレームのことを示します。

インタフェースで学習できる MAC アドレスの数が制限に到達したのち、インタフェースで受信された未知のフレームを装置が転送することを有効あるいは無効にすることができます。

以下にインタフェースで受信された未知のフレームの転送の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	• interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* • aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー

操作	コマンド	補足
3． インタフェースで学習できる MAC アドレスの数が制限に到達したのち、インタフェースで受信された未知のフレームを装置が転送することを有効にする	**mac-address max-mac-count enable-forwarding**	デフォルト：有効

1.8 MACアドレスの移動の通知と抑制機能の有効化

以下の状況である場合、インタフェース A で学習された MAC アドレスエントリの出力インタフェースがインタフェース B に変更します。

- インタフェース B が、送信元 MAC アドレスのパケットを受信します。
- インタフェース B がインタフェース A と同じ VLAN に所属しています。

この場合、MAC アドレスがインタフェース A からインタフェース B に移動し、MAC アドレスの移動が発生します。

MAC アドレスの移動の通知機能は、MAC アドレスの移動を検出したとき、MAC アドレスが移動したことのログを出力します。

2 つのインタフェース間で継続して MAC アドレスが移動した場合、レイヤ 2 のループが発生する可能性があります。ループを検出し、位置を特定するために **display mac-address mac-move** コマンドで MAC アドレスの移動情報を表示することができます。

インタフェースから MAC アドレスの移動が頻繁に移動することをシステムが検出するとき、インタフェースをダウンさせるため、インタフェースで MAC アドレスの移動の抑制を設定することができます。指定した抑制間隔の経過後、インタフェースは自動で UP 状態になります。あるいは手動でインタフェースを UP にすることができます。

以下に MAC アドレスの移動の通知を設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． MAC アドレスの移動を通知することを有効にし、MAC アドレスの検出間隔を指定します。	**mac-address notification mac-move** [**interval** *interval*]	デフォルト：無効 パラメータを指定しない場合、デフォルトで1分が指定されます。 このコマンドを実行した後、システムはInformation Centerにsyslogメッセージのみを送信します。**snmp-agent trap enable mac-address**コマンドが有効である場合、装置のSNMPモジュールにSNMP情報を送信します。

操作	コマンド	補足
3．（オプション設定項目）検出間隔内に送信元インタフェースから移動する MAC アドレスのしきい値と検出間隔を設定する	**mac-address notification mac-move suppression** { **interval** *interval* | **threshold** *threshold* }	デフォルト：検出間隔内に送信元インタフェースから移動するMACアドレスのしきい値は3です。MACアドレスの抑制間隔は30秒です。
4．interface view に移行する	● interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* ● aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
5．MAC アドレスの移動の抑制機能を有効にする	**mac-address notification mac-move suppression**	デフォルト：無効

1.9 MACアドレステーブルのSNMP通知の有効化

MAC アドレステーブルの SNMP 通知を有効にしたのち、装置は NMS に重要なイベントを通知するため、SNMP モジュールに SNMP 通知を送信します。送信する通知の属性を決定するため、SNMP の送信パラメータを SNMP 通知に設定することができます。

MAC アドレステーブルの SNMP 通知を無効にした場合、装置は Information Center モジュールにログメッセージの送信を行います。MAC アドレステーブルモジュールのログメッセージを調査するため、出力ルールと宛先を設定することができます。SNMP 通知と Information Center の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "SNMP"、"Information Center"* を参照してください。

以下に MAC アドレステーブルの SNMP 通知の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1．system view に移行する	**system-view**	ー
2．MAC アドレステーブルの SNMP 通知を有効にする	**snmp-agent trap enable mac-address**	デフォルト：無効

1.10 MACアドレステーブルの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
MACアドレステーブル情報を表示する	**display mac-address** [*mac-address* [**vlan** *vlan-id*] | [[**dynamic** | **static**] [**interface** *interface-type interface-number*] | **blackhole**] [**vlan** *vlan-id*] [**count**]]
ダイナミックMACアドレスエントリのエージングタイマを表示する	**display mac-address aging-time**

操作	コマンド
グローバルMACアドレスの学習状態と指定された、あるいはすべてのインタフェースのMACアドレスの学習状態を表示する	**display mac-address mac-learning** [**interface** *interface-type interface-number*]
MACアドレスの移動記録を表示する	**display mac-address mac-move**

1.11 MACアドレステーブルの設定例

1.11.1 ネットワーク要件

図 1-1に示すように、以下の要件を設定します。

- Host A （000f-e235-dc71）は AC のインタフェース GigabitEthernet 1/0/1 に接続され、VLAN1 に属しています。
- ネットワークで一度疑わしいふるまいをした Host B （000f-e235-abcd）は VLAN1 に属しています。

MAC アドレスの設定を以下に示します。

- MAC アドレス spoofing を防ぐため、AC の MAC アドレステーブルの Host A にスタティックエントリを追加します。
- Host B で定義されたすべてのフレームを廃棄するように、Host にブラックホール MAC アドレスエントリを追加します。
- ダイナミック MAC アドレスエントリのエージングタイマを 500 秒に設定します。

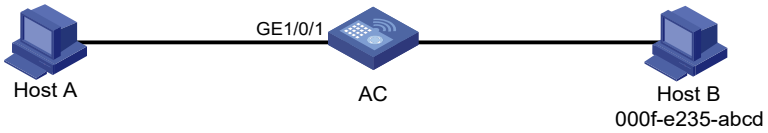


図 1-1 ネットワーク図

1.11.2 設定手順

VLAN1 に属している GigabitEthernet 1/0/1 に MAC アドレス 000f-e235-dc71 のスタティック MAC アドレスエントリを追加します。

```
<AC> system-view
[AC] mac-address static 000f-e235-dc71 interface gigabitethernet 1/0/1 vlan 1
```

VLAN1 に属している MAC アドレス 000f-e235-abcd にブラックホール MAC アドレスエントリを追加します。

```
[AC] mac-address blackhole 000f-e235-abcd vlan 1
```

ダイナミック MAC アドレスエントリのエージングタイマを 500 秒に設定します。

```
[AC] mac-address timer aging 500
```

1.11.3 設定の確認

GigabitEthernet 1/0/1 のスタティック MAC アドレスエントリを表示します。

```
[AC] display mac-address static interface gigabitethernet 1/0/1
MAC Address       VLAN ID    State           Port/NickName           Aging
000f-e235-dc71    1          Static          GE1/0/1                  N
```

ブラックホール MAC アドレスエントリを表示します。

```
[AC] display mac-address blackhole
MAC Address       VLAN ID    State           Port/NickName           Aging
000f-e235-abcd    1          Blackhole       N/A                     N
```

ダイナミック MAC アドレスエントリのエージングタイマを表示します。

```
[AC] display mac-address aging-time
MAC address aging time: 500s.
```

目次

このセクションのページは**4-x-x** です。

2章 リンクアグリゲーション 2-1
2.1 概要 2-1
2.1.2 アグリゲーショングループ、メンバポート、アグリゲートインタフェース 2-1
2.1.3 アグリゲーショングループのメンバポートの状態 2-1
2.1.4 オペレーショナルキー 2-2
2.1.5 コンフィグレーションタイプ 2-2
2.1.6 リンクアグリゲーションモード 2-3
2.1.7 スタティックモードのリンクアグリゲーションの動作 2-3
2.1.8 アグリゲーショングループの負荷分散 2-5
2.2 リンクアグリゲーション設定作業リスト 2-5
2.3 アグリゲーショングループの設定 2-5
2.3.1 設定の制限とガイドライン 2-5
2.3.2 アグリゲーショングループの設定 2-6
2.4 アグリゲートインタフェースの設定 2-6
2.4.1 アグリゲートインタフェースの説明の設定 2-6
2.4.2 アグリゲーショングループのSelectedポートの最小と最大数の設定 2-7
2.4.3 アグリゲートインタフェースのシャットダウン 2-8
2.5 リンクアグリゲーションのロードシェアリングモードの設定 2-8
2.5.1 グローバルでのリンクアグリゲーションのロードシェアリングモードの設定 2-8
2.5.2 グループ単位でのロードシェアリングモードの設定 2-9
2.6 リンクアグリゲーションの表示と維持 2-9
2.7 リンクアグリゲーションの設定例 2-9
2.7.1 スタティックアグリゲーション設定例 2-9
2.7.2 アグリゲーションロードシェアリング設定例 2-11

2章 リンクアグリゲーション

2.1 概要

リンクアグリゲーションは、複数のイーサネットインタフェースを束ねて、一つの論理インタフェースとして扱う機能です。図 2-1は、3 つイーサネットインタフェースを束ねて、一つの論理インタフェース（リンクアグリゲーション 1）として接続している例です。

これにより、装置間の接続帯域幅を拡大することができます。また、1 つのイーサネットインタフェースが故障した場合に、残ったイーサネットインタフェースで通信を継続する冗長性を確保できます。

図 2-1 リンクアグリゲーション図

2.1.1 アグリゲーショングループ、メンバポート、アグリゲートインタフェース

アグリゲーショングループは、集約された Ethernet インタフェースのグループです。アグリゲーショングループには、アグリゲートインタフェースと呼ばれる論理的なインタフェースが作成されます。上位レイヤエンティティにリンクアグリゲーションを使用すると、以下のようになります。

アグリゲートインタフェースのレートは、Selected 状態のそのメンバポートのレートの合計と同一です。また通信モードは Selected 状態のメンバポートと同一です。アグリゲーショングループのメンバポートの状態についての詳細はオペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス “リンクアグリゲーション”* の *“アグリゲーショングループのメンバポートの状態”* を参照してください。

2.1.2 アグリゲーショングループのメンバポートの状態

アグリゲーショングループのメンバポートは、以下の状態のいずれかとなります。

- **Selected**：ユーザにトラフィックを送受信できます。
- **Unselected**：ユーザにトラフィックを送受信できません。
- **Individual**：通常の物理ポートのようにトラフィックを転送できます。ポートは以下の状況にある場合、Individual 状態になります。
  - アグリゲートインタフェースがエッジアグリゲートインタフェースとして設定されている
  - ポートが LACPDUs(Link Aggregation Control Protocol Data Units)をピアのポートから受信していない

2.1.3 オペレーショナルキー

ポートを集約する際に、リンクアグリケーションは、通信速度、通信モードのような設定を含むポート属性にもとづいてオペレーショナルキーをそれぞれのポートに自動的に制御し割り当てます。

リンクアグリゲーショングループ内にある Selected 状態のすべてのメンバポートは、同じオペレーショナルキーを持っています。

2.1.4 コンフィグレーションタイプ

リンクアグリゲーショングループのメンバポートに設定するすべての設定は、グループのポートのアグリゲーション状態に影響を与える可能性があります。影響を与える設定は以下のコンフィグレーションタイプに分類されます。

I. 属性コンフィグレーション

Selected ポートになるためには、メンバポートはアグリゲートインタフェースとして同じ属性の設定を持つ必要があります。に属性の設定を示します。

表 2-1 属性の設定

機能	属性の設定
ポートアイソレーション	• アイソレーションの設定有無
VLAN	VLAN属性設定 • 許可されたVLAN ID • PVID • リンクタイプ(trunk、hybrid、access) • VLANタグモード VLANについては、オペレーションマニュアルのセクション4 *アクセス "VLAN"* を参照してください。

アグリゲートインタフェースで行われた属性コンフィグレーションは、すべてのメンバポートに自動的に同期されます。Selected ポートへの同期に失敗した場合、ポートは Unselected 状態になります。再度 Selected 状態になるには、アグリゲートインタフェースまたはメンバポートの属性設定を変更します。同期の失敗は、アグリゲートインタフェース上で作成された属性設定の変更には影響しません。アグリゲートインタフェースから同期された設定は、アグリゲートインタフェースが削除された後でもメンバポートに保持されます。

メンバポートの属性コンフィグレーションの変更は、メンバポートのアグリゲーション状態と実行中のサービスに影響する可能性があります。メンバポートの属性コンフィグレーション設定を変更しようとするたびに、警告メッセージが表示されます。

II. プロトコルコンフィグレーション

プロトコルコンフィグレーションは、アグリゲートインタフェースの変更があってもメンバポートのアグリゲーション状態に影響しません。プロトコルコンフィグレーションの例として、MAC アドレス学習があります。

アグリゲートインタフェースのプロトコルコンフィグレーションのみ適用します。メンバポートのプロトコルコンフィグレーションは、ポートがアグリゲーショングループから削除されるまで適用されません。

2.1.5 リンクアグリゲーションモード

リンクアグリゲーションは、ダイナミックモードとスタティックモードがあります。

- **スタティックアグリゲーションモード** — アグリゲーションが安定します。スタティックモードのアグリゲーショングループは、スタティックアグリゲーショングループと呼ばれます。メンバポートのアグリゲーション状態は対向先の影響を受けません。
- **ダイナミックアグリゲーションモード** — ダイナミックモードのアグリゲーショングループは、ダイナミックアグリゲーショングループと呼ばれます。ローカルシステムと対向先のシステムはメンバポートのアグリゲーション状態を自動的に管理します。管理者の管理負荷を削減することができます。

🕮 **メモ：**

- 本装置はダイナミックアグリゲーションモードをサポートしておりません。

2.1.6 スタティックモードのリンクアグリゲーションの動作

I. リファレンスポートの選出

アグリゲーショングループでポートのアグリゲーション状態を設定するとき、システムはリファレンスポートとして自動でメンバポートを選出します。Selected ポートはリファレンスポートとして、同じオペレーショナルキーと属性コンフィグレーションを持つ必要があります。

メンバポートから、アグリゲートインタフェースとして同一の属性を持つ up 状態のリファレンスポートを選択します。

候補となるポートの優先順位は、以下の順番となります。

1) もっとも高いポート優先度
2) 全 2 重/高速
3) 全 2 重/低速
4) 半 2 重/高速
5) 半 2 重/低速

アグリゲートインタフェースと同じ属性コンフィグレーションを持つ候補のポートから、もっとも高い優先度レベルを持つポートがリファレンスポートとして選択されます。

- 同じ優先度を持つポートが複数あり、Selected ポートがある場合、Selected ポートが選ばれます。もし 1 つ以上の最初の Selected ポートがある場合、ポート番号が一番小さい Selected ポートが選択されます。
- 複数のポートに同じ優先度があり、Selected ポートがない場合、ポート番号が一番小さい Selected ポートが選択されます。

II. 各メンバポートのアグリゲーション状態の設定

スタティックアグリゲーショングループが Selected ポートの制限に達した後、グループに加入したポートは、Selected ポートのトラフィックの中断を防ぐため、Unselected 状態に置き換えられます。

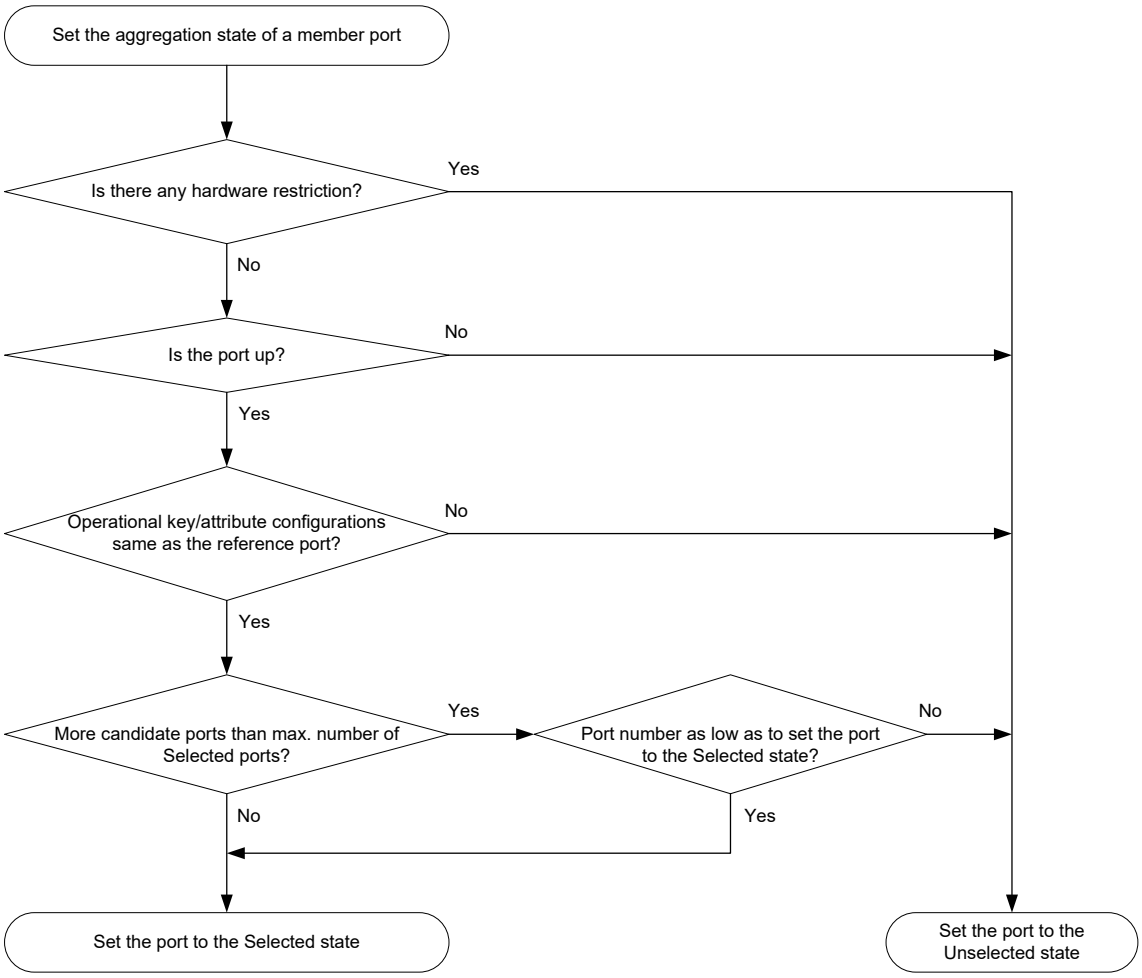


図 2-2 スタティックアグリゲーショングループのアグリゲーション状態の設定

Selected ポートの制限に到達したのち、新しいメンバポートのアグリゲーションの状態は以下の状態によって変わります。

- ポートと Selected ポートが同一の優先度を持つ場合、ポートは Unselected 状態に遷移します。このメカニズムによって既存の Selected ポートでトラフィックの中断を防ぎます。装置の再起動を行うとメンバポートのアグリゲーション状態の再計算が行われます。

- 以下の状態の場合、ポートは Selected 状態に遷移します。
  - ポートと Selected ポートが異なる優先度を持つ場合、ポートは少なくとも 1 つの Selected ポートの優先度よりも高い優先度を持ちます。
  - アグリゲートインタフェースとして同一の属性コンフィグレーションを持ちます。

オペレーショナルキーと属性コンフィグレーションを変更すると、リンクアグリゲーションメンバポートのアグリゲーションの状態に影響を及ぼす可能性があります。

2.1.7 アグリゲーショングループの負荷分散

リンクアグリゲーショングループにおいて、トラフィックは Selected ポートを通り、フローベースで負荷分散が行われます。ロードシェアリングモードは、以下の基準またはその組み合わせによってトラフィックフローが分散され、同じリンクにある同一フローのパケットを転送します。

- 送信に元あるいは宛先 IP アドレス
- 送信元あるいは宛先 MAC アドレス

2.2 リンクアグリゲーション設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）アグリゲーショングループの設定
（オプション設定項目）アグリゲートインタフェースの設定 • アグリゲートインタフェースの説明の設定 • アグリゲーショングループのSelectedポートの最小と最大数の設定 • アグリゲートインタフェースのシャットダウン
（オプション設定項目）リンクアグリゲーションのロードシェアリングモードの設定

2.3 アグリゲーショングループの設定

この章ではアグリゲーショングループの設定方法について説明します。

2.3.1 設定の制限とガイドライン

I. アグリゲーションメンバインタフェースの制限

インタフェースで表 2-2に示す機能が設定されている場合、アグリゲーショングループにインタフェースを割り当てることができません。

表 2-2 アグリゲーションメンバインタフェースで設定できない機能

インタフェースの機能	参照
MACアドレス認証	オペレーションマニュアルのセクション9 *セキュリティ "MACアドレス認証"* を参照してください。

インタフェースの機能	参照
802.1X	オペレーションマニュアルのセクション9 *セキュリティ "802.1X"* を参照してください。

II. 設定の整合性の要件

- アグリゲーションリンクのエンド間に同じアグリゲーションモードを設定する必要があります。
- スタティックアグリゲーションを正常に動作させるには、各アグリゲーションリンクポートの両端に同じアグリゲーション状態を設定する必要があります。
- アグリゲートインタフェースを削除すると、アグリゲーショングループも削除され、すべてのメンバポートがアグリゲーショングループから削除されます。

2.3.2 アグリゲーショングループの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. アグリゲートインタフェースを作成し、aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	アグリゲートインタフェースを作成すると、スタティックアグリゲーショングループ番号が、自動的に同一番号で作成されます。
3. system view へ戻る	**quit**	ー
4. 指定されたアグリゲーショングループにインタフェースを割り当てる	1. Ethernet interface view に移行する：**interface** *interface-type interface-number* 2. 指定されたアグリゲーショングループにインタフェースを割り当てる：**port link-aggregation group** *group-id*	アグリゲーショングループに複数のインタフェースを割り当てる場合、このステップを繰り返してください。

2.4 アグリゲートインタフェースの設定

インタフェースで実行できる設定のほとんどは、アグリゲートインタフェースでも実行できます。

2.4.1 アグリゲートインタフェースの説明の設定

インタフェースの目的などを記載するように、管理者用にアグリゲートインタフェースの説明を記載することができます。

以下にアグリゲートインタフェースの説明を設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	—
3. アグリゲートインタフェースの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：*interface-name* **Interface**

2.4.2 アグリゲーショングループの Selected ポートの最小と最大数の設定

重要：

スタティックアグリゲーショングループに Selected ポートの最小値と最大値を設定した場合、正しい接続を保証するために、対向先のアグリゲーショングループに同じ設定をしてください。

アグリゲートリンクの帯域幅は、Selected メンバポートを増やすことで増加させることができます。アグリゲートリンクの Selected ポートが不足することによる輻輳を防ぐため、アグリゲートインタフェースの Selected メンバポートの最小数を設定できます。

この最小数のしきい値はアグリゲーションメンバポートとアグリゲートインタフェースの両方の状態に影響します。

- 適切なメンバポートが最小数を下回ったとき、以下の処理が行われます。
  - すべてのメンバポートが Unselected ポートに変更します。
  - アグリゲートインタフェースのリンクがダウンします。
- Selected ポートに適切なメンバポートの数が最小数以上になったとき、以下の処理が行われます。
  - 適切なメンバポートが Selected ポートに変更します。
  - アグリゲートインタフェースのリンクがアップします。

アグリゲートグループの Selected ポートの最大数は、設定された最大数あるいはハードウェア性能のいずれか小さいほうで制限されます。

以下の処理を行うことで 2 つのポート間でバックアップを設定することができます。

- アグリゲートグループに 2 つのポートを割り当てます。
- アグリゲートグループの Selected ポートの最大数を 1 に設定します。

このように設定すると、1 つのメンバポートが Selected ポートになります。もう一方のメンバポートが Unselected ポートとなり、バックアップポートとして動作します。

以下に Selected ポートの最小と最大数の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	—
3. アグリゲーショングループの Selected ポートの最小数を設定する	**link-aggregation selected-port minimum** *number*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
4. アグリゲーショングループの Selected ポートの最大数を設定する	**link-aggregation selected-port maximum** *number*	デフォルト : ハードウェアの制限に依存します。

2.4.3 アグリゲートインタフェースのシャットダウン

アグリゲートインタフェースをシャットダウンあるいはアップすると、対応するアグリゲーショングループの状態とリンク状態に以下のような影響があります。

- アグリゲートインタフェースがシャットダウンしたとき、アグリゲーショングループのすべての Selected ポートは Unselected になります。
- アグリゲートインタフェースをアップさせると、対応するアグリゲーショングループのポートの Selected 状態を再計算します。

以下にアグリゲートインタフェースをシャットダウンする方法を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*
3. アグリゲートインタフェースをシャットダウンする	**shutdown**

2.5 リンクアグリゲーションのロードシェアリングモードの設定

グローバルまたはグループ単位にロードシェアリングモードを設定できます。リンクアグリゲーショングループは、グループ単位のロードシェアリングモードを優先的に使用します。グループ単位のロードシェアリングモードが利用できない場合、グループはグローバルのロードシェアリングモードを使用します。

2.5.1 グローバルでのリンクアグリゲーションのロードシェアリングモードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. グローバルでのロードシェアリングモードを設定する	**link-aggregation global load-sharing mode** { **destination-ip** | **destination-mac** | **source-ip** | **source-mac** } *	デフォルト : システムはパケットタイプに従い自動でロードシェアリングモードを選択します。

2.5.2 グループ単位でのロードシェアリングモードの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	—
3． アグリゲーショングループのロードシェアリングモードを設定する	**link-aggregation load-sharing mode** { **destination-ip** | **destination-mac** | **source-ip** | **source-mac** } *	—

2.6 リンクアグリゲーションの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
1つ以上のアグリゲートインタフェースを表示する	**display interface bridge-aggregation** [*interface-number*] [**brief** [**description** | **down**]]
グローバルあるいはグループのロードシェアリングモードを表示する	**display link-aggregation load-sharing mode** [**interface** [**bridge-aggregation** *interface-number*]]
アグリゲーションメンバポートのリンクアグリゲーションの詳細情報を表示する	**display link-aggregation member-port** [*interface-list*]
すべてのアグリゲーショングループの概要を表示する	**display link-aggregation summary**
アグリゲーショングループの詳細情報を表示する	**display link-aggregation verbose** [**bridge-aggregation** [*interface-number*]]
アグリゲートインタフェース統計情報を削除する	**reset counters interface** [**bridge-aggregation** [*interface-number*]]

2.7 リンクアグリゲーションの設定例

2.7.1 スタティックアグリゲーション設定例

I. ネットワーク要件

図 2-3に示すように以下の要件を設定します。

- AC 1 と AC 2 の両方で、スタティックアグリゲーショングループを設定します。
- 片端で VLAN10 を有効にし、VLAN10 でアグリゲートリンクの対向先と通信します。
- 片端で VLAN20 を有効にし、VLAN20 でアグリゲートリンクの対向先と通信します。

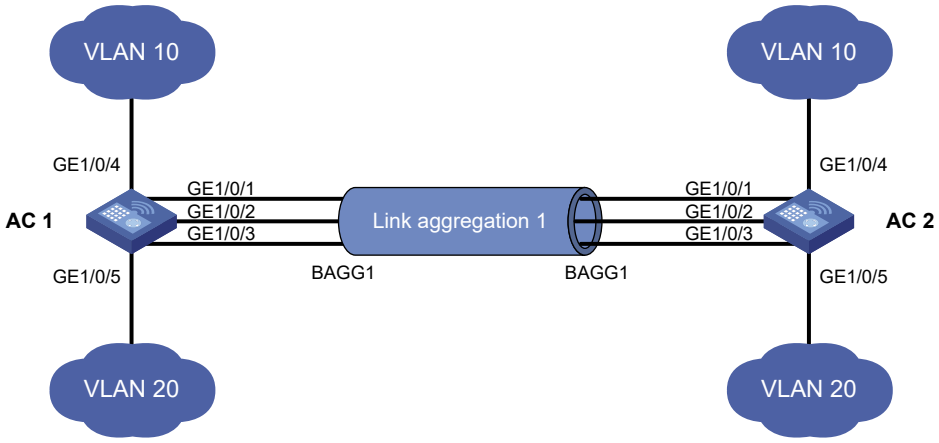


図 2-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AC 1 を設定します。

VLAN 10 を作成し、GigabitEthernet 1/0/4 に割り当てます。

```
<AC1> system-view
[AC1] vlan 10
[AC1-vlan10] port gigabitethernet 1/0/4
[AC1-vlan10] quit
```

VLAN 20 を作成し、GigabitEthernet 1/0/5 に割り当てます。

```
[AC1] vlan 20
[AC1-vlan20] port gigabitethernet 1/0/5
[AC1-vlan20] quit
```

#　アグリゲートインタフェース Bridge-Aggregation 1 を作成します。

```
[AC1] interface bridge-aggregation 1
[AC1-Bridge-Aggregation1] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1～GigabitEthernet 1/0/3 にリングアグリゲーショングループ 1 を割り当てます。

```
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC1-GigabitEthernet1/0/1] port link-aggregation group 1
[AC1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/2
[AC1-GigabitEthernet1/0/2] port link-aggregation group 1
[AC1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/3
```

```
[AC1-GigabitEthernet1/0/3] port link-aggregation group 1
[AC1-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

アグリゲートインタフェース Bridge-Aggregation 1 をトランクポートとして作成し、VLAN10、VLAN20 を割り当てます。

```
[AC1] interface bridge-aggregation 1
[AC1-Bridge-Aggregation1] port link-type trunk
[AC1-Bridge-Aggregation1] port trunk permit vlan 10 20
[AC1-Bridge-Aggregation1] quit
```

2) AC 1 の設定と同様に AC 2 を設定します。（詳細は省略します。）

III. 設定の確認

Device A ですべてのアグリゲーショングループの詳細情報を表示します。

```
[AC1] display link-aggregation verbose
Loadsharing Type: Shar -- Loadsharing, NonS -- Non-Loadsharing
Port Status: S -- Selected, U -- Unselected, I -- Individual
Flags:  A -- LACP_Activity, B -- LACP_Timeout, C -- Aggregation,
        D -- Synchronization, E -- Collecting, F -- Distributing,
        G -- Defaulted, H -- Expired

Aggregate Interface: Bridge-Aggregation1
Aggregation Mode: Static
Loadsharing Type: NonS
  Port             Status  Priority Oper-Key
--------------------------------------------------------------------------------
  GE1/0/1          S       32768    1
  GE1/0/2          S       32768    1
  GE1/0/3          S       32768    1
```

出力では、リンクアグリゲーション 1 がスタティックアグリゲーショングループで、3 つの Selected ポートがあることを示しています。

2.7.2 アグリゲーションロードシェアリング設定例

I. ネットワーク要件

図 2-4に示すように以下の要件を設定します。

- AC 1 と AC 2 の両方で、スタティックアグリゲーショングループ 1 と 2 を設定します。
- 片端で VLAN10 を有効にし、VLAN10 でアグリゲートリンクの対向先と通信します。
- 片端で VLAN20 を有効にし、VLAN20 でアグリゲートリンクの対向先と通信します。
- アグリゲーショングループメンバーポート間でトラフィックをロードシェアリングするようにリンクアグリゲーショングループ 1 および 2 を設定します。
  - □ 送信元 MAC アドレスに基づいてパケットをロードシャアリングするようにリンクアグリゲーショングループ 1 を設定します。
  - □ 宛先 MAC アドレスに基づいてパケットをロードシェアリングするようにリンクアグリゲーショングループ 2 を設定します。

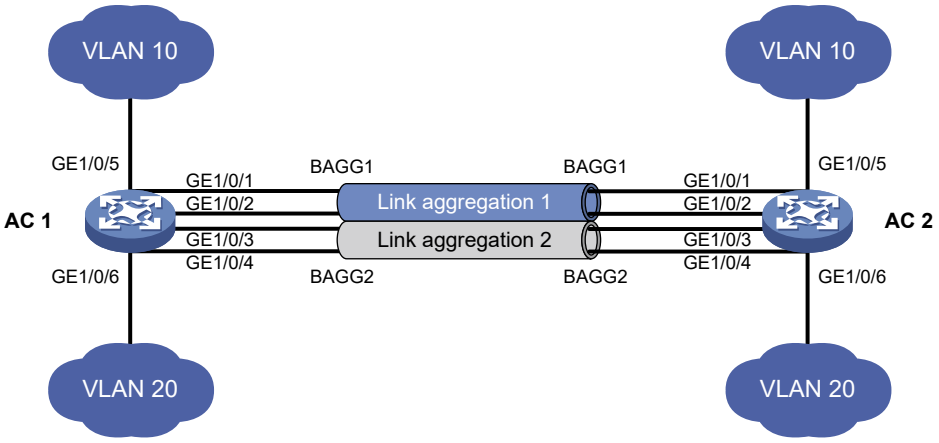


図 2-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AC 1 を設定します。

VLAN 10 を作成し、GigabitEthernet 1/0/5 に割り当てます。

```
<AC1> system-view
[AC1] vlan 10
[AC1-vlan10] port gigabitethernet 1/0/5
[AC1-vlan10] quit
```

VLAN 20 を作成し、GigabitEthernet 1/0/6 に割り当てます。

```
[AC1] vlan 20
[AC1-vlan20] port gigabitethernet 1/0/6
[AC1-vlan20] quit
```

アグリゲートインタフェース Bridge-Aggregation 1 を作成します。

```
[AC1] interface bridge-aggregation 1
```

送信元 MAC アドレスに基づいてパケットをロードシャアリングするようにアグリゲーショングループ 1 を設定します。

```
[AC1-Bridge-Aggregation1] link-aggregation load-sharing mode source-mac
[AC1-Bridge-Aggregation1] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1 と GigabitEthernet 1/0/2 にリングアグリゲーショングループ 1 を割り当てます。

```
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC1-GigabitEthernet1/0/1] port link-aggregation group 1
[AC1-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

```
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/2
[AC1-GigabitEthernet1/0/2] port link-aggregation group 1
[AC1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

アグリゲートインタフェース Bridge-Aggregation 1 をトランクポートとして作成し、VLAN10 を割り当てます。

```
[AC1] interface bridge-aggregation 1
[AC1-Bridge-Aggregation1] port link-type trunk
[AC1-Bridge-Aggregation1] port trunk permit vlan 10
[AC1-Bridge-Aggregation1] quit
```

アグリゲートインタフェース Bridge-Aggregation 2 を作成します。

```
[AC1] interface bridge-aggregation 2
```

宛先 MAC アドレスに基づいてパケットをロードシャアリングするようにアグリゲーションググループ 2 を設定します。

```
[AC1-Bridge-Aggregation2] link-aggregation load-sharing mode destination-mac
[AC1-Bridge-Aggregation2] quit
```

GigabitEthernet 1/0/3 と GigabitEthernet 1/0/4 にリングアグリゲーショングループ 2 を割り当てます。

```
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/3
[AC1-GigabitEthernet1/0/3] port link-aggregation group 2
[AC1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[AC1] interface gigabitethernet 1/0/4
[AC1-GigabitEthernet1/0/4] port link-aggregation group 2
[AC1-GigabitEthernet1/0/4] quit
```

アグリゲートインタフェース Bridge-Aggregation 2 をトランクポートとして作成し、VLAN20 を割り当てます。

```
[AC1] interface bridge-aggregation 2
[AC1-Bridge-Aggregation2] port link-type trunk
[AC1-Bridge-Aggregation2] port trunk permit vlan 20
[AC1-Bridge-Aggregation2] quit
```

2)　AC 2 の設定と同様に Device B を設定します。（詳細は省略します。）

III. 設定の確認

AC 1 ですべてのアグリゲーショングループの詳細情報を表示します。

```
[AC1] display link-aggregation verbose
Loadsharing Type: Shar -- Loadsharing, NonS -- Non-Loadsharing
Port Status: S -- Selected, U -- Unselected, I -- Individual
```

```
Flags:  A -- LACP_Activity, B -- LACP_Timeout, C -- Aggregation,
        D -- Synchronization, E -- Collecting, F -- Distributing,
        G -- Defaulted, H -- Expired

Aggregate Interface: Bridge-Aggregation1
Aggregation Mode: Static
Loadsharing Type: Shar
  Port             Status  Priority Oper-Key
--------------------------------------------------------------------------------
  GE1/0/1          S       32768    1
  GE1/0/2          S       32768    1

Aggregate Interface: Bridge-Aggregation2
Aggregation Mode: Static
Loadsharing Type: Shar
    Port             Status  Priority Oper-Key
--------------------------------------------------------------------------------
  GE1/0/3            S       32768    2
  GE1/0/4            S       32768    2
```

出力では以下を示します。

- リンクアグリゲーショングループ 1 とリンクアグリゲーショングループ 2 は、それぞれロードシェアドスタティックアグリゲーショングループです。
- 各アグリゲーショングループには 2 つの選択ポートが含まれています。

AC 1 でグループ単位の負荷分散モードをすべて表示します。

```
[AC1] display link-aggregation load-sharing mode interface

Bridge-Aggregation1 Load-Sharing Mode:
source-mac address

Bridge-Aggregation2 Load-Sharing Mode:
destination-mac address
```

出力では以下を示します。

- リンクアグリゲーショングループ 1 は送信元 MAC アドレスに基づいてパケットをロードシェアリングします。
- リンクアグリゲーショングループ 2 は宛先 MAC アドレスに基づいてパケットをロードシェアリングします。

目次

このセクションのページは**4-x-x** です。

3章 VLAN 3-1
3.1 概要 3-1
3.1.1 VLANフレームのカプセル化 3-1
3.1.2 プロトコルと標準 3-2
3.2 VLANの設定 3-2
3.2.1 制限とガイドライン 3-2
3.3 VLANインタフェースの設定 3-3
3.3.1 VLANインタフェースの基本設定 3-3
3.4 ポートベースVLANの設定 3-4
3.4.1 概要 3-4
3.4.2 アクセスポートVLANの設定 3-5
3.4.3 トランクポートVLANの設定 3-6
3.4.4 ハイブリッドポートVLANの設定 3-7
3.5 VLANの表示と維持 3-7

3章 VLAN

3.1 概要

VLAN（Virtual Local Area Network）テクノロジは、物理 LAN を複数の論理 LAN に分割することで、スイッチ内を仮想的なグループに分けます。次の利点があります。

- セキュリティー同じ VLAN 内のホストはレイヤ 2 で相互に通信できますが、レイヤ 2 の他の VLAN のホストから隔離され、直接通信できる範囲を限定します。
- ブロードキャストトラフィックの分離ーグループの範囲内でのみ直接通信するため、ブロードキャストフレームによる回線の混雑を緩和します。
- 柔軟性ーVLAN は、ワークグループごとに論理的に分割できます。 同じワークグループ内のホストは、物理的な場所に関係なく、ネットワーク構成を決めることができます。

図 3-1のように VLAN を使用して、LAN を小さく分割することで、ブロードキャストドメインの影響を少なくすることができます。

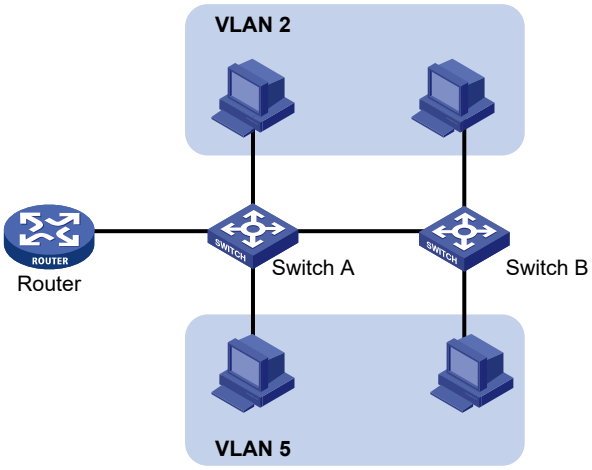


図 3-1 VLAN ネットワーク図

VLAN は物理的な要素からは制限を受けません。たとえば、特定のワークグループによって使用されるすべてのワークステーションとサーバは物理的な位置に関係なく、同じ LAN に接続することができます。異なる VLAN 間と通信するためにはルータやレイヤ 3 スイッチが必要となります。

3.1.1 VLAN フレームのカプセル化

異なる VLAN からイーサネットフレームを認識するため、図 3-2に示すように IEEE802.1Q では、宛先/送信元 MAC アドレス（DA&SA）フィールドと上位プロトコルタイプフィールドの間に 4byte の VLAN タグを追加しました。

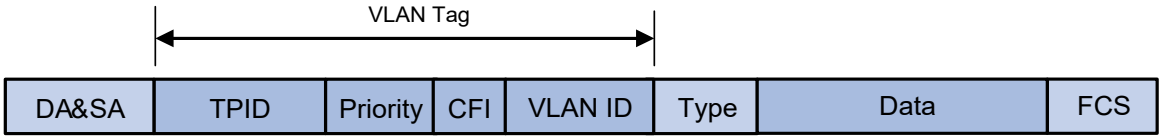


図 3-2 VLAN タグの位置とフォーマット

VLAN タグは以下のフィールドが含まれます。

- **TPID**– フレームに VLAN タグが付いているかどうかを識別するためのプロトコル識別子です。このフィールドは 16 ビット長です。デフォルトで TPID は 0x8100 で VLAN タグが付いています。
- **Priority**– フレームの 802.1p 優先度を示します。このフィールドは 3 ビット長です。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “プライオリティマッピング”* を参照してください。
- **CFI**– 標準フォーマットを示すフィールドです。このフィールドは 1 ビット長です。パケットが異なるメディアを跨いで転送されるとき、MAC アドレスは標準フォーマットでカプセル化されます。以下の値が設定できます。
  - **0（デフォルト）**– MAC アドレスは標準フォーマットでカプセル化されます。
  - **1**– MAC アドレスは非標準フォーマットでカプセル化されます。
- **VLAN ID**– フレームが所属する VLAN を示します。このフィールドは 12 ビット長です。VLAN-ID の範囲は 0～4095 です。0 と 4095 はプロトコルによって予約されているので、実際に使える値は 1～4094 となります。

フレームを受信したとき、ネットワーク装置はフレームに VLAN タグが付いているか、そして VLAN タグの値を確認して処理を決定します。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス “VLAN” の “ポートベース VLAN の設定”* を参照してください。

イーサネットは Ethernet II、802.3/802.2 LLC、802.3/802.2 SNAP、802.3 raw などのカプセル化フォーマットをサポートしています。ここでは Ethernet II カプセル化フォーマットを使用しています。VLAN タグフィールドは VLAN を識別するために、これらのカプセル化フォーマットにも付与されます。詳細は関連するプロトコルと標準を参照してください。

複数のタグ付きフレームのために、装置はもっとも外側の VLAN タグに従って処理し、ペイロードとしてその内部の VLAN タグを送信します。

3.1.2 プロトコルと標準

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Networks*

3.2 VLANの設定

3.2.1 制限とガイドライン

VLAN を設定する場合、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- デフォルト VLAN である VLAN1 は作成または削除できません。
- ダイナミック VLAN、あるいはアプリケーションで設定されている VLAN は **undo vlan** コマンドで削除することはできません。最初に各設定から VLAN の設定を削除してください。

以下に VLAN の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. （オプション設定項目）VLAN を作成し、view へ移行あるいは VLAN リストを作成する	**vlan** { *vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** }	デフォルト： デフォルト VLAN（VLAN1）のみ
3. VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	VLANリストを作成した後、指定したVLANを設定するには、この操作を実行してください。
4. VLAN の名前を設定する	**name** *text*	デフォルト：**VLAN** *vlan-id* たとえばVLAN 100のVLAN名は**VLAN 0100**です。
5. VLAN の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：**VLAN** *vlan-id* *vlan-id*はVLANのIDです。 たとえばVLAN 100の説明は**VLAN 0100**です。

3.3 VLANインタフェースの設定

VLAN の異なるホスト間で通信を行うには、ルータまたはレイヤ 3 スイッチでレイヤ 3 転送を行う必要があります。これを実現するために、VLAN インタフェースが使用されます。VLAN インタフェースは異なる VLAN 間でレイヤ 3 通信を行うための仮想インタフェースです。装置上の VLAN インタフェースは物理的には存在しません。各 VLAN は、1 つの VLAN インタフェースを作成することができます。VLAN インタフェースには IP アドレスを割り当てることができ、そしてそれをゲートウェイとすることで、異なる IP ネットワークセグメントへのトラフィックを転送することが可能となります。

3.3.1 VLAN インタフェースの基本設定

VLAN インタフェースを作成する前に、対応する VLAN が作成されている必要があります。

以下に VLAN インタフェースの基本設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. VLAN インタフェースを作成し、VLAN interface view に移行する	**interface vlan-interface** *interface-number*	デフォルト：設定なし VLANが存在する場合、直接そのviewに移行します。
3. VLAN インタフェースに IP アドレスを割り当てる	**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* } [**sub**]	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
4. VLAN インタフェースの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト : VLANインタフェース名。 たとえば**Vlan-interface1 Interface**です。
5. （オプション設定項目）VLAN インタフェースをアップ状態にする	**undo shutdown**	デフォルト : 手動でシャットダウン状態になっていません。

3.4 ポートベースVLANの設定

3.4.1 概要

ポートベース VLAN はポートに VLAN を割り当てます。VLAN を割り当てられたポートはその VLAN のトラフィックだけを転送します。

I. ポートリンクタイプ

ポートリンクタイプはアクセス、トランク、ハイブリッドに設定することができます。3 つのリンクタイプは、異なる VLAN タグの処理方法を使用します。

- **アクセス**－アクセスポートは 1 つの VLAN にのみ所属することができます。タグが付与されずにパケットを送信します。通常、PC が直接接続されるポートはアクセスポートに設定します。アクセスポートは、以下の場合に使用されます。
  - VLAN パケットをサポートしない端末に接続します。
  - VLAN を区別できない装置に接続します。
- **トランク**－トランクポートは複数の VLAN に所属することができ、複数の VLAN のトラフィックを送受信可能です。デフォルト VLAN（PVID）以外のトラフィックがトランクポートを通過するとき、そのトラフィックには VLAN タグが付与されます。トランクポートは通常、同じ VLAN を持つネットワーク装置と接続するのに使用されます。
- **ハイブリッド**－ハイブリッドポートは複数の VLAN からパケットを転送することができます。ハイブリッドポートに転送されたパケットのタグの状態はポートの設定に依存します。

II. PVID

PVID は、ポートのデフォルト VLAN です。ポートで受信されたタグなしパケットは PVID のポートから受信されたパケットとして認識されます。

ポートに PVID を設定する際は、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- アクセスポートは 1 つの VLAN にのみ属しているため、その VLAN 以外へ PVID を変更することはできません。
- トランクまたはハイブリッドポートは複数の VLAN と PVID 設定をサポートします。
- アクセスポートで **undo vlan** コマンドで PVID を削除すると、ポートのタイプによって以下のいずれかの動作をします。
  - アクセスポートでは、PVID は VLAN1 になります。

□ トランクまたはハイブリッドポートでは、PVID の設定に影響はありません。

トランクまたはハイブリッドポートでは存在しない VLAN を PVID として設定することができますが、アクセスポートではできません。

- ローカルとリモートで同じ PVID を設定することを推奨します。
- ポートで PVID からのパケットとタグなしパケットを廃棄しないように、ポートを PVID に割り当ててください。

III. 異なるリンクタイプの処理方法

アクション	アクセス	トランク	ハイブリッド
VLANタグなしフレームの入力フレーム処理	PVIDのタグを各フレームに付与します。	• PVIDがポートで許可されている場合、PVIDのタグを各フレームに付与します。 • PVIDがポートで許可されていない場合、フレームを廃棄します。	
VLANタグ付きフレームの入力フレーム処理	• PVIDのタグが付いたフレームのみ受信します。 • PVID以外のタグ付きフレームは破棄します。	• VLANがポートで許可されている場合、フレームを受信します。 • VLANがポートで許可されていない場合、フレームを廃棄します。	
出力フレーム処理	VLANのタグを外して送信します。	• PVIDのタグが付いたフレームはタグを外して送信します。 • PVID以外の許可されているVLANの場合、タグを付けたまま送信します。	PVIDを含めた**port hybrid vlan**コマンドの設定に従います。タグを付けたまま送信するか、タグを外して送信します。

3.4.2 アクセスポート VLAN の設定

VLAN view あるいは interface view でアクセスポートを VLAN に割り当てることができます。

アクセスポートを VLAN に割り当てる前に、対応する VLAN が作成されている必要があります。

I. VLAN view でのアクセス VLAN の設定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. VLAN view 移行する	**vlan** *vlan-id*	ー
3. アクセスポートを VLAN に割り当てる	**port** *interface-list*	デフォルト：VLAN 1

II. interface view でのアクセス VLAN の設定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	• Ethernet interface viewに移行する： **interface** *interface-type interface-number* • aggregate interface viewに移行する： **interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
3. リンクタイプをアクセスに設定する	**port link-type access**	デフォルト：アクセス
4. （オプション設定項目）アクセスポートを VLAN に割り当てる	**port access vlan** *vlan-id*	デフォルト：VLAN1に属します。

3.4.3 トランクポート VLAN の設定

トランクポートは複数の VLAN に所属すことができます。トランクポート VLAN の設定は、interface view で VLAN に割り当てることができます。

VLAN にトランクポートを割り当てるとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- ポートリンクタイプをトランクからハイブリッド（またはその逆）に直接変更することはできません。最初にリンクタイプをアクセスにしてから目的のタイプへ変更してください。
- PVID からのパケットを転送するために、トランクポートに PVID を設定した後に、**port trunk permit vlan** コマンドで PVID を許可する必要があります。

以下にトランクポートを VLAN に割り当てる設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	• interface viewに移行する： **interface** *interface-type interface-number* • aggregate interface viewに移行する： **interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
3. リンクタイプをトランクに設定する	**port link-type trunk**	デフォルト：アクセス
4. トランクポートで許可する VLAN を設定する	**port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：vlan1のみ許可
5. （オプション設定項目）トランクポートの PVID を設定する	**port trunk pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト： VLAN 1

3.4.4 ハイブリッドポート VLAN の設定

ハイブリッドポートは複数の VLAN に所属することができます。ハイブリッドポート VLAN の設定は、interface view で VLAN に割り当てることができます。ハイブリッドポートを VLAN に割り当てる前に、対応する VLAN が作成されている必要があります。

VLAN にハイブリッドポートを割り当てるとき、以下のガイドラインに従ってください。

- ポートリンクタイプをトランクからハイブリッド（またはその逆）に直接変更することはできません。最初にリンクタイプをアクセスにしてから目的のタイプへ変更してください。
- PVID からのパケットを転送するためには、トランクポートに PVID を設定した後に、**port hybrid vlan** コマンドで PVID を許可する必要があります。

以下にハイブリッドポートを VLAN に割り当てる設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	• interface viewに移行する：**interface** *interface-type interface-number* • aggregate interface viewに移行する：**interface bridge-aggregation** *interface-number*	ー
3. リンクタイプをハイブリッドに設定する	**port link-type hybrid**	デフォルト：アクセス
4. ハイブリッドポートで許可する VLAN を設定する	**port hybrid vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	デフォルト：リンクタイプがアクセスであるとき、ハイブリッドポートのPVIDはポートが所属しているVLANのIDです。
5. （オプション設定項目）ハイブリッドポートの PVID を設定する	**port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	デフォルト：リンクタイプがアクセスであるとき、ハイブリッドポートはポートが所属しているVLANのタグなしメンバです。

3.5 VLANの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
VLANインタフェース情報を表示する	**display interface vlan-interface** [*interface-number*] [**brief** [**description** | **down**]]
VLAN情報を表示する	**display vlan** [*vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** | **dynamic** | **static**]
VLANの概要情報を表示する	**display vlan brief**
装置のハイブリッドあるいはトランクポートを表示する	**display port** { **hybrid** | **trunk** }
VLANインタフェースの統計情報を削除する	**reset counters interface vlan-interface** [*interface-number*]

目次

このセクションのページは **4-x-x** です。

4 章 STP 4-1
4.1 STP 4-1
4.1.1 STP のプロトコルパケット 4-1
4.1.2 STP の基本概念 4-3
4.1.3 STP アルゴリズムの計算プロセス 4-5
4.2 RSTP 4-12
4.3 PVST 4-13
4.4 MSTP 4-13
4.4.1 MSTP の特徴 4-14
4.4.2 MSTP の基本概念 4-14
4.4.3 MSTP の原理 4-18
4.4.4 装置での MSTP の実行 4-19
4.5 プロトコルと規格 4-19
4.6 スパニングツリー設定作業リスト 4-19
4.6.1 STP 設定作業リスト 4-20
4.6.2 RSTP 設定作業リスト 4-21
4.6.3 PVST 設定作業リスト 4-22
4.6.4 MSTP 設定作業リスト 4-23
4.7 動作モードの設定 4-23
4.7.1 設定手順 4-24
4.8 MST region の設定 4-24
4.9 Root Bridge と Secondary Root Bridge の設定 4-25
4.9.1 Root Bridge の設定 4-26
4.9.2 Secondary Root Bridge の設定 4-26
4.10 Bridge プライオリティの設定 4-26
4.11 MST region の最大ホップ数の設定 4-27
4.12 ネットワークダイアメータの設定 4-27
4.13 スパニングツリータイマの設定 4-28
4.13.1 設定の制限とガイドライン 4-28
4.13.2 設定手順 4-29
4.14 タイムアウトファクタの設定 4-29
4.15 BPDU 最大送出レートの設定 4-30
4.16 Edge ポートの設定 4-30
4.16.1 設定の制限とガイドライン 4-30
4.16.2 設定手順 4-30
4.17 Port Path Cost の設定 4-31
4.17.1 デフォルト Path Cost の計算時の基準指定 4-31
4.17.2 Path Cost の設定 4-32
4.18 Port priority の設定 4-33
4.19 Point-to-Point リンクの設定 4-33
4.19.1 設定の制限とガイドライン 4-34
4.19.2 設定手順 4-34
4.20 MSTP パケットのフォーマット設定 4-34
4.21 ポート遷移状態情報の出力の有効化 4-35
4.22 スパニングツリー機能の有効化 4-35

4.22.1 STP/RSTP/MSTP モードでのスパニングツリー機能の有効化 4-35
4.22.2 PVST モードでのスパニングツリー機能の有効化 4-36
4.23 mCheck 機能の設定 4-36
4.23.1 設定の制限とガイドライン 4-37
4.23.2 設定手順 4-37
4.24 Digest Snooping の設定 4-37
4.24.1 設定の制限とガイドライン 4-38
4.24.2 設定手順 4-38
4.24.3 Digest Snooping 設定例 4-39
4.25 No Agreement Check の設定 4-40
4.25.1 設定要件 4-41
4.25.2 設定手順 4-41
4.25.3 No Agreement Check 設定例 4-41
4.26 保護機能の設定 4-42
4.26.1 BPDU ガードの有効化 4-42
4.26.2 Root ガードの有効化 4-43
4.26.3 Loop ガードの有効化 4-44
4.26.4 ポート役割の制限機能 4-44
4.26.5 TC-BPDU ガードの有効化 4-45
4.26.6 PVST BPDU ガード機能の有効化 4-45
4.27 トポロジ変更イベントによる SNMP notification の有効化 4-46
4.28 スパニングツリーの表示と維持 4-46
4.29 スパニングツリー設定例 4-47
4.29.1 MSTP 設定例 4-47

4章 STP

スパニングツリーは、ループ検出時に物理的に通信しないインタフェースを設定することによりループを防止します。

STP は、狭義では、IEEE802.1d STP を意味しており、広義では IEEE802.1d STP と拡張されたスパニングツリープロトコル（RSTP（Rapid Spanning Tree Protocol）、MSTP（Multiple Spanning Tree Protocol）、PVST（Per-VLAN Spanning Tree）など）を含めたものを意味します。

4.1 STP

STP（Spanning Tree Protocol）は、IEEE の 802.1d で規定されている、LAN（local area network）の円環上（ループ状）に形成されたレイヤ 2 プロトコルにおいてデータトラフィックが永続的に流れ続けることを防止するプロトコルです。

STP が動作している装置は、ネットワークでループを検出します。ほかの装置と情報を交換し、ループがないツリー構成にループの構成を設定させ、特定のポートをブロックすることで、ループを防ぎます。

4.1.1 STP のプロトコルパケット

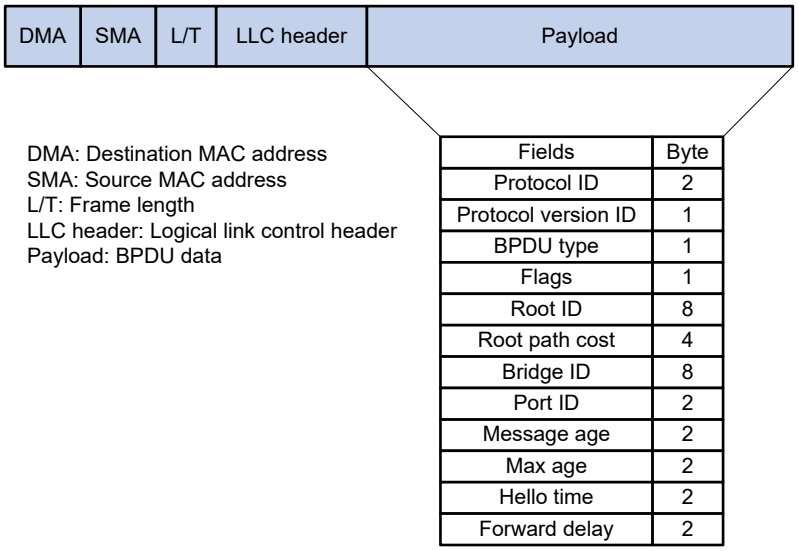
スパニングツリープロトコルでは、リンクレイヤパケットの BPDU（Bridge Protocol Data Units）を使用して、情報交換・状態の維持管理を行います。IEEE802.1d で規定される STP では、以下 2 種類の BPDU を使用します。STP が有効なネットワークの装置は BPDU を交換してスパニングツリーを確立します。BPDU はスパニングツリーの計算を行うために十分な情報を含みます。

STP は以下の BPDU のタイプを使用します。

- **Configuration BPDU** — スパニングツリーを構成しそのツリートポロジを維持するために使います。
- **TCN(Topology change notification) BPDU** — ネットワークトポロジの変更を通知するために使います。

I. Configuration BPDU

STP は、ネットワーク内の装置間で Configuration BPDU を交換することにより、ネットワークトポロジを構築し維持します。0 に Configuration BPDU の形式を示します。



Fields	Byte
Protocol ID	2
Protocol version ID	1
BPDU type	1
Flags	1
Root ID	8
Root path cost	4
Bridge ID	8
Port ID	2
Message age	2
Max age	2
Hello time	2
Forward delay	2

図 4-1 Configuration BPDU の形式

Configuration BPDU には、ネットワークトポロジを構築するための以下のデータが書き込まれています。

- **Protocol ID**－0x0000 で固定です（IEEE802.1d を表します）。
- **Protocol version ID**ースパニングツリープロトコルのバージョン ID。STP のプロトコルバージョンは 0x00 です。
- **BPDU type**－BPDU のタイプ。Configuration BPDU の値は 0x00 です。
- **Flags**－BPDU の目的を表す 8 ビット領域。最低位ビットは TC（Topology Change）フラッグです。最高位ビットは TCA（Topology Change Acknowledge）フラッグです。他のすべてのビットは予約済みです。
- **Root ID**–Root Bridge の Priority と MAC アドレス。
- **Root path cost**– Root Bridge までの最短ルートのコスト。
- **Bridge ID**－Designated Bridge の Priority と MAC アドレス。
- **Port ID**– Designated Port の Priority とグローバルポート番号。
- **Message age**–ネットワーク内で転送された Configuration BPDU の経過時間。
- **Max age**–ネットワーク内で転送された Configuration BPDU の有効時間。
- **Hello time**– Configuration BPDU の転送間隔。
- **Forward delay**–ポートでの転送遅延。

装置は Root ID、Root path cost、Bridge ID、Port ID、Message age、Max age、Hello time、Forward delay を使用してスパニングツリーを計算します。

II. TCN BPDU

図 4-2 に TCN BPDU の形式を示します。

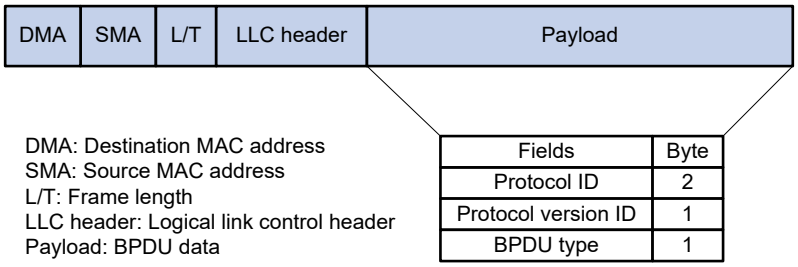


図 4-2 TCN BPDU の形式

TCN BPDU には以下のデータだ書き込まれています。

- **Protocol ID**－0x0000 で固定です（IEEE802.1d を表します）。
- **Protocol version ID**ースパニングツリープロトコルのバージョン ID。STP のプロトコルバージョンは 0x00 です。
- **BPDU type**－BPDU のタイプ。TCN BPDU の値は 0x80 です。

Bridge で以下の事象のいずれかが発生したとき、non-root Bridge は TCN BPDU を送信します。

- ポートが転送状態になり、かつ Bridge が Designated Port を少なくとも 1 つもつ場合。
- ポートが、転送状態もしくは学習状態からブロック状態になった場合。

ネットワークトポロジが変化すると、Non-root Bridge は Root Bridge に通知するために TCN BPDU を使用します。Root Bridge は Configuration BPDU 内の TC フラッグを設定し、他の装置にその TC フラッグを広告します。

4.1.2 STP の基本概念

I. Root bridge

STP のツリーは、1 つの Root ブリッジと複数の他のブリッジで構成されます。ほかのブリッジは“Leaf ノード”と呼ばれます。Root ブリッジはトポロジの変化に応じて変更することができます。

ネットワークの初期設定において、各装置は Root ブリッジとして Configuration BPDU を生成し、定期的に Configuration BPDU を送信します。ネットワークの収束後、Root ブリッジのみが定期的に Configuration BPDU を送信します。ほかの装置は、BPDU を転送するのみとなります。

II. Root port

Root Bridge 以外の装置において、Root Bridge への path cost が最も低い 1 つのポートが Root Port となります。Root Port は、Root Bridge の装置と通信を行うポートになります。なお、Root Bridge の装置には、Root Port はありません。

III. Designated bridge と Designated Port

分類	Designated bridge	Designated port
装置	ローカル装置に直接、接続されている装置でローカルの装置にBPDUの転送を行う	Designated bridgeがこのポートにBPDUを転送する
LAN	LANセグメントにBPDUを転送する	Designated bridge が、このLANセグメントにBPDUを転送する

図 4-3 に示すように、Device B と Device C は直接 LAN に接続されています。

もし Device A がポート A1 を経由して Device B に BPDU を転送する場合、Designated bridge と Designated port は以下のようになります。

- Device B の Designated bridge は Device A です。
- Device B の Designated port は Device A のポート A1 です。

もし Device B が LAN に BPDU を転送する場合は以下のようになります。Designated bridge と Designated port は以下のようになります。

- LAN の Designated bridge は Device B です。
- LAN の Designated port は Device B のポート B2 です。

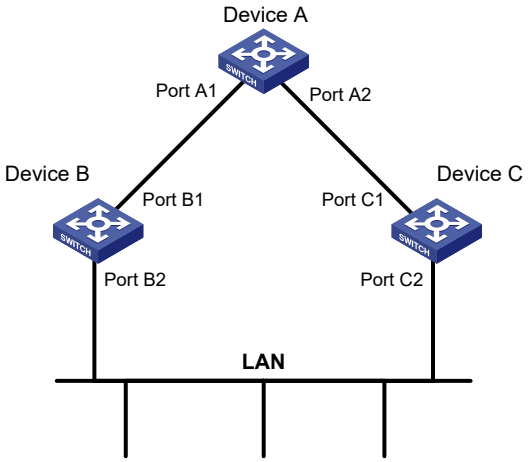


図 4-3 Designated bridge と Designated port

IV. Path cost

path cost は、STP でリンクを選択するのに使用される値です。STP はリンク間の path cost を比較し、最も path cost の小さいリンクを使ったトポロジを構成します。STP はループがないようにネットワークを構成させるため、冗長な STP のリンクをブロックします。

4.1.3 STP アルゴリズムの計算プロセス

スパニングツリーのアルゴリズムは以下の計算プロセスを使用しています。動作をわかりやすくするため、簡略化した処理の例をもとに説明します。

I. 計算プロセス

STP アルゴリズムは以下のプロセスを使用します。

1) ネットワークの初期化

装置の初期化として、各ポートは以下の内容で Configuration BPDU を作成します。

- □ ポートを Designated port とします。
- □ 装置自身を Root Bridge とします。
- □ Root Path Cost を 0 とします。
- □ Designated Bridge ID を自身のデバイス ID とします。

2) root bridge の選択

最初にネットワーク上の STP が有効な各装置は、自身が Root bridge として仮定し、Root Bridge を自身の Device ID とします。Configuration BPDU の交換を行うことによって、装置は自身の root bridge ID と、root bridge となる最も小さい root bridge ID の装置を選択するため、root bridge ID を比較します。

3) root bridge でない root port と Designated port を選択します。

操作	説明
1	非root bridgeの装置は、最も優先度の高いConfiguration BPDUを受信したポートをroot portと認識します。表 4-1にConfiguration BPDUを選択する方法を記載します。
2	Configuration BPDUとroot portのpath costをもとにして、装置はほかのポートのDesignated PortのConfiguration BPDUを計算します。 ● Root Bridge IDをRoot Portで受信したConfiguration BPDUのRoot Bridge IDに書き換えます。 ● Root Port CostをRoot Portで受信するConfiguration BPDUのRoot Port CostにRoot PortのPath Costを加算した値に書き換えます ● Designated Bridge IDをその装置のBridge IDに書き換えます。 ● Designated Port IDを出力ポートのIDに書き換えます。
3	書き換えたConfiguration BPDUとそのポートで受信するConfiguration BPDUを比較することで、そのポートの役割が決まります。 ● 書き換えたConfiguration BPDUの優先度が高い場合、そのポートはDesignated Portになり、書き換えたConfiguration BPDUを定期的に送信します。 ● そのポートで受信するConfiguration BPDUの優先度が高い場合、そのポートからConfiguration BPDUを送出することを止め、対向装置からのConfiguration BPDUの受信だけを行います。

ネットワークのトポロジが安定している場合、root port と Designated Port はユーザのトラフィックのみを転送します。ほかのブロックされたポートは BPDU の受信のみを行い、BPDU やトラフィックの転送を行いません。

表 4-1 最も優先度の高い Configuration BPDU の選出

操作	アクション
1	ポートでConfiguration BPDUを受信し、装置はポートによって作成されたConfiguration BPDUと受信したConfiguration BPDUの優先度を比較します。 ● もし受信したConfiguration BPDUの優先度が低い場合、装置は受信したConfiguration BPDUを廃棄し、ポートで作成されたConfiguration BPDUを保存します。 ● もし受信したConfiguration BPDUの優先度が高い場合、受信したConfiguration BPDUの内容にもとづいてポートで作成したConfiguration BPDUの内容を書き換えます。
2	装置はすべてのConfiguration BPDUを比較し、最も優先度の高いConfiguration BPDUを選出します。

以下に Configuration BPDU の比較順序を示します。

a) Root Bridge ID が最も小さいConfiguration BPDUの優先度が最も高くなります。

b) すべてのConfiguration BPDU のRoot Bridge IDが同じ場合には、次にRoot Path Costを比較します。Configuration BPDUのRoot Path Costとその受信ポートのPath Costの加算値の最も小さいConfiguration BPDUの優先度が高くなります。たとえばConfiguration BPDUのroot path costと受信したポートのpath costがSとします。最も小さいSのConfiguration BPDUが最も高い優先度となります。

c) すべてのConfiguration BPDU のRoot Bridge IDとSが同じ場合、以下の領域を順に比較します。

- □ Designated Bridge ID
- □ Designated Port ID
- □ 受信したポートの ID

Designated Bridge ID、Designated Port ID あるいは受信したポートの ID の小さい Configuration BPDU が選択されます。

Root bridge のとき、ツリー構造のトポロジは、root port、Designated Port が選択されます。

II. STP アルゴリズム計算の例

図 4-4 に STP アルゴリズムの計算例を示します。

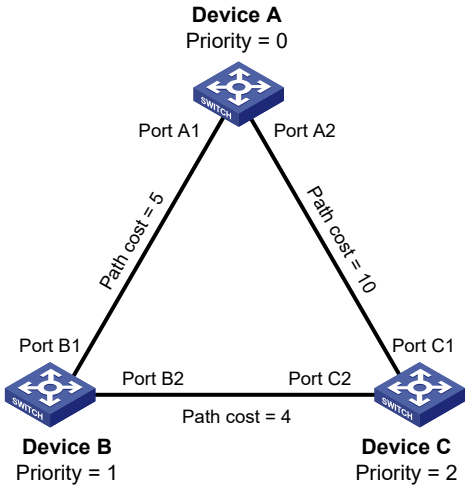


図 4-4 STP アルゴリズム

図 4-4 に示すように、Device A、Device B、Device C の優先度の値は、それぞれ 0、1、2 で、3 つの装置間のリンク path cost は、それぞれ 5、10、4 です。

1)　装置の初期状態

表 4-2 に示すように各 Configuration BPDU は root bridge ID、root path cost、designated bridge ID、Designated Port ID を含みます。

表 4-2 各装置の初期状態

装置	ポート名	ポートの Configuration BPDU
Device A	ポートA1	{0, 0, 0, Port A1}
	ポートA2	{0, 0, 0, Port A2}
Device B	ポートB1	{1, 0, 1, Port B1}
	ポートB2	{1, 0, 1, Port B2}
Device C	ポートC1	{2, 0, 2, Port C1}
	ポートC2	{2, 0, 2, Port C2}

2)　各装置の Configuration BPDU を比較します。

表 4-3 において、各 Configuration BPDU は root bridge ID、root path cost、designated bridge ID、designated port ID を含みます。

表 4-3 各装置の比較プロセスと結果

装置	比較プロセス	比較後のポートの Configuration BPDU
Device A	ポート A1 は以下の操作をします。 1. Device B の Configuration BPDU {1,0,1,ポート B1} を受信します。 2. ローカルポートの Configuration BPDU {0,0,0, ポート A1} が設定を受信したメッセージより優位であることを出します。 3. 受信した Configuration BPDU を破棄します。 ポート A2 は以下の操作をします。 1. Device C の Configuration BPDU {2,0,2, ポート C1} を受信します。 2. ローカルポートの Configuration BPDU {0,0,0, ポート A2} が受信した Configuration BPDU より優位であることをと検出します。 3. 受信した Configuration BPDU を破棄します。 Device A は、Device A の全ポートの Configuration BPDU のRoot Bridgeおよび designated Bridgeが Device A であることを検出するとそれ自体をRoot Bridgeとみなします。この場合、Device A は各ポートのConfiguration BPDU に対して何の変更も行わず、定期的に Configuration BPDU の送信をはじめます。	• ポートA1: {0, 0, 0,ポート A1} • ポートA2: {0, 0, 0,ポート A2}
Device B	ポート B1 は以下の操作をします。 1. Device A の Configuration BPDU {0,0,0, ポート A1} を受信します。 2. 受信した Configuration BPDU がローカルポートの Configuration BPDU {1, 0, 1,ポート B1} より優位であることを検出します。 3. ポート B1 の Configuration BPDU を更新します。 ポートB2 は以下の操作をします。 1. Device C の Configuration BPDU {2,0,2, ポート C2} を受信します。 2. ローカルポートの Configuration BPDU {1,0,1, ポート B2} が受信した Configuration BPDU より優位であることを検出します。 3. 受信した Configuration BPDU を破棄します。	• ポートB1: {0, 0, 0, ポート A1} • ポートB2: {1, 0, 1, ポート B2}

装置	比較プロセス	比較後のポートの Configuration BPDU
	Device B は以下の操作をします。 1. すべてのポートの Configuration BPDU を比較します。 2. ポート B1 の Configuration BPDU が最適な Configuration BPDU であると判断します。 3. ポート B1 を Root Port として使い、その Configuration BPDU は変更しません。 ポートB1 のConfiguration BPDU およびRoot Port のパス コスト にもとづき、ポートB2 の Configuration BPDUのdesignated {0,5,1, ポートB2} を計算します。Device B は計算した Configuration BPDU {0,5,1, ポートB2} とポートB2 のConfiguration BPDU を比較します。計算した Configuration BPDU が優位であれば ポートB2 はdesignated Portとなります。このポートの Configuration BPDUは計算したConfiguration BPDU に置き換えられ、定期的に送信されます。	• Root port (ポートB1): {0, 0, 0, ポートA1} • Designated port (ポート B2): {0, 5, 1, ポートB2}
Device C	ポートC1 は以下の操作をします。 1. Device A の Configuration BPDU{0,0,0, ポート A2}を受信します。 2. 受信した Configuration BPDU がローカル ポートの Configuration BPDU{2,0,2, ポートC1}より優位であることを検出します。 3. ポート C1 の Configuration BPDU を更新します。 ポートC2 は以下の操作をします。 1. メッセージが更新される前に、Device B のポート B2 の Configuration BPDU{1,0,1, ポート B2}を受信します。 2. 受信した Configuration BPDU がローカル ポートの Configuration BPDU{2,0,2, ポートC2}より優位であることを検出します。 3. ポート C2 の Configuration BPDU を更新します。	• ポートC1: {0, 0, 0, ポートA2} • ポートC2: {1, 0, 1, ポートB2}

装置	比較プロセス	比較後のポートの Configuration BPDU
	Device C は以下の操作をします。 1． すべてのポートの Configuration BPDU を比較します。 2． ポート C1 の Configuration BPDU が最適な Configuration BPDU であると判断します。 3． ポート C1 を Root Port として使い、その Configuration BPDU は変更しません。 ポートC1 のConfiguration BPDU およびRoot Port のパス コスト にもとづき、ポートC2 の Configuration BPDUのdesignated {0,10,2, ポート C2} を計算します。Device C は計算した Configuration BPDU {1,0,1, ポートB2} とポートC2 のConfiguration BPDU を比較します。計算した Configuration BPDU が優位であれば ポートC2 はdesignated Portとなります。このポートの Configuration BPDUは計算したConfiguration BPDU に置き換えられます。	• Root port (ポートC1): {0, 0, 0, ポートA2} • Designated port (ポートC2): {0, 10, 2, ポートC2}
	ポートC2 は以下の操作をします。 1． 更新された Device B の Configuration BPDU {0,5,1, ポート B2} を受信します。 2． 受信した Configuration BPDU がローカルポートの Configuration BPDU{0,10,2, ポート C2}より優位であることを検出します。 3． ポート C1 の Configuration BPDU を更新します。 ポート C1 は以下の操作をします。 1． Device A から定期的に Configuration BPDU {0,0,0, ポート A2}を受信します。 2． ローカルポートの Configuration BPDU と同じであることを検出します。 3． Configuration BPDU を更新します。	• ポートC1: {0, 0, 0, ポート A2} • ポートC2: {0, 5, 1, ポート B2}

装置	比較プロセス	比較後のポートの Configuration BPDU
	Device Cは、ポートC1のルートパスコスト(10) (受信したConfiguration BPDU(0)のルートパスコスト＋ポートC1のパスコスト(10))は、ポートC2のパスコスト(9)よりも大きいと判断し、ポートC2 のBPDU が最適なConfiguration BPDU と判断します。ポートC2 がルートポートとなり、そのメッセージは変更されません。 Configuration BPDUとルートポートのパスコストにもとづき、Device C は以下の操作をします。 1. ポート C1 の Designated Port の Configuration BPDU {0,9,2, ポート C1}を計算します。 2. それをポート C1 の Configuration BPDU {0,0,0, ポート A2}と比較します。 3. 計算された Configuration BPDU よりもローカルポートの Configuration BPDU が優位であることを検出し、ポート C1 はブロックされ、Configuration BPDU はそのまま変更しません。 ポートC1は、たとえば、Device Bと Device C の間のリンクが切断されるなど、STPの計算プロセスが新しく行われるまで、データを転送しません。	• Blocked port (ポートC1): {0, 0, 0, ポートA2} • Root port (ポートC2): {0, 5, 1, ポートB2}

表 4-3 に記述した比較プロセス後は、Device A を Root Bridge とするスパニングツリーが図 4-5 のように確立されます。

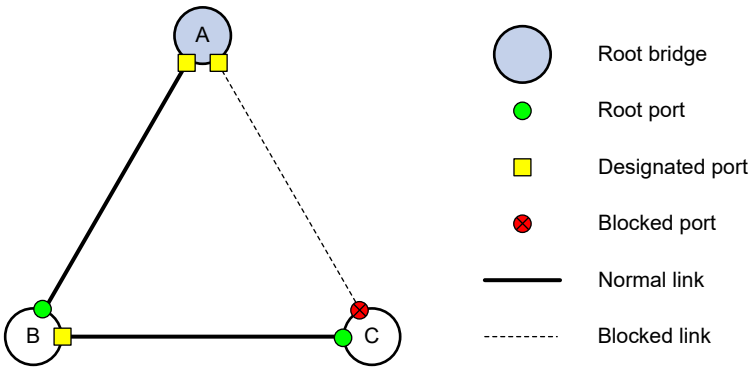


図 4-5 比較プロセス後のスパニングツリー

III. STP の Configuration BPDU 転送メカニズム

STP の Configuration BPDU は以下のガイドラインに従って転送されます。

- ネットワークの初期化をした際、各装置は自身を Root Bridge とみなします。Configuration BPDU を生成し、Hello タイムの間隔で Configuration BPDU を送信します。
- Configuration BPDU を受信した Root Port のプライオリティがポートの Configuration BPDU より高い場合、装置は以下の操作をします。
  - □ Configuration BPDU の有効時間を延ばします。
  - □ Configuration BPDU の時間を計るタイマをスタートさせます。
  - □ Designated Port から Configuration BPDU を送信します。
- Designated Port がローカルポートの Configuration BPDU と比較してプライオリティの低い Configuration BPDU を受信した場合、ローカルポートの Configuration BPDU を返信します。
- 通信ができなくなると、Root Port は、新しい Configuration BPDU を受信せず、古い Configuration BPDU はタイムアウトして破棄されます。 このとき、装置は装置自体をルートとする Configuration BPDU を生成し、その BPDU を送信します。これが新しいスパニング ツリーを計算する契機になり、ネットワークの接続を回復させます。

新しく計算された Configuration BPDU は、すぐにネットワーク内に広まらないため、トポロジの変更を検出していない古い Root Port や Designated Port は古い通信経路でデータの転送を継続します。 新しい Root Port や Designated Port が選出されてから、すぐにデータの転送を開始すると、ループが発生する可能性があります。

IV. STP タイマ

STP には、3 つの重要なパラメータがあります。

- Forward delay

装置の状態が遷移するときの遅延時間です。

リンク障害等が発生すると、STP トポロジは再構築されます。再構築後の Configuration BPDU は、ネットワーク内にすぐには広まらないため、新しく選出された Root Port や Designated Port がすぐにデータの転送をはじめてしまうと、ループが発生する可能性があります。

このため、新しく選出された Root Port または Designated Port は、forwarding ステートに遷移する前に Forward delay タイマの 2 倍の時間を必要とします。これにより、新しい Configuration BPDU をネットワークに広げることができます。

- Hello time

装置が周辺の装置に Hello パケットを送信する間隔です。通信が正常であることを確認するものです。

- Max age

装置の Configuration BPDU が時間切れになっていないかどうかを判断するのに使うパラメータです。 最大有効時間を越えた Configuration BPDU は破棄されます。

4.2 RSTP

RSTP は、新しく選出された Root Port あるいは Designated Port を forwarding 状態にするため、STP よりも高速なネットワークの収束を行います。

以下の場合、新しく選出された Root Port はすぐに forwarding 状態になります。

- 装置の古い Root Port がフォワーディングデータを止めた場合
- 上り方向の designated port が転送をはじめた場合

ほかの装置または共有 LAN セグメントではなくユーザ端末に直接接続した point-to-point リンクのポートあるいは Edge Port に接続されているとき、新しく選出された Designed Port は、直接接続された装置からハンドシェイクの応答を受信した後、即座に forwarding 状態になります。

4.3 PVST

STP または RSTP 対応の LAN では、すべてのブリッジはスパニングツリーを共有します。すべての VLAN からのトラフィックは、スパニングツリーによって転送されます。ループがあった場合、ポートは、VLAN でループをブロックすることができません。

PVST は各 VLAN にそれぞれのスパニングツリーを持たせることができます。スパニングツリーはリンクと帯域幅を増大することができます。各 VLAN が独立して STP または RSTP を動作するため、スパニングツリーは VLAN に対応するだけで動作します。

PVST は、Rapid PVST や PVST が動作するサードパーティ製の装置や NEC の装置と通信することができます。PVST が有効な NEC の装置は、PVST が有効な NEC の装置あるいは Rapid PVST が有効なサードパーティ製の装置と接続したとき、RSTP のように早急なネットワークの収束をサポートします。

ポートのリンクタイプによって送信する BPDU のタイプが異なります。

- アクセスポートは STP BPDU を送信します。
- トランクポートあるいはハイブリッドポートは、VLAN1 の STP BPDU を送信し、ほかの VLAN の PVST BPDU を送信します。

4.4 MSTP

MSTP は以下の STP、RSTP、PVST の制限を克服したものです。

- **STP の制限**–STP は、ポートの高速な状態遷移には対応できません。トポロジの変更が起こった際に、新しく選出された Root Port や Designed Port は、ほかの装置または共有 LAN セグメントではなくユーザ端末に直接接続した point-to-point リンクのポートあるいは Edge Port であっても、forwarding 状態に遷移する前に 2 倍の転送遅延時間を待たなければなりません。
- **RSTP の制限**– RSTP (rapid spanning tree protocol) は、STP よりも収束時間を早くしたにもかかわらず、STP 同様 VLAN 上の全ネットワークブリッジがスパニングツリーを共有するため、冗長リンクを VLAN 毎にブロックできない欠点があります。
- **PVST の制限**–各 VLAN はスパニングツリーを持つため、PVST BPDU の量は、トランクあるいはハイブリッドポートの VLAN の数に比例して増加します。トランクあるいはハイブリッドポートが多くの VLAN を許可しているとき、VLAN スパニングツリーを維持するリソースと計算を行うリソースの両方が劇的に増加します。複数の VLAN があるトランクあるいはハイブリッドポートでステータスの変更がある場合、装置の CPU は影響するスパニングツリーを再計算するために負担がかかります。その結果、ネットワークの性能が低下します。

4.4.1 MSTP の特徴

IEEE802.1s をもとに発展させた MSTP(multiple spanning tree protocol) は、STP、RSTP のデメリットを克服します。ネットワークを高速に収束させるだけでなく、VLAN ごとにデータフローがそれぞれのパスに転送されるので、冗長リンクのロードバランスができます。

MSTP には以下のような特徴があります。

- MSTP は、マッピング テーブルを使用し、MST インスタンスへの VLAN のマッピングを行います。MSTP は、複数の VLAN を 1 つの MST インスタンスにマッピングすることで、通信帯域やリソースの使用を節約できます。
- MSTP によりスイッチ ネットワークは複数の領域に分けられ、それぞれの領域が独立した複数のスパニング ツリーで構成されます。
- MSTP はループのあるネットワークをループのないツリー構造に変え、ネットワーク内でのループを回避します。さらに、MSTP はデータ転送用の冗長パスを複数提供し、データ転送プロセスにおける VLAN データのロードバランスを行います。
- MSTP は STP、RSTP と一部の PVST に互換性があります。

4.4.2 MSTP の基本概念

図 4-6 は 4 つの MST region から構成され、各 MST region は 4 つの MSTP 装置から構成されます。図 4-7 は MST region3 のネットワークトポロジを示します。

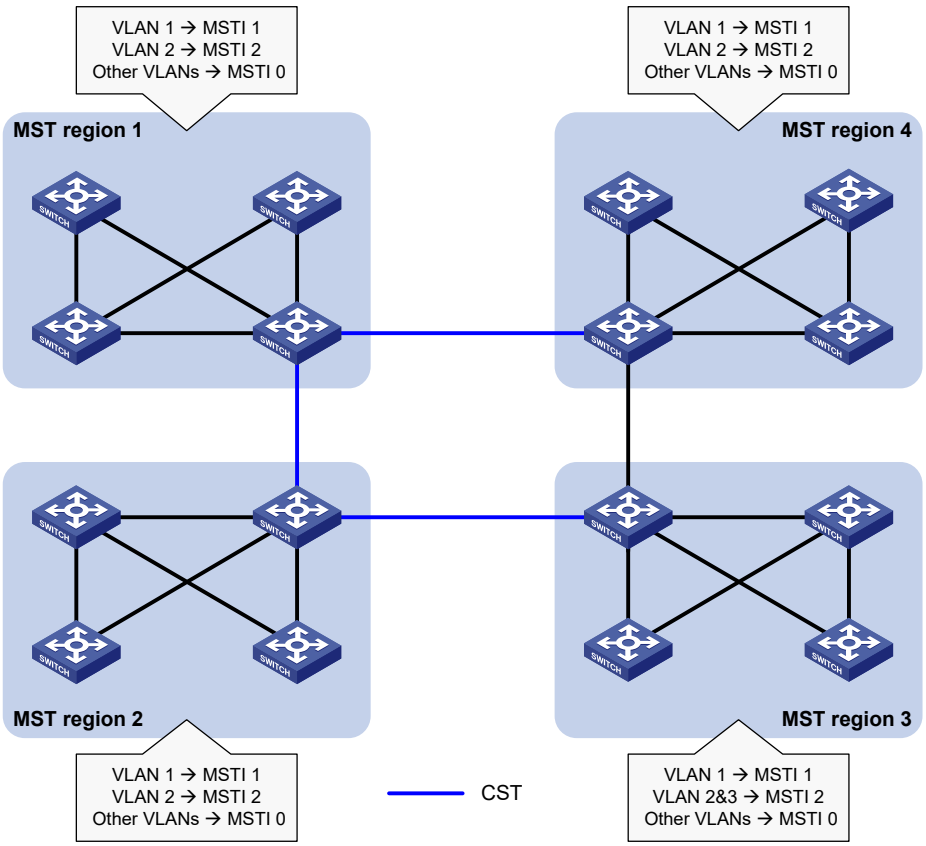


図 4-6 MSTP の基本概念

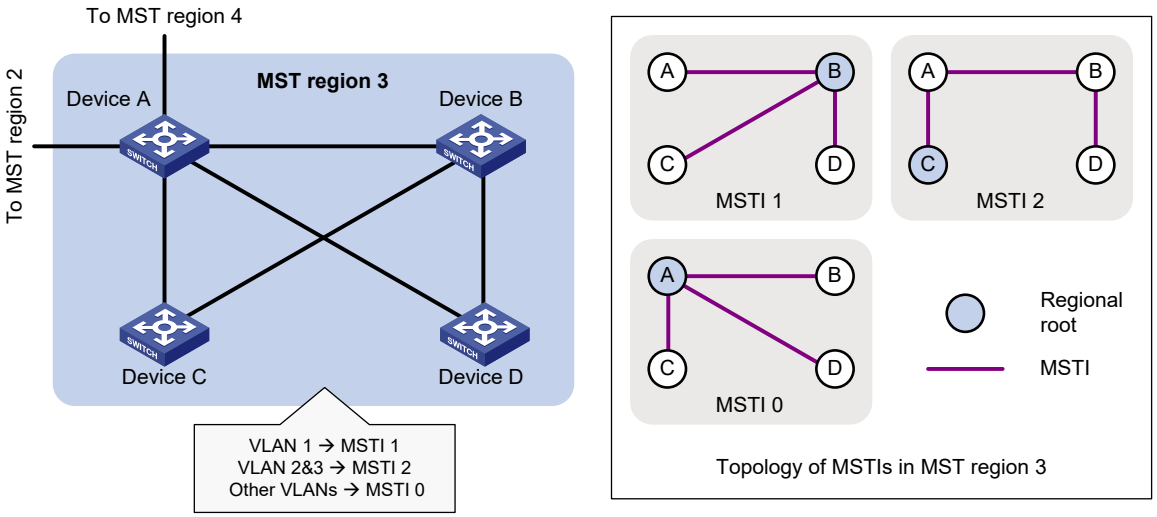


図 4-7 MST region 3 のネットワーク図とトポロジ

I. MST region

複数のスパニングツリーregion(MST region)は、スイッチネットワークの複数の装置と装置間のネットワーク セグメントで構成されています。これらの装置には、以下のような特性があります。

- すべて MSTP を有効にしています。
- 同じ region 名を持っています。
- VLAN-to-instance マッピングの設定が同じです。
- MSTP リビジョン レベルの設定が同じです。
- 物理的に相互にリンクしています。

複数の MST region はスイッチネットワークで使われます。同じ MST region に装置を割り当てることができます。図 4-6 は以下のようになっています。

- スイッチネットワークは MST region1～4 の 4 つの MST region から構成されます。
- 各 MST region のすべての装置は同じ MST region 設定を持ちます。

II. MSTI

MSTP により、複数のスパニングツリーを、ほかから独立したスパニング ツリーとして、1 つの MST region で生成でき、VLAN を指定するために各スパニングツリーでマッピングされます。それぞれのスパニング ツリーは 1 つの MST インスタンス (MSTI(Multiple Spanning Tree Instance)) とみなされます。

図 4-7 では、MSTI 1、MSTI 2、MSTI 0 の 3 つの MSTI があります。

III. VLAN-to-instance マッピングテーブル

VLAN-to-instance マッピング テーブルは VLAN と MST インスタンス間のマッピングの関係ついて、MST region ごとに記載されています。

図 4-7 では、MST region 3 の VLAN-to-instance マッピングテーブルは以下のようになっています。

- VLAN 1 は MSTI 1 にマッピングされています。
- VLAN 2 は MSTI 2 にマッピングされています。
- 残りは MSTI 0 にマッピングされています。

MSTP は、VLAN-to-instance マッピング テーブルを使ってロードバランスを行います。

IV. CST

CST は、スイッチ ネットワークのすべての MST region に接続する 1 つのスパニング ツリーです。MST region をそれぞれ装置とみなすと、CST はこれらの装置が STP または RSTP で計算したスパニング ツリーです。図 4-6 の青い線は CST を表しています。

V. IST

IST(Internal spanning tree)は、MST region で動作するスパニング ツリーです。特別な MSTI で MSTI0 と呼ばれます。デフォルトではすべての VLAN は MSTI0 にマッピングされています。図 4-6 では、MSTI 0 は MST region3 の IST です。

VI. CIST

CIST(common and internal spanning tree)はスイッチネットワークですべての装置に接続する 1 つのスパニングツリーです。CIST は、すべての MST region にある IST と CST で構成されます。図 4-6 では、すべての MST region と inter-region CST を加えた IST(MSTI 0)は、全体の CIST を構成します。

VII. Regional root

MST region 内の IST または MSTI の Root Bridge は、MST またはその MSTI の regional Root Bridge です。トポロジをベースに、MST region のそれぞれのスパニング ツリーが異なる region ルートを持つ場合があります。

図 4-7 の MST region3 では、以下のようになっています。

- MSTI1 の regional ルートは Device B です。
- MSTI2 の regional ルートは Device C です。
- MSTI0(IST)の regional ルートは Device A です。

VIII. 共通 root bridge

共通 Root Bridge は、CIST の root bridge です。

図 4-6 では、 MST Region 1 のスイッチが共通 Root Bridge です。

IX. ポートの役割

異なる MSTI で、ポートは異なる役割を行います。図 4-8 に示すように MST region は Device A、Device B、Device C、Device D があります。Device A のポート A1 とポート A2 は共通 Root Bridge に接続されています。Device B のポート B2、ポート B3 はループしています。Device C のポート C3、ポート C4 はほかの MST region に接続されています。Device D のポート D3 はホストに接続されています。

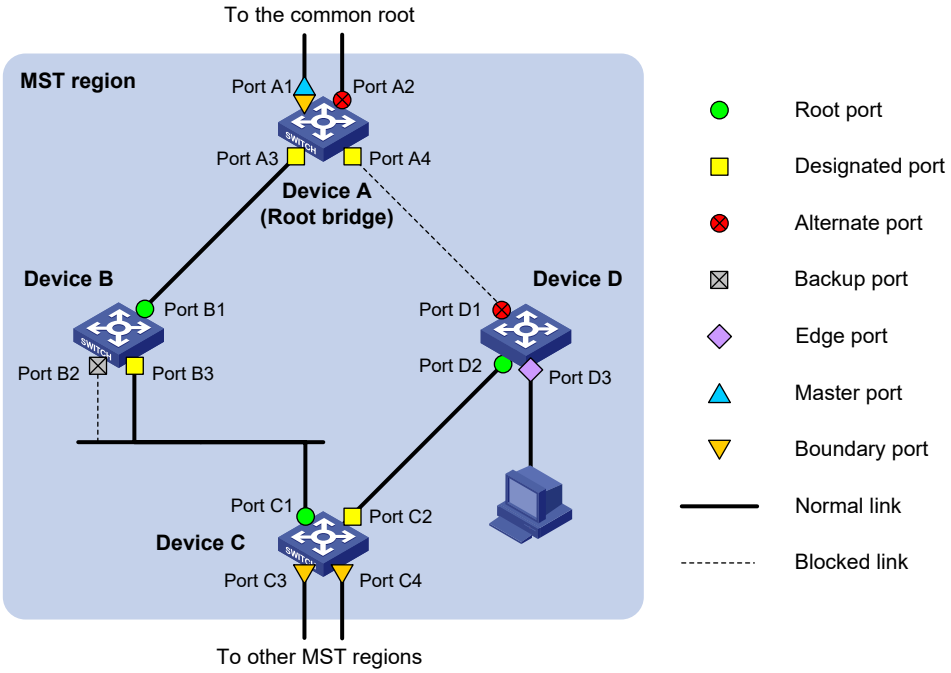


図 4-8 ポートの役割

MSTP では、以下のポートの計算を行っています。

- **Root ポート**–非 root bridge 用にデータを root bridge に転送します。root bridge は root port を持っていません。
- **Designated ポート**–データを下流方向のネットワークセグメントや装置に転送するポートです。
- **Alternate ポート**– Root ポートもしくは Master ポートの代替ポートです。Root ポートもしくは Master ポートがブロッキング状態になると、その代わりに Root ポートもしくは Master ポートになるポートです。
- **Backup ポート**–Designated ポートの代替ポートで、高速な切り替えのために使われます。Designated ポートがブロッキング状態になると、即座にその代わりに Designated ポートになり、データの転送を開始できます。
- **Edge ポート**–ネットワーク装置あるいはネットワークセグメントに接続されていないポートで、ユーザホストに直接接続されています。
- **Master ポート**–MST Region を共通 Root Bridge に接続するポートで、その MST Region における Root ポートでもあります。Master ポートから共通 Root Bridge へのパスは、最短パスとなります。Master ポートはいつも regional root にあるわけではありません。IST や CIST の Root ポートは Root Port で、ほかの MSTI の Master ポートです。
- **Boundary ポート**–MST Region の端点のポートで、ほかの MST Region や STP/RSTP で制御される装置と接続します。MSTP の計算を行うとき、MSTI の boundary port の役割は CIST の役割と同一です。Master ポートになるわけではありません。MSTI の Master ポートは CIST の root port です。

X. ポートの状態

MSTP では、ポートは以下のいずれかの状態になっています。

- **Forwarding**ーこの状態のポートは、BPDU の送受信が可能で、MAC アドレスを学習し、ユーザトラフィックを転送できます。
- **Learning**ーこの状態のポートは、BPDU の送受信が可能で、MAC アドレスを学習しますが、ユーザトラフィックを転送できません。
- **Discarding**ーこの状態のポートは、BPDU の受信のみ可能です。MAC アドレスの学習やユーザトラフィックを転送できません。

🕮 **メモ:**

MSTI が異なると、ポートの状態も異なります。

ポートの状態はポートの役割と排他的ではありません。表 4-4 にポートの役割とポート状態の関係を示します。“〇”はポートがこの状態に対応することを表し、 “×”はポートがこの状態に対応しないことを表します

表 4-4 ポートの役割とポート状態の関係

ポートの役割(右) ポートの状態(下)	Root port/master ポート	Designated ポート	Alternate ポート	Backup ポート
Forwarding	〇	〇	×	×
Learning	〇	〇	×	×
Discarding	〇	〇	〇	〇

4.4.3 MSTP の原理

MSTP はレイヤ 2 ネットワーク全体を複数の MST Region に分割します。MST Region 間で CST を生成し、各 MST Region 内に MSTI と呼ばれる複数のスパニングツリーを生成します。MSTI が 0 の MSTI は IST です。

MSTP では、STP と同様に、スパニングツリーを構成するための情報転送に BPDU を使用します。MSTP 用の BPDU との違いは、MSTP の BPDU に加えて、MSTI 用のパラメータを付加します。

I. CIST の構築

CIST の構築では、以下の処理が行われます

- 最も優先度の高いデバイスを、CIST の Root として選出します。
- 各 MST Region では IST が構築されます。
- MSTP はそれぞれの MST Region を 1 つのデバイスとみなして､ネットワークの CST を構築します。

構築された IST と CST で CIST が構成されます。

II. MSTI の構築

MST Region 内では、VLAN マッピングテーブルの情報によって VLAN グループごとの MSTI を構築します。それぞれの MSTI では、STP と同様にスパニングツリーを構成します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス “STP”の “STP アルゴリズムの計算プロセス”* を参照してください。

MSTP では、VLAN パケットは以下のパスに沿って転送されます。

- MST region 内:パケットは対応する MSTI に沿って転送されます。
- MST region 間:パケットは CST に沿って転送されます。

4.4.4 装置での MSTP の実行

MSTP は STP および RSTP と互換性があります。STP および RSTP プロトコルパケットは、MSTP を実行している装置に認識され、スパニング ツリーの計算に使用されます。

基本的な MSTP 機能に加え、以下のような特別な機能を提供することで、管理を容易にします。

- Root bridge の保持
- Root bridge のバックアップ
- Root ガード
- BPDU ガード
- Loop ガード
- TC-BPDU ガード
- ポート役割制限
- TC-BPDU 転送制限機能

4.5 プロトコルと規格

MSTP は以下に示すプロトコルと規格に記載されています。

- IEEE 802.1d, *Media Access Control (MAC) Bridges*
- IEEE 802.1w, *Part 3: Media Access Control (MAC) Bridges–Amendment 2: Rapid Reconfiguration*
- IEEE 802.1s, *Virtual Bridged Local Area Networks–Amendment 3: Multiple Spanning Trees*
- IEEE 802.1Q-REV/D1.3, *Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks –Clause 13: Spanning tree Protocols*

4.6 スパニングツリー設定作業リスト

スパニングツリーを設定する前に、以下の作業を完了してください。

- 各 MST インスタンス内のそれぞれの装置で使用するプロトコル(STP、RSTP、MSTP、PVST)を定義してください。
- 装置の役割(Root Bridge または leaf node)を定義してください。

スパニングツリーを設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- スパニングツリーの設定は、サービスループバック、Smart Link と一緒に設定できません。
- system view で行った設定は全体に適用されます。Ethernet interface view で行った設定は、インタフェースでのみ適用されます。aggregate interface view で行った設定は、アグリゲートインタフェースでのみ適用されます。アグリゲーションメンバポートで行った設定は、アグリゲーショングループから取り除かれた後に有効になります。

- アグリゲートインタフェースでスパニングツリーを有効にした後、アグリゲートインタフェースでアルゴリズムの計算が行われます。アグリゲーションメンバポートでは行われません。スパニングツリーは、状態を有効にすることに加えて、対応するアグリゲートインタフェースに一致する各選択されたメンバポートの転送状態を有効にします。
- アグリゲーショングループのメンバポートはスパニングツリーの計算に関与しませんが、ポートは、アグリゲーショングループから取り除かれた後に、MSTP 計算に参加するために、その MSTP 設定を確保しています。

4.6.1 STP 設定作業リスト

作業リスト
root bridgeの設定: ● (必須設定項目) 動作モードの設定 ● (オプション設定項目) Root BridgeとSecondary Root Bridgeの設定 ● (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 ● (オプション設定項目) ネットワークダイアメータの設定 ● (オプション設定項目) スパニングツリータイマの設定 ● (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 ● (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 ● (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 ● (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
leaf nodeの設定: ● (必須設定項目) 動作モードの設定 ● (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 ● (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 ● (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 ● (オプション設定項目) Port Path Costの設定 ● (オプション設定項目) Port priorityの設定 ● (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 ● (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
(オプション設定項目) 保護機能の設定

4.6.2 RSTP 設定作業リスト

作業リスト
root bridgeの設定: ● (必須設定項目) 動作モードの設定 ● (オプション設定項目) Root BridgeとSecondary Root Bridgeの設定 ● (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 ● (オプション設定項目) ネットワークダイアメータの設定 ● (オプション設定項目) スパニングツリータイマの設定 ● (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 ● (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 ● (オプション設定項目) Edgeポートの設定 ● (オプション設定項目) Point-to-Pointリンクの設定 ● (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 ● (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
leaf nodeの設定: ● (必須設定項目) 動作モードの設定 ● (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 ● (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 ● オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 ● (オプション設定項目) Edgeポートの設定 ● (オプション設定項目) Port Path Costの設定 ● (オプション設定項目) Port priorityの設定 ● (オプション設定項目) Point-to-Pointリンクの設定 ● (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 ● (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
(オプション設定項目) mCheck機能の設定
(オプション設定項目) 保護機能の設定

4.6.3 PVST 設定作業リスト

作業リスト
root bridgeの設定: ● (必須設定項目) 動作モードの設定 ● (オプション設定項目) Root BridgeとSecondary Root Bridgeの設定 ● (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 ● (オプション設定項目) ネットワークダイアメータの設定 ● (オプション設定項目) スパニングツリータイマの設定 ● (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 ● (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 ● (オプション設定項目) Edgeポートの設定 ● (オプション設定項目) Point-to-Pointリンクの設定 ● (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 ● (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
leaf nodeの設定: ● (必須設定項目) 動作モードの設定 ● (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 ● (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 ● (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 ● (オプション設定項目) Edgeポートの設定 ● (オプション設定項目) Port Path Costの設定 ● (オプション設定項目) Port priorityの設定 ● (オプション設定項目) Point-to-Pointリンクの設定 ● (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 ● (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
(オプション設定項目) mCheck機能の設定
(オプション設定項目) 保護機能の設定
(オプション設定項目) トポロジ変更イベントによるSNMP notificationの有効化

4.6.4 MSTP 設定作業リスト

作業リスト
root bridgeの設定: • (必須設定項目) 動作モードの設定 • (必須設定項目) MST regionの設定 • (オプション設定項目) Root BridgeとSecondary Root Bridgeの設定 • (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 • (オプション設定項目) MST regionの最大ホップ数の設定 • (オプション設定項目) ネットワークダイアメータの設定 • (オプション設定項目) スパニングツリータイマの設定 • (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 • (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 • (オプション設定項目) Edgeポートの設定 • (オプション設定項目) Point-to-Pointリンクの設定 • (オプション設定項目) MSTPパケットのフォーマット設定 • (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 • (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
leaf nodeの設定: • (必須設定項目) 動作モードの設定 • (必須設定項目) MST regionの設定 • (オプション設定項目) Bridgeプライオリティの設定 • (オプション設定項目) タイムアウトファクタの設定 • (オプション設定項目) BPDU最大送出レートの設定 • (オプション設定項目) Edgeポートの設定 • (オプション設定項目) Port Path Costの設定 • (オプション設定項目) Port priorityの設定 • (オプション設定項目) Point-to-Pointリンクの設定 • (オプション設定項目) MSTPパケットのフォーマット設定 • (オプション設定項目) ポート遷移状態情報の出力の有効化 • (必須設定項目) スパニングツリー機能の有効化
(オプション設定項目) mCheck機能の設定
(オプション設定項目) Digest Snoopingの設定
(オプション設定項目) No Agreement Checkの設定
(オプション設定項目) 保護機能の設定

4.7 動作モードの設定

スパニングツリーの動作モードは以下があります。

- **STP モード**–装置を STP で動作させます。スパニングツリーの情報交換のため、STP BPDU を送信します。ポートの対向装置が STP のみをサポートしている場合、このモードを選択します。
- **RSTP モード**–装置を RSTP で動作させます。スパニングツリーの情報交換のため、RSTP BPDU を送信します。ただし、対向装置が STP で動作していることを検知す

ると STP BPDU を送信します。対向装置が MSTP BPDU を受信していても、このモードのポートは MSTP モードに移行しません。

- **MSTP モード**–装置を MSTP で動作させます。スパニングツリーの情報交換のため、MSTP BPDU を送信します。ただし、対向装置が STP で動作していることを検知すると STP BPDU を送信します。対向装置が RSTP BPDU を受信していても、このモードのポートは RSTP モードに移行しません。
- **PVST モード**ー装置を PVST で動作させます。各 VLAN はスパニングツリーを維持します。スパニングツリーの容量は PVST が有効なポートと、PVST が有効な VLAN を掛け合わせた数になります。もしネットワークの容量がスパニングツリーの容量を超えるとき、装置の CPU に負荷がかかります。パケット転送が中断され、ネットワークが不安定になります。スパニングツリーの数は最大 128 にしてください。

MSTP モードは、RSTP モードと互換性があり、RSTP モードは STP モードと互換性があります。

PVST モードの互換性はポートのリンクタイプに依存します。

- アクセスポートでは、PVST モードはすべての VLAN でほかのスパニングツリーと互換性があります。
- トランクポートあるいはハイブリッドポートでは、PVST モードは、VLAN1 でほかのスパニングツリーと互換性があります。

4.7.1 設定手順

以下に動作モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． 動作モードを設定する	**stp mode** { **mstp** | **pvst** | **rstp** | **stp** }	デフォルト：MSTP

4.8 MST regionの設定

スパニングツリーの装置が物理的に接続され、以下が同じ設定の場合、スパニングツリーの装置は同じ MST region に属します。

- フォーマットセレクタ(デフォルトは 0 です。設定できません。)
- MST region 名
- MST region revision レベル
- MST region の同一 VLAN-to-instance マッピングエントリ

MST region に関連したパラメータ(特に VLAN-to-instance マッピングテーブル)の設定は、MSTI に新しいスパニングツリーの計算の原因になり、ネットワークトポロジが不安定になる可能性があります。ネットワークトポロジが不安定になる可能性を減らすために、以下のいずれかの設定をしてから MST region の設定を適用してください。

- **active region-configuration** コマンドで MST region 関連のパラメータをアクティブにします。
- スパニングツリーが無効な状態では、**stp global enable** コマンドで MSTP を有効にします。

STP、RSTP、PVST モードでは MST region の設定は適用されません。

以下に MST region の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． MST region view に移行する	**stp region-configuration**	―
3． MST region 名を設定する	**region-name** *name*	デフォルト：装置のMACアドレス
4． VLAN-to-instance マッピングテーブルを作成する	• **instance** *instance-id* **vlan** *vlan-id-list* • **vlan-mapping modulo** *modulo*	どちらかの設定を使用します。 デフォルト：すべてのVLANがCIST(あるいはMSTI 0)にマッピングされています。
5． MST region の MSTP Revision レベルを設定する	**revision-level** *level*	デフォルト：0
6． (オプション設定項目) MST Region の設定がアクティブ化されていないことを表示する	**check region-configuration**	―
7． 手動で MST Region の設定を有効にする	**active region-configuration**	―

4.9 Root BridgeとSecondary Root Bridgeの設定

MSTP は、MSTP 計算でスパニングツリーの Root Bridge を指定できます。あるいは、Root Bridge あるいは Secondary Root Bridge として装置を指定することができます。

装置は、異なるスパニングツリーと独立しています。あるスパニングツリーの Root Bridge や Secondary Root Bridge は、別のスパニングツリーの Root Bridge や Secondary Root Bridge にすることができます。しかし 1 つの装置を同じスパニングツリーの Root Bridge や Secondary Root Bridge にすることはできません。

スパニングツリーは 1 つの Root Bridge のみ持ちます。もし同一時間に、スパニングツリーで複数の Root Bridge が選択された場合、最も小さい MAC アドレスの装置が選択されます。

インスタンスの Root Bridge が故障あるいはシャットダウンしたとき、以下のようになります。

- Secondary Root Bridge が指定されていれば、そのインスタンスを引き継ぐことができます。
- インスタンスに複数の Secondary Root Bridge を指定していた場合は、MSTP が MAC アドレスの最も小さい Secondary Root Bridge を新しい Root Bridge に指定します。
- Secondary Root Bridge が指定されていない場合、新しい Root Bridge を選出します。

装置のプライオリティの設定に関係なく、各スパニングツリーに 1 つの Root Bridge を指定することができます。装置を Root Bridge あるいは Secondary Root Bridge に指定した後は、装置のプライオリティを変更することはできません。

装置のプライオリティを 0 に設定し、Root Bridge に指定することもできます。装置のプライオリティの設定につきましては、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス “STP” の “Bridge プライオリティの設定”* を参照してください。

4.9.1 Root Bridge の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． Root Bridge を設定する	• STP/RSTPモード: **stp root primary** • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **root primary** • MSTPモード: **stp** [**instance** *instance-list*] **root primary**	デフォルト：Root Bridgeとして機能しません。

4.9.2 Secondary Root Bridge の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． Secondary Root Bridge を設定する	• STP/RSTPモード: **stp root secondary** • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **root secondary** • MSTPモード: **stp** [**instance** *instance-list*] **root secondary**	デフォルト：Secondary Root Bridgeとして機能しません。

4.10 Bridgeプライオリティの設定

スパニングツリーでは、Bridge プライオリティのパラメータを用いて、Root Bridge を決定します。この際に使用する Bridge プライオリティの値を、以下のコマンドを使用して設定します。最も小さい値の Bridge プライオリティを設定することで、そのデバイスを Root Bridge にすることができます。異なるスパニングツリーには異なる Bridge プライオリティを設定することができます。

Root Bridge の選出とき、スパニングツリーのすべての装置が、同じプライオリティの値である場合、最も小さい MAC アドレスの装置が Root Bridge として選択されます。Root bridge もしくは Secondary Root Bridge を指定した後、コマンドを使用してそのスイッチの Bridge Priority を変更することはできません。

以下に指定された MSTI の Bridge プライオリティの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2． Bridge プライオリティを設定する	• STP/RSTPモード: **stp priority** *priority* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **priority** *priority* • MSTPモード: **stp** [**instance** *instance-list*] **priority** *priority*	デフォルト：32768

4.11 MST regionの最大ホップ数の設定

MST Region における最大ホップ数は、MST Region の最大範囲を制限するために使用します。

Configuration BPDU には、残りホップ数を管理するためのフィールド（Remaining Hops 領域）があります。スパニングツリーの Root Bridge が送信する Configuration BPDU のこのフィールドは 、スパニングツリーを構成するデバイスを経由する度に、-1 します。フィールドの値が 0 である Configuration BPDU を受信した装置は、その BPDU を廃棄するため、MST Region のネットワークの最大範囲が制限できます。

この設定は Root Bridge のみ設定できます。MST region 内にある他のすべての装置は、Root Bridge で設定された値を使用します。

STP ネットワークサイズにもとづいて、MST Region の最大ホップ数を設定することができます。ルートブリッジの最大ホップ数の設定は、edge ポートの最大ホップ数よりも大きい値にすることを推奨します。

以下に MST region の最大ホップ数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． MST Region の最大ホップ数を設定する	**stp max-hops** *hops*	デフォルト：20

4.12 ネットワークダイアメータの設定

ネットワークにおける任意の 2 台の装置を結ぶ最も遠いパス上にある装置の数を、ネットワークの大きさを示す 1 つの指標として設定します。ネットワークダイアメータが大きいと、ネットワークが大きいことを示します。

ネットワークダイアメータの設定に従って、装置は MSTP の Hello 時間、転送遅延、最大エージングタイマを適切な値に自動的に設定します。

STP、RSTP、MSTP モードでは、以下のようになります。

- 各 MST region は装置とみなされます。
- 設定したネットワーク ダイアメータは、CIST(あるいは Root Bridge)でのみ有効で、MSTI では無効です。

PVST モードでは、設定されたネットワークダイアメータは指定された VLAN の Root Bridge でのみ有効です。

以下にネットワークダイアメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ネットワークダイアメータを設定する	• STP/RSTP/MSTPモード: **stp bridge-diameter** *diameter* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **bridge-diameter** *diameter*	デフォルト：7

4.13 スパニングツリータイマの設定

設定可能なスパニングツリー関連タイマには、以下のタイマがあります。

- **Forward delay**–ポートが状態遷移に要する時間です。リンクに障害が発生すると、装置はスパニングツリーの再構築を行いますが、再構築されたスパニングツリーの BPDU がネットワーク全体に展開するまで時間を要します。そのため、Forward Delay、中間のポート状態(学習状態)を設定し、ルートポートと指定ポートが学習状態から転送状態に移行する時間を確保します。
- **Hello time**–リンク障害等を検出するために、Hello 時間に設定された間隔で Hello パケット(Configuration BPDU)を定期的に送信します。
- **Max age**–BPDU の有効期間を指定します。装置は、BPDU 内に記載されている最大エージングタイマ（Max Age）を経過した BPDU メッセージを廃棄します。最大エージングタイマは CIST を除いて MSTI に影響がありません。

スパニングツリーの状態変更が頻繁に発生するのを回避するには、Hello タイマ、Forward Delay、最大エージングタイマの設定を次式に満足するよう設定してください。

- 2 × (forward delay - 1 秒) ≧ max age
- Max age ≧ 2 × (hello time ＋ 1 秒)

スパニングツリーのタイマは手動ではなく自動で設定することを推奨します。ネットワークダイアメータの設定にもとづいて、自動的に計算します。ネットワークダイアメータがデフォルトである場合、スパニングツリーのタイマはデフォルト値となります。

Root Bridge に設定されるタイマは、ネットワーク全体のすべての装置で適用されます。

4.13.1 設定の制限とガイドライン

- ネットワークのダイアメータに応じて、Forward Delay の設定値は変更します。一般的に、ネットワークのダイアメータが大きい程、転送遅延は長く設定してください。転送遅延を極端に短く設定すると一時的に冗長パスが発生してしまい、転送遅延を極端に長くするとネットワーク接続が再開するまでの時間が長くなります。よって、一般的なネットワークにおいては、デフォルト値で使用することを推奨します。
- Hello タイマを適切に設定することで、リンク障害等を適切に検出しリンクの切り替えを行えます。Hello タイマを極端に短く設定すると、消費されるネットワークリソースが増えると共にデバイスでの処理も大きくなります。また Hello タイマを極端に長く設定すると、リンク上でパケットロスが発生すると、デバイスはそれをリンク障

害と認識するためスパニングツリーの再構築が発生してしまいます。よって、一般的なネットワークにおいては、デフォルト値で使用することを推奨します。

- スパニングツリーの段数および構成するデバイスでの処理能力に応じて、最大エージングタイマの設定値は変更します。極端に小さい設定を行うと、ネットワークの輻輳発生によってスパニングツリーの再構築が発生する可能性があります。また、極端に大きい設定を行うと、リンク障害を所定の時間内に検出し、スパニングツリーを再構築できなくなります。よって、一般的なネットワークにおいては、デフォルト値で使用することを推奨します。

4.13.2 設定手順

以下にスパニングツリータイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． forward delay timer を設定する	• STP/RSTP/MSTPモード: **stp timer forward-delay** *time* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **timer forward-delay** *time*	デフォルト：15 秒
3． hello timer を設定する	• STP/RSTP/MSTP モード: **stp timer hello** *time* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **timer hello** *time*	デフォルト：2秒
4． max age timer を設定する	• STP/RSTP/MSTPモード: **stp timer max-age** *time* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **timer max-age** *time*	デフォルト： 20秒

4.14 タイムアウトファクタの設定

タイムアウトファクタは、以下の式で表されるタイムアウト時間を決めるために使用されるパラメータです。

タイムアウト時間 = タイムアウトファクタ × 3 × hello 時間

スパニングツリーの状態が安定しているとき、Root Bridge でない装置は hello パケット(configuration BPDU)を hello 間隔で下流の装置にリンクの故障を検知するため、転送します。もし通常、Hello タイマの 9 倍の時間、上位の装置から Hello パケットを受信しないと、上位の装置が故障しているとみなし、ネットワークのトポロジの再構築を開始します。

安定したネットワークにおいても、上位のデバイス処理能力がビジーのときに、ネットワークのトポロジの再構築が行われる可能性があります。この場合、Hello パケットの監視時間の倍数を多くして、タイムアウトするまでの時間を長くすることができます。通常はネットワークの安定性を保つために、タイムアウトファクタを 5、6、7 に設定することを推奨します。

以下にタイムアウトファクタの設定を示します。:

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. タイムアウトファクタを設定する	**stp timer-factor** *factor*	デフォルト：3

4.15 BPDU最大送出レートの設定

Hello タイマの時間内に送信可能な configuration BPDU の最大数を設定できます。ネットワークリソースの占有を回避するために設定します。

最大送出レートを高くすると、各 hello 時間内に多くの BPDU を送出しますが、多くのシステムリソースを消費します。一般的なネットワークでは、デフォルト値で使用することを推奨します。

以下に BPDU 最大送出レートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. BPDU 最大送出レートを設定する	**stp transmit-limit** *limit*	デフォルト：10

4.16 Edgeポートの設定

Edge ポートとは、ほかの Ethernet スイッチや共有ネットワークセグメントに接続されず、ユーザ端末等に直接接続しているポートを指します。Edge ポートと設定することによって、接続デバイスが STP をサポートしていない場合には、ポートがリンクアップすると即座に Forwarding 状態に移行させることができます。

4.16.1 設定の制限とガイドライン

- BPDU ガード機能が無効であるとき、Edge ポートが別のポートから BPDU を受信した場合、Edge ポートは非 Edge ポートになります。Edge ポートに戻す場合、再度有効化を行う必要があります。
- ポートがユーザ端末に接続されている場合、Edge ポートとして設定し、BPDU ガードを有効にします。この機能によってネットワークのセキュリティを保持しながら forwarding 状態を早急に収束させることができます。
- ループガード、Edge ポートの機能を、ポートに同時に設定することはできません。

4.16.2 設定手順

以下に Edge ポートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Ethernet あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3. edge port を設定する	**stp edged-port**	デフォルト：非Edgeポート

4.17 Port Path Costの設定

Path Cost は、ポートに接続するリンクの速度に関係するパラメータです。MSTP 対応の装置では、ポートは MSTI ごとに異なる Path Cost を持つことができます。Path Cost を適切に設定することで、VLAN トラフィックフローが別々の物理リンクで転送されるので、VLAN ごとのロードバランスが可能です。

装置は自動的にデフォルト Path Cost を計算でき、一方でユーザはポートの Path Cost を設定できます。

4.17.1 デフォルト Path Cost の計算時の基準指定

注意:

デバイスがデフォルト Path Cost を計算する際に使用する基準を変更した際は、デフォルトに Path Cost を戻してください。

Port Path Cost のデフォルト値には以下のモードがあります。以下の標準から選択できます。

- **dot1d-1998**–IEEE 802.1d-1998 で規定されている Port Path Cost の対応値を使用します。
- **dot1t**–IEEE 802.1t で規定されている Port Path Cost の対応値を使用します。
- **legacy**–QX シリーズ独自の Port Path Cost の対応値を使用します。

デフォルトの Path Cost を計算する際に、基準を設定する場合、以下のガイドラインに従ってください。

- アグリゲーションリンクの Path Cost の計算は、IEEE 802.1d-1998 の場合、アグリゲーションリンクのポートの数を考慮しません。IEEE 802.1t は、アグリゲーションリンクのポートの数を考慮にします。計算式は、Path Cost= 200,000,000/リンク速度 (100kbps 単位) で、リンク速度はアグリゲーションリンクがブロックされていないポートのリンク速度の合計です。
- IEEE 802.1d-1998 あるいは QX シリーズ独自の基準は、ポートあるいはインタフェースのリンク速度が 10Gbps を超えたとき、単一ポートあるいはアグリゲートインタフェースに設定可能な最も小さい値を指定してください。この基準にもとづいて転送する Path は、最適な Path にならない可能性があります。この問題に対応するため、以下のいずれかを行ってください。
  - □ デフォルト Path Cost 計算の基準として、**dot1t** を使用します。

□　ポートの Path Cost を手動で設定します。(オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス　“STP”の　“Path Cost の設定”*を参照してください。)

以下にデフォルト Path Cost を計算するときに装置に使用する基準を指定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	―
2.　Path Cost の計算基準を設定する	**stp pathcost-standard** { **dot1d-1998** | **dot1t** | **legacy** }	デフォルト：**dot1t**

表 4-5 リンク速度と Path Cost 間のマッピング

リンク速度	ポートタイプ	Path Cost		
		IEEE 802.1d-1998	IEEE 802.1t	QX シリーズ独自
0	―	65535	200000000	200000
100 Mbps	単一ポート	19	200000	200
	集約リンク2ポート		100000	180
	集約リンク3ポート		66666	160
	集約リンク4ポート		50000	140
1000 Mbps	単一ポート	4	20000	20
	集約リンク2ポート		10000	18
	集約リンク3ポート		6666	16
	集約リンク4ポート		5000	14
10 Gbps	単一ポート	2	2000	2
	集約リンク2ポート		1000	1
	集約リンク3ポート		666	1
	集約リンク4ポート		500	1
20 Gbps	集約リンク2ポート	1	500	1
	集約リンク3ポート		333	1
	集約リンク4ポート		250	1
	集約リンク4ポート		50	1

4.17.2 Path Cost の設定

ポートの Path Cost を変更したとき、ポートの役割を再計算し、状態遷移を初期化します。

以下にポートの Path Cost の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	―
2.　Ethernet あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3． Path Cost を設定する	• STP/RSTPモード: **stp cost** *cost* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **cost** *cost* • MSTPモード: **stp** [**instance** *instance-list*] **cost** *cost*	デフォルト：システムがPath Costを自動計算

4.18 Port priorityの設定

Root Port を選出する際、ポートの Port Priority が重要な役割を果たします。ほかのパラメータが同じ場合、Port Priority の高いポート（Port Priority 値が小さいポート）が Root Port に選出されます。

スパニングツリーでは異なる path ごとに異なる Port Priority を設定でき、スパニングツリーごとに役割を指定できます。そのため、VLAN 単位で異なる物理ポートを介してデータを流すことができるため、VLAN ベースでロードバランスが可能となります。正確なネットワーク要件にもとづいて Port Priority を設定することができます。

ポートの priority を変更したとき、システムはポートの役割を再計算し、状態遷移を開始します。

以下に port priority の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3． port priority を設定する	• STP/RSTPモード: **stp port priority** *priority* • PVSTモード: **stp vlan** *vlan-id-list* **port priority** *priority* • MSTPモード: **stp** [**instance** *instance-list*] **port priority** *priority*	デフォルト：128

4.19 Point-to-Pointリンクの設定

Point-to-Point リンクは、2 台のデバイスを直結するリンクです。2 つの Root Port や designated port が Point-to-Point リンクである場合、そのリンクの両端に Point-to-Point リンクと設定することで、ポート間で同期のためのパケットを使用して、即座に Forwarding 状態に移行させることができます。

4.19.1 設定の制限とガイドライン

- リンクアグリゲーションを設定している場合や全二重モードを設定している場合、Point-to-Point リンクとして設定することができます。NEC ではデフォルトの設定を使用し、リンクタイプを自動的に設定した値とすることを推奨します。
- MSTP あるいは PVST モードのポートに **stp point-to-point force-false** コマンドあるいは **stp point-to-point force-true** コマンドを設定した場合、設定はすべての VLAN あるいは MSTI に適用されます。
- 実際には Point-to-Point でないポートに対して、Point-to-Point の設定を行うと、一時的にループが発生する可能性がありますので、注意してください。

4.19.2 設定手順

以下に Point-to-Point リンクの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. Point-to-Point リンクを設定する	**stp point-to-point** { **auto** | **force-false** | **force-true** }	デフォルト：**auto** autoではポートが自動的にリンクタイプを決定します。

4.20 MSTPパケットのフォーマット設定

ポートは以下のフォーマットで MSTP パケットの送受信を行うことができます。

- **dot1s** – IEEE802.1s で規定された形式です。
- **legacy** – QX シリーズ独自形式(IEEE802.1s ドラフト版で規定された形式）です。対向装置は、QX シリーズの製品のみです。

デフォルトの MSTP のパケットフォーマットは **auto** です。2 つの MSTP パケットのフォーマットを区別します。対向装置からの BPDU に合わせて、自動でフォーマットを選択し、送信します

ポートの MSTP パケットフォーマットをポートごとに設定できます。設定後、MSTP モードで動作しているときは、ポートは設定しているフォーマットのパケットのみ送受信し、同じフォーマットのパケットを送信するデバイスと通信します。

auto モードのポートはデフォルトで IEEE 802.1s MSTP パケットのみ送信します。ポートが legacy フォーマットの MSTP パケットを受信したときポートは **legacy** フォーマットのパケットのみ送信を行います。これは、ポートがパケットのフォーマットが頻繁に変更することを防ぎます。IEEE 802.1s MSTP パケットを送信するように設定するために、ポートをシャットダウンし、その後、ポートをアップ状態にします。

MSTI 数が 48 を超えたとき、ポートは IEEE 802.1s のみ送信することができます。

以下にポートへの MSTP パケットフォーマットの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Ethernet あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． MSTP パケットフォーマットを設定する	**stp compliance** { **auto** | **dot1s** | **legacy** }	デフォルト：**auto**

4.21 ポート遷移状態情報の出力の有効化

大規模なスパニングツリーネットワークでは、MSTI のポート状態の遷移に関する情報を出力できるように設定し、リアルタイムでポート状態をモニタリングできます。

以下にポート状態の遷移に関する情報を出力する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ポート遷移状態の情報を出力するように設定を有効にする	• STP/RSTPモード: **stp port-log instance 0** • PVSTモード: **stp port-log vlan** *vlan-id-list* • MSTPモード: **stp port-log** { **all** | **instance** *instance-list* }	デフォルト：有効

4.22 スパニングツリー機能の有効化

ほかのスパニングツリー機能に関連した設定を有効にする前に、装置でスパニングツリー機能を有効化にする必要があります。STP、RSTP、MSTP モードではスパニングツリー機能がグローバルと設定したポートで有効化されることを確認してください。PVST モードではスパニングツリー機能がグローバル、指定した VLAN および設定したポートで有効化されることを確認してください。

ポートでのスパニングツリーの計算と装置の CPU のリソースを節約するため、**undo stp enable** コマンドを使用して、ポートでスパニングツリー機能を無効にすることができます。スパニングツリー機能を無効にしたら、ループが発生していないことを確認してください。

4.22.1 STP/RSTP/MSTP モードでのスパニングツリー機能の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． スパニングツリー機能を有効にする	**stp global enable**	デフォルト：グローバルで無効

操作	コマンド	補足
3. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
4. (オプション設定項目) ポートでスパニングツリー機能を有効にする	**stp enable**	デフォルト：すべてのポートで有効

4.22.2 PVST モードでのスパニングツリー機能の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. スパニングツリー機能を有効にする	**stp global enable**	デフォルト：グローバルで無効
3. VLAN でスパニングツリー機能を有効にする	**stp vlan** *vlan-id-list* **enable**	デフォルト：すべてのVLANで有効
4. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
5. ポートでスパニングツリー機能を有効にする	**stp enable**	デフォルト：すべてのポートで有効

4.23 mCheck機能の設定

mCheck 機能はポート状態転送プロセスをユーザが設定できるようにする機能です。

MSTP、MSTP あるいは PVST が動作している装置のポートが STP で動作する装置に接続し STP BPDU を受信した場合、ポートは STP モードに自動的に変更します。しかし以下の場合は、ポートは自動的にもとのモードに戻ることができません。

- 対向の STP 装置がシャットダウンあるいは取り外された場合
- ローカルの装置が変更を検出できない場合

もとのモードで動作するようにポートの設定を強制的に変更するために、mCheck 機能の設定を行うことができます。

たとえば Device A、Device B、Device C が順に接続されています。Device A は STP が動作し、Device B はスパニングツリーが動作しておらず、Device C は RSTP、MSTP あるいは PVST で動作しています。このとき、Device C は、Device B によって透過的に転送された STP BPDU を受信するとき、受信したポートは STP モードに変更します。もし Device B が Device C と RSTP、MSTP あるいは PVST で動作するように設定された場合、Device B と Device C で相互に接続されているポートは mCheck を動作させる必要があります。

4.23.1 設定の制限とガイドライン

mCheck 機能は MSTP、RSTP あるいは PVST モードで動作する装置で適用されます。

4.23.2 設定手順

I. グローバルでの mCheck の実行

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. mCheck を実行する	**stp global mcheck**

II. interface view での mCheck の実行

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. Ethernet あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*
3. mCheck を実行する	**stp mcheck**

4.24 Digest Snoopingの設定

注意:

以下に示す状態において、グローバルで Digest Snooping を使用する場合、注意してください。

- VLAN-to-instance マッピングを変更するとき
- MST region の設定を復元するとき

VLAN-to-instance マッピングが隣り合う装置と異なる場合、ループあるいは通信断が発生します。

IEEE 802.1s で定義されているように、同じ region で接続された装置は、MST region 関連の設定が一致します。

- region 名
- リビジョンレベル
- VLAN-to-instance マッピング

MSTP 対応の装置は、BPDU パケットの configuration ID をチェックすることで、同じ MST region の装置かを識別します。configuration ID は、region 名、リビジョンレベル、設定ダイジェスト(16 バイト長、VLAN-to-instance マッピングにもとづく HMAC-MD5 アルゴリズムによる計算結果)で構成されています。

MSTP の実装はベンダによって異なり、プライベートキーを使用し計算される設定ダイジェストも異なるので、同じ MST region でも装置を提供するベンダが異なると、互いに通信することができません。

NEC の装置とほかのベンダの装置間で通信を行うには、同じ MST region で接続するポートで Digest snooping 機能を有効にします。

4.24.1 設定の制限とガイドライン

Digest snooping の設定を行うとき以下のガイドラインに従ってください。

- Digest snooping を有効にする前に、別のベンダの装置がスパニングツリーに接続され、動作していることを確認してください。
- Digest Snooping 機能が有効になっている場合、同じ region(in-the-same-region)チェックに設定ダイジェストの比較は行われないため、関連するポートでは VLAN-to-instance マッピングを同じにしなければなりません。
- Digest snooping 機能を適用するためには、グローバルと設定ポートの両方で Digest snooping 機能を有効にしてください。まず、関連するすべてのポートで Digest snooping 機能を有効にし、それからグローバルでも有効にすることを推奨します。これにより設定がすべてのポートに適用され、ネットワークへの影響を減らすことができます。
- ループを防ぐため、MST region の Edge ポートで Digest snooping を有効にしないでください。
- Digest snooping を有効にした後 、スパニングツリー機能を有効にしてください。ネットワークの動作が安定しているときは、トラフィックの中断を避けるため、Digest snooping を有効にしないでください。

4.24.2 設定手順

設定 Digest を計算するために秘密鍵を使用している他ベンダの装置が、NEC の装置に接続されている場合、NEC の装置でのみ Digest snooping の設定を有効にすることができます。

以下に Digest snooping の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. インタフェースで Digest Snooping を有効にする	**stp config-digest-snooping**	デフォルト：無効
4. system view から戻る	**quit**	―
5. グローバルで Digest Snooping を有効にする	**stp global config-digest-snooping**	デフォルト：無効

4.24.3 Digest Snooping 設定例

I. ネットワーク要件

図 4-9 に示すように、Device A、Device B が Device C に接続されています。Device C はほかベンダの装置で、すべての装置は同じ region を使用しています。

3 つの装置が互いに通信できるように、Device C に接続されている Device A、Device B のポートで Digest snooping を有効にします。

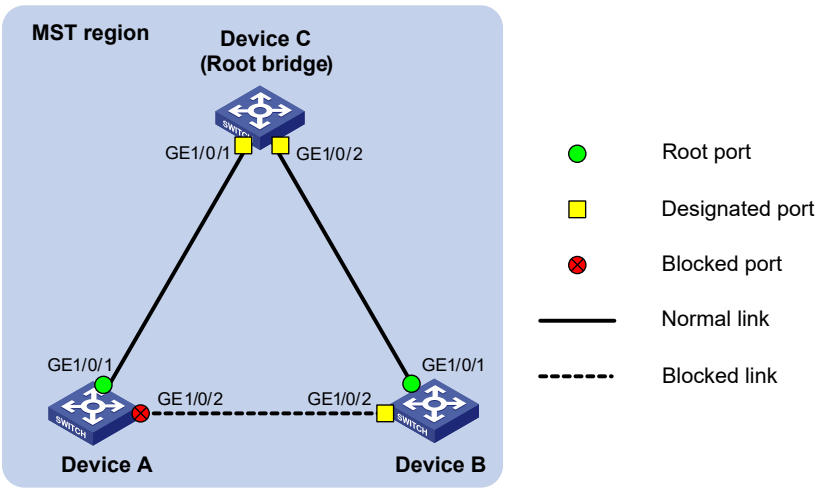


図 4-9 ネットワーク図

II. 設定手順

Device A の GigabitEthernet 1/0/1 で Digest snooping を有効にし、Device A のグローバルで Digest snooping を有効にします。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] stp config-digest-snooping
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceA] stp global config-digest-snooping
```

Device B の GigabitEthernet 1/0/1 で Digest snooping を有効にし、Device B のグローバルで Digest snooping を有効にします。

```
<DeviceB> system-view
[DeviceB] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] stp config-digest-snooping
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

```
[DeviceB] stp global config-digest-snooping
```

4.25 No Agreement Checkの設定

RSTP と MSTP の Designated Port の高速な状態遷移には、2 つのタイプのメッセージが使用されています。

- **Proposal** – Designated Port から送信される高速遷移リクエスト
- **Agreement** – 高速遷移リクエストの応答(acknowledge)パケット

RSTP、MSTP が動作している装置のポートが下流の装置から、agreement パケットを受信したときにのみ、Designated Port で高速遷移を実行できます。RSTP 装置と MSTP 装置の相違点は以下のとおりです。

- MSTP 装置は、下流装置の Root Port が上流の装置から agreement パケットを受信した後にのみ、agreement パケットを送信します。
- RSTP 装置は、下流装置の Root Port が上流の装置から agreement パケットを受信したかに関わらず、agreement パケットを送信します。

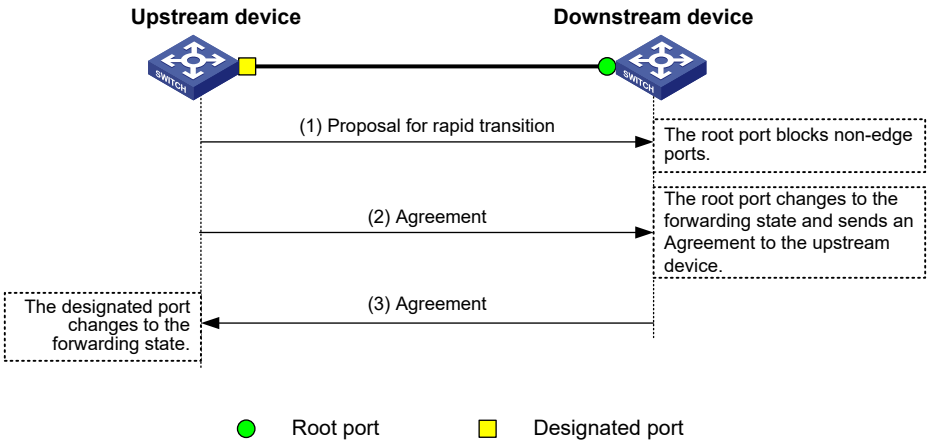


図 4-10 MSTP の designated port の高速状態遷移のメカニズム

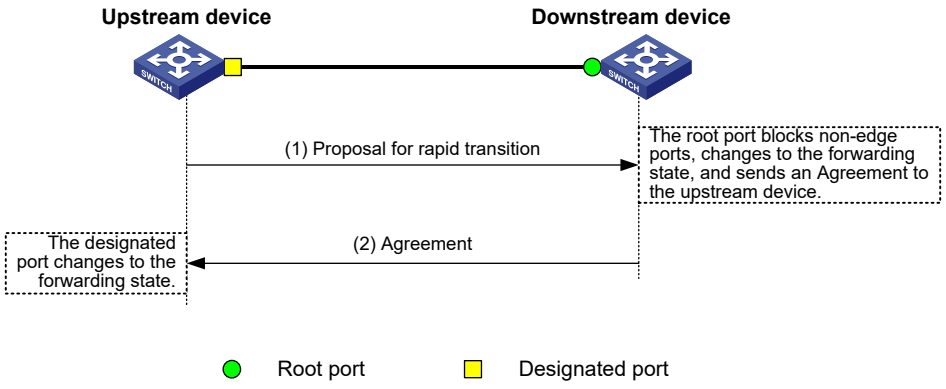


図 4-11 RSTP の designated port の高速状態遷移のメカニズム

上流装置がほかベンダの装置である場合、以下のように高速状態遷移の実行が制限される可能性があります。

- 上流装置が RSTP と類似の高速遷移メカニズムを使用している場合
- 下流装置が MSTP を使用し、RSTP モードをサポートしない場合

この場合、以下の事象が起こります。

1) 下流装置の Root Port は上流装置から agreement パケットを受信しません。
2) 上流装置に no agreement パケットを送信します。

その結果、上流装置の Designated Port は転送遅延の 2 倍の時間が経過した後、forwarding 状態に遷移します。

このような場合に下流装置のポートで No Agreement Check 機能を有効にすることで、高速状態遷移を実行できます。

4.25.1 設定要件

No Agreement Check 機能を設定する前に、以下の作業を行う必要があります。

- 装置は、スパニングツリーに対応している他ベンダの装置と point-to-point リンクによって接続しています。
- 2 台の装置で同じ region 名、リビジョンレベル、VLAN-to-instance マッピングを設定します。

4.25.2 設定手順

Root port で No Agreement Check 機能を有効にすることができます。

以下に No Agreement Check の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. No Agreement Check 機能を有効にする	**stp no-agreement-check**	デフォルト：無効

4.25.3 No Agreement Check 設定例

I. ネットワーク要件

図 4-12 に示すように、以下の要件に従います。

- Device A は、同じ region に属し、異なる MSTP を実装した他ベンダの装置に接続しています。

- ほかのベンダの装置(Device B)は Regional Root Bridge で、Device A は下流装置です。

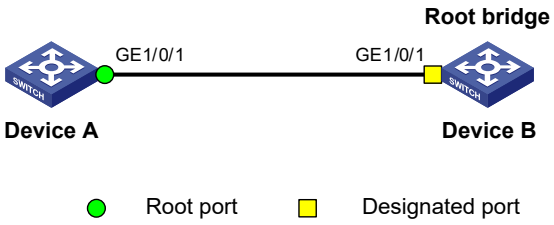


図 4-12 ネットワーク図

II. 設定手順

Device A の GigabitEthernet 1/0/1 で、No Agreement Check 機能を有効にします。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] stp no-agreement-check
```

4.26 保護機能の設定

スパニングツリーの装置は以下の保護機能をサポートしています。

- BPDU ガード
- Root ガード
- Loop ガード
- ポート役割の制限機能
- TC-BPDU ガード
- BPDU ドロップ機能
- PVST BPDU ガード

4.26.1 BPDU ガードの有効化

アクセスポートは通常、ユーザ端末(PC など)やファイルサーバに直接接続されており、高速な遷移を実現するために、Edge ポートに設定されています。こうしたポートで BPDU パケットを受信すると、装置はそのポートを自動的に非 Edge ポートに設定し、スパニングツリーの再計算を開始します。その結果、ネットワーク全体でトポロジ変更が発生する可能性があります。通常の状況下ではこれらのポートは configuration BPDU を受信すべきではありません。しかし不正な装置への攻撃によって configuration BPDU を偽造した場合、ネットワークは不安定となります。

この点を狙った悪意のユーザからの攻撃を防止するための機能として、BPDU ガード機能をサポートします。

本機能を設定することで、Edge ポートに設定しているポートで BPDU パケットを受信すると、装置は以下の操作をします。

- Edge ポートに設定しているポートを shutdown 状態にします。
- NMS に shutdown 状態であることを通知します。

装置は検出の間隔後に、shutdown 状態のポートの解除を行います。検出の間隔についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに* *“装置管理”* を参照してください。

loopback test が設定されたポートでは、BPDU ガードを有効にすることができません。

BPDU ガードは、Edge ポートが設定された装置で設定します。

以下に BPDU ガードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. BPDU ガードを有効にする	**stp bpdu-protection**	デフォルト：無効

4.26.2 Root ガードの有効化

スパニングツリーの Root Bridge と secondary root bridge は、同一 MST region に割り当てられることを推奨します。特に CIST では、Root Bridge と secondary root bridge は、ネットワーク設計で、高帯域幅を持つ領域に配置されます。しかし設定ミスや攻撃により、不正なデバイスがより高い優先度を持った configuration BPDU を配信すると、本来意図されるスパニングツリーのトポロジが構成されないだけでなく、ネットワークトポロジの変更が多発します。トラフィックが高帯域幅のリンクから低帯域幅のリンクに切り替えられてしまい、ネットワークを安定して使用できなくなります。

この状況を防止するための機能として、Root ガードをサポートします。

もし Root ガードが Root Bridge のポートで有効である場合、ポートはすべてのポートの designated port の役割を実行します。MSTI から高い優先度の configuration BPDU を受信した後、以下の操作をします。

- すぐさま MSTI の listening 状態にポートを切り替えます。
- 受信した configuration BPDU を転送しません。

この操作は、MSTI のポートに接続されたリンクを切断することと同一です。

もしポートが 2 倍の forwarding delay 内に高い優先度の BPDU を受信しない場合、もとの状態に戻ります。

ポートで、Loop ガード機能、Root ガード機能の設定は同時に設定することはできません。

Root ガードは、designated port で設定します。

以下に Root ガードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3. Root ガードを有効にする	**stp root-protection**	デフォルト：無効

4.26.3 Loop ガードの有効化

上流の装置から受信した BPDU に従って、Root ポートとほかの Blocking ポートの状態が決まります。しかしリンクの衝突あるいは片方向リンクの障害が発生すると、ポートは上流の装置から BPDU の受信に失敗する可能性があります。この場合ポートの役割を再選択します。

- 上流の BPDU の受信に失敗した Forwarding 状態のポートは designated ポートになります。
- Blocking ポートは Forwarding 状態に遷移します。

この結果、スイッチネットワークでリンクループが発生します。これらを防止するための機能として、Loop ガード機能をサポートします。

Loop ガード機能が有効なポートの初期状態は、各 MSTI で Discard 状態です。ポートが BPDU を受信したとき、正常状態になっても、そのポートを designated ポートとして Forwarding 状態に遷移しません。Blocking 状態でパケットを転送しないため、一時的なリンクのループを回避できます。

ユーザの端末を接続したポートで Loop ガードを無効にすることはできません。BPDU を受信できないため、すべての MSTI で discard 状態になったままとなります。

ポートで、Loop ガード機能、Root ガード機能、Edge ポート機能は同時に設定することはできません。

装置の Root ポートと、交代するポートで Loop ガードを設定します。

以下に Loop ガードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. Loop ガードを有効にする	**stp loop-protection**	デフォルト：無効

4.26.4 ポート役割の制限機能

注意:

この機能を使用することで、スパニングツリーのトポロジの接続に影響する可能性がありますので、注意して設定してください。

ユーザアクセスネットワークの装置の bridge ID を変更すると、コアネットワークのスパニングツリーのトポロジが変更する可能性があります。この問題を回避するため、ポート役割の制限機能を有効にすることができます。この機能を有効にすることで、ポートが上位の BPDU を受信したとき、ルートポートではなく代理ポートになります。

この機能はユーザアクセスネットワークに接続するポートに設定してください。

以下にポート役割の制限機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. ポート役割の制限機能を有効にする	**stp role-restriction**	デフォルト：無効

4.26.5 TC-BPDU ガードの有効化

装置はトポロジ変更(TC)の BPDU(BPDU はトポロジ変更を装置に通知します)パケットを受信すると、転送アドレスエントリを削除します。しかし、悪意のユーザから偽装した TC-BPDU パケットの攻撃を受けた場合、装置は非常に短い時間内に大量の TC-BPDU パケットを受信することになります。頻繁に削除オペレーション（MAC アドレステーブルの更新）を実行すると、装置のリソースを浪費し、ネットワークの安定性に大きな被害をもたらす可能性があります。

TC-BPDU ガードを有効にすると、最初に TC-BPDU を受信した後、指定時間内(10 秒)の間に、転送アドレスエントリを即座に削除する最大数を設定することができます。TC-BPDU を制限以上受信した場合、装置は、一定の期間の満了後に、転送アドレスエントリを削除します。これにより、頻繁に転送アドレスエントリの削除オペレーションを行うことを防ぐことができます。NEC は TC-BPDU ガードを有効にすることを推奨します。

以下に TC-BPDU ガードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. TC-BPDU ガードを有効にする	**stp tc-protection**	デフォルト：有効 無効にすることを推奨しません。
3. (オプション設定項目) 10 秒間に転送アドレスエントリを削除する最大数を設定する	**stp tc-protection threshold** *number*	デフォルト：6

4.26.6 PVST BPDU ガード機能の有効化

MSTP が有効な装置は PVST BPDU を認識できないため、データトラフィックとして PVST BPDU を転送します。別の独立したネットワークにある PVST が有効な装置で PVST BPDU を受信した場合、PVST の計算に失敗する可能性があります。PVST の計算

を失敗させないため、MSTP が有効な装置で PVST BPDU ガード機能を有効にします。ポートで PVST BPDU を受信した場合、装置はポートをシャットダウンします。

以下に PVST BPDU ガード機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. PVST BPDU ガード機能を有効にする	**stp pvst-bpdu-protection**	デフォルト：無効

4.27 トポロジ変更イベントによるSNMP notificationの有効化

この機能を有効にすると、スパニングツリーのトポロジ変更イベントが発生した場合、装置はログを作成し、SNMP に通知します。

正常にイベントの notification を送信するため、装置で SNMP を設定する必要があります。SNMP の設定の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "SNMP"* を参照してください。

snmp-agent trap enable stp tc コマンドを使用するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- コマンドは PVST モードでのみ適用します。
- **snmp-agent trap enable stp** コマンドは、スパニングツリーのトポロジ変更が発生した場合、SNMP notification の送信を有効にします。

以下に新スパニングツリーのトポロジ変更イベントによる SNMP notification の送信の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. スパニングツリーのトポロジ変更イベントによる SNMP notification の送信を有効にする	**snmp-agent trap enable stp tc**	デフォルト： PVSTモードではすべてのVLANで無効です。

4.28 スパニングツリーの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行し、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
STPのガード機能によってブロッキング状態にあるポートの表示する	**display stp abnormal-port**

操作	コマンド
ポートのBPDU統計情報を表示する	**display stp bpdu-statistics** [**interface** *interface-type interface-number* [**instance** *instance-list*]]
STPの保護機能によってダウンしているポートを表示する	**display stp down-port**
MSTIポートの役割計算の履歴を表示する	**display stp** [**instance** *instance-list* | **vlan** *vlan-id-list*] **history** [**slot** *slot-number*]
MSTIの全ポートで送受信されたTC/TCN BPDUの統計情報を表示する	**display stp** [**instance** *instance-list* | **vlan** *vlan-id-list*] **tc** [**slot** *slot-number*]
スパニングツリーの状態および統計情報を表示する	**display stp** [**instance** *instance-list* | **vlan** *vlan-id-list*] [**interface** *interface-list* | **slot** *slot-number*] [**brief**]
有効なMST regionの設定情報を表示する	**display stp region-configuration**
MSTIのRoot Bridgeの情報を表示する	**display stp root**
スパニングツリーの統計情報をクリアする	**reset stp** [**interface** *interface-list*]

4.29 スパニングツリー設定例

4.29.1 MSTP 設定例

I. ネットワーク要件

図 4-13 に示すようにすべての装置は同じ MST region にあります。Device A、Device B はディストリビューション層にあり、Device C、AC はアクセス層にあります。

異なる VLAN のパケットが異なるスパニングツリーに転送されるように MSTP を設定します。

- VLAN10 のパケットは MSTI1 で転送されます。
- VLAN30 のパケットは MSTI3 で転送されます。
- VLAN40 のパケットは MSTI4 で転送されます。
- VLAN20 のパケットは MSTI0 で転送されます。

VLAN10 と VLAN30 はディストリビューション層の装置のみ、VLAN40 はアクセス層の装置のみで通信します。MSIT1 と MSTI3 の Root Bridge は Device A、Device B となり、MSTI4 の Root Bridge は Device C となります

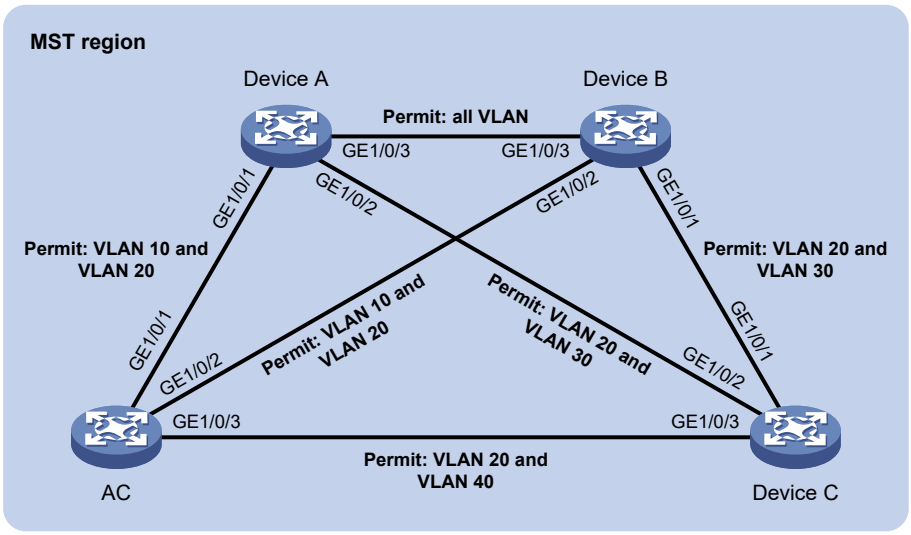


図 4-13 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　VLAN を作成し、VLAN メンバポートを設定します。(詳細は省略します)
- □　Device A、Device B の両方で VLAN10、VLAN20、VLAN30 を作成します。
- □　AC で VLAN10、VLAN20、VLAN40 を作成します。
- □　Device C で VLAN20、VLAN30、VLAN40 を作成します。
- □　装置のポートをトランクポートに設定し、関連する VLAN を割り当てます。

2)　Device A を設定します。

MST region view に移行し、region 名 **example** を設定します。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] stp region-configuration
[DeviceA-mst-region] region-name example
```

VLAN10、VLAN30、VLAN40 をそれぞれ MSTI1、MSTI3、MSTI4 に割り当てます。

```
[DeviceA-mst-region] instance 1 vlan 10
[DeviceA-mst-region] instance 3 vlan 30
[DeviceA-mst-region] instance 4 vlan 40
```

MST region レベルを 0 とします。

```
[DeviceA-mst-region] revision-level 0
```

MST region の設定をアクティブにします。

```
[DeviceA-mst-region] active region-configuration
[DeviceA-mst-region] quit
```

MSTI1 の Root Bridge として Device A を設定します。

```
[DeviceA] stp instance 1 root primary
```

グローバルでスパニングツリーを有効にします。

```
[DeviceA] stp global enable
```

3) Device B を設定します。

MST region view に移行し、MST region 名 **example** を設定します。

```
<DeviceB> system-view
[DeviceB] stp region-configuration
[DeviceB-mst-region] region-name example
```

VLAN10、VLAN30、VLAN40 をそれぞれ MSTI1、MSTI3、MSTI4 に割り当てます。

```
[DeviceB-mst-region] instance 1 vlan 10
[DeviceB-mst-region] instance 3 vlan 30
[DeviceB-mst-region] instance 4 vlan 40
```

MST region レベルを 0 とします。

```
[DeviceB-mst-region] revision-level 0
```

MST region の設定をアクティブにします。

```
[DeviceB-mst-region] active region-configuration
[DeviceB-mst-region] quit
```

MSTI3 の Root Bridge として Device B を設定します。

```
[DeviceB] stp instance 3 root primary
```

グローバルでスパニングツリーを有効にします。

```
[DeviceB] stp global enable
```

4) AC を設定します。

MST region view に移行し、MST region 名 **example** を設定します。

```
<AC> system-view
[AC] stp region-configuration
[AC-mst-region] region-name example
```

VLAN 10、VLAN 30、VLAN 40 をそれぞれ MSTI 1、MSTI 3、MSTI 4 に割り当てます。

```
[AC-mst-region] instance 1 vlan 10
[AC-mst-region] instance 3 vlan 30
[AC-mst-region] instance 4 vlan 40
```

MST region レベルを 0 とします。

```
[AC-mst-region] revision-level 0
```

MST region の設定をアクティブにします。

```
[AC-mst-region] active region-configuration
[AC-mst-region] quit
```

MSTI4 の Root Bridge として AC を設定します。

```
[AC] stp instance 4 root primary
```

グローバルでスパニングツリーを有効にします。

```
[AC] stp global enable
```

5) Device C を設定します。

MST region view に移行し、MST region 名 **example** を設定します。

```
<DeviceC> system-view
[DeviceC] stp region-configuration
[DeviceC-mst-region] region-name example
```

VLAN10、VLAN30、VLAN40 をそれぞれ MSTI1、MSTI3、MSTI4 に割り当てます。

```
[DeviceC-mst-region] instance 1 vlan 10
[DeviceC-mst-region] instance 3 vlan 30
[DeviceC-mst-region] instance 4 vlan 40
```

MST region レベルを 0 とします。

```
[DeviceC-mst-region] revision-level 0
```

MST region の設定をアクティブにします。

```
[DeviceC-mst-region] active region-configuration
[DeviceC-mst-region] quit
```

グローバルでスパニングツリーを有効にします。

```
[DeviceC] stp global enable
```

III. 設定の確認

Device B が最も小さい Root Bridge ID を持っていると仮定します。結果として、Device B が MSTI 0 の Root Bridge となります。

ネットワークが安定したのち、**display stp brief** コマンドで、STP の概要情報を表示し、設定の確認を行います。

Device A のスパニングツリーの概要情報を表示します。

```
[DeviceA] display stp brief
 MST ID        Port                                        Role   STP State
Protection
 0           GigabitEthernet1/0/1                ALTE  DISCARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/2                DESI  FORWARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/3                ROOT  FORWARDING    NONE
 1           GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING    NONE
 1           GigabitEthernet1/0/3                DESI  FORWARDING    NONE
 3           GigabitEthernet1/0/2                DESI  FORWARDING    NONE
 3           GigabitEthernet1/0/3                ROOT  FORWARDING    NONE
```

Device B のスパニングツリーの概要情報を表示します。

```
[DeviceB] display stp brief
 MST ID        Port                                        Role   STP State
Protection
 0           GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/2                DESI  FORWARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/3                DESI  FORWARDING    NONE
 1           GigabitEthernet1/0/2                DESI  FORWARDING    NONE
 1           GigabitEthernet1/0/3                ROOT  FORWARDING    NONE
 3           GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING    NONE
 3           GigabitEthernet1/0/3                DESI  FORWARDING    NONE
```

AC のスパニングツリーの概要情報を表示します。

```
[AC] display stp brief
 MST ID        Port                                        Role   STP State
Protection
 0           GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/2                ROOT  FORWARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/3                DESI  FORWARDING    NONE
 1           GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING    NONE
 1           GigabitEthernet1/0/2                ALTE  DISCARDING    NONE
 4           GigabitEthernet1/0/3                DESI  FORWARDING    NONE
```

Device C のスパニングツリーの概要情報を表示します。

```
[DeviceC] display stp brief
 MST ID        Port                                        Role   STP State
Protection
 0           GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/2                ALTE  DISCARDING    NONE
 0           GigabitEthernet1/0/3                ALTE  DISCARDING    NONE
 3           GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING    NONE
 3           GigabitEthernet1/0/2                ALTE  DISCARDING    NONE
 4           GigabitEthernet1/0/3                ROOT  FORWARDING    NONE
```

出力情報から、図 4-14 のように VLAN の MSTI マッピングの設定を行っていることがわかります。

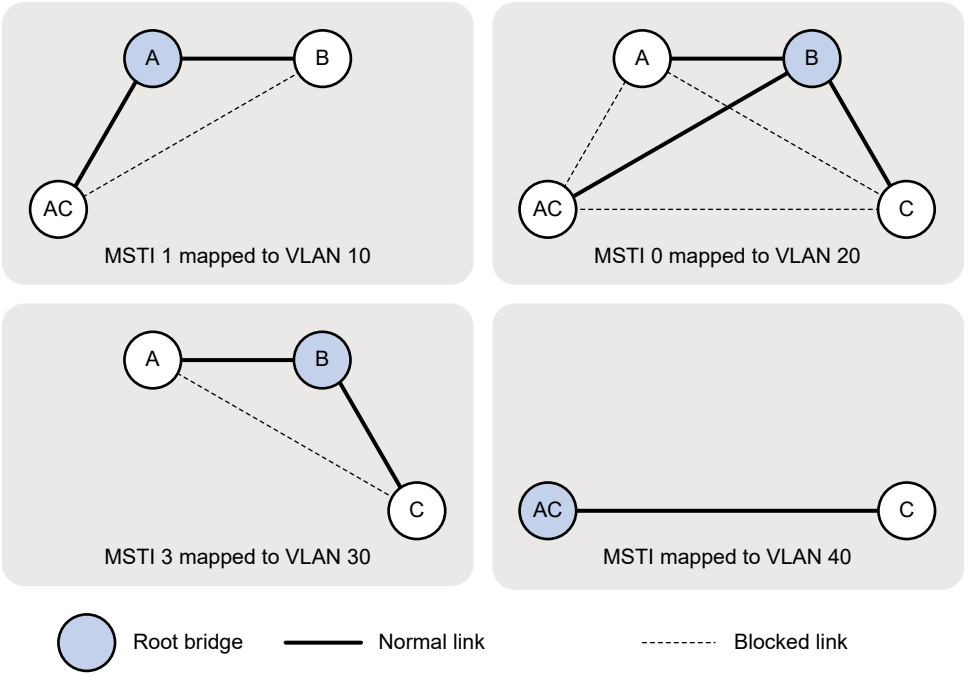


図 4-14 異なる VLAN への MSTI のマッピングの設定

目次

このセクションのページは**4-x-x** です。

5章 ループ検出 5-1
5.1 概要 5-1
5.1.1 ループ検出メカニズム 5-1
5.1.2 ループ検出間隔 5-2
5.1.3 ループ保護アクション 5-2
5.1.4 ポート状態自動回復 5-3
5.2 ループ検出設定作業リスト 5-3
5.3 ループ検出の有効化 5-3
5.3.1 グローバルでのループ検出の有効化 5-4
5.3.2 ポートでのループ検出の有効化 5-4
5.4 ループ保護アクションの設定 5-4
5.4.1 グローバルでのループ保護アクションの設定 5-4
5.4.2 Ethernetインタフェースでのループ保護アクションの設定 5-5
5.4.3 アグリゲートインタフェースでのループ保護アクションの設定 5-5
5.5 ループ検出間隔の設定 5-5
5.6 ループ検出の表示と維持 5-5
5.7 ループ検出設定例 5-6
5.7.1 ネットワーク要件 5-6
5.7.2 設定手順 5-6
5.7.3 設定の確認 5-8

5章 ループ検出

5.1 概要

不正なネットワークの接続あるいは設定は、レイヤ 2 のループを発生させます。ループができると送信されたデータがループ内を無限に巡り続け、回線が圧迫されて通信ができなくなり、ネットワーク機器が過負荷になって性能が低下するなどの、ネットワーク障害を引き起こす原因となります。

ループ検出機能は、ループが発生した場合、ネットワークの接続と設定に対応するように通知させるため、すぐさまログを作成します。ループ検出はネットワークの接続と設定をシャットダウンすることができます。ログは Information center で維持されます。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “Information Center”* を参照してください。

5.1.1 ループ検出メカニズム

装置は検出フレームを送信し、装置のポートからフレームが戻るかどうかを確認することでループを検出します。検出した場合、装置はループされたリンクに接続されていると認識します。

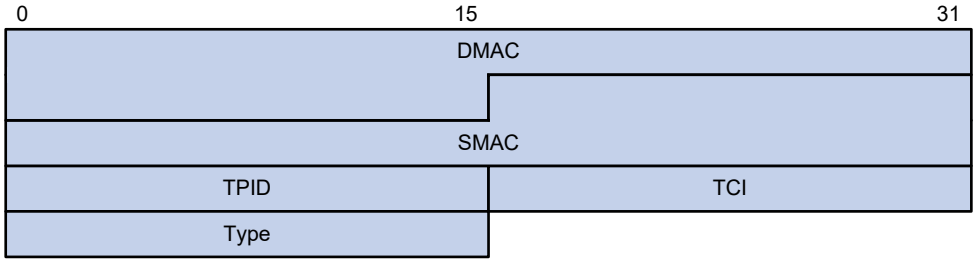


図 5-1 ループ検出のイーサネットフレームヘッダ

ループ検出のイーサネットフレームヘッダは以下のフィールドがあります。

- **DMAC** – フレームの宛先 MAC アドレスです。MAC アドレスは、マルチキャスト MAC アドレス 010F-E200-0007 です。ループ検出機能が有効で、この宛先 MAC アドレスのフレームを受信したとき、以下の処理を行います。
  - □ CPU にフレームを送信します。
  - □ フレームを最初に受信した VLAN にフラッドします。
- **SMAC** – フレームの送信元 MAC アドレスで、送信している装置の MAC アドレスです。
- **TPID** – VLAN タグのタイプで、0x8100 です。
- **TCI** – VLAN タグの情報で優先度と VLAN ID が含まれます。
- **Type** – プロトコルタイプで、0x8918 です。

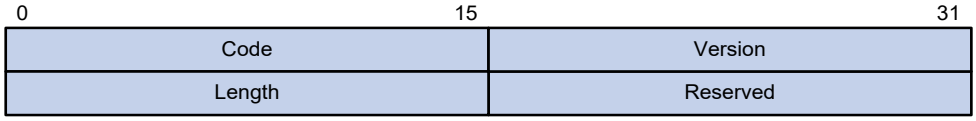


図 5-2 ループ検出の内部フレームヘッダ

ループ検出の内部フレームヘッダは以下のフィールドがあります。

- **Code** – プロトコルサブタイプで、0x0001 です。ループ検出プロトコルを含みます。
- **Version** – プロトコルバージョンで、0x0000 です。
- **Length** – フレーム長です。値は内部ヘッダを含みますが、イーサネットヘッダは含みません。
- **Reserved** – 予約されたフィールドです。

ループ検出のフレームは TLV（タイプ、長さ、値）としてカプセル化されます。

表 5-1 ループ検出でサポートされる TLV

TLV	説明	補足
End of PDU	PDUの最後	オプション
Device ID	送信装置のBridge MACアドレス	必須
Port ID	ポートを送信するPDUのID	オプション
Port Name	ポートを送信するPDU名	オプション
System Name	装置名	オプション
Chassis ID	ポートを送信するシャーシID	オプション
Slot ID	ポートを送信するスロットID	オプション
Sub Slot ID	ポートを送信するサブスロットID	オプション

5.1.2 ループ検出間隔

ループ検出は、ネットワークの変化に対して連続して対応します。ループ検出フレームは、指定された間隔（ループ検出間隔と呼ばれます）で、ポートにループが発生したかどうか、ループが取り除かれたかどうかを確認するために送信されます。

5.1.3 ループ保護アクション

装置がポートを検出したとき、ログを作成しますが、デフォルトでポートに何らかのアクションは実行しません。以下のアクションのうちの１つのアクションを行うように設定することができます。

- **Block** – ポートが MAC アドレスを学習することを無効にし、ポートに受信されるトラフィックをブロックします。
- **No-learning** – ポートが MAC アドレスを学習することを無効にします。
- **Shutdown** – すべてのフレームの送受信を無効にするため、ポートをシャットダウンします。

5.1.4 ポート状態自動回復

block、**no-learning** ポートを設定した装置がポートでループを検出すると、アクションを開始しループ検出間隔の 3 倍の時間待ちます。もしポートでループを検出してからループ検出間隔の 3 倍の期間内にループ検出フレームを受信しない場合、以下の動作をします。

- 装置は自動的にポートを転送状態に設定します。
- ユーザにイベントを通知します。

loopback-detection action shutdown コマンドが使用されたとき、装置は以下の動作をします。

1) 装置は自動的にポートをシャットダウンします。
2) **shutdown-interval** コマンドで設定された検出タイマが満了したのち、装置は自動的にポートを転送状態に設定します。
3) 検出タイマが満了するときにループが検出されると、装置は再びポートをシャットダウンします。

この処理はループが削除されるまで繰り返されます。

🕮 **メモ：**

ループ検出フレームが負荷抑制機能などで削除されることによって、ループが継続していても誤って回復する場合があります。この現象を避けるためには、**shutdown** アクションを使用するか、手動でループを取り除いてください。

5.2 ループ検出設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）ループ検出の有効化
（オプション設定項目）ループ保護アクションの設定
（オプション設定項目）ループ検出間隔の設定

5.3 ループ検出の有効化

ループ検出はグローバルあるいは指定されたポートで有効にすることができます。グローバルの設定は、指定された VLAN のすべてのポートに適用されます。ポートが指定された VLAN に属しているとき、ポート毎の設定は、個別のポートにのみ適用されます。ポートでの設定はグローバルでの設定より優先されます。

🕮 **メモ：**

ループ検出はネットワーク上の本装置よりも上位のスイッチで行なうことを推奨します。

5.3.1 グローバルでのループ検出の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. グローバルでループ検出を有効にする	**loopback-detection global enable vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：無効 すべてのVLANで無効です。

5.3.2 ポートでのループ検出の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
3. ポートでループ検出を有効にする	**loopback-detection enable vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	デフォルト：無効

5.4 ループ保護アクションの設定

ループ保護アクションはグローバルあるいは指定されたポートで有効にすることができます。グローバルの設定は、指定された VLAN のすべてのポートに適用されます。ポート毎の設定は、グローバルの設定よりも優先されます。

🕮 **メモ：**

- **shutdown** アクションを設定し、ポートでループが検出された場合、ポートをシャットダウンする際、ループ状態を解除するため、RECOVERED のログも出力します。
- **shutdown** アクションによるポートのシャットダウンが行われると、**display interface** コマンドの Current state フィールドが DOWN（Loopback detection down）と表示されます。

5.4.1 グローバルでのループ保護アクションの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. グローバルでループ保護アクションを設定する	**loopback-detection global action shutdown**	デフォルト：ループを検出したときアクションは実行しませんがログを出力します。

5.4.2 Ethernet インタフェースでのループ保護アクションの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. インタフェースでループ保護アクションを設定する	**loopback-detection action** { **block** | **no-learning** | **shutdown** }	デフォルト : ループを検出したときアクションは実行しませんがログを出力します。

5.4.3 アグリゲートインタフェースでのループ保護アクションの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. aggregate interface view に移行する	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	―
3. アグリゲートインタフェースでループ保護アクションを設定する.	**loopback-detection action shutdown**	デフォルト : ループを検出したときアクションは実行しませんがログを出力します。

5.5 ループ検出間隔の設定

ループ検出が有効であるとき、装置は、指定された間隔でループ検出フレームを送信します。短い間隔では検出感度が上がりますが、より多くのリソースが消費されます。ループ検出間隔の設定を行うときには、システムのパフォーマンスとループ検出速度を考慮してください。

以下にループ検出間隔の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. ループ検出間隔を設定する	**loopback-detection interval-time** *interval*	デフォルト：30秒

5.6 ループ検出の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ループ検出の設定と状態を表示する	**display loopback-detection**

5.7 ループ検出設定例

5.7.1 ネットワーク要件

図 5-3に示すようなループ接続を行なった場合に、Device A がループを検出して自動的にポートのシャットダウンを行うようにループ検出の設定を行います。

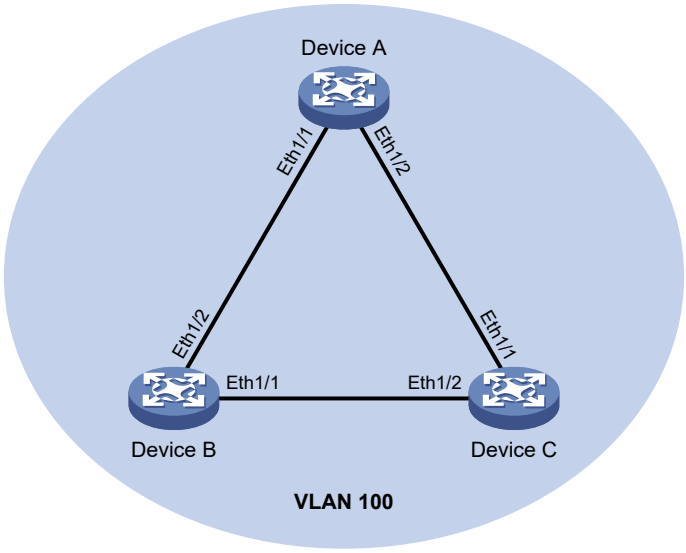


図 5-3 ネットワーク図

5.7.2 設定手順

1)　Device A を設定します。

VLAN 100 を作成し、グローバルにループ検出を設定します。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] vlan 100
[DeviceA-vlan100] quit
[DeviceA] loopback-detection global enable vlan 100
```

GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 をトランクポートとして設定し、VLAN 100 を割り当てます。

```
[DeviceA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 100
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/2
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
```

```
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

シャットダウンを行うループ保護アクションをグローバルで設定します。

```
[DeviceA] loopback-detection global action shutdown
```

ループ検出間隔を 35 秒に設定します。

```
[DeviceA] loopback-detection interval-time 35
```

2)　Device B を設定します。

VLAN 100 を作成します。

```
<DeviceB> system-view
[DeviceB] vlan 100
[DeviceB–vlan100] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 をトランクポートとして設定し、VLAN 100 を割り当てます。

```
[DeviceB] interface GigabitEthernet 1/0/1
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 100
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceB] interface gigabitethernet 1/0/2
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

3)　Device C を設定します。

VLAN 100 を作成します。

```
<DeviceC> system-view
[DeviceC] vlan 100
[DeviceC–vlan100] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 をトランクポートとして設定し、VLAN 100 を割り当てます。

```
[DeviceC] interface GigabitEthernet 1/0/1
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 100
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceC] interface gigabitethernet 1/0/2
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
```

```
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

5.7.3 設定の確認

Device A のログを確認します。

```
[DeviceA]
%Feb 24 15:04:29:663 2013 DeviceA LPDT/4/LPDT LOOPED: Loopback exists on
GigabitEthernet1/0/1.
%Feb 24 15:04:29:667 2013 DeviceA LPDT/4/LPDT LOOPED: Loopback exists on
GigabitEthernet1/0/2.
%Feb 24 15:04:44:243 2013 DeviceA LPDT/5/LPDT RECOVERED: Loopback on
GigabitEthernet1/0/1 recovered.
%Feb 24 15:04:44:248 2013 DeviceA LPDT/5/LPDT RECOVERED: Loopback on
GigabitEthernet1/0/2 recovered.
```

出力内容は、以下のことを示します。

- Device A はループ検出間隔内に GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 のポートでループを検出しました。
- Device A は自動的に GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 をシャットダウンしました。

display loopback-detection コマンドを使用して Device A のループ検出の設定と情報を表示します。

```
[DeviceA] display loopback-detection
Loop detection is enabled.
Loop detection interval is 35 second(s).
No loopback is detected.
```

出力はシャットダウンアクションに従って、GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 ポートがループから開放されたことを示しています。

Device A の GigabitEthernet 1/0/1 の状態を表示します。

```
[DeviceA] display interface gigabitethernet 1/0/1
GigabitEthernet1/0/1 current state: DOWN (Loop detection down)
...
```

出力は、GigabitEthernet 1/0/1 がループ検出アクションによってシャットダウンしていることを示しています。

Device A の GigabitEthernet 1/0/2 の状態を表示します。

```
[DeviceA] display interface gigabitethernet 1/0/2
GigabitEthernet1/0/2 current state: DOWN (Loop detection down)
...
```

出力は、GigabitEthernet 1/0/2 がループ検出アクションによってシャットダウンしていることを示しています。

目次

このセクションのページは**4-x-x** です。

6章 LLDP 6-1
6.1 概要 6-1
6.1.1 基本コンセプト 6-1
6.1.2 動作メカニズム 6-7
6.1.3 プロトコルと標準 6-8
6.2 LLDP設定作業リスト 6-8
6.3 LLDPの基本設定 6-9
6.3.1 LLDPの有効化 6-9
6.3.2 LLDP動作モードの設定 6-9
6.3.3 再初期化遅延時間の設定 6-9
6.3.4 LLDPポーリングの有効化 6-10
6.3.5 アドバタイズ可能なTLVの設定 6-10
6.3.6 管理アドレスの設定とカプセル化フォーマットの設定 6-11
6.3.7 LLDPに関する他のパラメータの設定 6-12
6.3.8 LLDPフレームのカプセル化フォーマットの設定 6-12
6.4 LLDPトラップの設定 6-13
6.5 LLDPの表示と維持 6-14
6.6 LLDPの設定例 6-14
6.6.1 LLDPの基本的な設定例 6-14

6章 LLDP

6.1 概要

異なるベンダが存在するネットワークのとき、標準の設定情報を交換するプラットフォームは、異なるベンダからの異なるタイプのネットワーク装置を相互に検出します。これにより設定を交換できることを保証します。

LLDP（Link Layer Discovery Protocol）は、IEEE802.1AB で規定されています。データリンクレイヤで直接装置に接続された装置間の装置情報を交換するプロトコルです。LLDP では、装置は LLDPDU（LLDP データユニット）にある TLV と呼ばれるタイプ（Type）長さ（Length）値（Value）の形式を利用して、ローカル装置情報を、直接接続された装置に送信します。ローカル装置情報はシステム機能、管理 IP アドレス、装置 ID、ポート ID を含みます。装置は LLDP 隣接装置から受信した LLDPDU の装置情報を標準 MIB に格納します。MIB についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。LLDP はレイヤ 2 のネットワークトポロジの変化をただちに検出し、識別するためにネットワーク管理システムを有効にします。

6.1.1 基本コンセプト

I. LLDP エージェント

LLDP が動作するところで LLDP エージェントはエンティティをマッピングします。複数の LLDP エージェントは同時にインタフェースで動作することができます。

LLDP エージェントは以下のタイプに分類されます。

- Nearest bridge エージェント
- Nearest customer bridge エージェント
- Nearest non-TPMR bridge エージェント

Two-port MAC Relay （TPMR）は 2 つの外部アクセスブリッジポートのブリッジタイプで、MAC ブリッジの機能をサポートします。TPMR は以下を除いて、すべてのフレームベースのメディアに独立したプロトコルに透過的です。

- 独立したプロトコル行き
- TPMR のリレー機能が転送しないように予約された MAC アドレス行き

LLDP は隣接エージェント間でパケットを交換し、隣接情報を作成、維持します。図 6-1 に LLDP エージェントの隣接関係を示します。LLDP はカスタマブリッジ（CB）とサービスブリッジ（SB）の 2 つのブリッジモードをもちます。

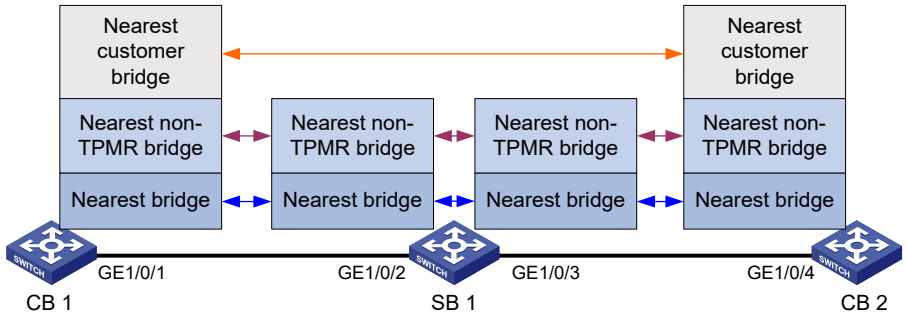


図 6-1 LLDP 隣接関係

II. LLDP フレームフォーマット

LLDP は LLDP フレームの装置情報を送信します。LLDP フレームは Ethernet II あるいは SNAP フレームでカプセル化されています。

- Ethernet II にカプセル化した LLDP フレーム

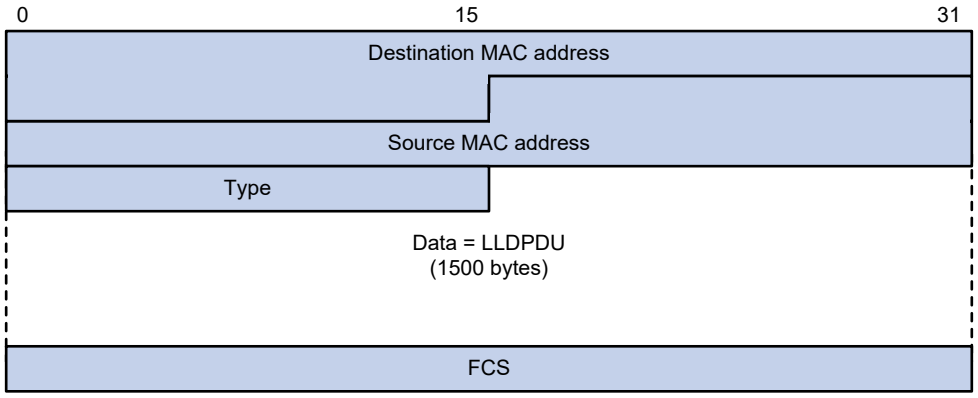


図 6-2 Ethernet II にカプセル化した LLDP フレーム

表 6-1 Ethernet II にカプセル化した LLDP フレームフィールド

フィールド	説明
Destination MAC address	LLDPフレームがアドバタイズしたMACアドレスです。 LLDPは異なるエージェントタイプ向けのLLDPフレームの宛先MACアドエスとして異なるマルチキャストアドレスを指定します。同一インタフェース上で異なるエージェントタイプで送受信したLLDPフレームを区別します。 • LLDPフレーム0x0180-C200-000Eはnearest bridge向けです。 • LLDPフレーム0x0180-C200-000はnearest customer bridge向けです。 • LLDPフレーム0x0180-C200-0003はnearest TPMR bridge向けです。
Source MAC address	送信ポートのMACアドレスです。
Type	上位レイヤプロトコルのEthernetタイプです。LLDPは0x88CCです。

フィールド	説明
Data	LLDPDUです。
FCS	フレームチェックシーケンスで、32ビットCRCの値が受信したEthernetフレームを確認するために使われます。

- SNAP にカプセル化した LLDP フレーム

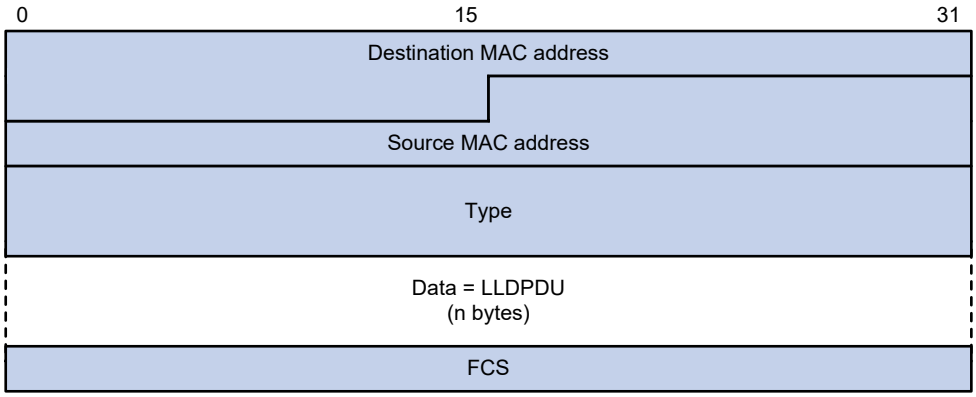


図 6-3 SNAP にカプセル化したフレーム

表 6-2 SNAP にカプセル化したフレームフィールド

フィールド	説明
Destination MAC address	LLDPフレームがアドバタイズしたマルチキャストのMACアドレスです。Ethernet2でカプセル化したLLDPフレームのMACアドレスと同一です。
Source MAC address	送信ポートのMACアドレスです。
Type	上位レイヤプロトコルのSNAPタイプです。LLDPは0xAAAA-0300-0000-88CCです。
Data	LLDPDUです。
FCS	フレームチェックシーケンスで、32ビットCRCの値が受信したEthernetフレームを確認するために使われます。

III. LLDPDU

LLDP は情報を交換するために LLDPDU を使用します。LLDPDU は複数の TLV（タイプ, 長さ,値）から構成されています。図 6-4で示すように、装置上の各 TLV をアドバタイズします。

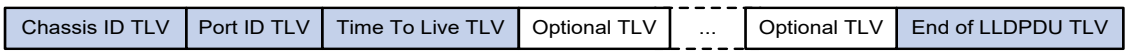


図 6-4 LLDPDU カプセルフォーマット

LLDPDU は、最大で 32 種類の TLV をもつことができます。ます。必須の TLV は、Chassis ID TLV、Port ID TLV、Time to Live TLV、End of LLDPDU TLV です。他の TLV はオプションです。

IV. TLV

TLV はタイプ、長さ、値のフィールドが含まれる情報の要素です。

LLDPDU TLV は以下のカテゴリに分類されます。

- 基本的な管理 TLV
- 組織規定された TLV （IEEE 802.1、IEEE 802.3）
- LLDP-MED（media endpoint discovery）関連の TLV

基本的な TLV は装置を管理するのに必要不可欠なカテゴリです。組織規定された TLV と LLDP-MED 関連の TLV は拡張された装置管理のために使用されます。標準あるいは他の組織によって定義され、LLDPDU のオプションです。

- 基本的な管理 TLV

表 6-3に基本的な管理 TLV タイプを示します。基本的な管理 TLV のいくつかは、各 LLDPDU に必須です。

表 6-3 基本的な管理 TLV

タイプ	説明	補足
Chassis ID	送信する装置のBridge MACアドレスを指定します。	必須
Port ID	送信ポートのIDを指定します。 ● LLDPDUがLLDP-MEDを含んでいる場合、Port ID TLVは送信ポートのMACアドレスです。 ● LLDPDUがLLDP-MEDを含んでいない場合、Port ID TLVはポート名です。	
Time to Live	受信する装置のTTLを指定します。	
End of LLDPDU	LLDPDUのTLVシーケンスの終端をマーキングします。	オプション
Port Description	送信するポートの説明を指定します。	
System Name	送信する装置の装置名を指定します。	
System Description	送信する装置の説明を指定します。	
System Capabilities	送信する装置の主な機能や有効な機能を識別します。	
Management Address	以下の要素を指定します。 ● ローカル装置の管理アドレスです。 ● インタフェース番号、アドレスに関連したOIDです。	

- IEEE 802.1 組織指定 TLV

表 6-4 IEEE 802.1 組織指定 TLV

タイプ	説明
Port VLAN ID	ポートのVLAN識別子（PVID） を指定します。
Port And Protocol VLAN ID	装置がプロトコルVLANをサポートしているかどうかを示します。サポートしている場合、プロトコルのVLAN IDです。
VLAN Name	ポートが属しているVLANの名前を示します。
Protocol Identity	ポートでサポートされるプロトコルを示します。

タイプ	説明
DCBX	Data center bridging exchangeプロトコルです。 🕮 メモ： DCBX TLVはサポートしていません。
EVB module	Edge Virtual Bridgingモジュールです。EVB TLV、CDCP TLVが含まれます。 🕮 メモ： EVB TLVをサポートしていません。
Link Aggregation	リンクアグリゲーションをサポートするポートかどうかを示します。もしサポートしている場合、リンクアグリゲーションが有効です。
Management VID	Management VLAN IDです。
VID Usage Digest	VLAN ID usage digestです。
ETS Configuration	Enhanced Transmission Selection configurationです。
ETS Recommendation	ETS recommendationです。
PFC	Priority-based Flow Controlです。
APP	Application protocolです。
QCN	Quantized Congestion Notificationです。

🕮 メモ：

本装置は Protocol identity TLV と VLAN ID usage digest TLV を受信することができますが、TLV を送信することはできません。

- IEEE 802.3 組織指定 TLV

表 6-5 IEEE 802.3 組織指定 TLV

タイプ	説明
MAC/PHY Configuration/Status	送信するポートの通信速度、通信モード、オートネゴシエーションのサポート状況、オートネゴシエーションの状態、現在の通信速度、現在の通信モードの状態を示します。
Power Via MDI	ポートの電源供給状態を示します。 • PoEタイプ（PSEあるいはPD） • PoEモード • PSE電源供給のサポート状況 • PSE電源供給の有効/無効状態 • PoEモードの管理可能/不可状態 • 電力供給タイプ • 電力ソース • 電力優先度 • PDが要求した電力 • PSEが割り当てた電力
Maximum Frame Size	ポートでサポートされる最大フレームサイズ（MTU）を示します。

タイプ	説明
Power Stateful Control	送信ポートで管理される電源状態制御を示します。 • PSE/PDの電源 • PSE/PDの優先度 • PSE/PDの電力
Energy-Efficient Ethernet	EEE（Energy Efficient Ethernet）を示します。

🕮 **メモ：**

Power Stateful Control TLV は IEEE802.3at Draft1.0 で定義されています。最近のバージョンでは Power Stateful Control TLV をサポートしていません。QX シリーズは Power Stateful Control TLV を受信したときのみ送信を行います。

LLDP-MED TLV は複数のアプリケーションを VoIP（voice over IP）の拡張されたアプリケーションに提供します。たとえば基本設定、ネットワークポリシー設定、アドレス、ディレクトリ管理などのアプリケーションです。LLDP-MED TLV は Ethernet で音声装置の費用効果、使用しやすさのソリューションを提供します。表 6-6に LLDP-MED TLV を示します。

表 6-6 LLDP-MED TLV

タイプ	説明
LLDP-MED Capabilities	LLDP-MED LEDをサポートするネットワークの装置がLLDP-MED LEDをアドバタイズすることを可能にします。
Network Policy	ポートのVLAN ID、VLANタイプ、指定アプリケーションのレイヤ2/レイヤ3の優先度を、ネットワーク装置あるいは端末装置がアドバタイズすることを可能にします。
Extended Power-via-MDI	ネットワーク装置あるいは端末装置が電源供給能力をアドバタイズすることを可能にします。TLVはPower Via MDI TLVの拡張です。
Hardware Revision	端末装置がハードウェアバージョンをアドバタイズすることを可能にします。
Firmware Revision	端末装置がファームウェアバージョンをアドバタイズすることを可能にします。
Software Revision	端末装置がソフトウェアバージョンをアドバタイズすることを可能にします。
Serial Number	端末装置がシリアル番号をアドバタイズすることを可能にします。
Manufacturer Name	端末装置がベンダ名をアドバタイズすることを可能にします。
Model Name	端末装置がモデル名をアドバタイズすることを可能にします。
Asset ID	端末装置がasset IDをアドバタイズすることを可能にします。一般的な使用方法として、ディレクトリ管理、価値のトラッキングを補助するためのエンドポイント用に指定されます。
Location Identification	位置をもとにしたアプリケーションの内容を使用するため、ネットワーク装置が端末装置の位置識別情報をアドバタイズすることを可能にします。

🕮 **メモ：**

- MAC/PHY configuration/status TLV がアドバタイズされない場合、LLDP-MED TLV をアドバタイズ可能でも LLDP-MED TLV はアドバタイズされません。
- LLDP-MED Capabilities TLV がアドバタイズできない場合、他の LLDP-MED TLV がアドバタイズ可能でもアドバタイズされません。

V. 管理アドレス

装置の管理アドレスは、ネットワークマネジメントシステムで使われ、トポロジ維持やネットワーク管理で装置を認識するために使われます。管理アドレスは、management address TLV にカプセル化されています。

6.1.2 動作メカニズム

I. LLDP 動作モード

LLDP エージェントは以下のモードを動作させることができます。

- **TxRx モード** – このモードの LLDP エージェントは LLDP フレームの送信、受信を行うことができます。
- **Tx モード** – このモードの LLDP エージェントは LLDP フレームの送信のみを行うことができます。
- **Rx モード** – このモードの LLDP エージェントは LLDP フレームの受信のみを行うことができます。
- **Disable モード** – このモードの LLDP エージェントは LLDP フレームの送信も受信も行うことができません。

LLDP エージェントの動作モードが別の動作モードに変更されるたびに LLDP は初期化されます。LLDP エージェントの動作モードが別の動作モードへ変更したとき、設定可能な再初期化遅延時間を設定することで LLDP が頻繁に初期化されるのを防ぐことができます。再初期化遅延時間を設定する場合、LLDP は LLDP 動作モードが変更したのち、指定された期間が終了するまで、再初期化を行いません。

II. LLDP フレームの送信

TxRx モードあるいは Tx モードで動作する LLDP エージェントは、定期的およびローカルの設定が変更されるときに、直接接続されている装置へ LLDP フレームを送信します。LLDP フレームがローカルの装置情報を頻繁に変更する際、ネットワークを占有してしまうことを防止するため、LLDP は LLDP フレームを制限するためトークバケットメカニズムを使用します。トークンバケットメカニズムの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “トラフィックポリシング”* を参照してください。

LLDP は自動的に以下のいずれかのケースを用いて早急に LLDP フレームを送信することができます。

- 新しい LLDP フレームが受信され、ローカル装置に新しい装置情報をアドバタイズします。

- LLDP エージェントの LLDP 動作モードが Disable あるいは Rx から、TxRx あるいは Tx に変更したときに早急に LLDP フレームを送信します。

早急に LLDP フレームを送信するメカニズムでは、LLDP 隣接装置がローカル装置を発見できるように、指定した数の LLDP フレームが、設定可能なできるだけ早い送信間隔で連続して送信されます。装置は指定した数の LLDPDU を送信した後、送信間隔を通常に戻します。

III. LLDP フレームの受信

TxRx モードまたは Rx モードで動作している LLDP エージェントは、受信した LLDP フレームを受信するたびに TLV の有効性を確認します。TLV が有効である場合、LLDP エージェントは情報を保存し、エージングタイマを開始します。エージングタイマのデフォルトは LLDP フレームによってアドバタイズされる Time To Live TLV の TTL と同じ値です。LLDP エージェントが新しい LLDP フレームを受信したとき、エージングタイマは再スタートします。LLDP フレームでアドバタイズされた Time To Live TLV の TTL が 0 になったとき、保存されているすべての情報はエージアウトします。

6.1.3 プロトコルと標準

- IEEE 802.1AB-2005, *Station and Media Access Control Connectivity Discovery*
- IEEE 802.1AB-2009, *Station and Media Access Control Connectivity Discovery*
- ANSI/TIA-1057, *Link Layer Discovery Protocol for Media Endpoint Devices*
- DCB *Capability Exchange Protocol Specification Rev 1.00*
- DCB *Capability Exchange Protocol Base Specification Rev 1.01*
- IEEE Std 802.1Qaz-2011, *Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks-Amendment 18: Enhanced Transmission Selection for Bandwidth Sharing Between Traffic Classes*

6.2 LLDP設定作業リスト

作業リスト
LLDPの基本設定： • （必須設定項目） LLDPの有効化 • （オプション設定項目） LLDP動作モードの設定 • （オプション設定項目） 再初期化遅延時間の設定 • （オプション設定項目） LLDPポーリングの有効化 • （オプション設定項目） アドバタイズ可能なTLVの設定 • （オプション設定項目） 管理アドレスの設定とカプセル化フォーマットの設定 • （オプション設定項目） LLDPに関する他のパラメータの設定 • （オプション設定項目） LLDPフレームのカプセル化フォーマットの設定
（オプション設定項目） LLDPトラップ、LLDP-MEDトラップの設定

6.3 LLDPの基本設定

6.3.1 LLDP の有効化

LLDP はポートで LLDP を有効にするには、ポートとグローバルの両方で有効にする必要があります。

以下に LLDP を有効化する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. グローバルで LLDP を有効化する	**lldp global enable**	デフォルト：無効
3. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. （オプション設定項目）LLDP を有効化する	**lldp enable**	デフォルト：有効

6.3.2 LLDP 動作モードの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. 動作モードを設定する	• Layer 2 Ethernet interface viewでの設定： **lldp** [**agent nearest-customer**] **admin-status** { **disable** | **rx** | **tx** | **txrx** } • aggregate interface viewでの設定： **lldp agent nearest-customer admin-status** { **disable** | **rx** | **tx** | **txrx** }	デフォルト： nearest bridgeエージェント：txrxモードです。 nearest customer bridgeエージェント：disableです。 Ethernet interface viewでエージェントタイプが指定されていない場合、nearest bridgeエージェントで動作モードを設定します。 aggregate interface viewではnearest customer bridgeエージェントの動作モードのみを設定できます。

6.3.3 再初期化遅延時間の設定

ポートの LLDP 動作モードを変更した場合、ポートは遅延時間の経過後、プロトコル状態を初期化します。再初期化遅延時間を設定することで、ポートの LLDP 動作モードが頻繁に変更することを防ぐことができます。

以下に再初期化遅延時間の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. 再初期化遅延時間を設定する	**lldp timer reinit-delay** *delay*	デフォルト：2秒

6.3.4 LLDP ポーリングの有効化

LLDP ポーリングを有効にした装置はローカルの設定の変更を定期的に確認します。設定の変更を検出すると、装置は隣接装置へ変更を知らせるために LLDP フレームを送信します。

以下に LLDP ポーリングの有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. LLDP ポーリングの有効化を設定する	• Layer 2 Ethernet interface view での設定： **lldp** [**agent nearest-customer**] **check-change-interval** *interval* • aggregate interface viewでの設定： **lldp agent nearest-customer check-change-interval** *interval*	デフォルト：無効

6.3.5 アドバタイズ可能な TLV の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3. LLDPDU TLV を設定する（Layer 2 Ethernet interface view）	• **lldp tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description | system-capability | system-description | system-name | management-address-tlv** [*ip-address*] } | **dot1-tlv** { **all** | **congestion-notification** | **port-vlan-id** | **link-aggregation | protocol-vlan-id** [*vlan-id*] | **vlan-name** [*vlan-id*] | **management-vid** [*mvlan-id*] } | **dot3-tlv** { **all | mac-physic | max-frame-size | power** } | **med-tlv** { **all** | **capability | inventory | network-policy** [*vlan-id*] | **power-over-ethernet | location-id** { **civic-address** *device-type country-code* { *ca-type ca-value* }&<1-10> | **elin-address** *tel-number* } } } • **lldp agent nearest-customer tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description** | **system-capability | system-description | system-name** | **management-address-tlv** [*ip-address*] } | **dot1-tlv** { **all** | **congestion-notification | port-vlan-id | link-aggregation** } }	デフォルト： • Nearest bridgeエージェントはDCBX、location identification TLV, port VLAN ID TLV、protocol VLAN ID TLV、VLAN name TLV、management VLAN ID、Energy-Efficient Ethernet TLVを除いてすべてのLLDP TLVタイプを送信します。 • Nearest customer bridge エージェントはbasic TLV、IEEE 802.1 organizationally specific TLVを送信します。
4. LLDPDU TLV を設定する（aggregate interface view）	• **lldp agent nearest-customer tlv-enable** { **basic-tlv** { **all | management-address-tlv** *[ip-address*] | **port-description | system-capability | system-description | system-name** } | **dot1-tlv** { **all | port-vlan-id** } } • **lldp tlv-enable dot1-tlv** { **protocol-vlan-id** [*vlan-id*] | **vlan-name** [*vlan-id*] | **management-vid** [*mvlan-id*] }	デフォルト： • Nearest customer bridgeエージェントはbasic TLV、IEEE802.1組織指定TLV（port VLAN ID TLV、protocol VLAN ID TLV、VLAN name TLV、management VLAN ID TLVのみ）を送信します • Nearest bridgeはアグリゲートインタフェースでサポートしていません。

6.3.6 管理アドレスの設定とカプセル化フォーマットの設定

LLDP は管理アドレス TLV の数値形式または string 形式でカプセル化します。

デフォルトでは、管理アドレス TLV は数値形式でカプセル化されています。隣接装置が管理アドレス TLV を string 形式でカプセル化している場合、管理アドレス TLV を string 形式でカプセル化することができます。これにより隣接装置と正常に通信することができます。

以下に管理アドレスのカプセル化フォーマットの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
3. LLDPDU 内の管理アドレスの設定、管理アドレスの送信を設定する	• Layer 2 Ethernet interface viewでの設定： **lldp** [**agent nearest-customer**] **tlv-enable basic-tlv management-address-tlv** [*ip-address*] • aggregate interface viewでの設定： **lldp agent nearest-customer** | **tlv-enable basic-tlv management-address-tlv** [*ip-address*]	デフォルト：nearest bridgeエージェントとnearest customer bridgeエージェントはLLDPDUの管理アドレスを送信します。
4. 管理アドレス TLV のカプセル化フォーマットを string 形式として設定する	• Layer 2 Ethernet interface viewでの設定： **lldp** [**agent nearest-customer**] **management-address-format string** • aggregate interface viewでの設定： **lldp agent nearest-customer management-address-format string**	デフォルト：数値形式

6.3.7 LLDP に関する他のパラメータの設定

LLDPDU でアドバタイズされる Time To Live TLV は、LLDPDU の装置情報の有効時間を決めて、隣接装置で保存されます。

TTL の乗数を設定することにより、隣接装置に送信する LLDPDU の TTL の設定を行うことができます。隣接装置についての情報の TTL は以下の式によって定義されます。

TTL の乗数 × LLDP フレームの 送信間隔 ＋ 1

TTL は最大 65535 秒ということに注意してください。それより大きい場合、65535 秒に丸められます。

以下に LLDPDU に関するパラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. TTL の乗数を設定する	**lldp hold-multiplier** *value*	デフォルト： 4
3. LLDP フレームの送信間隔を設定する	**lldp timer tx-interval** *interval*	デフォルト： 30秒
4. 新しい隣接装置を検出したときの LLDP フレームの送信回数を設定する	**lldp fast-count** *count*	デフォルト： 4

6.3.8 LLDP フレームのカプセル化フォーマットの設定

LLDPDU は Ethernet II または SNAP フレームにカプセル化されます。

- **Ethernet II**－カプセル化フォーマットを Ethernet II に設定した場合、LLDP ポートは Ethernet II フレームで LLDP フレームを送信します。
- **SNAP**－カプセル化フォーマットを SNAP に設定した場合、LLDP ポートは SNAP フレームで LLDP フレームを送信します。

LLDP フレームを処理する初期バージョンの LLDP は、両端で同じカプセル化フォーマットが必要です。初期バージョンの LLDP で動作する装置に隣接したローカル装置は、初期バージョンの LLDP で動作する装置と同じカプセル化フォーマットで設定してください。

以下に SNAP に LLDP フレームのカプセル化フォーマットの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2/Layer 3 Ethernet interface view あるいは Layer 2 aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. SNAP に LLDPDU のカプセル化フォーマットを設定する	● Layer 2/Layer 3 Ethernet interface viewでの設定：**lldp** [**agent nearest-customer**] **encapsulation snap** ● aggregate interface viewでの設定：**lldp agent nearest-customer encapsulation snap**	デフォルト： Ethernet II

6.4 LLDPトラップの設定

LLDP トラップは、ネットワーク管理システムに新しい隣接装置の検知やリンクの故障などのイベントを知らせるために使用されます。

トポロジが不安定なとき、LLDP トラップの送信間隔の設定を変更することで、指定した時間内での過度な LLDP トラップの送信を防ぐことができます。

以下に LLDP トラップの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2/Layer 3 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. LLDP トラップの送信を有効にする	● Layer 2/Layer 3 Ethernet interface viewでの設定：**lldp** [**agent nearest-customer**] **notification remote-change enable** ● aggregate interface viewでの設定：**lldp agent nearest-customer notification remote-change enable**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
4． system view に戻る	**quit**	ー
5． （オプション設定項目）LLDP トラップの送信間隔を設定する	**lldp timer notification-interval** *interval*	デフォルト：30秒

6.5 LLDPの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ローカルLLDP情報を表示する	**display lldp local-information** [**global** | **interface** *interface-type interface-number*]
隣接装置から受信したLLDP TLVの情報を表示する	**display lldp neighbor-information** [[[**interface** *interface-type interface-number*] [**verbose**]] | **list** [**system-name** *system-name*]]
LLDPの統計情報を表示する	**display lldp statistics** [**global** | [**interface** *interface-type interface-number*]]
ポートのLLDPのステータスを表示する	**display lldp status** [**interface** *interface-type interface-number*]
現在送信されているLLDP TLVのタイプを表示する	**display lldp tlv-config** [**interface** *interface-type interface-number*]

6.6 LLDPの設定例

6.6.1 LLDP の基本的な設定例

I. ネットワーク要件

図 6-5に示すように、スイッチと AC 上で LLDP を設定して、NMS でリンクをモニタします。

図 6-5 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　Switch を設定します。

グローバルで LLDP を有効にします。

```
<Switch> system-view
[Switch] lldp global enable
```

GigabitEthernet 1/0/1 で LLDP を有効にします。デフォルトではポートで LLDP が有効です。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] lldp enable
```

GigabitEthernet 1/0/1 で LLDP の動作モードを Rx に設定します。

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] lldp admin-status rx
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

GigabitEthernet 1/0/2 で LLDP を有効にします。デフォルトではポートで LLDP が有効です。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] lldp enable
```

GigabitEthernet 1/0/2 で LLDP の動作モードを Rx に設定します。

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] lldp admin-status rx
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

2) AC を設定します。

グローバルで LLDP を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] lldp global enable
```

GigabitEthernet 1/0/1 で LLDP を有効にします。デフォルトではポートで LLDP が有効です。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] lldp enable
```

GigabitEthernet 1/0/1 で LLDP の動作モードを Tx に設定します。

```
[AC-GigabitEthernet1/0/1] lldp admin-status tx
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

III. 設定の確認

Switch の GigabitEthernet 1/0/2 が次の条件を満たしていることを確認します。

- ポートが隣接装置に接続しています。
- ポートは Rx モードで動作し、LLDP フレームを受信できますが、LLDP フレームを送信することはできません。

```
[Switch] display lldp status
Global status of LLDP: Enable
Bridge mode of LLDP: customer-bridge
The current number of LLDP neighbors: 2
The current number of CDP neighbors: 0
LLDP neighbor information last changed time: 0 days, 0 hours, 4 minutes, 40 seconds
Transmit interval              : 30s
Fast transmit interval         : 1s
```

```
Transmit credit max            : 5
Hold multiplier                : 4
Reinit delay                   : 2s
Trap interval                  : 30s
Fast start times               : 4

LLDP status information of port 2 [GigabitEthernet1/0/2]:
LLDP agent nearest-bridge:
Port status of LLDP            : Enable
Admin status                   : Rx_Only
Trap flag                      : No
MED trap flag                  : No
Polling interval               : 0s
Number of LLDP neighbors       : 1
Number of MED neighbors        : 0
Number of CDP neighbors        : 0
Number of sent optional TLV    : 21
Number of received unknown TLV : 3

LLDP agent nearest-nontpmr:
Port status of LLDP            : Enable
Admin status                   : Disable
Trap flag                      : No
MED trap flag                  : No
Polling interval               : 0s
Number of LLDP neighbors       : 0
Number of MED neighbors        : 0
Number of CDP neighbors        : 0
Number of sent optional TLV    : 1
Number of received unknown TLV : 0

LLDP agent nearest-customer:
Port status of LLDP            : Enable
Admin status                   : Disable
Trap flag                      : No
MED trap flag                  : No
Polling interval               : 0s
Number of LLDP neighbors       : 0
Number of MED neighbors        : 0
Number of CDP neighbors        : 0
Number of sent optional TLV    : 16
Number of received unknown TLV : 0
```

Switch と AC のリンクを切断します。

Switch の GigabitEthernet 1/0/2 が隣接装置と接続していないことを確認します。

[Switch] display lldp status

```
Global status of LLDP: Enable
The current number of LLDP neighbors: 1
The current number of CDP neighbors: 0
LLDP neighbor information last changed time: 0 days, 0 hours, 5 minutes, 20 seconds
Transmit interval              : 30s
Fast transmit interval         : 1s
Transmit credit max            : 5
Hold multiplier                : 4
Reinit delay                   : 2s
Trap interval                  : 30s
Fast start times               : 4

LLDP status information of port 2 [GigabitEthernet1/0/2]:
LLDP agent nearest-bridge:
Port status of LLDP            : Enable
Admin status                   : Rx_Only
Trap flag                      : No
MED trap flag                  : No
Polling interval               : 0s
Number of LLDP neighbors       : 0
Number of MED neighbors        : 0
```

```
Number of CDP neighbors         : 0
Number of sent optional TLV     : 0
Number of received unknown TLV : 0

LLDP agent nearest-nontpmr:
Port status of LLDP             : Enable
Admin status                    : Disable
Trap flag                       : No
MED trap flag                   : No
Polling interval                : 0s
Number of LLDP neighbors        : 0
Number of MED neighbors         : 0
Number of CDP neighbors         : 0
Number of sent optional TLV     : 1
Number of received unknown TLV : 0

LLDP agent nearest-customer:
Port status of LLDP             : Enable
Admin status                    : Disable
Trap flag                       : No
MED trap flag                   : No
Polling interval                : 0s
Number of LLDP neighbors        : 0
Number of MED neighbors         : 0
Number of CDP neighbors         : 0
Number of sent optional TLV     : 16
Number of received unknown TLV : 0
```

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

5. IP サービス

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-ARP
02-Gratuitous ARP
03-Proxy ARP
04-IP アドレス
05-DHCP の概要
06-DHCP サーバ
07-DHCP リレー
08-DHCP クライアント
09-DHCP スヌーピング
10-BOOTP クライアント
11-DNS
12-IP パフォーマンスの最適化
13-NAT の概要
14-NAT の設定

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

1章 ARP..... 1-1
1.1 概要..... 1-1
1.1.1 ARPメッセージフォーマット..... 1-1
1.1.2 ARP動作メカニズム..... 1-2
1.1.3 ARPテーブル..... 1-3
1.2 スタティックARPエントリの設定..... 1-4
1.3 インタフェースで学習できるARPエントリの最大数の設定..... 1-4
1.4 ダイナミックARPエントリのエージングタイマの設定..... 1-5
1.5 ARPエントリチェックの有効化..... 1-5
1.6 ARPロギング機能の有効化..... 1-5
1.7 ARPの表示と維持..... 1-6

1章 ARP

1.1 概要

ARP（Address Resolution Protocol）は、IP アドレスを基に MAC アドレス（物理アドレス）を調べる仕組みのことです。

1.1.1 ARP メッセージフォーマット

ARP は ARP 要求/応答メッセージの 2 つのメッセージタイプがあります。図 1-1に ARP 要求/応答メッセージのフォーマットを示します。図の数字はフィールド長を示します。

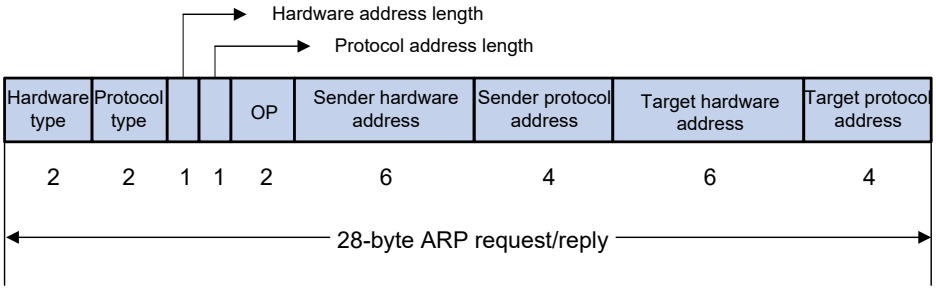


図 1-1 ARP メッセージフォーマット

- **Hardware type**– このフィールドはハードウェアアドレスタイプを指定します。1 は Ethernet を表します。
- **Protocol type**– このフィールドはマッピングされるプロトコルアドレスのタイプを指定します。16 進数で 0x0800 は IP を表します。
- **Hardware address length**、**protocol address length**– ハードウェアアドレスの長さと、プロトコルアドレスの長さをバイト単位で指定します。イーサネットアドレスに関して、Hardware address length の値は 6 です。IPv4 アドレスに関しては、protocol address length の値は 4 です。
- **OP**– このフィールド（Operation code）は ARP メッセージのタイプを指定します。1 は ARP 要求、2 は ARP 応答を表します。
- **Sender hardware address**– このフィールドはメッセージを送信する装置のハードウェアアドレスを指定します。
- **Sender protocol address**– このフィールドはメッセージを送信する装置のプロトコルアドレスを指定します。
- **Target hardware address**– このフィールドはメッセージが送られる装置のハードウェアアドレスを指定します。
- **Target protocol address**– このフィールドはメッセージが送られる装置のプロトコルアドレスを指定します。

1.1.2 ARP 動作メカニズム

図 1-2に示すように、Host A と Host B は同一サブネットにあります。Host A は Host B に以下のようにパケットを送信します。

1) Host A は Host B の ARP エントリが ARP テーブルにあるか検索します。もし ARP エントリがある場合、Host A は、ARP エントリの MAC アドレスを使用します。そしてデータリンクレイヤのフレームに IP パケットをカプセル化し、Host B にフレームを送信します。
2) もし Host B の ARP エントリがない場合、Host A はパケットをバッファし、ARP 要求をブロードキャストします。ARP リクエストのデータの内容は以下の情報が含まれます。
   - **送信元 IP アドレスと送信元 MAC アドレス** ― Host A の IP アドレスと MAC アドレス
   - **宛先 IP アドレス** ― Host B の IP アドレス
   - **宛先 MAC アドレス** ― 値がすべて 0 の MAC アドレス

   サブネットのすべてのホストはブロードキャストリクエストを受信することができますが、パケットを処理するホスト（Host B）のみが ARP 要求を処理します。
3) Host B は自身の IP アドレスと ARP リクエストの宛先 IP アドレスを比較し、同一の場合、以下の処理を行います。

   a) 送信元IPアドレスと送信元MACアドレスをARPテーブルに追加します。

   b) ARP応答に自身のMACアドレスを挿入します。

   c) Host AにARP応答をユニキャストで送信します。
4) ARP 応答を受信した後、Host A は以下の処理を行います。

   a) Host BのMACアドレスをARPテーブルに追加します。

   b) 以降、送信するパケットにHost BのMACアドレスを追加し、Host Bにパケットを送信します。

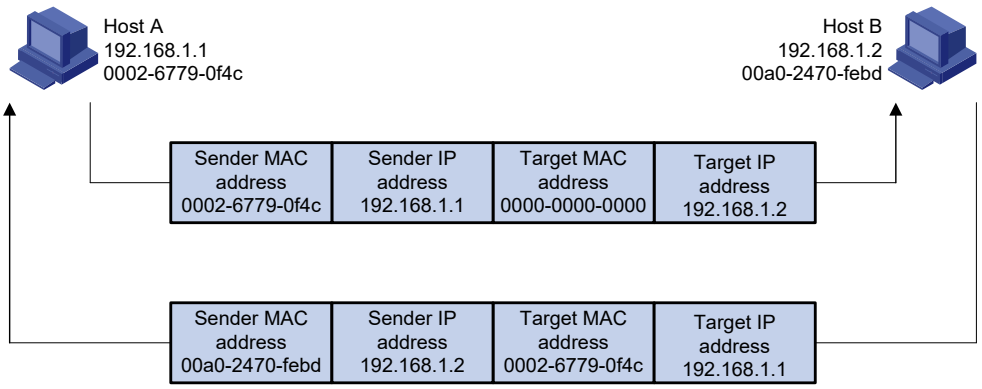


図 1-2 ARP アドレス解決プロセス

Host A と Host B が異なるサブネットにある場合、Host A は Host B に以下のようにパケットを送信します。

1) Host A は、宛先 IP アドレスをゲートウェイの IP アドレスにした ARP 要求をブロードキャストします。
2) ゲートウェイは、ARP 応答を行い、自身の MAC アドレスを Host A に送信します。

3) Host A はゲートウェイの MAC アドレスをパケットに挿入し、ゲートウェイにパケットを送信します。
4) ゲートウェイが Host B の ARP エントリがある場合、Host B にパケットを直接転送します。もし Host B の ARP エントリがない場合、宛先 IP アドレスを Host B の IP アドレスとして ARP 要求をブロードキャストします。
5) ゲートウェイが Host B の MAC アドレスを取得した後、Host B にパケットを送信します。

1.1.3 ARP テーブル

ARP テーブルはダイナミック、スタティックの ARP エントリがあります。

I. ダイナミック ARP エントリ

ダイナミックエントリは ARP によって自動的に作成、アップデートされます。エージングタイマが終了したとき、あるいは出力インタフェースがダウンしたとき、ダイナミックエントリは削除されます。ダイナミック ARP エントリはスタティック ARP エントリによって上書きされます。

II. スタティック ARP エントリ

スタティック ARP エントリは手動で設定され、維持します。スタティック ARP エントリはエージングせず、ダイナミック ARP エントリによって上書きされることもありません。

スタティック ARP エントリを使用することにより、通信のセキュリティを強化できます。スタティック ARP エントリで IP アドレスと MAC アドレスをマッピングすることにより、スタティック ARP エントリで指定された IP アドレスと MAC アドレスのマッピングが、攻撃パケットで変更されることはありません。

装置は以下のタイプのスタティック ARP エントリをサポートします。

- **ロングスタティック ARP エントリ**：IP アドレス、MAC アドレス、VLAN インタフェース、出力インタフェースから構成されます。パケットを転送するのに直接使用されます。
- **ショートスタティック ARP エントリ**：IP アドレス、MAC アドレスのみで構成されます。

  装置はターゲット IP アドレスがショートエントリの IP アドレスである ARP 要求を送信します。受信した ARP 応答の送信元 IP アドレスと MAC アドレスがショートスタティック ARP エントリと一致した場合、装置は以下の処理を行います。

  - ARP エントリを受信したインタフェースはショートスタティック ARP エントリを追加します。
  - IP パケットを転送するため、解決したショートスタティック ARP エントリを使用します。

固定の IP アドレス-MAC アドレスマッピングを使用してホストと通信する場合、装置は、ショートスタティック ARP エントリを設定します。固定の IP アドレス-MAC アドレスマッピングを使用して、指定した VLAN の指定したインタフェースを通してホストと通信する場合、装置はロングスタティック ARP エントリを設定します。

1.2 スタティックARPエントリの設定

スタティック ARP エントリは、装置が正常に動作するときに、適用されます。

解決済みのショートスタティック ARP エントリは、未解決となります。たとえば、解決した出力インタフェースがダウンあるいは対応する VLAN、VLAN インタフェースが削除したとき、解決済みのショートスタティック ARP エントリは、未解決となります。

未解決のロングスタティック ARP エントリはパケットの転送に使用することができません。ロングスタティック ARP エントリは以下の状態にある場合、未解決となります。

- 対応する VLAN インタフェースもしくは出力インタフェースがダウンしています。
- エントリの IP アドレスがローカル IP アドレスと衝突しています。
- インタフェースが同一サブネットの ARP エントリの IP アドレスを持っていません。

VLAN あるいは VLAN インタフェースが削除された場合、VLAN のロングスタティック ARP エントリは削除されます。

以下にスタティック ARP エントリの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． スタティック ARP エントリを設定する	• ロングスタティックARP エントリを設定する：**arp static** *ip-address mac-address* [*vlan-id interface-type interface-number*] • ショートスタティック ARPエントリを設定する：**arp static** *ip-address mac-address*	デフォルト：設定なし

1.3 インタフェースで学習できるARPエントリの最大数の設定

インタフェースは動的に ARP エントリを学習します。多すぎる ARP エントリを保持しないように、インタフェースが学習できるダイナミック ARP エントリの最大数を設定することができます。設定した最大数に到達すると、インタフェースは ARP エントリの学習を停止します。

ダイナミック ARP エントリの最大数をレイヤ 2 インタフェースと VLAN インタフェースの両方で設定することができます。レイヤ 2 インタフェースはダイナミック ARP エントリが最大値に到達しないときのみ ARP エントリを学習します。

以下にインタフェースで学習できるダイナミック ARP エントリの最大数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3. ダイナミック ARP エントリの最大数を設定する	**arp max-learning-num** *max-number*	デフォルト：272 *number* 引数に0を設定した場合、ダイナミックARPエントリの学習を行いません。

1.4 ダイナミックARPエントリのエージングタイマの設定

ARP テーブル上の各ダイナミック ARP エントリは有効期限があります。有効期限はエージングタイマと呼ばれ、有効期限内にダイナミック ARP エントリが使用される度に、エージングタイマはアップデートされます。有効期限切れになる前に更新されなかったダイナミック ARP エントリは、ARP テーブルから削除されます。

以下にダイナミック ARP エントリのエージングタイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ダイナミック ARP エントリのエージングタイムを設定する	**arp timer aging** *aging-time*	デフォルト：20分

1.5 ARPエントリチェックの有効化

ダイナミック ARP エントリチェック機能は、装置でマルチキャスト MAC アドレスを含むダイナミック ARP エントリのサポートを無効にします。装置は送信元がマルチキャスト MAC アドレスであるダイナミック ARP エントリを学習できません。マルチキャスト MAC アドレスを含むスタティック ARP エントリを手動で学習させることもできません。

ARP エントリチェックを無効にした場合、装置はマルチキャスト MAC アドレスの ARP エントリを学習することができます。手動でマルチキャスト MAC アドレスを含むスタティック ARP エントリを追加することができます。

以下に ARP エントリチェック機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ARP エントリチェック機能を有効にする	**arp check enable**	デフォルト：有効

1.6 ARPロギング機能の有効化

ARP が IP アドレスを正常に解決できないとき、装置で ARP イベントをロギングします。以下の ARP イベントをロギングできます。

- インタフェースで proxy ARP が無効な場合、受信した ARP パケットの宛先 IP アドレスが受信インタフェースの IP アドレスでありません。
- ARP リプライの送信元 IP アドレスが受信インタフェースの IP と衝突しています。

装置は Information Center に ARP ログメッセージを送信します。Information Center のログ出力ルールを設定するため、**info-center source** コマンドを使用します。Information Center の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "Information Center"* を参照してください。

以下に ARP ロギング機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ARP ロギング機能を有効にする	**arp check log enable**	デフォルト：無効

1.7 ARPの表示と維持

重要：
ARP テーブルから ARP エントリをクリアすると、通信障害を引き起こす恐れがあります。ARP エントリを削除した場合は、その後の通信に影響がないことを確認してください。

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドが実行できます。

操作	コマンド
ARPエントリを表示する	**display arp** [[**all** | **dynamic** | **static**] | **vlan** *vlan-id* | **interface** *interface-type interface-number*] [**count** | **verbose**]
指定したIPアドレスのARPエントリを表示する	**display arp** *ip-address* [**verbose**]
ダイナミックARPエントリのエージングタイムを表示する	**display arp timer aging**
ARPテーブルからARPエントリを削除する	**reset arp** { **all** | **dynamic** | **interface** *interface-type interface-number* | **static** }

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

2章 Gratuitous ARP 2-1
2.1 概要 2-1
2.1.1 Gratuitous ARPパケットの学習 2-1
2.1.2 Gratuitous ARPパケットの送信間隔の設定 2-1
2.2 設定手順 2-2
2.3 IP重複通知の有効化 2-2
2.4 装置のMACアドレス変更を通知するためのGratuitous ARPパケット再送信の設定 2-3

2章 Gratuitous ARP

2.1 概要

GARP（Gratuitous ARP）は ARP パケットの 1 つであり、装置は以下の目的で Gratuitous ARP パケットを送信します。

- 他のネットワーク装置と、IP アドレスが重複していないかを確認できます。もし IP アドレスが既に使われていた場合、ARP 応答によって重複していることが通知されます。
- 他のネットワーク装置に MAC アドレス情報を通知して、ARP エントリを更新させます。

Gratuitous ARP パケットにおいて送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレスは共に送信する装置の IP アドレスです。

2.1.1 Gratuitous ARP パケットの学習

Gratuitous ARP パケットの学習機能を有効にした場合、Gratuitous ARP パケットを受信すると、受信した Gratuitous ARP パケットの送信元 IP アドレスと MAC アドレスを使用して ARP エントリを作成あるいは更新します。

この機能を無効にした場合、ARP エントリの更新は行いますが、新しい ARP エントリは追加しません。ARP エントリは受信した Gratuitous ARP パケットをもとに ARP エントリを作成しないで、ARP テーブルを節約します。

2.1.2 Gratuitous ARP パケットの送信間隔の設定

定期的に Gratuitous ARP パケットを送信することにより、下流の装置の対応する ARP エントリあるいは MAC アドレスエントリを定期的に更新します。

この機能は以下の機能を実現します。

- ゲートウェイスプーフィングの防御

攻撃者がネットワーク上のホストに捏造した Gratuitous ARP パケットを送信するためにゲートウェイアドレスを使用したとき、ゲートウェイスプーフィングが発生します。ホストからゲートウェイ宛のトラフィックは代わりに攻撃者に送信されます。その結果ホストは外部のネットワークにアクセスできません。

ゲートウェイスプーフィングの攻撃を防ぐため、ゲートウェイが Gratuitous ARP パケットを送信する間隔を設定することができます。Gratuitous ARP パケットは、ホストが正しいゲートウェイの情報を学習できるように、ゲートウェイのプライマリ IP アドレスと手動で設定されたセカンダリ IP アドレスが含まれます。

- ARP エントリのエージアウトの防止

ネットワークのトラフィックが非常に多い、あるいはホストの CPU の使用率が高い場合、受信した ARP パケットは廃棄、あるいはすぐに処理されません。そのため、受信ホストのダイナミック ARP エントリはエージアウトします。ホストと対応する装置間のトラフィックは、ホストが ARP エントリを再作成するまで中断されます。

この問題を防ぐため、定期的に Gratuitous ARP パケットを送信するゲートウェイを有効にします。受信ホストはすぐに ARP エントリをアップデートすることができます。

2.2 設定手順

以下に Gratuitous ARP の設定を行うため、制限とガイドラインに従ってください。

- 最大 1024 のインタフェースで Gratuitous ARP パケットの送信間隔を設定できます。
- Gratuitous ARP パケットの送信間隔の設定は、以下の状態の場合に適用されます。
  - □ インタフェースのリンク状態がアップしています。
  - □ IP アドレスが割り当てられています。
- Gratuitous ARP パケットの送信間隔を変更する場合、設定は次の送信間隔から適用されます。
- Gratuitous ARP パケットの送信間隔は以下の状況によって、設定した値よりも長くなる可能性があります。
  - □ 複数のインタフェースで有効にされた場合
  - □ 各インタフェースで複数のセカンダリ IP アドレスが設定された場合
  - □ 複数のインタフェースで有効にされ、各インタフェースで複数のセカンダリ IP アドレスが設定された場合、Gratuitous ARP パケットの送信間隔は設定された送信間隔よりも短くなります。

以下に Gratuitous ARP の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Gratuitous ARP パケット学習機能を有効にする	**gratuitous-arp-learning enable**	デフォルト：有効
3. 他のネットワークセグメントから ARP 要求を受信した際、Gratuitous ARP パケットの送信を有効にする	**gratuitous-arp-sending enable**	デフォルト：無効
4. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
5. Gratuitous ARP パケットの定期的な送信を有効化し、送信間隔を設定する	**arp send-gratuitous-arp** [**interval** *interval*]	デフォルト：無効

2.3 IP重複通知の有効化

デフォルトで、受信装置が Gratuitous ARP パケットの送信者の IP アドレスを使用する場合、受信装置は gratuitous ARP 要求を送信します。重複に関する ARP 応答を受信したのち、エラーメッセージを表示します。

このコマンドを使用することで、Gratuitous ARP 応答あるいは要求を送信することなく、装置でエラーメッセージを表示することができます。

以下に IP 重複通知の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． IP 重複通知を有効にする	**arp ip-conflict log prompt**	デフォルト：無効

2.4 装置のMACアドレス変更を通知するためのGratuitous ARPパケット再送信の設定

装置は、MAC アドレスの変更を他のデバイスに通知するために、Gratuitous ARP パケットを送信します。ただし、装置はデフォルトで 1 回だけ Gratuitous ARP パケットを送信するため、他の装置はパケットの受信に失敗する可能性があります。他の装置がパケットを受信できるように、Gratuitous ARP パケットの再送信機能を設定します。

以下に装置の MAC アドレス変更を通知するための Gratuitous ARP パケット再送信の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． 装置の MAC アドレス変更を通知するための Gratuitous ARP パケット再送信を設定する	**gratuitous-arp mac-change retransmit** *times* **interval** *seconds*	デフォルト：装置はMACアドレス変更を通知するための Gratuitous ARPパケットを1回だけ送信します

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

3章 Proxy ARP 3-1
3.1 一般的なProxy ARPの有効化 3-1
3.2 ローカルProxy ARPの有効化 3-1
3.3 Proxy ARPの表示と維持 3-1
3.4 一般的なProxy ARP設定例 3-2
3.4.1 ネットワーク要件 3-2
3.4.2 設定手順 3-2
3.4.3 設定の確認 3-3

3章 Proxy ARP

Proxy ARP が有効な装置で、別のネットワークの IP アドレスの ARP リクエストに応答します。Proxy ARP を有効にすることで、異なるブロードキャストドメインのホストが同一のブロードキャストドメインにいるように互いに通信できるようにします。

Proxy ARP は一般的な Proxy ARP とローカル Proxy ARP があります。

- **一般的な Proxy ARP**－異なるレイヤ 3 インタフェースに接続され、異なるブロードキャストドメインに存在するホスト間で通信することができます。
- **ローカル Proxy ARP**－同一のレイヤ 3 インタフェースに接続され、異なるブロードキャストドメインに存在するホスト間で通信することができます。

3.1 一般的なProxy ARPの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	－
3． 一般的な Proxy ARP を有効にする	**proxy-arp enable**	デフォルト：無効

3.2 ローカルProxy ARPの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	－
3． ローカル Proxy ARP を有効にする	**local-proxy-arp enable** [**ip-range** *startIP* **to** *endIP*]	デフォルト：無効

3.3 Proxy ARPの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
一般的なProxy ARPの状態を表示する	**display proxy-arp** [**interface** *interface-type interface-number*]
ローカルProxy ARPの状態を表示する	**display local-proxy-arp** [**interface** *interface-type interface-number*]

3.4 一般的なProxy ARP設定例

3.4.1 ネットワーク要件

図 3-1に示すように、Client 1 と Client 2 は同一 IP プレフィックスとマスクを持ちますが、Switch によって異なるサブネットに分離されています。Client 1 は VLAN 10、Client 2 は VLAN 20 に所属しています。Client 1 と Client 2 のデフォルトゲートウェイは設定されていません。

2 つの Client で通信ができるように AC で一般的な Proxy ARP を設定します。

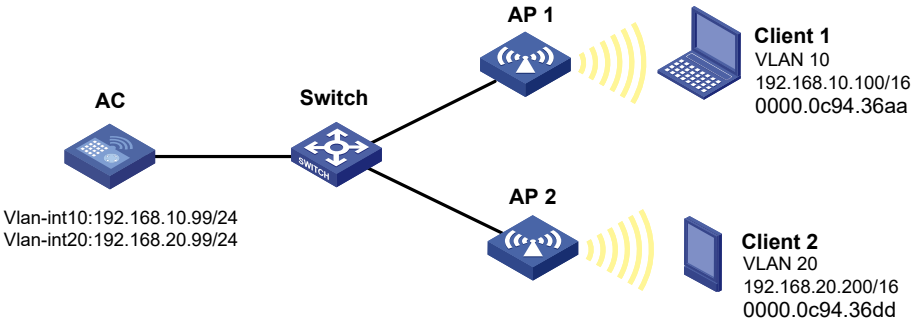


図 3-1 ネットワーク図

3.4.2 設定手順

VLAN 2 を作成します。

Create VLAN 10 and VLAN 20.

```
<AC> system-view
[AC] vlan 10
[AC-vlan10] quit
[AC] vlan 20
[AC-vlan20] quit
```

VLAN インタフェース 10 の IP アドレスを設定します。

```
[AC] interface vlan-interface 10
[AC-Vlan-interface10] ip address 192.168.10.99 255.255.255.0
```

VLAN インタフェース 10 で一般的な Proxy ARP を有効にします。

```
[AC-Vlan-interface10] proxy-arp enable
[AC-Vlan-interface10] quit
```

VLAN インタフェース 220 の IP アドレスを設定します。

```
[AC] interface vlan-interface 20
```

```
[AC-Vlan-interface20] ip address 192.168.20.99 255.255.255.0
```

VLAN インタフェース 20 で一般的な Proxy ARP を有効にします。

```
[AC-Vlan-interface20] proxy-arp enable
```

3.4.3 設定の確認

クライアント 1 とクライアント 2 で互いに ping ができるかどうか確認してください。

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

4章 IPアドレス 4-1
4.1 概要 4-1
4.1.1 IPアドレスクラス 4-1
4.1.2 特別なIPアドレス 4-2
4.1.3 サブネットとマスク 4-2
4.2 インタフェースへのIPアドレスの割り当て 4-3
4.2.1 設定ガイドライン 4-3
4.2.2 設定手順 4-4
4.3 IPアドレスの表示と維持 4-4

4章 IP アドレス

この章では IP アドレスの基本とインタフェースにアドレスを手動で割り当てる方法について記載します。ダイナミックに IP アドレスを割り当てる方法（BOOTP、DHCP）や PPP については記載しません。

4.1 概要

IP アドレスは、IPv4 ネットワークの各ホストを識別するため、32 ビットアドレスを使用します。たとえば、2 進数では 00001010000000010000000100000001 となります。IP アドレスをわかりやすくするために、32 ビットの整数値を 8 ビットずつ 4 つに分割し、ドット付きの 10 進数で IP アドレスを表します。先ほどの 32 ビットの 2 進数は、10.1.1.1 となります。

4.1.1 IP アドレスクラス

各 IP アドレスは以下のセクションに分類されます。

- **Net ID** – ネットワークを定義します。先頭の数ビットはネットワークを定義するアドレスです。クラスフィールドあるいはクラスビットで、IP アドレスのクラスを識別します。
- **Host ID** – ホストを定義します。

図 4-1に示すように、IP アドレスは 5 つのクラスに分類されます。IP アドレスがどのクラスに所属するのかは、下図の青い部分のアドレスによって決まります。最初の 3 つのクラスは一般的に使用されます。

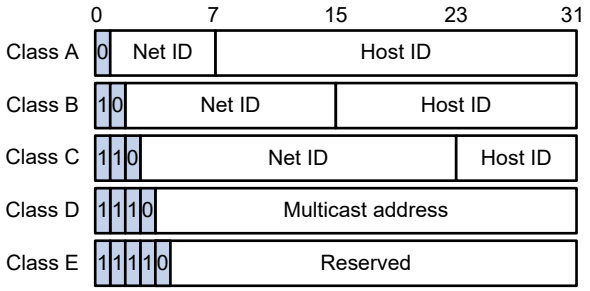


図 4-1 IP アドレスクラス

表 4-1 IP アドレスクラスと範囲

クラス	アドレス範囲	補足
A	0.0.0.0 ～ 127.255.255.255	0.0.0.0はブートストラップ時に一時的にホストが使用するため、有効な宛先アドレスにはなりません。127からはじまるアドレスはループバックテストのために予約されているため、このアドレス宛てのパケットは、入力パケットとしてローカルで処理されます。
B	128.0.0.0 ～ 191.255.255.255	ー
C	192.0.0.0 ～ 223.255.255.255	ー
D	224.0.0.0 ～ 239.255.255.255	マルチキャストアドレス
E	240.0.0.0 ～ 255.255.255.255	予約済みです。255.255.255.255はブロードキャストアドレスです。

4.1.2 特別な IP アドレス

以下の IP アドレスは特別な用途で使用されるため、ホストの IP アドレスに設定することができません。

- **Net ID がすべて 0 の IP アドレス** ー ローカルネットワークのホストを識別します。たとえば、IP アドレス 0.0.0.16 はローカルネットワークの Host ID が 16 のホストを示します
- **Host ID がすべて 0 の IP アドレス** ー ネットワークアドレスを示します。
- **Host ID がすべて 1 の IP アドレス** ー ディレクテッドブロードキャストを示します。たとえば、宛先アドレスが 192.168.1.255 のパケットは、ネットワーク 192.168.1.0 に属するすべてのホストにブロードキャストされます。

4.1.3 サブネットとマスク

サブネットは、Host ID のいくつかのビットを使用して Subnet ID を作成し、ネットワークをサブネットと呼ばれるより小さいネットワークに分割します。

Host ID と、Net ID と Subnet ID の組み合わせの境界を識別するために、サブネットマスクが使用されます。

各サブネットマスクは IP アドレスに関連する 32 ビットで構成されています。サブネットマスクは 1 と 0 で構成されています。1 が連続している部分で Net ID と Subnet ID の組み合わせを識別し、0 が連続している部分で Host ID を識別します。

サブネットとなるまえに、クラス A、B、C ネットワークは、それぞれ 255.0.0.0、255.255.0.0、255.255.255.0 のデフォルトマスク（ナチュラルマスクと呼ばれます）を使用します。

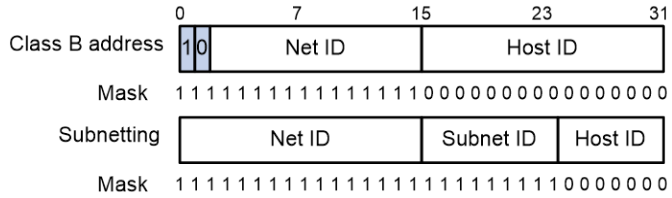


図 4-2 クラス B ネットワークのサブネット

サブネットを使用すると、ホストに割り当てるためのアドレスが減少します。従って、サブネットを使用することは、ある程度少ないホストを適用することになります。

たとえばクラス B ネットワークでは、1022 のサブネットを持つネットワークよりも、512 のサブネットを持つネットワークのほうが、多くのホストを収容することができます。

- **サブネットがないネットワーク** – 65534 個（$2^{16} - 2$）のホストを収容できます。（Host ID がすべて 1 のブロードキャストアドレスと、Host ID すべて 0 のネットワークアドレスを差し引きます。）
- **サブネットネットワーク** – Host-ID の最初の 9 ビットをサブネットに割り当てると、512 個（2^9）のサブネットができます。Host-ID に使用できるのは残りの 7 ビットだけとなり、各サブネットに 126 個（$2^7 - 2$）のホストを収容できます。従って、全部で 64512 個（512 × 126）のホストを収容できます。

4.2 インタフェースへのIPアドレスの割り当て

インタフェースは他のホストと通信するために IP アドレスが必要です。手動でインタフェースに IP アドレスを割り当てるか、BOOTP あるいは DHCP、PPP アドレスネゴシエーションによって IP アドレスを取得することができます。IP アドレスを取得する方法を変更した場合、新しい IP アドレスは古い IP アドレスに上書きします。

インタフェースは 1 つのプライマリアドレスと複数のセカンダリアドレスを持つことができます。

通常、インタフェースのプライマリアドレスを設定する必要があります。もしインタフェースが複数のサブネットに接続する場合、サブネットが、インタフェースを通して互いに通信できるようにインタフェースにプライマリとセカンダリ IP アドレスを設定します。

4.2.1 設定ガイドライン

インタフェースに IP アドレスを割り当てるとき以下のガイドラインに従ってください。

- インタフェースは 1 つのプライマリ IP アドレスのみを設定することができます。新しく IP アドレスを設定した場合、古いアドレスが上書きされます。
- BOOTP または DHCP、PPP アドレスネゴシエーションにより IP アドレスを取得する設定をしているインタフェースでは、セカンダリ IP アドレスを設定することはできません。

- インタフェースに設定するプライマリとセカンダリ IP アドレスは同じネットワークセグメントに存在することができます。しかし、装置上の異なるインタフェースは異なるネットワークセグメントにしなければなりません。

4.2.2 設定手順

以下にインタフェースへの IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
3. インタフェースに IP アドレスを設定する	**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* } [**sub**]	デフォルト：設定なし

4.3 IPアドレスの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
指定した、またはすべてのレイヤ3インタフェースの設定と統計情報を表示する	**display ip interface** [*interface-type interface-number*]
指定した、またはすべてのレイヤ3インタフェースの概要情報を表示する	**display ip interface** [*interface-type* [*interface-number*]] **brief**

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

5章 DHCPの概要 5-1
5.1 DHCPアドレスの割り当て 5-1
5.1.1 割り当てメカニズム 5-1
5.1.2 IPアドレスの割り当てプロセス 5-2
5.1.3 IPアドレスのリース延長 5-3
5.2 DHCPメッセージフォーマット 5-3
5.3 DHCPオプション 5-4
5.3.1 一般的なDHCPオプション 5-4
5.3.2 自己定義DHCPオプション 5-5
5.4 プロトコルと標準 5-8

5章 DHCP の概要

DHCP（Dynamic Host Configuration Protocol）は、ネットワークにおいて通信用の基本的な設定を自動的に行う機能を提供します。

図 5-1に示すように、一般的な DHCP の構成は、同一サブネットに DHCP サーバとクライアントがあります。

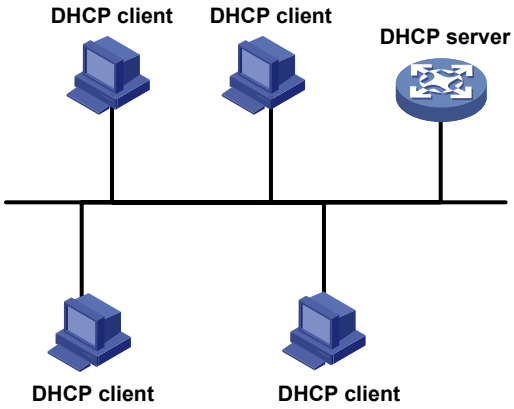


図 5-1 一般的な DHCP の構成

5.1 DHCPアドレスの割り当て

5.1.1 割り当てメカニズム

DHCP は以下の IP アドレスの割り当てメカニズムをサポートします。

- **手動割り当て** － ネットワーク管理者が WWW サーバなどのクライアントに IP アドレスを割り当てます。DHCP 割り当てられたアドレスをクライアントに伝送します。
- **自動割り当て** － DHCP がクライアントに永続的に使用可能な IP アドレスを割り当てます。
- **動的（ダイナミック）割り当て** － DHCP は、クライアントに一定期間（リース期間）使用可能な IP アドレスを割り当てます。ほとんどのクライアントがこの方法でアドレスを取得します。

5.1.2 IP アドレスの割り当てプロセス

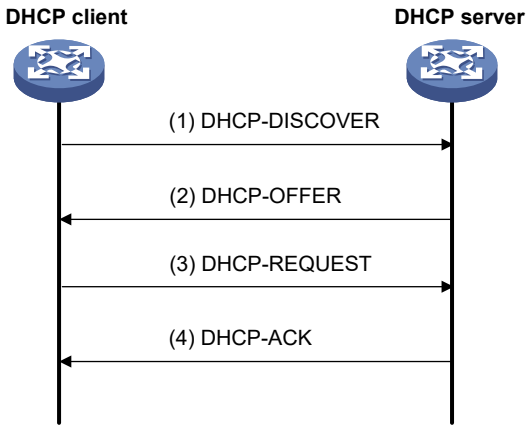


図 5-2 IP アドレスの割り当てプロセス

図 5-2に示すように DHCP サーバは以下の手順で DHCP クライアントに IP アドレスを割り当てます。

1) クライアントは DHCP-DISCOVER メッセージをブロードキャストし、DHCP サーバを特定します。
2) DHCP サーバは、DHCP-OFFER メッセージの中で IP アドレスなどの設定パラメータをクライアントに提供します。DHCP-OFFER の送信モードは DHCP-DISCOVER メッセージのフラグフィールドによって決定します。関連情報は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DHCP の概要” の “DHCP メッセージフォーマット”* を参照してください。
3) クライアントが複数の DHCP-OFFER を受信した場合、クライアントは最初に受け取った DHCP-OFFER を受け入れ、正式に IP アドレスを要求するために DHCP-REQUEST メッセージをブロードキャストで送信します。(他の DHCP サーバから提供された IP アドレスは他のクライアントに提供することができます。)
4) すべての DHCP サーバが DHCP-REQUEST メッセージを受信します。しかし、クライアントによって選択されたサーバのみ以下の動作を行います。
   - □ サーバは、クライアントに IP アドレスが割り当てられていることを確認して DHCP-ACK メッセージを返します。
   - □ IP アドレスの割り当てを拒否して DHCP-NAK ユニキャストメッセージを返します。

クライアントは DHCP-ACK メッセージを受信した後、クライアントは割り当てられた IP アドレスを使用する前に、詳細を確認します。

- 割り当てられた IP アドレスが使用中であるかどうかを確認します。Gratuitous ARP パケットをブロードキャストで送信することによって、サーバから割り当てられた IP アドレスが使用中かどうかを調べます。一定時間内に応答がなければ、クライアントはこの IP アドレスを使用することができます。
- 割り当てられた IP アドレスがクライアントで使用している IP アドレスと同一サブネットにないかどうかを確認します。

そうでない場合、クライアントは DHCP-DECLINE メッセージをサーバに送信し、再度 IP アドレスを要求します。

5.1.3 IP アドレスのリース延長

DHCP サーバがクライアントに動的に割り当てた IP アドレスには、リース期間があります。リース期間が経過すると、その IP アドレスは DHCP から返還を要求（回収）されます。クライアントが再び IP アドレスを使用する場合は、リース期間を延長する必要があります。

リース期間の半分が経過したところで、DHCP クライアントはリース期間を延長するために DHCP サーバに DHCP-REQUEST ユニキャストメッセージを送信します。IP アドレスの使用状況に依存して、DHCP サーバは以下のメッセージの 1 つを返します。

- クライアントのリース期間が延長されていることを確認する DHCP-ACK ユニキャストを返します。
- 要求を拒否する DHCP-NAK ユニキャストメッセージを返します。

クライアントが応答を受信しない場合、クライアントはリース期間が 7/8 経過したところで、リースを延長するために別の DHCP-REQUEST メッセージをブロードキャストします。IP アドレスの使用状況に応じて、DHCP サーバはリース期間を延長されたことを示す DHCP-ACK ユニキャストあるいは DHCP-NAK ユニキャストメッセージを返します。

5.2 DHCPメッセージフォーマット

図 5-3に DHCP メッセージフォーマットを示します。DHCP フィールドのいくつかを異なる方法で使用します。カッコ内の数字は、各フィールドのサイズをバイト数で示したものです。

図 5-3 DHCP メッセージフォーマット

- **op**– オプションフィールドに定義されているメッセージタイプです。1 = REQUEST,2 = REPLY
- **htype, hlen**– DHCP クライアントのハードウェアアドレスのタイプと長さです。
- **hops**– 要求メッセージが伝送される（経由する）リレーエージェントの数です。

- **xid**– トランザクション ID で、IP アドレスの割り当てを特定するために、クライアントがランダムに選択した数です。
- **secs**– クライアントがアドレスを取得または更新プロセスを始めてから経過した秒数です。このフィールドは予約されており 0 に設定されています。
- **flags**– 1 ビット目は BROADCAST（B）フラグです。このフラグが 0 に設定されていると、DHCP サーバは応答をユニキャストで返します。このフラグの設定値が 1 のときは、DHCP サーバはブロードキャストで応答を返します。フラグフィールドの残りのビットは、今後の使用のために予約されています。
- **ciaddr**– 有効で使用可能なクライアントの IP アドレスです。そうでなければ 0 に設定されています。（クライアントは、このフィールドを特定の IP アドレスを要求するために使いません。）
- **yiaddr**– DHCP サーバが DHCP クライアントに割り当てる IP アドレスです。
- **siaddr**– サーバの IP アドレスです。クライアントはここから設定パラメータを取得します。
- **giaddr**– 要求メッセージが最初に伝送されたリレーエージェントのゲートウェイ IP アドレスです。
- **chaddr**– クライアントの MAC アドレスです。
- **sname**– サーバのホスト名です。クライアントはここから設定パラメータを取得します。
- **file**– サーバからクライアントに対して定義されたブートファイル名（システムソフトウェアイメージと呼ばれます）、パス情報です。
- **options**– オプションの可変長パラメータです。メッセージタイプ、リース期間、DNS サーバの IP アドレスおよび WINS サーバの IP アドレスなどが含まれます。

5.3 DHCPオプション

DHCP メッセージは、BOOTP（Bootstrap Protocol）と同じメッセージフォーマットを使用しますが、DHCP は動的な IP アドレス割り当て情報と追加の設定情報をクライアントに送信するため、option フィールドを使用します。

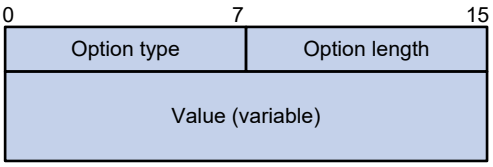


図 5-4 DHCP オプションフォーマット

5.3.1 一般的な DHCP オプション

以下に一般的な DHCP オプションを示します。

- **オプション 3** –　ルータのオプションです。ゲートウェイアドレスを指定します。
- **オプション 6** –　DNS サーバのオプションです。DNS サーバの IP アドレスを指定します。
- **オプション 33** –　スタティックルートオプションです。ルーティングテーブルに追加する必要のあるクラスフルスタティックルート（クラスフルスタティックルートの宛先アドレス）のリストを指定します。クライアントはルーティングテーブルに追加

します。オプション 33 とオプション 121 の両方が存在する場合、オプション 33 は無視されます。

- **オプション 51** – IP アドレスのリースオプションです。
- **オプション 53** – DHCP メッセージタイプのオプションです。DHCP メッセージのタイプを識別します。
- **オプション 55** – パラメータ要求リストのオプションです。DHCP クライアントが、指定の設定パラメータを要求するために使用します。このオプションには、クライアントが要求したパラメータに対応する値が含まれます。
- **オプション 60** – ベンダクラスの識別オプションです。DHCP クライアントがベンダを識別するために使用します。DHCP サーバが、DHCP クライアントを区別し、指定された IP アドレスを割り当てるために使用します。
- **オプション 66** – TFTP サーバ名のオプションです。クライアントに割り当てる TFTP サーバを指定します。
- **オプション 67** – ブートファイル名のオプションです。クライアントに割り当てるブートファイル名を指定します。
- **オプション 121** – クラスレスルートオプションです。クラスレススタティックルート（スタティックルートの宛先ネットワークアドレスがクラスレス）のリストを指定します。クライアントがルーティングテーブルに追加するために要求します。オプション 33 とオプション 121 の両方が存在する場合、オプション 33 は無視されます。
- **オプション 150** – TFTP サーバの IP アドレスのオプションです。クライアントに割り当てる TFTP サーバの IP アドレスを指定します。

DHCP オプションについての詳細は、RFC2132、RFC3442 を参照してください。

5.3.2 自己定義 DHCP オプション

オプション 43、オプション 82、オプション 184 のようなオプションは、RFC2132 で定義されていません。

I. ベンダ指定オプション（オプション 43）

DHCP サーバとクライアントは、ベンダ指定の設定情報を交換するため、オプション 43 を使用します。

DHCP クライアントはオプション 43 を以下の情報を通して取得します。

- ACS の URL、ユーザ名、パスワードを含んだ自動設定パラメータ（ACS パラメータ）です。
- CPE によって DHCP サーバから取得され、ベンダ固有の設定とパラメータを選択するために ACS に送信されるサービスプロバイダ識別子です。
- PXE（Preboot Execution Environment）サーバからブートファイルあるいは、他のコントロール情報を取得するために使用する PXE サーバアドレスです。
- ブートファイルまたは他の制御情報を AC から取得するために AP によって使用される、AC のアドレスです。

1) オプション 43 のフォーマット

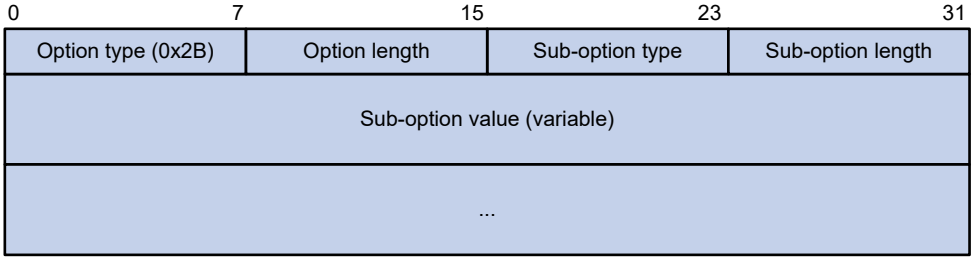


図 5-5 オプション 43 のフォーマット

図 5-5に示すように、ネットワーク設定パラメータは、異なるオプション 43 のサブオプションで送信されます。

- **サブオプションタイプ** ー サブオプションのタイプです。フィールド値は、0x01（ACS パラメータのサブオプション）、0x02（サービスプロバイダ識別子のサブオプション）または 0x80（PXE サーバアドレスのサブオプション）です。
- **サブオプション長** ー サブオプションタイプとサブオプション長フィールドを除くサブオプションの長さです。
- **サブオプション値** ー サブオプションによって値のフォーマットは変更します。

2)　サブオプションフィールドのフォーマット

- **ACS パラメータのサブオプションフィールド**– 図 5-6に示すように、ACS パラメータのサブオプションのフィールドは、ACS の URL、ユーザ名、パスワードです。それぞれの間はスペース（0x20）で分離されます。

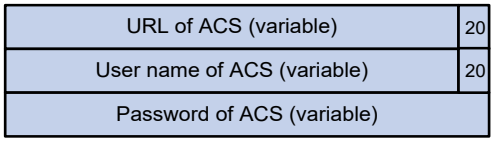


図 5-6 サブオプションフィールドのフォーマット

- **サービスプロバイダ識別子のサブオプションフィールド** ー サービスプロバイダ識別子のサブオプションフィールドは、サービスプロバイダ識別子を含みます。
- **PXE サーバアドレスのサブオプションフィールド** ー 図 5-7に示すように、PXE server type が 0 で、Server number がサブオプションに含まれる PXE サーバの数を示し、Server IP addresses が PXE サーバの IP アドレスを示します。

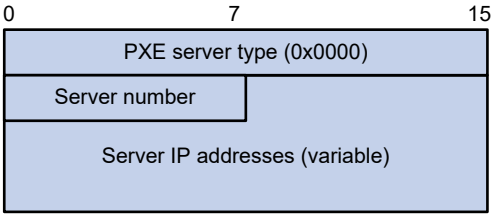


図 5-7 PXE サーバアドレスのサブオプションフィールド

II. リレーエージェントオプション（オプション 82）

オプション 82 は、オプションフィールドにおけるリレーエージェントのオプションです。DHCP クライアントの位置情報を記録します。DHCP リレーエージェントがクライアントの要求を受信すると、要求メッセージにオプション 82 を追加してサーバに送信します。

管理者は DHCP クライアントの位置を特定して、セキュリティ管理とアカウンティングを実行することができます。DHCP サーバは、クライアントの個別の設定ポリシーを提供するためにオプション 82 を使用します。

オプション 82 には、最大 255 のサブオプションがあります。少なくとも 1 つのサブオプションを定義する必要があります。オプション 82 は、サブオプション 1（Circuit ID）とサブオプション 2（Remote ID）、サブオプション 5（Link Selection）の 3 つのサブオプションをサポートしています。オプション 82 は標準の定義がありません。ベンダによってパディングフォーマットは変わります。

- Circuit ID は以下に示すパディングフォーマットを持ちます。
  - **文字列パディングフォーマット** – ユーザが定義した文字列を含みます。
  - **標準（Normal）パディングフォーマット** – VLAN ID、クライアントの要求を受信したインタフェースのインタフェース番号を含みます。
  - **詳細（Verbose）パディングフォーマット** – ユーザ定義のアクセスノード識別子、VLAN ID、クライアントの要求を受信したインタフェースの番号、インタフェースのタイプを含みます。
- Remote ID は以下に示すパディングフォーマットを持ちます。
  - **文字列パディングフォーマット** – ユーザが定義した文字列を含みます。
  - **標準（Normal）パディングフォーマット** – DHCP リレーエージェントのインタフェースの要求を受信した DHCP snooping の MAC アドレスを含みます。
  - **システム名パディングフォーマット** – 装置のシステム名を含みます。装置のシステム名を設定する場合、system view で **sysname** コマンドを使用します。

III. オプション 184

オプション 184 は予約されているオプションです。パラメータを必要に応じて定義することができます。音声機能を持つ DHCP クライアントが DHCP サーバから音声パラメータを取得できるため、装置は音声関連パラメータを含むオプション 184 をサポートします。

オプション 184 は以下のサブオプションがあります。

- **サブオプション 1** – プライマリネットワークコーリングプロセッサの IP アドレスを指定します。プライマリネットワークコーリングプロセッサはネットワークコーリング制御ソースとして機能し、ダウンロード可能なプログラムを提供するサーバです。

オプション 184 では、他のサブオプションを適用させるためには、サブオプション 1 を定義する必要があります。

- **サブオプション 2** － プライマリネットワークコーリングプロセッサが到達不可能な場合に、DHCP クライアントがコンタクトをとるバックアップのネットワークコーリングプロセッサの IP アドレスです。
- **サブオプション 3** － 音声 VLAN ID、および DHCP クライアントがこの ID を音声ス VLAN として適用するかどうかの結果を示します。
- **サブオプション 4** － ターゲットユーザの IP アドレスと呼び出し番号を含むファイルオーバルートを指定します。プライマリとバックアップのコーリングプロセッサが両方とも到達不可能な場合、SIP VoIP ユーザは直接ターゲットの SIP ユーザに接続を確立するために使用する宛先 IP アドレスと呼び出し番号（SIP ユーザは IP アドレスとナンバを使用して相互に通信する）を指定します。

5.4 プロトコルと標準

- RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*
- RFC 2132, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*
- RFC 1542, *Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol*
- RFC 3046, *DHCP Relay Agent Information Option*
- RFC 3442, *The Classless Static Route Option for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 4*

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

6 章 DHCP サーバ.....6-1
6.1 概要.....6-1
6.1.1 DHCP アドレスプール.....6-1
6.1.2 IP アドレス割り当て順序.....6-3
6.2 DHCP サーバ設定作業リスト.....6-3
6.3 DHCP ユーザクラスの作成.....6-3
6.4 DHCP サーバのアドレスプールの設定.....6-4
6.4.1 設定作業リスト.....6-4
6.4.2 DHCP アドレスプールの作成.....6-4
6.4.3 DHCP アドレスプールの IP アドレス範囲の設定.....6-5
6.4.4 DHCP クライアントのゲートウェイの設定.....6-6
6.4.5 クライアントへのドメイン名サフィックスの設定.....6-7
6.4.6 DHCP クライアントの DNS サーバの設定.....6-8
6.4.7 DHCP クライアントの WINS サーバと NetBIOS ノードタイプの設定.....6-8
6.4.8 DHCP クライアントの BIMS サーバ情報の設定.....6-9
6.4.9 DHCP クライアントのオートコンフィグレーションの設定ファイルの設定.....6-9
6.4.10 DHCP クライアントのサーバの設定.....6-10
6.4.11 DHCP クライアントのオプション 184 パラメータの設定.....6-10
6.4.12 カスタマイズ DHCP オプションの設定.....6-11
6.5 DHCP の有効化.....6-12
6.6 インタフェースでの DHCP サーバの有効化.....6-12
6.7 インタフェースでのアドレスプールの適用.....6-13
6.8 IP アドレス競合検出の設定.....6-13
6.9 オプション 82 の処理モードの有効化.....6-14
6.10 DHCP サーバが送信した DHCP パケットの DSCP 値の設定.....6-14
6.11 DHCP サーバの表示と維持.....6-14
6.12 DHCP サーバ設定例.....6-15
6.12.1 ダイナミック IP アドレスの割り当て設定例.....6-15
6.12.2 プライマリ、セカンダリサブネット設定例.....6-18
6.12.3 自己定義オプション設定例.....6-20
6.13 DHCP サーバ設定のトラブルシューティング.....6-22
6.13.1 症状.....6-22
6.13.2 分析.....6-22
6.13.3 解決策.....6-22

6章 DHCP サーバ

6.1 概要

DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)サーバ機能とは、IP アドレスなどのネットワーク利用に必要な設定情報を、各クライアントに自動的に割り当てる機能です。これにより、各クライアントでネットワークの詳細な設定を行わなくても、ネットワークに接続することができます。

DHCP サーバは以下のようなネットワークに適しています。

- 手動の設定や集中管理が難しいネットワーク
- 同時にアクセスできる IP アドレス数が制限されているネットワーク
- 多くのホストで、固定の IP アドレスが必要でないネットワーク

6.1.1 DHCP アドレスプール

各 DHCP アドレスプールは、割り当て可能な IP アドレス、ネットワーク設定パラメータのグループを持っています。DHCP サーバは、アドレスプールから IP アドレスとほかのパラメータを選択し、DHCP クライアントに割り当てます。

I. アドレス割り当てメカニズム

必要に応じて以下のようにアドレス割り当てメカニズムの設定を行います。

- **スタティックアドレス割り当て** － DHCP アドレスプールの IP アドレスをクライアントの MAC アドレスあるいは ID に手動で割り当てます。クライアントが IP アドレスを要求したとき、DHCP サーバは、スタティックバインディングの IP アドレスをクライアントに割り当てます。
- **ダイナミックアドレス割り当て** － DHCP アドレスプールの IP アドレス範囲を設定します。DHCP クライアントからの要求を受信したとき、DHCP サーバは、ダイナミックにアドレスプールの IP アドレス範囲から IP アドレスを選択します。

アドレスプールの IP アドレス範囲を設定する場合、アドレスプールの 1 つのプライマリサブネットと複数のセカンダリサブネットを設定します。

DHCP サーバは最初にプライマリサブネットから IP アドレスを選択します。もしプライマリサブネットに割り当て可能な IP アドレスがない場合、DHCP サーバは、設定された順番でセカンダリサブネットから IP アドレスを選択します。

II. アドレスプール選択の原則

DHCP サーバは以下の原則に従い、アドレスプールを選択してクライアントに IP アドレスを割り当てます。

1) IP アドレスがクライアントの MAC アドレスあるいは ID にスタティックで割り当てられているアドレスプールがある場合は、DHCP サーバが、このアドレスプールを選択し、スタティックに割り当てられている IP アドレスとほかのパラメータをクライアントに割り当てます。
2) 受信インタフェースがアドレスプールに割り当てられている場合、DHCP サーバは、このアドレスプールを選択し、IP アドレスとほかのパラメータをクライアントに割り当てます。
3) 手動で設定したアドレスプールがなく、受信インタフェースに適用されるアドレスプールがない場合、DHCP サーバはクライアントの位置に依存して以下の方法でアドレスプールを選択します。
   - **クライアントとサーバが同一サブネットにある場合**－DHCP サーバは受信インタフェースの IP アドレスをすべてのアドレスプールのプライマリサブネットにマッチさせます。
     - マッチしたプライマリサブネットが複数ある場合、最長一致（ロンゲストマッチ）のルールでアドレスプールを選択します。
     - マッチしたプライマリサブネットがない場合、DHCP サーバはすべてのアドレスプールのセカンダリサブネットにマッチさせます。DHCP サーバは最長一致（ロンゲストマッチ）のルールでアドレスプールを選択します。
   - **クライアントとサーバが異なるサブネットにある場合**－DHCP サーバは DHCP リクエストの **giaddr** フィールドにある IP アドレスをすべてのアドレスプールのプライマリサブネットにマッチさせます。（DHCP リレーエージェントはクライアントとサーバの間にあります）
     - マッチしたプライマリサブネットが複数ある場合、最長一致（ロンゲストマッチ）のルールでアドレスプールを選択します。
     - マッチしたプライマリサブネットがない場合、DHCP サーバはすべてのアドレスプールのセカンダリサブネットにマッチさせます。DHCP サーバは最長一致（ロンゲストマッチ）のルールでアドレスプールを選択します。

たとえば、1.1.1.0/24 と 1.1.1.0/25 の 2 つのアドレスプールが設定可能ですが、DHCP サーバのインタフェースに適用されていないとします。

- 受信したインタフェースの IP アドレスが 1.1.1.1/25 である場合、DHCP サーバはアドレスプール 1.1.1.0/25 を選択します。アドレスプールに割り当て可能な IP アドレスがない場合、DHCP サーバはほかのプールを選択できず、アドレス割り当ては失敗します。
- 受信したインタフェースの IP アドレスが 1.1.1.130/25 である場合、DHCP サーバはアドレスプール 1.1.1.0/24 からクライアントの IP アドレスを選択します。

正しくアドレスの割り当てを行うため、以下のサブネットの 1 つでダイナミック割り当て用の IP アドレスを保持しておいてください。

- **クライアントとサーバが同一サブネットにある場合**－DHCP サーバのインタフェースが接続されているサブネット
- **クライアントとサーバが異なるサブネットにある場合**－クライアント側に面し、最初の DHCP リレーのインタフェースが接続されているサブネット

🕮 **メモ：**

ネットワークで最低 1 つの一致したプライマリのサブネットを設定してください。そうでない場合、最初にセカンダリサブネットを選択します。セカンダリサブネットで割り当て可能な IP アドレス数より多くの DHCP クライアントが存在する場合、すべての DHCP クライアントに IP アドレスの割り当てを行うことができません。

6.1.2 IP アドレス割り当て順序

DHCP サーバはクライアントの IP アドレスを以下の順序で選択します。

1) クライアントの MAC アドレスあるいは ID に手動で割り当てされている IP アドレスです。
2) クライアントに割り当てられていた IP アドレスです。
3) DHCP-DISCOVER メッセージ内のオプション 50 フィールドに設定されている IP アドレスです。

   オプション 50 は、DHCP-DISCOVER メッセージの要求した IP アドレスフィールドです。クライアントが取得したい IP アドレスを設定するために、クライアントにより追加されます。追加される内容は、ユーザが定義します。

4) 適切な DHCP アドレスプールで検出された、最初に割り当て可能な IP アドレスです。
5) 競合していた IP アドレスか、リース期間を過ぎた IP アドレスです。割り当て可能な IP アドレスがない場合、サーバは応答しません。

🕮 **メモ：**

- クライアントが別のサブネットに移動した場合、DHCP サーバは一度クライアントに割り当てた IP アドレスの代わりに、新しいサブネットにマッチする IP アドレスを割り当てます。
- 競合した IP アドレスは 1 時間経過したのち、ほかの DHCP クライアントに割り当てることができます。

6.2 DHCPサーバ設定作業リスト

作業リスト
（オプション設定項目）DHCPユーザクラスの設定
（必須設定項目）DHCPサーバのアドレスプールの設定
（必須設定項目）DHCPの有効化
（必須設定項目）インタフェースでのDHCPサーバの有効化
（オプション設定項目）インタフェースでのアドレスプールの適用
（オプション設定項目）IPアドレス競合検出の設定
（オプション設定項目）オプション82の処理モードの有効化
（オプション設定項目）DHCPサーバが送信したDHCPパケットのDSCP値の設定

6.3 DHCPユーザクラスの作成

DHCP サーバは、受信した DHCP 要求のハードウェアアドレス、オプション情報、または giaddr フィールドに従って、DHCP ユーザをさまざまなユーザクラスに分類します。サーバは、異なるユーザクラスの DHCP クライアントに IP アドレスと設定パラメータを割り当てます。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． DHCP ユーザクラスを作成し、その view に移行する	**dhcp class** *class-name*	ー
3． DHCP ユーザクラスの一致ルールを設定します。	**if-match rule** *rule-number* **{ hardware-address** *hardware-address* **mask** *hardware-address-mask* **| option** *option-code* **[ascii** *ascii-string* **[offset** *offset* **| partial] | hex** *hex-string* **[mask** *mask* **| offset** *offset* **length** *length* **| partial]] | relay-agent** *gateway-address* **}**	デフォルト：設定なし

6.4 DHCPサーバのアドレスプールの設定

6.4.1 設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）DHCPアドレスプールの作成
少なくとも以下の作業の1つを実行します。 ● DHCPアドレスプールのIPアドレス範囲の設定 ● DHCPクライアントのゲートウェイの設定 ● クライアントへのドメイン名サフィックスの設定 ● DHCPクライアントのDNSサーバの設定 ● DHCPクライアントのWINSサーバとNetBIOSノードタイプの設定 ● DHCPクライアントのBIMSサーバ情報の設定 ● DHCPクライアントのオートコンフィグレーションの設定ファイルの設定 ● DHCPクライアントのサーバの設定 ● DHCPクライアントのオプション184パラメータの設定 ● カスタマイズDHCPオプションの設定

6.4.2 DHCP アドレスプールの作成

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし

6.4.3 DHCP アドレスプールの IP アドレス範囲の設定

DHCP アドレスプールに、スタティックのアドレス割り当ておよびダイナミックアドレスの割り当ての両方を設定することができます。ダイナミックアドレスの割り当ては、1 つのプライマリサブネットに複数のセカンダリサブネットを設定することができます。

I. DHCP アドレスプールのプライマリサブネットと複数のセカンダリサブネットの設定

プライマリサブネットで割り当て可能な IP アドレスがないとき、DHCP サーバは、クライアントに要求するセカンダリサブネットの IP アドレスを割り当てることができます。

DHCP アドレスプールのプライマリサブネットとセカンダリサブネットを設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 各アドレスプールに 1 つのプライマリサブネットのみを設定することができます。**network** コマンドを使用して複数設定した場合、最後に行った設定が適用されます。
- 各アドレスプールで最大 32 のセカンダリサブネットを設定することができます。
- **forbidden-ip** コマンドで設定された IP アドレスは、現在のアドレスプールに割り当てすることができません。ほかのアドレスプールに割り当てすることができます。**dhcp server forbidden-ip** コマンドで設定した IP アドレスはアドレスプールに割り当てることができません。

以下に DHCP アドレスプールのプライマリサブネットとセカンダリサブネットを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． プライマリサブネットを設定する	**network** *network-address* [*mask-length* | **mask** *mask*]	デフォルト：設定なし
4． （オプション設定項目）セカンダリサブネットを設定する	**network** *network-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] **secondary**	デフォルト：設定なし
5． （オプション設定項目）system view に戻る	**quit**	―
6． （オプション設定項目）アドレスのリース期間を設定する	**expired** { **day** *day* [**hour** *hour* [**minute** *minute* [**second** *second*]]] | **unlimited** }	デフォルト：1日
7． （オプション設定項目）ダイナミック割り当てから設定された IP アドレスを除外する	**forbidden-ip** *ip-address*&<1-8>	デフォルト：DHCPアドレスプールすべてのアドレスが割り当て可能です。 複数のアドレス範囲を除外する場合、このステップを繰り返します。
8． system view に戻る	**quit**	―

操作	コマンド	補足
9.　（オプション設定項目）グローバルにダイナミック割り当てから設定された IP アドレスを除外する	**dhcp server forbidden-ip** *start-ip-address* [*end-ip-address*]	デフォルト：DHCPサーバインタフェースのIPアドレスを除いて、DHCPアドレスプールすべてのアドレスが割り当て可能です。 複数のアドレス範囲を除外する場合、このステップを繰り返します。

II. DHCP アドレスプールのスタティック割り当ての設定

WWW サーバのような特定の DHCP クライアントは固定の IP アドレスが必要です。クライアントに固定の IP アドレスを提供する場合、MAC アドレスあるいはクライアントの ID を DHCP アドレスプールの IP アドレスにスタティックで割り当てることができます。

スタティック割り当てを設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 1 つの IP アドレスは 1 つの MAC アドレスあるいはクライアントの ID にのみ割り当てることができます。作成されたバインディングは変更することができません。DHCP クライアントのバインディングを変更する場合、最初に既存のバインディングを削除する必要があります。
- スタティックバインディングの IP アドレスは DHCP サーバインタフェースのアドレスにすることができません。そうでない場合、IP アドレスの競合が発生し、隣接のクライアントが正常に IP アドレスを取得することができません。
- 同一装置の複数インタフェースはスタティック IP アドレスを要求するため、DHCP を使用します。この場合、要求しているインタフェースを識別するため MAC アドレスよりもクライアントの ID を設定する必要があります。そうでない場合、IP アドレスの割り当てが失敗します。

以下にスタティックバインディングを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	―
2.　DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3.　スタティックバインディングを設定する	**static-bind ip-address** *ip-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] { **client-identifier** *client-identifier* | **hardware-address** *hardware-address* [**ethernet** | **token-ring**] }	デフォルト：設定なし 複数のスタティックバインディングを設定する場合、このステップを繰り返します。
4.　（オプション設定項目）アドレスのリース期間を設定する	**expired** { **day** *day* [**hour** *hour* [**minute** *minute* [**second** *second*]]] | **unlimited** }	デフォルト：1日

6.4.4 DHCP クライアントのゲートウェイの設定

DHCP クライアントはほかのネットワークへのパケットをゲートウェイに送信します。DHCP サーバは DHCP クライアントにゲートウェイアドレスを割り当てることができます。

DHCP サーバで各アドレスプールにゲートウェイアドレスを設定することができます。最大 64 つのゲートウェイを DHCP address pool view あるいは secondary subnet view で設定することができます。

DHCP サーバは以下の方法でセカンダリサブネットのクライアントにゲートウェイアドレスを割り当てます。

- address pool view と secondary subnet view の両方でゲートウェイアドレスを設定する場合、DHCP サーバは secondary subnet view で設定されたゲートウェイアドレスを設定します。
- ゲートウェイアドレスが address pool view で設定されているが、secondary subnet view にない場合、DHCP サーバは address pool view のゲートウェイアドレスを割り当てます。

以下に DHCP アドレスプールのゲートウェイを設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． ゲートウェイを設定する	**gateway-list** *ip-address*&<1-64>	デフォルト：設定なし
4． （オプション設定項目）secondary subnet view に移行する	**network** *network-address* [*mask-length* | **mask** *mask*] **secondary**	―
5． （オプション設定項目）ゲートウェイを設定する	**gateway-list** *ip-address*&<1-64>	デフォルト：設定なし

6.4.5 クライアントへのドメイン名サフィックスの設定

DHCP サーバの DHCP アドレスプールにドメイン名サフィックス（DNS）を設定することができます。このサフィックスを設定することで、クライアントはドメイン名の入力部分のみ必要となります。システムは名前解決のため、ドメイン名サフィックスを追加します。DNS の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DNS”* を参照してください。

以下に DHCP アドレスプールのドメイン名サフィックスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． ドメイン名サフィックスを設定する	**domain-name** *domain-name*	デフォルト：設定なし

6.4.6 DHCP クライアントの DNS サーバの設定

インターネット上のホストがドメイン名を使用してアクセスする場合、DHCP クライアントは名前を解決するため、DNS（Domain Name System）サーバと通信する必要があります。DHCP アドレスプールで最大 8 つの DNS サーバを設定することができます。

以下に DHCP アドレスプールの DNS サーバの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP address pool view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． DNS サーバを設定する	**dns-list** *ip-address*&<1-8>	デフォルト：設定なし

6.4.7 DHCP クライアントの WINS サーバと NetBIOS ノードタイプの設定

NetBIOS プロトコルを使用している Microsoft DHCP クライアントは、名前解決のために WINS（Windows Internet Naming Service）サーバと通信する必要があります。DHCP アドレスプールのクライアントに最大 8 つの WINS サーバを設定することができます。

クライアントが名前解決できるように、DHCP アドレスプールに NetBIOS ノードタイプを設定する必要があります。NetBIOS ノードタイプには以下の 4 つがあります。

- **b（ブロードキャスト）-ノード** － b-ノードクライアントは、ブロードキャストメッセージで宛先名を送信します。宛先はメッセージを受信後、クライアントに IP アドレスを返します。
- **p（ピアツー-ピア）-ノード** － P-ノードクライアントは WINS サーバにユニキャストメッセージで宛先名を送信します。WINS サーバは宛先の IP アドレスを返します。
- **m（ミックス）-ノード** － m-ノードクライアントは、宛先名をブロードキャストし、応答がない場合は、WINS サーバに宛先名をユニキャストして宛先 IP アドレスを取得します。
- **h（ハイブリッド）-ノード** － h-ノードクライアントは宛先名を WINS サーバにユニキャストし、応答がない場合は、宛先名をブロードキャストして宛先 IP アドレスを取得します。

以下に DHCP アドレスプールの WINS サーバと NetBIOS ノードタイプの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． WINS サーバを設定する	**nbns-list** *ip-address*&<1-8>	b-ノードでは、オプション設定項目です。 デフォルト：設定なし
4． NetBIOS ノードタイプを設定する	**netbios-type** { **b-node** | **h-node** | **m-node** | **p-node** }	デフォルト：設定なし

6.4.8 DHCP クライアントの BIMS サーバ情報の設定

この設定は BIMS サーバの IP アドレス、ポート番号および共有キーをクライアントに提供します。DHCP クライアントは BIMS（branch intelligent management system）サーバから取得した設定ファイルを使用して、ソフトウェアの定期的なアップデートとバックアップを実行します。

以下に DHCP アドレスプールの BIMS サーバの IP アドレス、ポート番号、共有キーの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． BIMS サーバの IP アドレス、ポート番号、共有キーを設定する	**bims-server ip** *ip-address* [**port** *port-number*] **sharekey** { **cipher** | **simple** } *string*	デフォルト：設定なし

6.4.9 DHCP クライアントのオートコンフィグレーションの設定ファイルの設定

オートコンフィグレーションは装置がコンフィグレーションファイルなしで起動するとき、装置がサーバから自動でコンフィグレーションの設定を取得できることを有効にします。DHCP サーバ、DNS サーバ、TFTP サーバの協力が必要です。

コンフィグレーションファイルの取得を行うため DHCP サーバでパラメータを設定する際、以下のガイドラインに従ってください。

- コンフィグレーションファイルが TFTP サーバにある場合、TFTP サーバの IP アドレスアドレスあるいは名前、コンフィグレーションファイル名を設定してください。

DHCP クライアントはコンフィグレーションファイルを取得する TFTP サーバと通信するため、取得したパラメータを使用します。

以下に DHCP アドレスプールのコンフィグレーションファイル名を設定する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． TFTP サーバの IP アドレスあるいは名前を設定する	• TFTPサーバのIPアドレスを設定する： **tftp-server ip-address** *ip-address* • TFTPサーバの名前を設定する： **tftp-server domain-name** *domain-name*	IPアドレスあるいはTFTPサーバの名前を設定することができます。 デフォルト：設定なし
4． ブートファイル名を設定する	**bootfile-name** *bootfile-name*	デフォルト：設定なし

6.4.10 DHCP クライアントのサーバの設定

特定の DHCP クライアントは TFTP サーバのようなサーバから設定情報を取得する必要があります。サーバの IP アドレスを設定することができます。DHCP サーバはサーバの IP アドレスを DHCP クライアントに他の設定情報と共に送信します。

以下にサーバの IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． サーバの IP アドレスを設定する	**next-server** *ip-address*	デフォルト：設定なし

6.4.11 DHCP クライアントのオプション 184 パラメータの設定

音声サービスを備えた DHCP クライアントに音声サービスを割り当てるためには、DHCP サーバにオプション 184 を設定する必要があります。オプション 184 の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス　“DHCP の概要”* を参照してください。

以下に DHCP アドレスプールのオプション 184 パラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3． プライマリネットワークコーリングプロセッサの IP アドレスを設定する	**voice-config ncp-ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし このコマンドを設定した後、ほかのオプション184のパラメータが適用されます。
4． （オプション設定項目）バックアップサーバの IP アドレスを設定する	**voice-config as-ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5． （オプション設定項目）音声 VLAN を設定する	**voice-config voice-vlan** *vlan-id* { **disable** | **enable** }	デフォルト：設定なし
6． （オプション設定項目）フェイルオーバーの IP アドレス、ダイヤル番号を設定する	**voice-config fail-over** *ip-address dialer-string*	デフォルト：設定なし

6.4.12 カスタマイズ DHCP オプションの設定

重要：
カスタマイズ DHCP オプションを設定するとき、DHCP の動作への影響を十分考慮して行ってください。

カスタマイズ DHCP オプションを設定すると、以下のことが可能になります。

- 新規に定義したオプションを追加します。
- オプション 43 のようなベンダ定義のオプションを追加します。
- CLI によって設定できない、専用の設定コマンドのオプションを追加します。たとえば **option 4 ip-address 1.1.1.1** コマンドで DHCP クライアントにタイムサーバアドレス 1.1.1.1 を定義することができます。
- 予約されたオプションの設定コマンドの制限を超過させる場合､すべてのオプションを追加します。たとえば、**dns-list** コマンドを使用して、8 つを超える DNS サーバアドレスを設定することはできません。8 つを超える DNS サーバを設定する場合、すべての DNS サーバで **option 6** コマンドを使用する必要があります。

表 6-1

表 6-1 一般的な DHCP オプション

オプション	オプション名	対応コマンド	コマンドパラメータ
3	Router Option	**gateway-list**	**ip-address**
6	Domain Name Server Option	**dns-list**	**ip-address**
15	Domain Name	**domain-name**	**ascii**
44	NetBIOS over TCP/IP Name Server Option	**nbns-list**	**ip-address**
46	NetBIOS over TCP/IP Node Type Option	**netbios-type**	**hex**
66	TFTP server name	**tftp-server**	**ascii**
67	Boot file name	**bootfile-name**	**ascii**
43	Vendor Specific Information	—	**hex**

I. DHCP アドレスプールでのカスタマイズ DHCP オプション設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
3. カスタマイズ DHCP オプションを設定する	**option** *code* { **ascii** *ascii-string* | **hex** *hex-string* | **ip-address** *ip-address*&<1-8> }	デフォルト：設定なし DHCPオプショングループで設定されたDHCPオプションはDHCPアドレスプールで設定されたDHCPオプションより優先されます。

II. DHCP オプショングループでのカスタマイズ DHCP オプション設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP オプショングループを作成し、その view に移行する	**dhcp option-group** *option-group-number*	―
3． カスタマイズ DHCP オプションを設定する	**option** *code* { **ascii** *ascii-string* | **hex** *hex-string* | **ip-address** *ip-address*&<1-8> }	デフォルト：設定なし DHCPオプショングループで設定されたDHCPオプションはDHCPアドレスプールで設定されたDHCPオプションより優先されます。
4． system view に移行する	**quit**	―
5． DHCP アドレスプールを作成し、その view に移行する	**dhcp server ip-pool** *pool-name*	デフォルト：設定なし
6． DHCP ユーザクラスに DHCP オプショングループを指定する。	**class** *class-name* **option-group** *option-group-number*	デフォルト：設定なし DHCPユーザクラスは事前に作成しておく必要があります。

6.5 DHCPの有効化

ほかの DHCP 設定を有効にする前に DHCP を有効にする必要があります。

以下に DHCP の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP を有効にする	**dhcp enable**	デフォルト：無効

6.6 インタフェースでのDHCPサーバの有効化

インタフェースで DHCP サーバを有効にする場合、この設定を行います。インタフェースで DHCP 要求を受信すると、DHCP サーバは DHCP アドレスプールから DHCP クライアントに IP アドレスとほかの設定パラメータを割り当てます。

以下にインタフェースでの DHCP サーバの有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． インタフェースで DHCP サーバを有効にする	**dhcp select server**	デフォルト：有効

6.7 インタフェースでのアドレスプールの適用

インタフェースに DHCP アドレスプールを適用する場合、この設定を行います。

インタフェースから DHCP 要求を受信すると、DHCP サーバは以下の方法でアドレスを割り当てます。

- DHCP 要求にスタティックバインディングがある場合、DHCP サーバはスタティックバインディングが含まれるアドレスプールからスタティックバインディング IP アドレスと設定パラメータをクライアントに割り当てます。
- DHCP 要求にスタティックバインディングがない場合、DHCP サーバはアドレスプールと設定パラメータのために適用されたアドレスプールを選択します。

以下にインタフェースにアドレスプールを適用する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． インタフェースにアドレスプールを適用する	**dhcp server apply ip-pool** *pool-name*	デフォルト : 適用されていません。 アドレスプールがない場合、DHCPサーバはダイナミックアドレスの割り当てに失敗します。

6.8 IPアドレス競合検出の設定

IP アドレスを割り当てる前に、DHCP サーバは、ping パケットを送信して、割り当てるアドレスが使用中かどうかを調べます。

- DHCP サーバが設定した期間内に ping 応答を受信した場合、サーバは別の IP アドレスに ping を行います。
- 応答がない場合、指定数の ping パケットが送信されるまでサーバは IP アドレスに ping を行います。応答がない場合は、サーバは要求元のクライアントに IP アドレスを割り当てます。DHCP クライアントは gratuitous ARP パケットを送信して IP アドレスが競合しているかどうかを調べます。

以下に IP アドレス競合検出の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． （オプション設定項目）IP アドレス競合検出の ping パケットの最大数を設定する	**dhcp server ping packets** *number*	デフォルト：1 **0**に設定した場合、IPアドレスの競合検出を行いません。
3． （オプション設定項目）ping に対する応答の待機タイムアウトを設定する	**dhcp server ping timeout** *milliseconds*	デフォルト：500ms **0**に設定した場合、IPアドレスの競合検出を行いません。

6.9 オプション82の処理モードの有効化

DHCP サーバがオプション 82 を処理するように設定されている場合、オプション 82 のメッセージを受信すると、DHCP サーバは DHCP 応答メッセージにオプション 82 を追加します。

DHCP サーバがオプション 82 を無視するように設定されている場合、DHCP 応答メッセージにオプション 82 を追加しません。

オプション 82 のパラメータが正常に動作するために、DHCP サーバと DHCP リレーエージェントの両方でオプション 82 を処理するように有効にする必要があります。DHCP リレーエージェントでの有効にする設定については、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス　"DHCP リレー"* を参照してください。

以下に DHCP サーバでのオプション 82 の処理モードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． オプション 82 の処理モードを有効にする	**dhcp server relay information enable**	デフォルト：有効

6.10 DHCPサーバが送信したDHCPパケットのDSCP値の設定

パケットの DSCP 値は、パケットの優先度レベルを設定し、パケットの優先度に影響します。

以下に DHCP サーバが送信した DHCP パケットの DHCP 値の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP サーバが送信した DHCP パケットの DHCP 値を設定する	**dhcp dscp** *dscp-value*	デフォルト：56

6.11 DHCPサーバの表示と維持

重要：

DHCP サーバの再起動あるいは、**reset dhcp server ip-in-use** コマンドが実行されると、すべてのリース情報を削除します。DHCP サーバは DHCP クライアントからのリース期間延長要求を拒否するので、クライアントは再度 IP アドレスを要求する必要があります。

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
IPアドレスの競合に関する情報を表示する	**display dhcp server conflict** [**ip** *ip-address*]
リース期限切れに関する情報を表示する	**display dhcp server expired** [**ip** *ip-address* | **pool** *pool-name*]
割り当て可能なIPアドレスに関する情報を表示する	**display dhcp server free-ip** [**pool** *pool-name*]
割り当てられたIPアドレス情報を表示する	**display dhcp server ip-in-use** [**ip** *ip-address* | **pool** *pool-name*]
DHCPサーバの統計情報を表示する	**display dhcp server statistics** [**pool** *pool-name*]
DHCPアドレスプールの情報を表示する	**display dhcp server pool** [*pool-name*]
IPアドレスの競合に関する情報を削除する	**reset dhcp server conflict** [**ip** *ip-address*]
リース期限切れに関する情報を削除する	**reset dhcp server expired** [**ip** *ip-address* | **pool** *pool-name*]
割り当てられたIPアドレス情報を削除する	**reset dhcp server ip-in-use** [**ip** *ip-address* | **pool** *pool-name*]
DHCPサーバの統計情報を削除する	**reset dhcp server statistics**

6.12 DHCPサーバ設定例

DHCP のネットワークの構築は以下のタイプがあります。

- 同一サブネット上の DHCP サーバと DHCP クライアントは、直接メッセージを交換できます。
- 異なるサブネット上の DHCP サーバと DHCP クライアントは、DHCP リレーエージェントを介して相互に通信します。

DHCP サーバの設定は、どちらのタイプでも同じです。

6.12.1 ダイナミック IP アドレスの割り当て設定例

I. ネットワーク要件

図 6-1に示すように、DHCP サーバ（AC）はサブネット 10.1.1.0/24 のクライアントに IP アドレスを割り当てます。10.1.1.0/24 はさらに 10.1.1.0/25 と 10.1.1.128/25 にサブネット化されます。

AC の DHCP サーバを、サブネット 10.1.1.0/25 の IP アドレスと、サブネット 10.1.1.128/25 の IP アドレスを DHCP クライアントに割り当てるよう設定します。

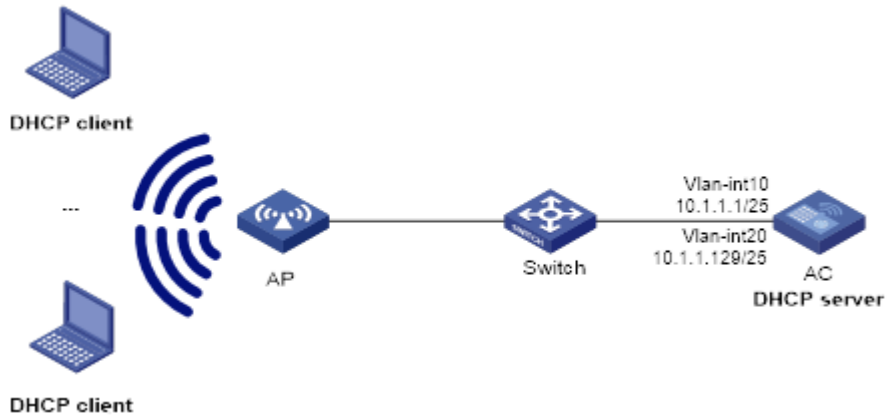


図 6-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　VLAN インタフェースに IP アドレスを設定します。

VLAN 10 と VLAN 20 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] vlan 10
[AC-vlan10] quit
[AC] vlan 20
[AC-vlan20] quit
```

VLAN10 で AP に接続されるインタフェースに VLAN 10 を追加します。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/2
[AC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[AC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 10
[AC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk pvid vlan 10
[AC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

VLAN インタフェース 10 と VLAN インタフェース 20 に IP アドレスをアサインします。

```
[AC] interface vlan-interface 10
[AC-Vlan-interface10] ip address 10.1.1.1 25
[AC-Vlan-interface10] quit
[AC] interface vlan-interface 20
[AC-Vlan-interface20] ip address 10.1.1.129 25
[AC-Vlan-interface20] quit
```

2)　ワイヤレスサービスを設定します。

サービステンプレートを設定し、VLAN20 をサービステンプレートにバインドします。

```
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] ssid service
[AC-wlan-st-service] vlan 20
[AC-wlan-st-service] service-template enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

AP を設定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 219801A0CNC138011454
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template service1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] return
```

3)　DHCP サーバを設定します。

DHCP を有効にします。

```
[AC] dhcp enable
```

VLAN インタフェース 10、VLAN インタフェース 20 で DHCP サーバを有効にします。

```
[AC] interface vlan-interface 10
[AC-Vlan-interface10] dhcp select server
[AC-Vlan-interface10] quit
[AC] interface vlan-interface 20
[AC-Vlan-interface20] dhcp select server
[AC-Vlan-interface20] quit
```

サブネット 10.1.1.0/25 の AP に IP アドレスをアサインするための DHCP アドレスプール 1 を設定します。

```
[AC] dhcp server ip-pool 1
[AC-dhcp-pool-1] network 10.1.1.0 mask 255.255.255.128
[AC-dhcp-pool-1] quit
```

サブネット 10.1.1.128/25 の AP に IP アドレスをアサインするための DHCP アドレスプール 2 を設定します。

```
[AC] dhcp server ip-pool 2
[AC-dhcp-pool-2] network 10.1.1.128 mask 255.255.255.128
[AC-dhcp-pool-2] quit
```

III. 設定の確認

サブネット 10.1.1.0/25 の AP と 10.1.1.128/25 のクライアントが DHCP サーバから正しい IP アドレスを取得することを確認します。（詳細は省略します。）

DHCP サーバで AP とクライアントに割り当てられた IP アドレスを表示します。

[AC] display dhcp server ip-in-use

```
IP address       Client identifier/    Lease expiration      Type
                 Hardware address
10.1.1.3         0031-3865-392e-6262-  Jan 1 22:25:03 2015  Auto(C)
                 3363-2e30-3230-352d-
                 4745-302f-30
10.1.1.130       3030-3030-2e30-3030-  Jan 9 10:45:11 2015   Auto(C)
                 662e-3030-3033-2d45-
                 7568-6572-1e
10.1.1.131       3030-0020-fe02-3020-  Jan 9 10:45:11 2015   Auto(C)
                 7052-0201-2013-1e02
                 0201-9068-23
10.1.1.132       2020-1220-1102-3021-  Jan 9 10:45:11 2015   Auto(C)
                 7e52-0211-2025-3402
                 0201-9068-9a
10.1.1.133       2021-d012-0202-4221-  Jan 9 10:45:11 2015   Auto(C)
                 8852-0203-2022-55e0
                 3921-0104-31
```

6.12.2 プライマリ、セカンダリサブネット設定例

I. ネットワーク要件

図 6-2に示すように、DHCP サーバ（AC）は LAN 上のクライアントにダイナミックに IP アドレスを割り当てます。

DHCP サーバのアドレスプールにプライマリサブネット 10.1.1.0/24、セカンダリサブネット 10.1.2.0/24 を設定します。プライマリサブネットで割り当てるアドレスがないとき、DHCP サーバは、セカンダリサブネットの IP アドレスを選択します。

AC は以下のパラメータを割り当てます。

- サブネット 10.1.1.0/24 のクライアントにデフォルトゲートウェイ 10.1.1.254/24 を割り当てます。
- サブネット 10.1.2.0/24 のクライアントにデフォルトゲートウェイ 10.1.2.254/24 を割り当てます。

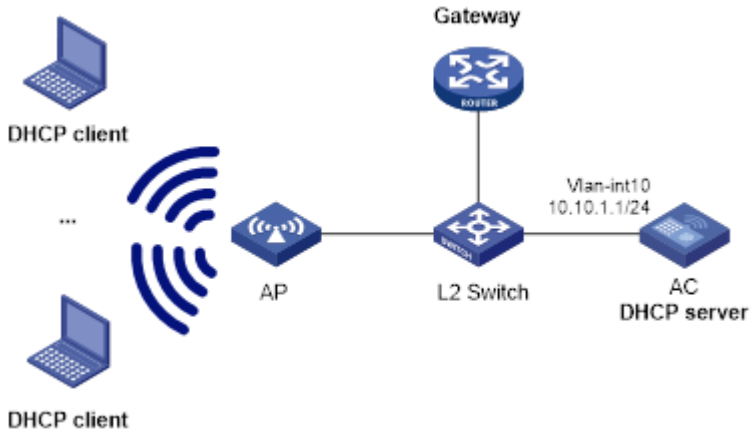


図 6-2 ネットワーク図

II. 設定手順

AC の基本設定を行います。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* を参照してください。

DHCP を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] dhcp enable
```

VLAN インタフェース 10 のプライマリ IP アドレス、セカンダリ IP アドレスを設定します。

```
[AC] interface vlan-interface 10
[AC-Vlan-interface10] ip address 10.1.1.1 24
[AC-Vlan-interface10] ip address 10.1.2.1 24 sub
```

VLAN インタフェース 10 で DHCP サーバを有効にします。

```
[AC-Vlan-interface10] dhcp select server
[AC-Vlan-interface10] quit
```

DHCP アドレスプール aa を作成します。

```
[AC] dhcp server ip-pool aa
```

ダイナミック割り当てのプライマリアドレス、ゲートウェイアドレスを設定します。

```
[AC-dhcp-pool-aa] network 10.1.1.0 mask 255.255.255.0
[AC-dhcp-pool-aa] gateway-list 10.1.1.254
```

ダイナミック割り当てのセカンダリサブネット、ゲートウェイアドレスを設定します。

```
[AC-dhcp-pool-aa] network 10.1.2.0 mask 255.255.255.0 secondary
[AC-dhcp-pool-aa-secondary] gateway-list 10.1.2.254
[AC-dhcp-pool-aa-secondary] quit
```

```
[AC-dhcp-pool-aa] quit
```

III. 設定の確認

プライマリサブネットで割り当て可能なアドレスがない場合、DHCP サーバはセカンダリサブネットから割り当てることを確認します（詳細は省略します）。

DHCP サーバが割り当てたプライマリ、セカンダリサブネット IP アドレスを表示します。

```
[AC] display dhcp server ip-in-use
IP address       Client identifier/    Lease expiration      Type
                 Hardware address
10.1.1.2         0031-3865-392e-6262-  Jan 14 22:25:03 2015  Auto(C)
                 3363-2e30-3230-352d-
                 4745-302f-30
10.1.2.2         3030-3030-2e30-3030-  Jan 14 22:25:03 2015  Auto(C)
                 662e-3030-3033-2d45-
                 7568-6572-1e
```

6.12.3 自己定義オプション設定例

I. ネットワーク要件

図 6-3に示すように DHCP クライアント（AC）は DHCP サーバ（Device）から、IP アドレスと ゼロタッチプロビジョニングを利用するためのオプション 43 情報を取得します。

DHCP サーバ(デバイス)に以下のように設定します。

- ゼロタッチプロビジョニングを利用するためのオプション43 情報を DHCP オプショングループに設定します。この例では、ascii で” NEC,zerotouch,10.1.1.1,443”の文字列を設定します。
- DHCP ユーザクラスを作成し、ゼロタッチプロビジョニングを行う装置（option60 に” NEC,”の文字列を含む）を条件として設定します。
- DHCP クライアントが取得する IP アドレスは、ネットワークセグメント 10.1.1.0/24 に属し、ゲートウェイアドレスと DNS サーバアドレスは 10.1.1.1 です。

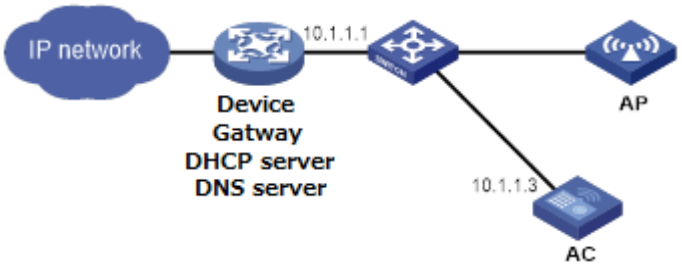


図 6-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　デバイスの GigabitEthernet 1/0/1 に IP アドレスを指定します。

```
<Device> system-view
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] ip address 10.1.1.2 24
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

2)　DHCP オプショングループ 1 を作成し、カスタマイズオプション 43 を設定します

```
[Device] dhcp option-group 1
[Device-dhcp-class-zero-touch] option 43 ascii NEC,zerotouch,10.1.1.1,443
[Device-dhcp-class-zero-touch] quit
```

3)　DHCP ユーザクラス zero-touch を作成し、条件を設定します。

```
[Device] dhcp class zero-touch
[Device-dhcp-option-group-1] if-match rule 1 option 60 ascii NEC, partial
[Device-dhcp-option-group-1] quit
```

4)　DHCP サーバを設定します。

DHCP を有効化します。

```
[Device] dhcp enable
```

GigabitEthernet 1/0/1 で DHCP を有効化します。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] ip address dhcp select server
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

ダイナミック割り当てのための DHCP アドレスプール 0 を設定します。

```
[Device] dhcp server ip-pool 0
```

10.1.1.0/24 をアサインするサブネットに指定します。

```
[Device-dhcp-pool-0] network 10.1.1.0 mask 255.255.255.0
```

#ゲートウェイアドレスと DNS サーバアドレスを 10.1.1.1 に指定します。

```
[Device-dhcp-pool-0] gateway-list 10.1.1.1
[Device-dhcp-pool-0] dns-list 10.1.1.1
```

DHCP ユーザクラス zero-touch に、DHCP オプショングループ 1 を指定します。

```
[Device-dhcp-pool-0] class zero-touch option-group 1
```

III. 設定の確認

AP がゼロタッチプロビジョニングに成功することを NetMeister で確認にします。（詳細は省略します。）

DHCP サーバで、アサインされた IP アドレスを表示します。

```
[Device] display dhcp server ip-in-use
```

6.13 DHCPサーバ設定のトラブルシューティング

6.13.1 症状

DHCP サーバから取得したクライアントの IP アドレスが別の IP アドレスと競合しています。

6.13.2 分析

サブネットの別のホストが同一 IP アドレスを持っている可能性があります。

6.13.3 解決策

1) クライアントのネットワークアダプタを無効にする、もしくはネットワークケーブルの接続を切断します。別のホストにあるクライアントの IP アドレスに ping を行い、同じ IP アドレスを使用しているホストがあるかを調べます。
2) ping に対する応答があれば、そのホストには IP アドレスが手動で設定されています。DHCP サーバで **dhcp server forbidden-ip** コマンドを実行して、ダイナミックな割り当てからその IP アドレスを除外します。
3) クライアントのネットワークアダプタを有効にする、もしくはネットワークケーブルを接続します。クライアントの IP アドレスを解放し、IP アドレスを再取得します。Windows の DHCP クライアントの場合、以下のように行います。
   a) DOS環境で**cmd**コマンドを実行し、コマンドプロンプトを起動します。
   b) **ipconfig /release**を実行してIPアドレスを放棄します。
   c) **ipconfig /renew**を実行し、IPアドレスの再取得を行います。

目次

このセクションのページは**5-x-x**です。

7章 DHCPリレー 7-1
7.1 概要 7-1
7.1.1 動作 7-1
7.1.2 DHCPリレーエージェントのオプション82のサポート 7-2
7.2 DHCPリレーエージェント設定作業リスト 7-3
7.3 DHCPの有効化 7-3
7.4 インタフェースでのDHCPリレーエージェントの有効化 7-3
7.5 リレーエージェントのDHCPサーバの指定 7-4
7.6 DHCPリレーエージェントセキュリティ機能の設定 7-4
7.6.1 DHCPリレーエージェントのリレーエントリの記録の有効化 7-4
7.6.2 ダイナミックリレーエントリの定期的な更新の有効化 7-5
7.7 DHCPリレーエージェントでのIPアドレスのリリース設定 7-5
7.8 オプション82の設定 7-6
7.9 DHCPリレーエージェントが送信したDHCPパケットのDSCPの設定 7-6
7.10 DHCPクライアントのゲートウェイアドレスの設定 7-7
7.11 リレーされたDHCP要求の送信元IPアドレスの指定 7-7
7.12 オプション82に基づいたDHCP応答を転送するためのDHCPリレーエージェントの設定 7-8
7.13 DHCリレーエージェントの表示と維持 7-9
7.14 DHCPリレーエージェント設定例 7-9
7.14.1 DHCPリレーエージェント設定例 7-9
7.15 DHCPリレーエージェントのトラブルシューティング 7-11
7.15.1 症状 7-11
7.15.2 分析 7-11
7.15.3 解決策 7-11

7章 DHCP リレー

7.1 概要

DHCP リレーエージェントは、DHCP クライアントが別のサブネット上の DHCP サーバから IP アドレスを取得できるようにします。この機能は、異なるサブネット上の DHCP クライアントが同一の DHCP サーバに通信でき、集中管理が行いやすくなることで、コストの節減にもなります。図 7-1に DHCP リレーエージェントの標準的な構成を示します。

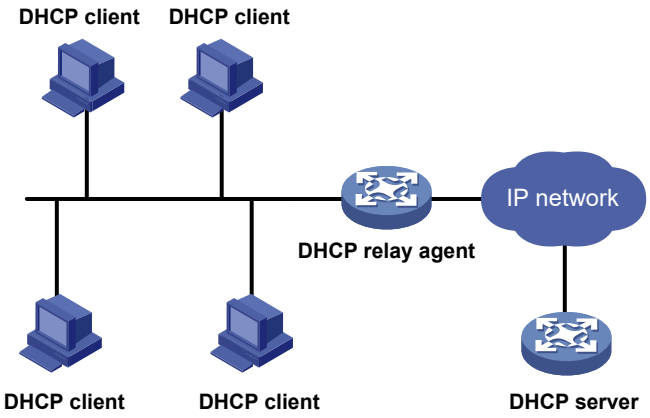


図 7-1 DHCP リレーエージェント構成

7.1.1 動作

DHCP サーバと DHCP クライアントは、DHCP リレーエージェントの有無に関わらず、同様の方法で互いに相互に通信します。相互接続の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DHCP の概要”* を参照してください。以下に、DHCP リレーエージェントに関連した手順を示します。

1) DHCP クライアントから DHCP-DISCOVER または DHCP-REQUEST ブロードキャストメッセージを受信すると、DHCP リレーエージェントはメッセージを以下のように処理します。
   a) メッセージの**giaddr**フィールドにIPアドレスを入力します。
   b) メッセージを指定したDHCPサーバにユニキャストで転送します。
2) **giaddr** フィールドにもとづいて、DHCP サーバは IP アドレスおよびその他の設定パラメータをリレーエージェントに返信します。
3) リレーエージェントはそれらの情報をクライアントへ転送します。

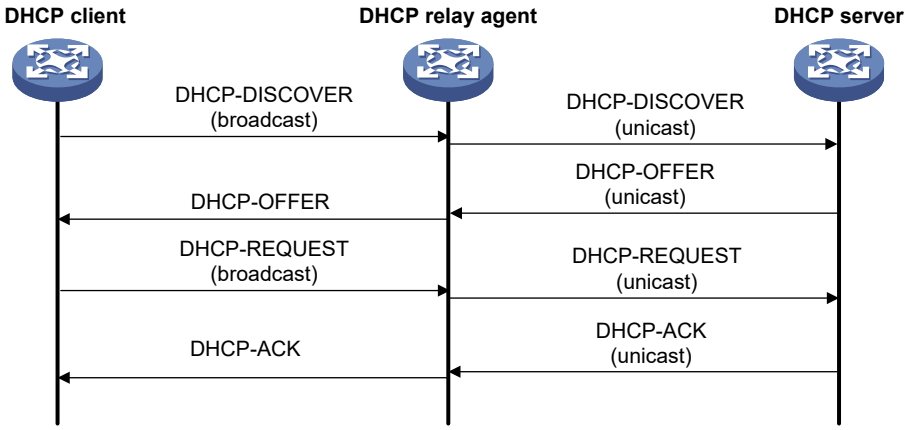


図 7-2 DHCP リレーエージェントの動作

7.1.2 DHCP リレーエージェントのオプション 82 のサポート

オプション 82 は DHCP クライアントの位置情報を記録します。オプション 82 は以下の作業を行います。

- セキュリティとアカウンティングのため、DHCP クライアントの位置を示します。
- DHCP クライアントに指定した範囲の IP アドレスを割り当てます。

詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス　"DHCP の概要"* を参照してください。

DHCP リレーエージェントがオプション 82 をサポートしている場合、表 7-1に示されている処理方法に従って、DHCP 要求を処理します。

DHCP サーバからの返答にオプション 82 が含まれている場合は、DHCP リレーエージェントがクライアントに応答を転送する前にオプション 82 を取り除きます。

表 7-1 DHCP リレーエージェントのオプション 82 の処理方法

クライアントの要求メッセージに含まれるオプション	処理方法	DHCP リレーエージェントの動作
Option 82	Drop	メッセージを廃棄します。
	Keep	オプション82を変更せずにメッセージを転送します。
	Replace	元のオプション82を設定されたパディング形式、パディングの内容、コードタイプに従って、新しいオプション82に置き換えてからメッセージを転送します。
No Option 82	–	設定されたパディング形式、パディングの内容、コードタイプに従って、元のオプション82に追加し、メッセージを転送します。

7.2 DHCPリレーエージェント設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）DHCPの有効化
（必須設定項目）インタフェースでのDHCPリレーエージェントの有効化
（必須設定項目）リレーエージェントのDHCPサーバの指定
（オプション設定項目）DHCPリレーエージェントセキュリティ機能の設定
（オプション設定項目）DHCPリレーエージェントでのIPアドレスのリリース設定
（オプション設定項目）オプション82の設定
（オプション設定項目）DHCPリレーエージェントが送信したDHCPパケットのDSCPの設定
（オプション設定項目）DHCPクライアントのゲートウェイアドレスの設定
（オプション設定項目）リレーされたDHCP要求の送信元IPアドレスの指定
（オプション設定項目）オプション82に基づいたDHCP応答を転送するためのDHCPリレーエージェントの設定

7.3 DHCPの有効化

ほかの DHCP リレーエージェントの設定を有効にするために、DHCP を有効にしてください。

以下に DHCP の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． DHCP を有効にする	**dhcp enable**	デフォルト：無効

7.4 インタフェースでのDHCPリレーエージェントの有効化

DHCP リレーエージェントが有効なとき、インタフェースは DHCP サーバに受信した DHCP 要求を転送します。

DHCP リレーエージェントのインタフェースの IP アドレスが含まれる IP アドレスプールは DHCP サーバに設定する必要があります。そうでない場合、DHCP リレーエージェントに接続される DHCP クライアントは IP アドレスを取得できません。

以下にインタフェースでの DHCP リレーエージェントの有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． DHCP リレーエージェントを有効にする	**dhcp select relay**	デフォルト：DHCPが有効にされたとき、インタフェースはDHCPサーバモードで動作します。

7.5 リレーエージェントのDHCPサーバの指定

可用性を向上するため、DHCP リレーエージェントでいくつかの DHCP サーバを指定することができます。インタフェースがクライアントから要求メッセージを受信したとき、リレーエージェントはすべての DHCP サーバに要求メッセージを転送します。

リレーエージェントで DHCP サーバアドレスを指定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 指定された DHCP サーバアドレスは、リレーエージェントインタフェースの IP アドレスと異なるサブネットにする必要があります。そうでなければクライアントは IP アドレスの取得に失敗します。
- 最大 8 つの DHCP サーバを指定することができます。

以下にリレーエージェントに DHCP サーバアドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. リレーエージェントに DHCP サーバアドレスを指定する	**dhcp relay server-address** *ip-address*	デフォルト：指定なし

7.6 DHCPリレーエージェントセキュリティ機能の設定

7.6.1 DHCP リレーエージェントのリレーエントリの記録の有効化

DHCP から IP アドレスを取得した後、クライアントの IP アドレスと MAC アドレスバインディング情報（リレーエントリ）を自動的に記録することができます。

ARP アドレスチェック、IP ソースガードのようないくつかのセキュリティ機能は、入力パケットを確認するため、記録されたリレーエントリを使用し、エントリにマッチしないパケットをブロックします。ブロックすることで、不正なホストがリレーエージェントを通して外部ネットワークにアクセスできないようにします。たとえば、セキュリティ機能には ARP アドレスの確認、許可 ARP、IP ソースガードがあります。

以下に DHCP リレーエージェントのリレーエントリの記録を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. DHCP リレーエージェントのリレーエントリの記録を有効にする	**dhcp relay client-information record**	デフォルト：無効

🕮 **メモ：**

DHCP リレーエージェントは、同期／非同期シリアルインタフェース上で動作している DHCP クライアントに対しては、IP-MAC バインディングを記録しません。

7.6.2 ダイナミックリレーエントリの定期的な更新の有効化

DHCP クライアントは DHCP サーバに IP アドレスをリリースするため、DHCP-RELEASE メッセージをユニキャストします。DHCP リレーエージェントは DHCP サーバにメッセージを送信し、クライアントの IP-MAC アドレスエントリを削除しません。

この機能で、DHCP リレーエージェントは DHCP サーバに DHCP-REQUEST メッセージを定期的に送信するため、以下の情報を使用します。

- リレーエントリの IP アドレス
- DHCP リレーインタフェースの MAC アドレス

DHCP リレーエージェントは DHCP サーバからの受信に従って、リレーエントリを保持します。

- サーバが DHCP-ACK メッセージを送信する、あるいは時間以内にメッセージを返信しない場合、DHCP リレーエージェントはリレーエントリを削除します。そして IP アドレスをリリースするため、DHCP サーバに DHCP-RELEASE メッセージを送信します。
- サーバが DHCP-NAK メッセージを返信する場合、リレーエージェントはエントリを保持します。

以下にダイナミックリレーエントリの定期的な更新の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ダイナミックリレーエントリの定期的な更新を有効にする	**dhcp relay client-information refresh enable**	デフォルト：有効

7.7 DHCPリレーエージェントでのIPアドレスのリリース設定

クライアントの IP アドレスをリリースするためにリレーエージェントを設定します。リレーエージェントは DHCP-RELEASE メッセージをサーバに送信し、リレーエントリを削除します。DHCP-RELEASE メッセージを受信した DHCP サーバは IP アドレスをリリースします。

以下に IP アドレスをリリースするために DHCP リレーエージェントの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. IP アドレスをリリースするために DHCP リレーエージェントを設定する	**dhcp relay release ip** *client-ip*	このコマンドでは、DHCPリレーエージェントでリレーエントリが記録されたIPアドレスのみリリースすることができます。

7.8 オプション82の設定

オプション 82 を設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- オプション 82 をサポートするため、関連する DHCP サーバと DHCP リレーエージェントの設定を実行してください。DHCP サーバのオプション 82 の設定については オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DHCP サーバ”*を参照してください。
- 要求メッセージの処理方法が replace である場合、オプション 82 のパディングモード、パディング形式を設定してください。要求メッセージの処理方法が keep あるいは drop である場合、オプション 82 のパディングモード、パディング形式を設定する必要はありません。
- オプション 82 のサブオプション 1 が設定されている場合、ノードの装置名（**sysname**）でパディングされている場合、装置名はスペースを含んではいけません。スペースが含まれている場合、DHCP リレーエージェントはオプション 82 の追加、更新に失敗します。

以下にオプション 82 の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3． オプション 82 を動作できるようにリレーエージェントで有効にする	**dhcp relay information enable**	デフォルト：無効
4． （オプション設定項目）オプション 82 が含まれる要求メッセージの処理方法を設定する	**dhcp relay information strategy** { **drop** | **keep** | **replace** }	デフォルト：**replace**
5． （オプション設定項目）サーキット ID サブオプションのパディング内容とコードタイプを設定する	**dhcp relay information circuit-id** { **string** *circuit-id* | { **normal** | **verbose** [**node-identifier** { **mac** | **sysname** | **user-defined** *node-identifier* }] } [**format** { **ascii** | **hex** }] }	デフォルト：サーキットIDサブオプションのパディング内容は**normal**で、コードタイプは**hex**です。
6． （オプション設定項目）リモート ID サブオプションのパディング内容とコードタイプを設定する	**dhcp relay information remote-id** { { **ap-mac** | **ap-mac-ssid** | **normal** } [**format** { **ascii** | **hex** }] | **ap-name** | **ap-name-ssid** | **string** *remote-id* | **sysname** }	デフォルト：リモートIDサブオプションのパディング内容は**normal**で、コードタイプは**hex**です。

7.9 DHCPリレーエージェントが送信したDHCPパケットのDSCPの設定

パケットの DSCP は、パケットの優先度レベルを指定し、パケットの優先度に影響します。

以下にDHCPリレーエージェントが送信したDHCPパケットのDSCPの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. DHCP リレーエージェントが送信した DHCP パケットの DSCP を設定する	**dhcp dscp** *dscp-value*	デフォルト：56

7.10 DHCPクライアントのゲートウェイアドレスの設定

デフォルトでは、DHCP DISCOVER 及び REQUEST パケットの giaddr フィールドには、リレーインタフェースのプライマリ IP アドレスが入ります。DHCP クライアントのリレーエージェントのゲートウェイアドレスを指定することができます。DHCP リレーエージェントは、DHCP DISCOVER 及び REQUEST パケットの giaddr フィールドに指摘されたゲートウェイアドレスを使います。

以下に DHCP クライアントの DHCP の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. DHCP クライアントのゲートウェイアドレスを指定する	**dhcp relay gateway** *ip-address*	デフォルト : リレーインタフェースのプライマリIPアドレス

7.11 リレーされたDHCP要求の送信元IPアドレスの指定

この作業は、複数のリレーインタフェースが同じ IP アドレスを共有している場合、またはリレーインタフェースに DHCP サーバへのルートがない場合に必要です。この作業を実行することで、リレーされた DHCP 要求の送信元 IP アドレスとして、DHCP リレーエージェント上の別インタフェースの IP アドレスまたは IP アドレスを指定することができます。DHCP リレーエージェントに認可アドレスプールが存在する場合、**dhcp relay source-address ip-address** コマンドは送信元 IP アドレスだけでなく **giaddr** フィールドも変更します。ユーザの認可 IP アドレスプールの構成の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

以下に、リレーされた DHCP 要求の送信元 IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3. リレーされた DHCP 要求の送信元 IP アドレスを指定します。	**dhcp relay source-address** { *ip-address* | **gateway** | **relay-interface** }	デフォルト：DHCPリレーエージェントは、リレーされたDHCP要求の送信元IPアドレスとして、DHCPサーバに接続するインタフェースのIPアドレスを使用します。 インタフェース上でリレーされたDHCP要求には、送信元IPアドレスを1つだけ指定できます。

7.12 オプション82に基づいたDHCP応答を転送するためのDHCPリレーエージェントの設定

DHCP リレーエージェントがオプション 82 に基づいて DHCP クライアントに DHCP 応答を転送する必要がある場合、この機能を設定します。

以下にオプション 82 に基づいて DHCP 応答を転送するようにする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. リレーエージェントがオプション 82 を処理できるようにします。	**dhcp relay information enable**	デフォルト：無効
4. Circuit ID サブオプションのパディングモードとパディングフォーマットを設定します。	**dhcp relay information circuit-id** { **bas** [**sub-interface-vlan**] | **string** *circuit-id* | { **normal** | **verbose** [**node-identifier** { **mac** | **sysname** | **user-defined** *node-identifier* }] [**interface**] } [**sub-interface-vlan**] [**format** { **ascii** | **hex** }] }	デフォルト：Circuit IDサブオプションのパディングモードは**normal**で、パディングフォーマットは**hex**です。 サブオプション1のパディングコンテンツとして設定されている場合は、装置名（**sysname**コマンドを使用して設定）にスペースを含めないでください。含めた場合、DHCPリレーエージェントはオプション82の追加または置換に失敗します。 パディングモードを**bas**、**normal**、**verbose**に設定する場合、**sub-interface-vlan**キーワードを指定する必要があります。
5. オプション 82 に基づいて DHCP 応答を転送するように DHCP リレーエージェントを設定します。	**dhcp relay forward reply by-oputionn82**	デフォルト：DHCPリレーエージェントはオプション82に基づくDHCP応答を転送しません。

7.13 DHCリレーエージェントの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
インタフェース上のDHCPリレーエージェントのDHCPサーバ情報を表示する	**display dhcp relay server-address** [**interface** *interface-type interface-number*]
DHCPリレーエージェントのオプション82の設定情報を表示する	**display dhcp relay information** [**interface** *interface-type interface-number*]
DHCPリレーエージェントのリレーエントリを表示する	**display dhcp relay client-information** [**interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address*]
DHCPリレーエージェントのパケット統計情報を表示する	**display dhcp relay statistics** [**interface** *interface-type interface-number*]
DHCPリレーエージェントのリレーエントリを削除する	**reset dhcp relay client-information** [**interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address*]
DHCPリレーエージェントのパケット統計情報を削除する	**reset dhcp relay statistics** [**interface** *interface-type interface-number*]

7.14 DHCPリレーエージェント設定例

7.14.1 DHCP リレーエージェント設定例

I. ネットワーク要件

図 7-3に示すように、DHCP クライアントが別のサブネット上にある DHCP サーバから IP アドレスと設定パラメータを取得するため、Switch A に DHCP リレーエージェントを設定します。

DHCP リレーエージェントとサーバは異なるサブネットにあり、互いに通信できるようにするため、スタティックあるいはダイナミックルーティングを設定します。

クライアントとサーバ間の通信を行うため、DHCP サーバで設定を行います。DHCP サーバの設定については、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DHCP サーバ”* を参照してください。

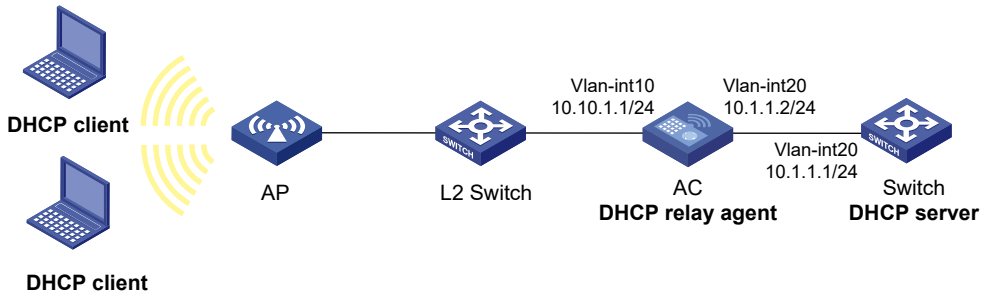


図 7-3 ネットワーク図

II. 設定手順

インタフェースの IP アドレスを指定します。（詳細は省略します。）

AC の基本設定を行います。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* を参照してください。

DHCP を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] dhcp enable
```

VLAN インタフェース 10 で DHCP リレーエージェントを有効にします。

```
[AC] interface vlan-interface 10
[AC-Vlan-interface10] dhcp select relay
```

リレーエージェントで DHCP サーバの IP アドレスを指定します。

```
[AC-Vlan-interface10] dhcp relay server-address 10.1.1.1
```

III. 設定の確認

DHCP クライアントが DHCP リレーエージェントを通して DHCP サーバから IP アドレスとほかのネットワークパラメータを取得できることを確認します（詳細は省略します）。

DHCP リレーエージェントによって転送された DHCP パケットの統計情報を表示します。

```
[AC] display dhcp relay statistics
```

DHCP リレーエージェントの記録を有効にしている場合、リレーエントリを表示します。

```
[AC] display dhcp relay client-information
```

7.15 DHCPリレーエージェントのトラブルシューティング

7.15.1 症状

DHCP クライアントが、DHCP リレーエージェントを通して設定パラメータを取得することができません。

7.15.2 分析

DHCP リレーエージェントあるいは DHCP サーバの設定に問題が発生している可能性があります。

7.15.3 解決策

問題を切り分けるため、デバッグを有効にし、DHCP リレーエージェントで **display** コマンドを実行します。デバッグ情報とインタフェース状態の情報を確認してください。

以下の項目を確認してください。

- DHCP サーバと DHCP リレーエージェントで DHCP が有効になっているかどうか確認してください。
- DHCP サーバが DHCP クライアントと同じサブネットでアドレスプールを持っているかどうか確認してください。
- DHCP サーバと DHCP リレーエージェントが互いに通信可能であることを確認してください。
- DHCP クライアントに接続される DHCP リレーエージェントのインタフェースで、DHCP サーバのアドレスが正しく設定されているかどうか確認してください。

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

8章 DHCPクライアント 8-1
8.1 インタフェースでのDHCPクライアントの有効化 8-1
8.2 アドレス重複検出の有効化 8-1
8.3 DHCPクライアントが送信するDHCPパケットのDSCPの設定 8-2
8.4 DHCPクライアントが送信するDHCPパケットのOption55のデフォルトオプション削除8-2
8.5 DHCPクライアントの表示と維持 8-3

8章 DHCP クライアント

装置は DHCP クライアントが有効である場合、DHCP サーバから IP アドレスを含む設定パラメータを取得できます。DHCP クライアントの設定は VLAN インタフェースでのみサポートします。

8.1 インタフェースでのDHCPクライアントの有効化

インタフェースで DHCP クライアントを有効にするため、以下のガイドラインに従ってください。

- IP アドレス要求の失敗数がシステムで定義した値に到達した場合、DHCP クライアントが有効なインタフェースはデフォルトの IP アドレスを使用します。
- インタフェースは何度も IP アドレスを取得することができますが、古い設定が新しい設定に上書きされ、新しい設定が適用されます。
- DHCP クライアントが有効になったインタフェースはセカンダリ IP アドレスを設定することができません。
- DHCP サーバから割り当てられた IP アドレスが装置上のほかのインタフェースの IP アドレスとネットワークセグメントを共有していた場合、インタフェースは割り当てられた IP アドレスを使用しません。その代わり、DHCP サーバから新しい IP アドレスを要求します。

以下にインタフェースでの DHCP クライアントの有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. インタフェースで DHCP クライアントを有効にする	**ip address dhcp-alloc**	デフォルト：無効

8.2 アドレス重複検出の有効化

DHCP クライアントは、ARP パケットを使用して IP アドレスの重複があるかどうかを検出します。攻撃者は、サーバが割り当てた IP アドレスを使用できなくさせるため、ARP 応答を送信し、IP アドレスのオーナーとして動作します。ARP 攻撃がネットワークに存在する場合、アドレス重複検出機能を無効にすることを推奨します。

以下にアドレス重複検出の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. アドレス重複検出を有効にする	**dhcp client dad enable**	デフォルト：有効

8.3 DHCPクライアントが送信するDHCPパケットのDSCPの設定

パケットの DSCP は、パケットの優先度レベルを指定し、パケットの優先度に影響します。

以下に DHCP クライアントが送信した DHCP パケットの DSCP の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. DHCP クライアントが送信する DHCP パケットの DSCP を設定する	**dhcp client dscp** *dscp-value*	デフォルト：56

8.4 DHCPクライアントが送信するDHCPパケットのOption55のデフォルトオプション削除

🕮 **メモ：**

この機能はソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

オプション 55（パラメータリクエストリスト）は、クライアントが DHCP サーバから取得したいネットワーク構成パラメータを指定するために使用されます。

このオプションには、クライアントが必要とするパラメータのオプション値が含まれています。 デフォルトでは、クライアントリクエストのオプション 55 にはデフォルトのオプションセットが含まれています。

しかし、これらのデフォルトのオプションセットには、運用上不要なパラメータが含まれている場合があります。

この機能を利用すると、オプション 55 から指定したデフォルトオプションを削除し、DHCP サーバに必要なパラメータだけを要求することが出来ます。

以下に DHCP クライアントが送信する DHCP パケットの Option55 のデフォルトオプション削除手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. DHCP クライアントが送信する DHCP パケットの Option55 のデフォルトオプションを削除する	**dhcp client user-defined request-list exclude** *option-code*&<1-n>	デフォルト：Option55は全てのデフォルトオプションが含まれています

8.5 DHCPクライアントの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
DHCPクライアント情報を表示する	**display dhcp client** [**verbose**] [**interface** *interface-type interface-number*]

目次

このセクションのページは **5-x-x** です。

9 章 DHCP スヌーピング 9-1
9.1 概要 9-1
9.1.1 トラステッドポートと非トラステッドポートのアプリケーション 9-1
9.1.2 DHCP snooping でのオプション 82 のサポート 9-2
9.2 DHCP snooping 設定作業リスト 9-3
9.3 DHCP snooping の基本機能の設定 9-3
9.4 オプション 82 の設定 9-4
9.5 DHCP snooping の表示と維持 9-5
9.6 DHCP snooping 設定例 9-6
9.6.1 DHCP snooping の基本機能の設定例 9-6

9章 DHCP スヌーピング

9.1 概要

DHCP スヌーピング（DHCP snooping）は、DHCP サーバと DHCP クライアント間でやりとりされる DHCP メッセージを監視して動的な IP ソースフィルタリングを行う機能です。本機能を利用することで、DHCP サーバを用いたネットワーク環境において、正当な DHCP クライアントにだけ IP 通信を許可することができる DHCP セキュリティ機能です。

セキュリティの目的から DHCP クライアントの IP アドレスと MAC アドレスバインディング（DHCP snooping エントリと呼ばれます）を記録します。

DHCP snooping は DHCP サーバと DHCP リレーエージェント間では動作しません。

DHCP snooping は許可された DHCP サーバからのみ IP アドレスを取得することができるように、トラステッド（trusted）ポートと非トラステッド（untrusted）ポートを定義します。

- **トラステッド（Trusted）** – DHCP メッセージを正常に転送し、DHCP クライアントが承認された DHCP サーバから IP アドレスを取得できることを確実にします。
- **非トラステッド（Untrusted）** – 不正な DHCP サーバからの IP アドレスの割り当てを防ぐため、受信した DHCP-ACK パケットまたは DHCP-OFFER パケットを廃棄します。

DHCP snooping は DHCP snooping エントリを作成するため、トラステッドポートから受信した DHCP-ACK メッセージと、DHCP-REQUEST メッセージを読み込みます。DHCP snooping エントリはクライアントの MAC アドレスと IP アドレス、DHCP クライアントに接続するポート、VLAN 情報を含みます。

DHCP snooping エントリを使用するため、以下の機能が必要となります。

- **ARP detection** – 承認されたクライアントからの ARP パケットかどうか、DHCP Snooping エントリにもとづいて決定します。この機能は、不正なクライアントからの ARP 攻撃を防ぐことができます。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “ARP アタックプロテクション”* を参照してください。
- **IP ソースガード** – ポート毎に不正なパケットをフィルタするために使用します。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “IP ソースガード”* を参照してください。

9.1.1 トラステッドポートと非トラステッドポートのアプリケーション

DHCP サーバに接続されているポートをトラステッドポートとして設定し、他のポートを非トラステッドポートとして設定します。

図 9-1 に示すように、DHCP サーバに接続している DHCP snooping 装置のポートをトラステッドポートとして設定します。トラステッドポートは DHCP サーバからクライアントに応答メッセージを転送します。許可されていない DHCP サーバに接続されている非トラステッドポートは入力した DHCP 応答メッセージを廃棄します。

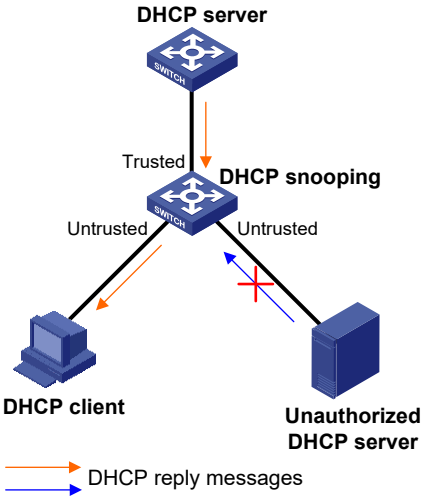


図 9-1 トラステッドポートと非トラステッドポート

図 9-2 に示すようなカスケードネットワーク構成では、DHCP サーバに面しているポートはトラステッドポートとして設定する必要があります。システムリソースを節約するため、直接DHCPクライアントに接続されている非トラステッドポートのみが、DHCP snooping エントリを記録することができます。

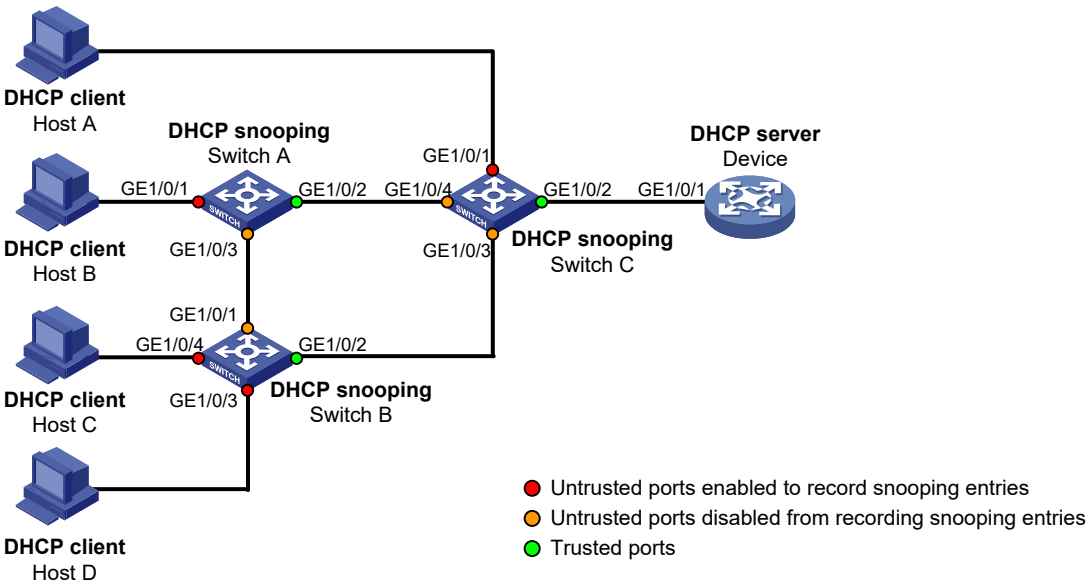


図 9-2 カスケードネットワーク構成のトラステッドポートと非トラステッドポート

9.1.2 DHCP snooping でのオプション 82 のサポート

オプション 82 は DHCP クライアントの位置情報を記録します。管理者はセキュリティとアカウンティングのため、DHCP クライアントを特定することができます。オプション 82

の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス　“DHCP の概要”* を参照してください。

DHCP snooping は表 9-1 に示すように、DHCP リクエストメッセージのオプション 82 を処理するため、DHCP リレーエージェントと同様の処理を行います。DHCP サーバからの応答にオプション 82 が含まれている場合は、クライアントに応答を転送する前に DHCP Snooping 装置がオプション 82 を取り除きます。応答にオプション 82 が含まれていない場合、そのまま転送します。

表 9-1 DHCP snooping の動作

クライアントの要求メッセージに含まれるオプション	処理方法	DHCP Snooping の動作
Option 82	Drop	メッセージを破棄します。
	Keep	オプション82を変更せずにメッセージを転送します。
	Replace	もとのオプション82を設定されたパディング形式、パディングの内容、コードタイプに従って、新しいオプション82に置き換えてからメッセージを転送します。
No Option 82	ー	設定されたパディング形式、パディングの内容、コードタイプに従って、もとのオプション82に追加し、メッセージを転送します。

9.2 DHCP snooping設定作業リスト

アグリゲーショングループに接続されているレイヤ 2 Ethernet インタフェースに DHCP snooping を設定する場合、アグリゲーショングループからインタフェースを削除するまで設定は適用されません。

作業リスト
（必須設定項目） DHCP snoopingの基本機能の設定
（オプション設定項目） オプション82の設定

9.3 DHCP snoopingの基本機能の設定

DHCP snooping の基本機能の設定を行うとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 許可された DHCP サーバに接続されているポートをトラステッドポートとして指定し、DHCP クライアントが確実に有効な IP アドレスを取得できるようにします。トラステッドポートと、DHCP クライアントに接続されているポートは同じ VLAN 内になければなりません。
- レイヤ 2 Ethernet インタフェースとアグリゲートインタフェースは、トラステッドポートとして指定できます。アグリゲートインタフェースの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス　“リンクアグリゲーション”* を参照してください。
- アグリゲーショングループに追加された Ethernet インタフェースで DHCP snooping の設定を行う場合、アグリゲーショングループからインタフェースが削除されるまで設定内容は適用されません。

以下に DHCP snooping の基本機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． DHCP snooping を有効にする	**dhcp snooping enable**	デフォルト：無効
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	インタフェースはDHCPサーバに接続する必要があります。
4． トラステッドポートとしてポートを指定する	**dhcp snooping trust**	デフォルト：DHCP snooping が有効になった後、すべてのポートは非トラステッドポートとなります。
5． system view に戻る	**quit**	ー
6． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	インタフェースはDHCPクライアントに接続する必要があります。
7． （オプション設定項目） DHCP snooping エントリの記録を有効にする	**dhcp snooping binding record**	デフォルト：DHCP snooping が有効になった後、DHCP snoopingエントリの記録は無効です。

9.4 オプション82の設定

オプション 82 を設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- アグリゲーショングループに追加されたEthernetインタフェースでオプション82の設定を行う場合､アグリゲーショングループからインタフェースが削除されるまで設定内容は適用されません。
- オプション 82 をサポートする場合、DHCP サーバと DHCP snooping 装置の両方でオプション 82 を設定する必要があります。DHCP サーバのオプション 82 の設定の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス “DHCP サーバ”* を参照してください。
- DHCP Snooping が有効になっている装置の処理方法が **replace** と設定されている場合、オプション 82 のパディングフォーマットを設定する必要があります。処理方法が **keep** または **drop** の場合は、パディングフォーマットを設定する必要はありません。
- オプション 82 がノードの装置名でパディングされる場合、装置名にスペースを含めることはできません。含まれている場合、DHCP Snooping が有効になっている装置はメッセージを破棄します。**sysname** コマンドを使用して装置名を指定することができます。コマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 1 *はじめに “装置管理”* を参照してください。
- 以下の状況のどちらかが存在している場合、verbose パディングフォーマットのオプション 82 のサブオプション 1 の VLAN ID フィールドを満たすため、“外部 VLAN タグ.内部 VLAN タグ” を使用します。
  - □ DHCP snooping と QinQ を同時に使用します。
  - □ DHCP パケットに 2 つの VLAN タグを含みます。

  たとえば、外部 VLAN タグが 10、内部 VLAN タグが 20 である場合、VLAN ID フィールドは 000a.0014 です。16 進数で表記される a は外部 VLAN タグ 10 を示し、16 進数で表記される 14 は内部 VLAN タグ 20 を示します。

- オプション 82 のサブオプション 1 がノードの装置名（**sysname**）でパディングされている場合、装置名はスペースを含んではいけません。スペースが含まれている場合、DHCP snooping はオプション 82 の追加、更新に失敗します。

以下にオプション 82 をサポートする DHCP snooping の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． オプション 82 をサポートする DHCP snooping を有効にする	**dhcp snooping information enable**	デフォルト：無効
4． （オプション設定項目） オプション 82 が含まれている要求メッセージの処理方法を設定する	**dhcp snooping information strategy** { **drop** | **keep** | **replace** }	デフォルト：**replace**
5． （オプション設定項目） サーキット ID サブオプションのパディング内容とコードタイプを設定する	**dhcp snooping information circuit-id** { [**vlan** *vlan-id*] **string** *circuit-id* | { **normal** | **verbose** [**node-identifier** { **mac** | **sysname** | **user-defined** *node-identifier* }] } [**format** { **ascii** | **hex** }] }	デフォルト：パディング内容は**normal**、サーキットIDサブオプションは**hex**です。
6． （オプション設定項目） リモート ID サブオプションのパディング内容とコードタイプを設定する	**dhcp snooping information remote-id** { **normal** [**format** { **ascii** | **hex** }] | [**vlan** *vlan-id*] { **string** *remote-id* | **sysname** } }	デフォルト：パディング内容は**normal**、リモートIDサブオプションは**hex**です。

9.5 DHCP snoopingの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
DHCP snoopingエントリを表示する	**display dhcp snooping binding** [**ip** *ip-address* [**vlan** *vlan-id*]]
DHCP Snooping装置でオプション82の設定に関する情報を表示する	**display dhcp snooping information** { **all** | **interface** *interface-type interface-number* }
DHCP Snooping装置のDHCPパケット統計情報を表示する	**display dhcp snooping packet statistics**
トラステッドポートの情報を表示する	**display dhcp snooping trust**
DHCP snoopingエントリを削除する	**reset dhcp snooping binding** { **all** | **ip** *ip-address* [**vlan** *vlan-id*] }
DHCP Snooping装置のDHCPパケット統計情報を削除する	**reset dhcp snooping packet statistics**

9.6 DHCP snooping設定例

9.6.1 DHCP snooping の基本機能の設定例

I. ネットワーク要件

図 9-3 に示すように設定します。

- GigabitEthernet 1/0/1 をトラステッドポートとして DHCP サーバに接続します。
- ほかのポートは非トラステッドポートとして設定します。
- DHCP サーバから応答を転送するため、許可されている DHCP サーバにのみ接続するように設定します。トラステッドポートから受信した DHCP-REQUEST メッセージと DHCP-ACK メッセージを確認することで、DHCP snooping がクライアントの IP-MAC バインディングを記録するようにします。

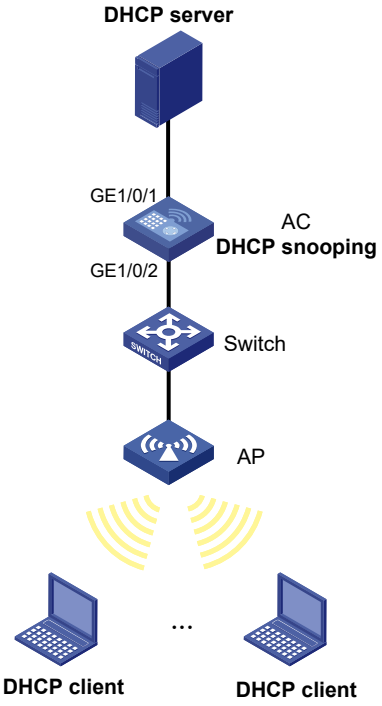


図 9-3 ネットワーク図

II. 設定手順

#AC で WLAN アクセスの設定を行います。WLAN アクセスの設定についてはオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN　“WLAN アクセスの設定”* を参照してください。（詳細は省略します。）

DHCP snooping を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] dhcp snooping enable
```

トラステッドポートとして GigabitEthernet 1/0/1 を設定します。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] dhcp snooping trust
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

GigabitEthernet 1/0/2 でクライアントの IP-MAC バインディングを記録することを有効にします。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/2
[AC-GigabitEthernet1/0/2] dhcp snooping binding record
[AC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

III. 設定の確認

DHCP クライアントは許可された DHCP サーバからのみ IP アドレスと他の設定パラメータを取得できることを確認します。（詳細は省略します。）

クライアントの記録された DHCP snooping エントリを表示します。

```
[AC] display dhcp snooping binding
```

目次

このセクションのページは**5-x-x** です。

10章 BOOTPクライアント..... 10-1
10.1 BOOTPアプリケーション 10-1
10.2 動的IPアドレスの取得 10-1
10.3 プロトコルと標準 10-1
10.4 インタフェースでBOOTPを使用したIPアドレスの取得の設定 10-2
10.5 BOOTPクライアントの表示と維持 10-2

10章 BOOTP クライアント

BOOTP（ブートストラッププロトコル）は、コンピュータネットワークに接続されたクライアントが、IP アドレスやホスト名、サブネットマスク等を自動的に取得するためのプロトコルです。

BOOTP クライアントの設定は VLAN インタフェースでのみサポートします。

10.1 BOOTPアプリケーション

BOOTP クライアントとして指定したインタフェースは BOOTP を使用して BOOTP サーバから情報（IP アドレスなど）を入手することができます。

BOOTP を使用するため、管理者は各 BOOTP クライアントに対し BOOTP パラメータファイルを BOOTP サーバ上に用意する必要があります。パラメータファイルには、BOOTP クライアントの IP アドレス、MAC アドレスなどの情報が含まれます。BOOTP クライアントが BOOTP サーバに要求を送信すると、BOOTP サーバは BOOTP パラメータファイルを検索し、対応する設定情報を返信します。

一般的に BOOTP は安定した環境で使用します。ネットワーク環境が頻繁に変わる場合、DHCP が適しています。

DHCP サーバは BOOTP クライアントと相互に対応しています。そのため、BOOTP クライアントの IP アドレスを変更する場合、BOOTP サーバを使用しないで DHCP サーバを使用することができます。

10.2 動的IPアドレスの取得

BOOTP クライアントは以下のように BOOTP サーバから動的に IP アドレスを取得します。

1) BOOTP クライアントは自身の MAC アドレスを含めた、BOOTP 要求をブロードキャストします。
2) BOOTP サーバは、BOOTP 要求を受信するとクライアントの MAC アドレスに対応する IP アドレスの情報を検索します。
3) BOOTP サーバは BOOTP クライアントに BOOTP 応答を返信します。
4) BOOTP クライアントは受信した応答から IP アドレスを取得します。

DHCP サーバは BOOTP サーバの代わりに動的に IP アドレスを取得することができます。

10.3 プロトコルと標準

- RFC 951, *Bootstrap Protocol (BOOTP)*
- RFC 2132, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*
- RFC 1542, *Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol*

10.4 インタフェースでBOOTPを使用したIPアドレスの取得の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． インタフェースで BOOTP を使用した IP アドレスの取得を設定する	**ip address bootp-alloc**	デフォルト：設定なし

10.5 BOOTPクライアントの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
BOOTPクライアント情報を表示する	**display bootp client** [**interface** *interface-type interface-number*]

目次

このセクションのページは **5-x-x** です。

11 章 DNS 11-1
11.1 概要 11-1
11.1.1 スタティックドメイン名解決 11-1
11.1.2 ダイナミックドメイン名解決 11-1
11.1.3 DNS プロキシ 11-3
11.2 DNS 設定作業リスト 11-4
11.3 IPv4 DNS クライアントの設定 11-4
11.3.1 スタティックドメイン名解決の設定 11-4
11.3.2 ダイナミックドメイン名解決の設定 11-5
11.4 DNS プロキシの設定 11-6
11.5 送信される DNS パケットの DSCP 値の設定 11-6
11.6 IPv4 DNS の表示と維持 11-6
11.7 IPv4 DNS 設定例 11-7
11.7.1 スタティックドメイン名解決の設定例 11-7
11.7.2 ダイナミックドメイン名解決の設定例 11-7
11.7.3 DNS プロキシの設定例 11-11
11.8 IPv4 DNS 設定のトラブルシューティング 11-13
11.8.1 症状 11-13
11.8.2 解決策 11-13

11章 DNS

11.1 概要

DNS（Domain Name System）は、DNS サーバから DNS プロトコルを介してホスト名を IP アドレスにマッピングできる分散データベースです。各固有の IP アドレスには、ホスト名を関連付けることができます。

ドメイン名－IP アドレスのマッピングは DNS エントリと呼ばれます。

DNS サービスには、スタティックとダイナミックの 2 種類があります。ユーザが名前を指定したのち、装置はスタティックの名前解決のデータベースで IP アドレスを調べます。有効な IP アドレスがない場合、ダイナミック（動的）な名前を解決するために DNS サーバに問い合わせを行います。これは、スタティック（静的）な名前解決のときよりも時間がかかります。そこで効率化のために、よく照会される名前と IP アドレスのマッピングがローカルのスタティックな名前解決のデータベーステーブルに保存されています。

11.1.1 スタティックドメイン名解決

スタティックドメイン名解決は、ドメイン名と IP アドレスの間にマッピングを手動でマッピングを作成します。たとえば、Telnet などのアプリケーションを使用する際に、装置のスタティックドメイン名解決のマッピングを作成することができます。

11.1.2 ダイナミックドメイン名解決

I. 解決手段

1) ユーザプログラムは、DNS クライアントの解決者にネームクエリを送信します。
2) DNS の解決者は、ローカルでドメイン名を適合させるためにキャッシュを調べます。適合するものがあれば、それに対応する IP アドレスを返送します。適合するものがなければ、DNS サーバにネームクエリを送信します。
3) DNS サーバはドメイン名を適合させるために名前解決のデータベースを調べます。適合するものがなければ、他のより高レベルの DNS サーバにネームクエリを送信します。このプロセスは、結果（成功、もしくは失敗）が返ってくるまで続けられます。
4) DNS サーバから応答を受信した後、DNS クライアントはユーザプログラムに解決結果を返信します。

図 11-1 に、ユーザプログラム、DNS クライアントおよび DNS サーバ間の関係を示しています。

解決者（Resolver）とキャッシュ（Cache）は DNS クライアントによって構成されます。通常、ユーザプログラムと DNS クライアントは同じ装置あるいは異なる装置で動作しますが、DNS サーバと DNS クライアントが異なる装置間で動作します。

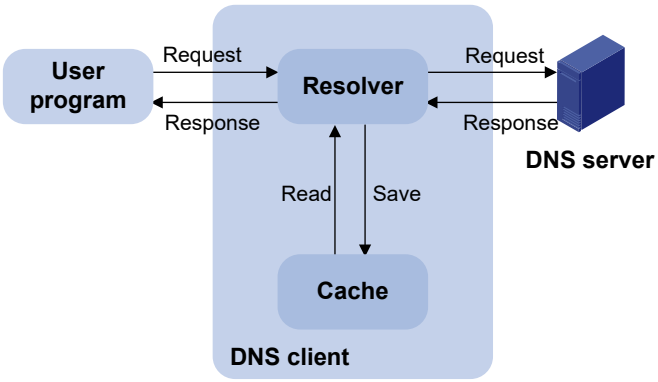


図 11-1 ダイナミックドメイン名解決

ダイナミックドメイン名解決は、DNS クライアントがダイナミックドメイン名のキャッシュに、DNS エントリを格納するようにします。有効期間内に度重なるクエリ用に DNS 要求を DNS サーバに送信する必要はありません。有効期間が満了したとき、DNS サーバからのエントリが最新であることを確認するため、DNS エントリを削除します。DNS サーバはマッピングの有効な期間を決定します。DNS クライアントは DNS 応答からエージング情報を取得します。

II. DNS サフィックス

DNS クライアントは、通常、ユーザによって定義することのできるサフィックスのリストを保持します。それは解決する名前が完全に一致しないときに使用します。解決者は不明な部分を提供することができます。

たとえば、ユーザは aabbcc.com のためのサフィックスとして com を設定することができます。これによって、ユーザは、aabbcc を入力するだけで aabbcc.com の IP アドレスを取得することができます。解決者は DNS サーバに名前を通過させる前に、サフィックスとデリミタ（区切り記号）を付加します。

名前解決は、ユーザが入力したドメインネームにもとづくクエリを処理します。

- ユーザがドット（.）なしでドメイン名を入力した場合（たとえば aabbcc）、解決者は、ホスト名と認識し、処理する前にホスト名に DNS サフィックスを追加します。すべての DNS の検索に失敗した場合、解決者は、IP アドレスのクエリのためにユーザが入力したドメイン名（たとえば aabbcc）を使用します。
- 文字の間にドメイン名にドット（.）がある場合（たとえば www.aabbcc）、解決者は、最初に DNS の検索を行うために、このドメイン名を直接使用します。DNS の検索に失敗した場合、解決者は、他の DNS を検索するために DNS サフィックスを追加します。
- ドメイン名の末尾にドット（.）がある場合（たとえば、aabbcc.com.）、解決者は、ドメイン名を FQDN（Fully Qualified Domain Name、完全修飾ドメイン名）と認識し、クエリが正常に処理されたかエラーが発生したか、結果が解決者から返信されます。このため、ドメイン名末尾のドット（.）は終端記号と認識されます。

装置は、スタティック DNS サービスおよびダイナミック DNS サービスをサポートしています。

DNS サーバでドメイン名にエイリアスが設定されている場合、そのエイリアスをホストの IP アドレスに変換できます。

11.1.3 DNS プロキシ

図 11-2 に示すように、DNS プロキシは以下のように動作します。

- DNS クライアント（DNS client）は DNS プロキシ（DNS proxy）に DNS 要求を送信します。
- DNS プロキシから指定された DNS サーバ（DNS server）に転送されます。DNS サーバからの応答は DNS プロキシを通して DNS クライアントに送信されます。

DNS プロキシは、ネットワーク管理を容易にします。DNS サーバのアドレスが変更された場合、DNS プロキシの設定を変更するだけで、各 DNS クライアントの設定を変更する必要がなくなります。

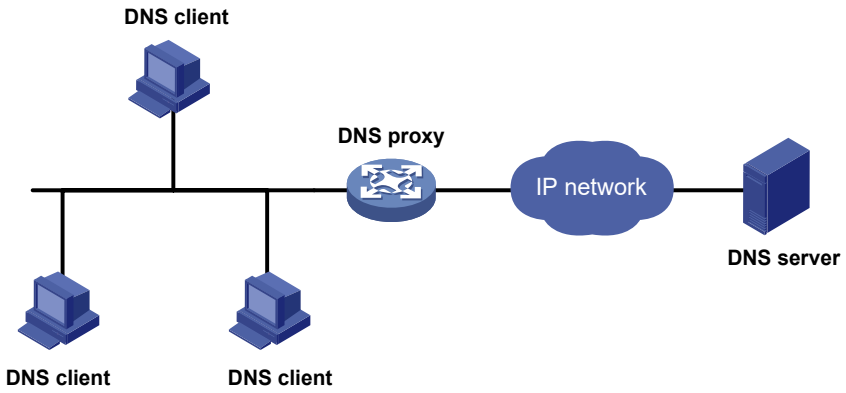


図 11-2 DNS プロキシアプリケーション

DNS プロキシは以下のように動作します。

1) DNS クライアントは DNS プロキシを DNS サーバと認識し、DNS プロキシに DNS 要求を送信します。つまり、要求の宛先アドレスは DNS プロキシの IP アドレスです。
2) DNS プロキシは、要求を受信すると、ローカルスタティックドメイン名解決テーブルおよびダイナミックドメイン名解決テーブルを検索します。要求された情報がテーブル内にあれば、DNS プロキシはクライアントに DNS 応答を返します。
3) 要求された情報が見つからない場合は、DNS プロキシから指定の DNS サーバに要求が送信され、ドメイン名の解決を行います。
4) DNS サーバから応答を受け取ると、DNS プロキシは IP アドレス－ドメイン名のマッピングを記録し、応答を DNS クライアントに転送します。

DNS サーバが存在しない、あるいは、指定された DNS サーバへのルートがない場合、DNS プロキシは DNS 要求を転送しません。

11.2 DNS設定作業リスト

作業リスト
IPv4 DNSクライアントの設定
（オプション設定項目） DNSプロキシの設定
（オプション設定項目） 送信されるDNSパケットのDSCP値の設定

11.3 IPv4 DNSクライアントの設定

11.3.1 スタティックドメイン名解決の設定

I. ホスト名と IPv4 アドレスのマッピング

スタティックドメイン名解決は、IPv4 アドレスの代わりにホスト名を使用してホストに接続する Telnet のようなアプリケーションを提供します。

スタティックドメイン名解決の設定を行うとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 各ホスト名は 1 つの IPv4 アドレスのみ割り当てられます。既にホスト名に割り当てられた IPv4 アドレスがある場合、最後に行われた設定が適用されます。
- IPv4 DNS エントリを最大 1024 まで設定することができます。

以下にスタティックドメイン名解決のためのホスト名と IPv4 アドレスのマッピング設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. スタティック名前解決テーブルでホスト名と IPv4 アドレスの間のマッピングを設定する	**ip host** *host-name ip-address*	デフォルト：設定なし

II. ホスト名とインタフェースのマッピング

🕮 **メモ：**

この機能はソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

デバイスの Web 管理インタフェースにドメイン名を通じてアクセスするには、**ip host** コマンドを使用してホスト名と IPv4 アドレスのマッピングを作成し、デバイスが DHCP で取得した IP アドレスを指定します。しかし、デバイスが取得した IP アドレスが変更された場合、ドメイン名でデバイスの Web 管理インタフェースにアクセスできなくなります。

この機能を設定すると、デバイスが IP アドレスを取得した際に、システムがドメイン名と IP アドレスのマッピングを生成します。

デバイスが取得した IP アドレスが変更された場合、システムは自動的にドメイン名に対応する IP アドレスを更新します。

これにより、デバイスが取得した IP アドレスが変更されても、ユーザはドメイン名を通じてデバイスの Web 管理インタフェースにアクセスできます。

複数の IP アドレスを VLAN インタフェースが取得した場合、メイン IP アドレスがドメイン名に対応するアドレスとして使用されます。

以下にスタティックドメイン名解決のためのホスト名とインタフェースのマッピング設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ホスト名とインタフェースのマッピングを設定する	**ip host** *host-name* **interface** *interface-type interface-number*	デフォルト：設定なし

11.3.2 ダイナミックドメイン名解決の設定

ダイナミックドメイン名解決を使用する場合、正しいサーバに DNS クエリを送信できるように DNS サーバを設定します。DNS サーバは DHCP を通して動的に取得した設定よりも、手動の設定が優先されます。複数設定を行った場合、最初に行った設定が優先されます。最初に最も高い優先度の DNS サーバにドメイン名解決リクエストを送信します。DNS サーバからの応答がない場合、順番に、2 番目の優先度のドメイン名解決リクエストが DNS サーバに送信されます。

加えて、取得したドメイン名を、システムが自動で追加するように DNS サフィックスを設定することができます。DNS サフィックスは DHCP を通して動的に取得した設定よりも、手動での設定が優先されます。複数設定を行った場合、最初に行った設定が優先されます。DNS 解決者は最初に最も高い優先度のサフィックスを使用します。名前解決に失敗した場合、順番に、2 番目の優先度のサフィックスを使用します。

I. 設定ガイドライン

ダイナミックドメイン名解決の設定を行うとき、以下のガイドラインに従ってください。

- DNS サーバは最大 6 台まで設定することができます。
- DNS サフィックスは最大 16 まで設定できます。

II. 設定手順

以下にダイナミックドメイン名解決の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. DNS サーバの IP アドレスを設定する	**dns server** *ip-address*	デフォルト：設定なし
3. （オプション設定項目） ドメイン名のサフィックスを設定する	**dns domain** *domain-name*	デフォルト：設定なし 定義済みのドメイン名のみ解決します。

11.4 DNSプロキシの設定

複数の DNS サーバを指定することができます。DNS プロキシは最も高い優先度の DNS サーバに要求を転送します。もし DNS サーバから応答がない場合、2 番目以降の優先度の DNS サーバに要求を転送します。

以下に DNS プロキシの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. DNS プロキシを有効にする	**dns proxy enable**	デフォルト：無効
3. DNS サーバの IP アドレスを指定する	**dns server** *ip-address*	デフォルト：指定なし

11.5 送信されるDNSパケットのDSCP値の設定

パケットの DSCP は、パケットの優先度レベルを指定し、パケットの優先度に影響します。DSCP が高いほど、優先度が高くなります。

以下に出力される DNS パケットの DSCP の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 出力される DNS パケットの DSCP 値を設定する	**dns dscp** *dscp-value*	デフォルト：0 この設定はDNSクライアント、DNSプロキシの装置で有効です。

11.6 IPv4 DNSの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ドメイン名解決テーブルを表示する	**display dns host** [**ip**]
IPv4 DNSサーバ情報を表示する	**display dns server** [**dynamic**]
DNSサフィックスを表示する	**display dns domain** [**dynamic**]
ダイナミックドメイン名キャッシュの情報を削除する	**reset dns host** [**ip**]

11.7 IPv4 DNS設定例

11.7.1 スタティックドメイン名解決の設定例

I. ネットワーク要件

図 11-3 に示すように、AC は IP アドレスよりも、覚えやすいドメイン名を使用して、Host にアクセスします。

ドメイン名 host.com で IP アドレス 10.1.1.2 のホストにアクセスできるように、AC にスタティックドメイン名解決の設定を行います。

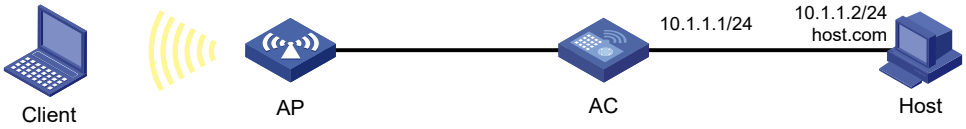


図 11-3 ネットワーク図

II. 設定手順

#AC で WLAN アクセスの設定を行ってください。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN アクセスの設定"* を参照してください。(詳細は省略します。)

ホスト名 host.com と IP アドレス 10.1.1.2 のマッピングを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] ip host host.com 10.1.1.2
```

ping host.com コマンドを使用します。Device がスタティックドメイン名解決により、host.com に対応する IP アドレスの 10.1.1.2 を取得できることを確認します。

```
[AC] ping host.com
Ping host.com (10.1.1.2): 56 data bytes, press CTRL_C to break
56 bytes from 10.1.1.2: icmp_seq=0 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 10.1.1.2: icmp_seq=1 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 10.1.1.2: icmp_seq=2 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 10.1.1.2: icmp_seq=3 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 10.1.1.2: icmp_seq=4 ttl=255 time=2.000 ms

--- Ping statistics for host.com ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1.000/1.200/2.000/0.400 ms
```

11.7.2 ダイナミックドメイン名解決の設定例

I. ネットワーク要件

図 11-4 に示すように、AC を以下のように設定します。

- IP アドレスよりも、覚えやすいドメイン名を使用して Host にアクセスします。

- ダイナミック DNS を使用し、DNS Server に IP アドレスの要求を行います。

DNS Server の IP アドレスは 2.1.1.2/16 で、ドメインは com で、IP アドレス 3.1.1.1/16 とドメイン名 host のマッピングは com に保存されます。

DNS client として動作する AC でダイナミック DNS、DNS サフィックス com を設定します。AC は、AC がドメイン名 host.com と IP アドレス 3.1.1.1/16 で Host にアクセスできるように設定します。

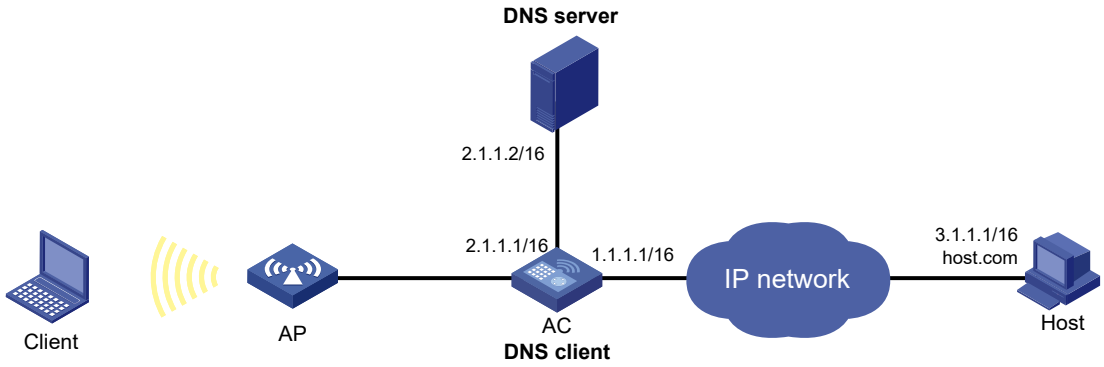


図 11-4 ネットワーク図

II. 設定手順

設定を行う前に、以下を確認してください。

- AC で WLAN アクセスの設定を行ってください。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* *“WLAN アクセスの設定”* を参照してください。（詳細は省略します。）
- インタフェースの IP アドレスが、図 11-4 に示すように設定されていることを確認してください。

1) DNS server を設定します。

設定は DNS サーバによって異なります。以下の設定は、Windows 2008 R2 サーバで行われています。

a) “Start” > “Programs” > “Administrative Tools” > “DNS” を選択します。図 11-5に示すようにDNS serverの設定ページが表示されます。

b) “Forward Lookup Zones” を右クリックし、“New zone” を選択します。指示に従って、新しいゾーンcomを作成します。

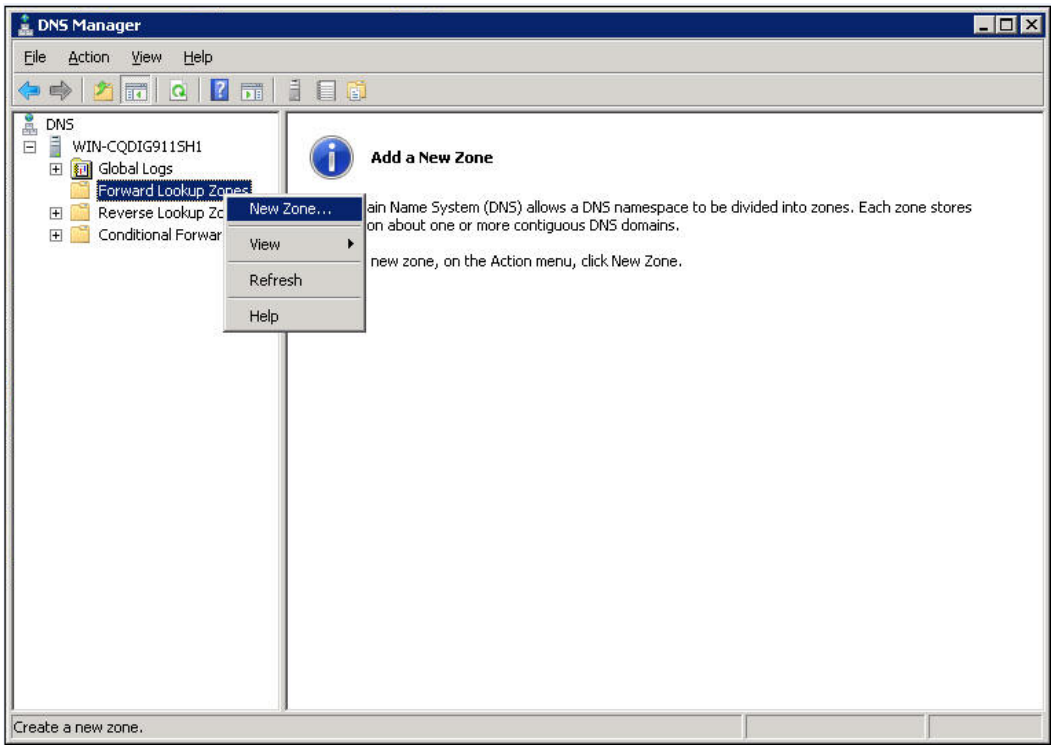


図 11-5 ゾーンの作成

c) DNS server設定ページで、ゾーンcomを右クリックし、“New Host”を選択します。

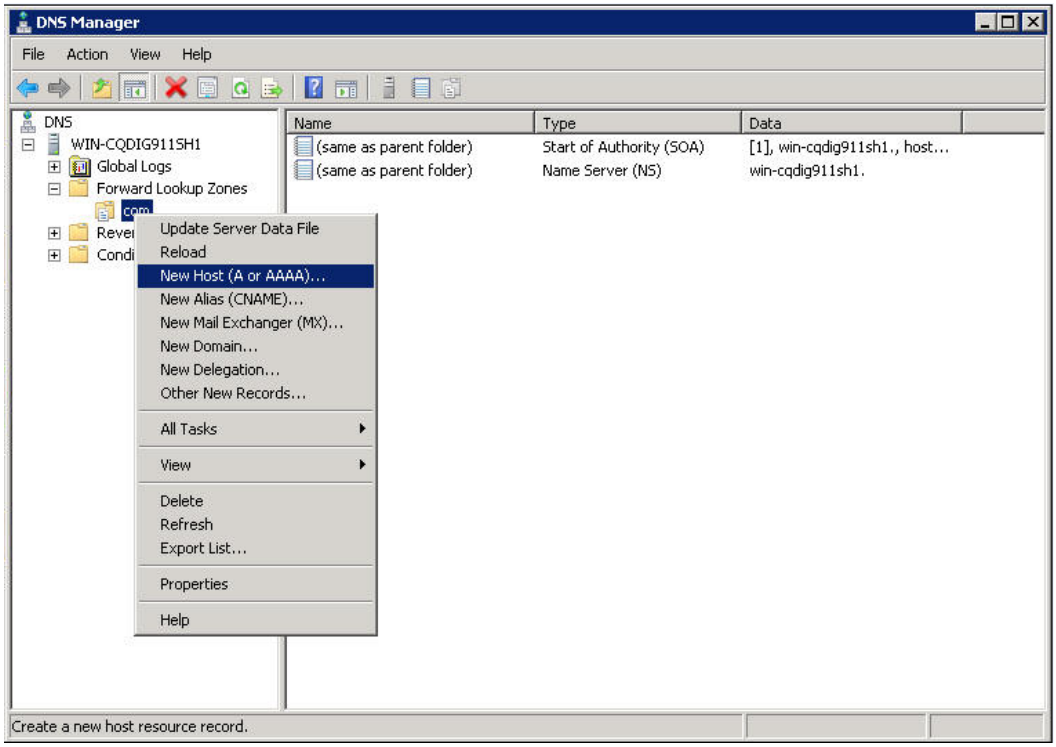


図 11-6 ホストの追加

d) ダイアログボックスで、ホスト名host、IPアドレス3.1.1.1を入力します。

e) “Add Host”をクリックします。IPアドレスとホスト名間のマッピングが作成されます。

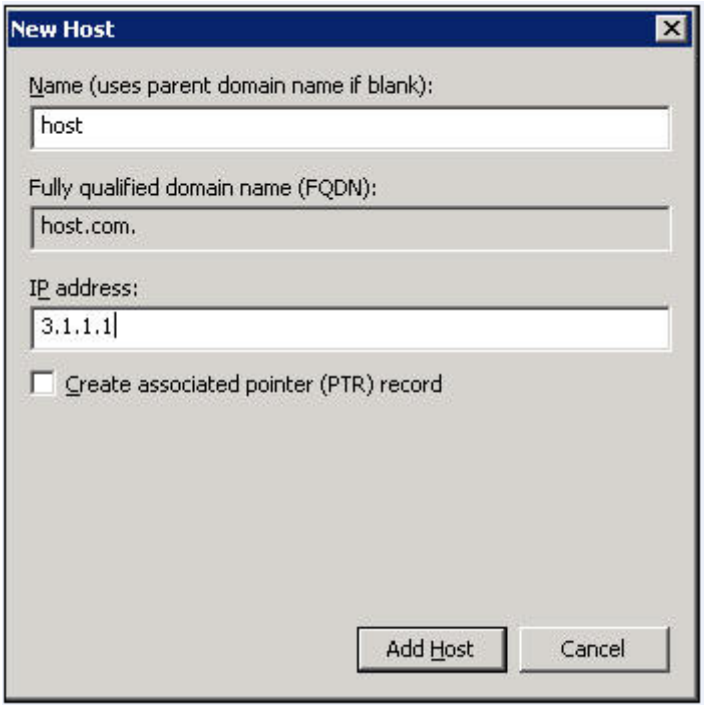


図 11-7 IP アドレスとホスト名間のマッピングの作成

2) DNS client を設定します。

IP アドレスとして 2.1.1.2 を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] dns server 2.1.1.2
```

#ドメイン名のサフィックスとして com を設定します。

```
[AC] dns domain com
```

III. 設定の確認

Device で **ping** host コマンドを使用します。Device と host 間の通信が正常であり、ドメイン名 host.com に対応する宛先 IP アドレスが 3.1.1.1 であることを確認します。

11.7.3 DNS プロキシの設定例

I. ネットワーク要件

図 11-8 に示すように DNS client と DNS Server 間で DNS パケットを転送する DNS プロキシとして AC を設定します。DNS Server の IP アドレスは 4.1.1.1 です。

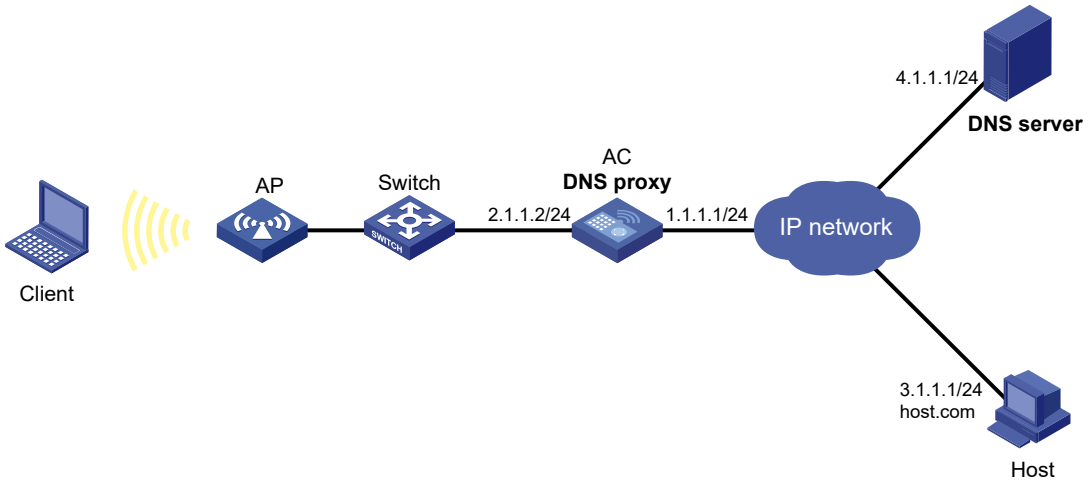


図 11-8 ネットワーク図

II. 設定手順

設定を行う前に、以下のことを確認してください。

- AC と DNS Server、Host の間が互いに通信可能であることを確認してください
- インタフェースの IP アドレスが、図 11-8 に示すように設定されていることを確認してください

1) AC で WLAN アクセスの設定を行ってください。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 2 *WLAN* *"WLAN アクセスの設定"* を参照してください。（詳細は省略します。）

2) DNS サーバを設定します。

この設定は DNS サーバによって異なります。Windows 2008 R2 サーバを DNS サーバとして使用する場合、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス* *"DNS"* の *"ダイナミックドメイン名解決の設定例"* を参照してください。

3) DNS proxy を設定します。

DNS Server の IP アドレスとして、4.1.1.1 を指定します。

```
<AC> system-view
[AC] dns server 4.1.1.1
```

DNS プロキシを有効にします。

```
[AC] dns proxy enable
```

4) DNS client を設定し、DNS Server の IP アドレスとして、2.1.1.2 を指定します。（詳細は省略します。）

III. 設定の確認

AC 機能上で DNS プロキシが有効であることを確認します。

```
C:\Users\ss> ping host.com
Ping host.com (3.1.1.1): 56 data bytes, press CTRL_C to break
```

```
56 bytes from 3.1.1.1: icmp_seq=0 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 3.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 3.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 3.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=255 time=1.000 ms
56 bytes from 3.1.1.1: icmp_seq=4 ttl=255 time=2.000 ms

--- Ping statistics for host.com ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1.000/1.200/2.000/0.400 ms
```

11.8 IPv4 DNS設定のトラブルシューティング

11.8.1 症状

ダイナミックドメイン名解決を有効にした後、ユーザが正しい IP アドレスを取得することができません。

11.8.2 解決策

1) **display dns host ip** コマンドを使用して、指定されたドメイン名がキャッシュにあることを確認してください。
2) 定義済みのドメイン名がない場合、ダイナミックドメイン名解決を有効にし、DNS クライアントと DNS サーバ間の通信が可能なことを確認してください。
3) キャッシュに特定のドメイン名はあっても、IP アドレスが正しくない場合、DNS クライアントが DNS サーバの正しい IP アドレスであることを確認してください。
4) DNS サーバのドメイン名と IP アドレス間のマッピングが正しいことを確認してください。

目次

このセクションのページは **5-x-x** です。

12 章 IP パフォーマンスの最適化 12-1
12.1 ダイレクトブロードキャストの送受信の有効化 12-1
12.1.1 設定手順 12-1
12.1.2 設定例 12-1
12.2 インタフェースの MTU サイズの設定 12-3
12.3 TCP path MTU discovery の設定 12-3
12.4 TCP バッファサイズの設定 12-4
12.5 TCP タイマの設定 12-4
12.6 ICMP エラーパケットの送信設定 12-5
12.7 ICMP エラーメッセージのレートリミットの設定 12-6
12.8 ICMP パフォーマンスの最適化の表示と維持 12-7

12章 IP パフォーマンスの最適化

装置の設定を最適化することで、IP パフォーマンス全体を最適にすることができます。この章では設定を最適化するための、さまざまな技術について記載します。

12.1 ダイレクトブロードキャストの送受信の有効化

この処理により、インタフェースは直接接続されたネットワークにダイレクトブロードキャストパケットを転送できます。

ダイレクトブロードキャストパケットは、特定のネットワークのすべてのホストに送信されるブロードキャストパケットのことです。ダイレクトブロードキャストパケットの宛先 IP アドレスの、ネットワーク ID は宛先ネットワークを識別し、ホスト ID は値がすべて 1 です。

12.1.1 設定手順

以下に、インタフェースで、直接接続されたネットワークにダイレクトブロードキャストの送受信を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. 直接接続されたネットワークにダイレクトブロードキャストの送受信を有効にする	**ip forward-broadcast**	デフォルト：無効

12.1.2 設定例

I. ネットワーク要件

図 12-1 に示すように、Host のデフォルトゲートウェイは AC の VLAN インタフェース 3 の IP アドレス 1.1.1.2/24 です。

Server が Host から IP アドレス 2.2.2.255 にダイレクトブロードキャストを受信できるようにするため、VLAN インタフェース 2 が直接接続されたネットワークへのブロードキャストを転送できるように有効にします。

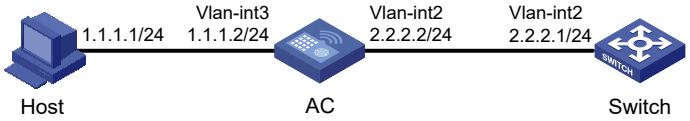


図 12-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　Switch A を設定します。

VLAN インタフェース 2、VLAN インタフェース 3 の IP アドレスを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 3
[AC-Vlan-interface3] ip address 1.1.1.2 24
[AC-Vlan-interface3] quit
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 2.2.2.2 24
```

VLAN インタフェース 2 で直接接続されたネットワークのダイレクトブロードキャストの転送を有効にします。

```
[AC -Vlan-interface2] ip forward-broadcast
```

2)　Switch を設定します。

ホストへのスタティックルートを設定します。

```
<Switch> system-view
[Switch] ip route-static 1.1.1.1 24 2.2.2.2
```

VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを設定します。

```
[Switch] interface vlan-interface 2
[Switch-Vlan-interface2] ip address 2.2.2.1 24
```

VLAN インタフェース 2 で直接接続されたネットワークのダイレクトブロードキャストの受信を有効にします。

```
[Switch-Vlan-interface2] ip forward-broadcast
```

設定を行った後、ホストでサブネットに直接接続されたブロードキャストアドレス 2.2.2.255 に ping を行った場合、Switch B の VLAN インタフェース 2 は ping パケットを受信できます。Switch で **ip forward-broadcast** コマンドの設定を削除した場合、インタフェースは ping パケットを受信することができません。

12.2 インタフェースのMTUサイズの設定

IPv4 パケットが出力インタフェースの MTU サイズを超えたとき、装置は、以下のどちらかの処理を行います。

- パケットのフラグメントが禁止されている場合、装置はパケットを廃棄します。
- パケットのフラグメントが許可されている場合、装置はパケットを分割し、フラグメントしたパケットを転送します。

フラグメントと再構築は、システムリソースを消費します。フラグメントを防ぐため、ネットワーク環境にもとづいて、適切にインタフェースの MTU サイズを設定します。

以下にインタフェースの MTU サイズの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. インタフェースの MTU サイズを設定する	**ip mtu** *mtu-size*	デフォルト：設定なし

12.3 TCP path MTU discoveryの設定

⚠ **重要**：

TCP 経路のすべての装置は **ip unreachables enable** コマンドを使用して、ICMP エラーメッセージの送信を有効にする必要があります。

TCP path MTU discovery（RFC1191）は、TCP 接続の送信元と宛先間の経路 MTU を探索します。以下のように動作します。

1) TCP 送信元の装置はフラグメント禁止（DF）ビットを設定して、パケットを送信します。
2) ルータは、出力インタフェースで MTU サイズを超過したパケットを廃棄します。出力インタフェースの MTU サイズが含まれた ICMP エラーメッセージを送信します。
3) ICMP エラーメッセージを受信した TCP 送信元の装置は、TCP 接続の現在の経路 MTU を計算します。
4) TCP 送信元の装置は、MSS よりも小さい TCP セグメントの次のパケットを送信します。（MSS ＝ 経路 MTU － IP ヘッダ長 － TCP ヘッダ長）

MSS が 32 バイトよりも小さい状態で、もし TCP 送信元の装置が ICMP エラーメッセージを受信する場合、TCP 送信元の装置はパケットをフラグメントします。

RFC1191 をサポートしていないルータから ICMP エラーメッセージを受信した場合、出力インタフェースの MTU は 0 に設定されます。ICMP エラーメッセージを受信した際、TCP 送信元の装置は、RFC1191 に記載されているように TCP MSS を計算するため、MTU テーブルから、現在の経路 MTU よりも小さい経路 MTU を選択します。MTU テーブルは、68、296、508、1006、1280、1492、2002、4352、8166、17914、32000、65535 バイトの MTU 値を含んでいます。最小 TCP MSS の値はシステムで 32 バイトと決められているため、実際の最小 MTU は 72 バイトです。

TCP path MTU discovery を有効にした後、すべての新しい TCP 接続は、経路 MTU を見つけます。装置は IP のフラグメントを発生させないように MSS の計算をするため、経路 MTU を使用します。

経路上で最小リンク MTU が増加したとき、送信元の装置の経路 MTU を増加させることができるように、経路 MTU は以下に示すエージングメカニズムを使用します。

- TCP 送信元の装置が ICMP エラーメッセージを受信したとき、経路 MTU を減少させ、経路 MTU のエージングタイマを開始します。
- エージングタイマが終了した後、送信元の装置は、RFC1191 に記載されているように、MTU テーブルで大きい値の MSS を使用します。
- ICMP エラーメッセージを 2 分以内に受信しない場合、送信元の装置は、TCP 3WAY ハンドシェイクでネゴシエートできる最大の MSS の値まで MSS を増加させます。

以下に TCP path MTU discovery の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． TCP path MTU discovery を有効にする	**tcp path-mtu-discovery** [**aging** *age-time* | **no-aging**]	デフォルト：無効

12.4 TCPバッファサイズの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． TCP 受信/送信バッファのサイズの設定をする	**tcp window** *window-size*	デフォルト：64KB

12.5 TCPタイマの設定

以下の TCP タイマを設定することができます。

- **SYN wait timer** － SYN パケットを送信したのち、TCP は SYN wait タイマを開始します。SYN wait タイマ間隔以内に応答パケットを受信しない場合、TCP 接続は確立しません。
- **FIN wait timer** － TCP 接続が FIN_WAIT_2 状態に変更されるとき、FIN wait タイマを開始します。タイマ間隔以内に FIN パケットを受信しない場合、TCP 接続は終了します。FIN パケットを受信した場合、TCP 接続状態は TIME_WAIT に変わります。FIN パケットを受信しない場合、タイマを再スタートします。タイマが満了した場合、接続は切断されます。

以下に TCP タイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． TCP タイマを設定する	• TCP SYN waitタイマを設定する： **tcp timer syn-timeout** *time-value* • TCP FIN waitタイマを設定する：	デフォルト： • TCP SYN waitタイマ：75秒 • TCP FIN waitタイマ：675秒

操作	コマンド	補足
	tcp timer fin-timeout *time-value*	

12.6 ICMPエラーパケットの送信設定

ICMP エラーパケットには、リダイレクトパケット、タイムアウトパケット、宛先到達不能パケットの 3 種類のパケットがあります。この機能は ICMP エラーメッセージの送信を有効にします。

- ICMP リダイレクトメッセージ

ホストはすべてのパケットをデフォルトゲートウェイに送信します。デフォルトゲートウェイは、以降のパケットを送信するために正しいネクストホップを再選択するよう、以下のルールで、ホストに ICMP リダイレクトパケットを送信します。

- 受信と送信が同じインタフェースです。
- 選択したルートがリダイレクトパケットで作成されていない、あるいは変更されていません。
- 選択されたルートが 0.0.0.0 の装置へのデフォルトルートではありません。
- 受信したパケットに送信元ルートオプションがありません。

ICMP リダイレクトパケット機能はホストの管理を簡略化し、最適なルートを見つけ出すために、ホストが正しいルーティングテーブルを徐々に確立することができます。

- ICMP タイムアウトパケット

装置は以下のルールで ICMP タイムアウトパケットを送信します。

- 以下の場合、装置は送信元に ICMP TTL Expired の ICMP エラーパケットを送信します。
  - 受信パケットが装置へのパケットではありません。
  - パケットの TTL フィールドが 1 です。
- 宛先が装置自身である IP データグラムの最初のフラグメントパケットを、装置が受信したとき、タイマを始動します。データグラムのすべてのフラグメントパケットを受信する前にタイマが満了した場合、装置は ICMP Fragment Reassembly Timeout の ICMP エラーパケットを送信します。

- ICMP 宛先到達不能パケット

装置は以下のルールで ICMP 宛先不能パケットを送信します。

- パケットを転送するためのルートとデフォルトルートが入手できない場合、
- 以下の場合、装置は ICMP Network Unreachable の ICMP エラーパケットを送信元に送信します。
  - パケットを転送するためのルートがありません。
  - ルーティングテーブルにデフォルトルートが存在しません。
- 以下の場合、装置は ICMP Protocol Unreachable の ICMP エラーパケットを送信元に送信します。
  - パケットの宛先が装置です。
  - パケットのトランスポート層プロトコルが装置でサポートしていません。

メモ：

DHCP 対応の装置が ICMP エコー要求を送信しないで、ICMP エコー返答を受信する場合、装置はどのようなプロトコルの ICMP 到達不能のエラーパケットも送信元に送信しません。DHCP の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス "DHCP の概要"* を参照してください。

- 以下の場合、装置は ICMP Port Unreachable の ICMP エラーパケットを送信元に送信します。
  - UDP パケットの宛先が装置です。
  - パケットのポート番号が実行中のプロセスと一致していません。
- 以下の場合、装置は ICMP Source Route Failed の ICMP エラーパケットを送信元に送信します。
  - パケットの送信元が、Strict Source Routing を使用しています。
  - 中継装置が、送信元により指定されたネクストホップが直接接続されていないことを検出しました。
- 以下の場合、装置は ICMP Fragmentation Needed and DF-set の ICMP エラーパケットを送信元に送信します。
  - パケット転送とき、送信インタフェースの MTU がパケットより小さいです。
  - パケットに DF セット（フラグメント禁止）が付与されています。

以下に ICMP エラーパケットの送信の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ICMP エラーパケットの送信を有効にする	• ICMPリダイレクトパケットの送信を有効にする：**ip redirects enable** • ICMPタイムアウトパケットの送信を有効にする：**ip ttl-expires enable** • ICMP宛先到達不能パケットの送信を有効にする：**ip unreachables enable**	デフォルト：無効

多くの ICMP パケットを送信するとネットワークトラフィックが増加します。多くの ICMP エラーによる悪意のあるパケットを受信した場合、装置のパフォーマンスが下がります。

このような問題を防止するために、装置は ICMP エラーパケットを送信しないように設定を無効にすることができます。ICMP タイムアウトパケットの送信が無効のとき、装置は ICMP TTL Expired メッセージの ICMP エラーパケットを送信しません。ICMP Fragment Reassembly Timeout の ICMP エラーパケットは正常に送信します。

12.7 ICMPエラーメッセージのレートリミットの設定

ネットワークの混雑状態を引き起こす可能性のある短い期間内に、過度の ICMP エラーメッセージを送信することを避けるため、ICMP エラーメッセージの送信レートを制限することができます。トークンバケット（bucket）アルゴリズムは、1 つの ICMP エラーメッ

セージを示す 1 つのトークンが用いられます。バケットに入ることができるトークンの最大数に達するまで、トークンは指定された間隔でバケットに配置されます。ICMP エラーメッセージが送信されるときに、トークンはバケットから取り除かれます。バケットが空のときに、新しいトークンがバケットに配置されるまで、ICMP エラーメッセージは送信されません。

以下に ICMP エラーメッセージのレートリミットの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． ICMP エラーメッセージの間隔とトークンバケットサイズを設定する	**ip icmp error-interval** *milliseconds* [*bucketsize*]	デフォルト：100ミリ秒間隔で最大10トークンが配置されます。 ICMPレートリミットを無効にするには、間隔を0ミリ秒に設定します。

12.8 ICMPパフォーマンスの最適化の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
RawIP接続の概要情報を表示する	**display rawip**
RawIP接続の詳細情報を表示する	**display rawip verbose** [**pcb** *pcb-index*]
TCP接続の概要情報を表示する	**display tcp**
TCP接続の詳細情報を表示する	**display tcp verbose** [**pcb** *pcb-index*]
UCP接続の概要情報を表示する	**display udp**
TCP接続の詳細情報を表示する	**display udp verbose** [**pcb** *pcb-index*]
IPパケットの統計情報を表示する	**display ip statistics**
TCPトラフィックの統計情報を表示する	**display tcp statistics**
UCPトラフィックの統計情報を表示する	**display udp statistics**
ICMPの統計情報を表示する	**display icmp statistics**
IPパケットの統計情報を削除する	**reset ip statistics**
TCPトラフィックの統計情報を削除する	**reset tcp statistics**
UDPトラフィックの統計情報を削除する	**reset udp statistics**

目次

このセクションのページは **5-x-x** です。

13 章 NAT の概要 13-1
13.1 NATの基本概念 13-1
13.2 基本的な NAT操作メカニズム.....13-1
13.3 NATアプリケーション 13-2
13.3.1 従来の NAT 13-2
13.3.2 Twice NAT 13-2
13.3.3 双方向 NAT 13-2
13.3.4 NATヘアピン.....13-2
13.3.5 NAT DNS マッピング.....13-3
13.4 NAT制御 13-3
13.5 NAT変換方式.....13-4
13.5.1 スタティック NAT 13-4
13.5.2 ダイナミック NAT 13-4
13.5.3 NO-PAT 13-4
13.5.4 PAT 13-4
13.5.5 NATサーバ 13-5
13.5.6 ポートブロックベース NAT.....13-6
13.6 NATエントリ.....13-7
13.6.1 NATセッションエントリ 13-7
13.6.2 EIM エントリ.....13-7
13.6.3 NO-PATエントリ 13-8
13.6.4 ポートブロックベースのエントリ.....13-8
13.7 NAT ALG 13-8
13.8 NAT 444 13-8
13.8.1 NAT 444 について 13-8
13.8.2 NAT 444 の集中配置 13-8
13.8.3 分散 NAT 444 配置.....13-9

13章 NAT の概要

NAT (Network Address Translation) は、IP パケットヘッダー内の IP アドレスを別の IP アドレスに変換します。通常、NAT はゲートウェイで設定され、プライベートホストが外部ネットワークにアクセスし、外部ホストが Web サーバなどのプライベートネットワークリソースにアクセスできるようにします。

🕮 **メモ：**
NAT 機能は Version 7.2.44 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

13.1 NATの基本概念

NAT の基本概念について説明します。

- **NAT 装置**ーNAT が設定された装置。通常、NAT は内部ネットワークと外部ネットワークを接続するエッジ装置に設定されます。
- **NAT インタフェース**ーNAT が設定されたインタフェース。
- **NAT 規則**ーアドレス変換の実行方法を定義する規則。
- **NAT アドレス**ーアドレス変換に使用されるパブリック IP アドレスで、外部ネットワークから到達可能です。NAT アドレスは、手動で割り当てることも、ダイナミックに取得することもできます。
- **NAT エントリー**プライベート IP アドレスとパブリック IP アドレス間のマッピングを保存します。詳細は、「NAT エントリ」を参照してください。
- **Easy IP** ーインタフェースの IP アドレスを NAT アドレスとして使用します。インタフェースの IP アドレスは、手動で割り当てることも、DHCP または PPPoE 経由で取得することもできます。

13.2 基本的なNAT操作メカニズム

図 13-1 に基本的な NAT の動作メカニズムを示します。

1) ホストからサーバへの要求を受信すると、NAT はプライベート送信元アドレス 192.168.1.3 をパブリックアドレス 20.1.1.1 に変換し、NAT 処理されたパケットを転送します。NAT は、2 つのアドレスのマッピングを NAT テーブルに追加します。
2) サーバからの応答を受信すると、NAT は宛先パブリックアドレスをプライベートアドレスに変換し、パケットをホストに転送します。

NAT 操作は端末 (ホストとサーバ) に対して透過的です。NAT はプライベートネットワークを外部ユーザから隠し、内部ホストの IP アドレスが 20.1.1.1 であることを示します。

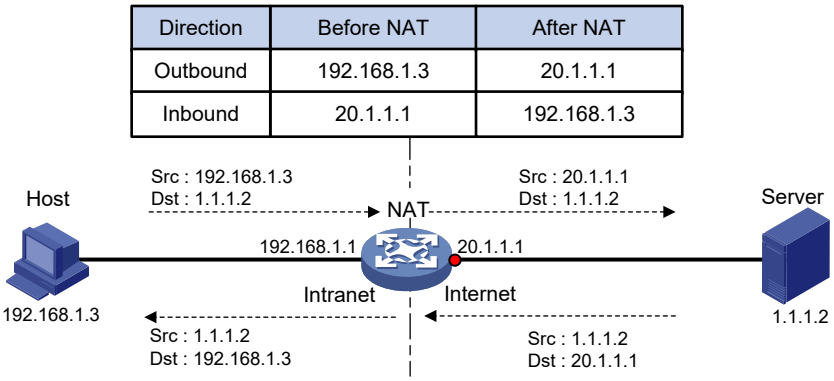


図 13-1 基本的な NAT 動作

13.3 NATアプリケーション

13.3.1 従来の NAT

従来の NAT は、パブリックネットワークに接続するインタフェースで設定します。送信パケットの送信元 IP アドレスと受信パケットの宛先 IP アドレスを変換します。

13.3.2 Twice NAT

Twice NAT は、受信インタフェースの宛先 IP アドレスと送信インタフェースの送信元 IP アドレスを変換します。受信インタフェースと送信インタフェースは両方とも NAT インタフェースです。

Twice NAT を使用すると、重複するアドレスを持つ VPN が相互にアクセスできます。

13.3.3 双方向 NAT

NAT は、受信インタフェース上の受信パケットおよび送信インタフェース上の送信パケットの送信元および宛先 IP アドレスを変換します。

双方向 NAT は、内部 IP アドレスと外部 IP アドレスが重複している場合に、内部ユーザから外部ネットワークリソースへのアクティブアクセスをサポートします。

13.3.4 NAT ヘアピン

NAT ヘアピンを使用すると、内部ホストは NAT を介して相互にアクセスできます。パケットの送信元および宛先 IP アドレスは、内部ネットワークに接続されたインタフェースで変換されます。

NAT ヘアピンには、P2P モードと C/S モードがあります。

- **P2P**－内部ホストが NAT を介して相互にアクセスできるようにします。内部ホストは、最初にパブリックアドレスを外部サーバに登録します。そして、登録された IP アドレスを用いてホスト間の通信を行う。
- **C/S**－内部ホストが NAT アドレスを使用して内部サーバにアクセスできるようにします。内部サーバに送信されるパケットの宛先 IP アドレスは、NAT サーバ設定と一致することによって変換されます。送信元 IP アドレスは、送信ダイナミック NAT エントリまたは送信スタティック NAT エントリの照合によって変換されます。

13.3.5 NAT DNS マッピング

DNS サーバは通常、パブリックネットワーク上にあります。パブリックネットワーク上のユーザが内部サーバにアクセスできるように、パブリックネットワークに接続する NAT インタフェースに NAT サーバ機能を設定できます。NAT サーバは、パブリック IP アドレスとポート番号を内部サーバのプライベート IP アドレスとポート番号にマッピングします。パブリックユーザは、サーバのドメイン名またはパブリック IP アドレスを使用して内部サーバにアクセスできます。

ユーザがプライベートネットワークにいる場合、サーバのドメイン名を使用して内部サーバにアクセスすることはできません。これは、DNS 応答にサーバのパブリック IP アドレスが含まれているためです。この場合、NAT DNS マッピングを設定して問題を解決できます。

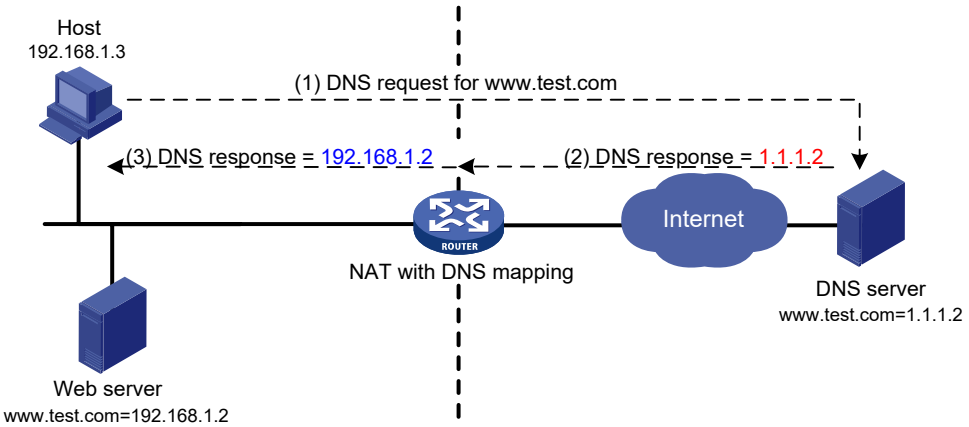


図 13-2 NAT DNS マッピング

図 13-2 に示すように、NAT DNS マッピングは次のように機能します。

1) ホストは、内部 Web サーバのドメイン名を含む DNS 要求を送信します。
2) DNS 応答を受信すると、NAT 装置は応答のドメイン名を使用して DNS マッピングルックアップを実行します。NAT DNS マッピングは、ドメイン名を内部サーバのパブリック IP アドレス、パブリックポート番号、およびプロトコルタイプにマッピングします。
3) 一致が見つかった場合、NAT は引き続きパブリックアドレス、パブリックポート番号、およびプロトコルタイプを NAT サーバ設定と比較します。NAT サーバ設定は、パブリック IP アドレスとポート番号を内部サーバのプライベート IP アドレスとポート番号にマッピングします。
4) 一致が見つかった場合、NAT は応答のパブリック IP アドレスを Web サーバのプライベート IP アドレスに変換します。
5) 内部ホストは DNS 応答を受信し、Web サーバのプライベート IP アドレスを取得します。

13.4 NAT制御

ACL を使用して NAT 制御を実装できます。ACL の一致基準には、送信元 IP アドレス、送信元ポート番号、宛先 IP アドレス、宛先ポート番号、トランスポート層プロトコル、お

よび VPN インスタンスが含まれます。ACL によって許可されたパケットだけが NAT によって処理されます。

13.5 NAT変換方式

13.5.1 スタティック NAT

スタティック NAT では、プライベートアドレスとパブリックアドレスの間に固定マッピングが作成されます。内部ユーザから外部ネットワークへの接続、および外部ユーザから内部ネットワークへの接続がサポートされます。スタティック NAT は、通常の通信に適用されます。

13.5.2 ダイナミック NAT

ダイナミック NAT はアドレスプールを使用してアドレスを変換します。これは、多数の内部ユーザが外部ネットワークにアクセスするシナリオに適用されます。

13.5.3 NO-PAT

NO-PAT（Not Port Address Translation） は、プライベート IP アドレスを IP パブリックアドレスに変換します。パブリック IP アドレスは、解放されるまで別の内部ホストで使用できません。

NO-PAT は、すべての IP パケットをサポートします。

13.5.4 PAT

PAT（Port Address Translation） は、プライベート IP アドレスと送信元ポートをパブリック IP アドレスと一意のポートにマッピングすることで、複数のプライベート IP アドレスを 1 つのパブリック IP アドレスに変換します。PAT は、TCP パケット、UDP パケット、および ICMP 要求パケットをサポートします。

Direction	Before NAT	After NAT
Outbound	192.168.1.2:1111	20.1.1.1:1001
Outbound	192.168.1.2:2222	20.1.1.1:1002
Outbound	192.168.1.3:1111	20.1.1.1:1003

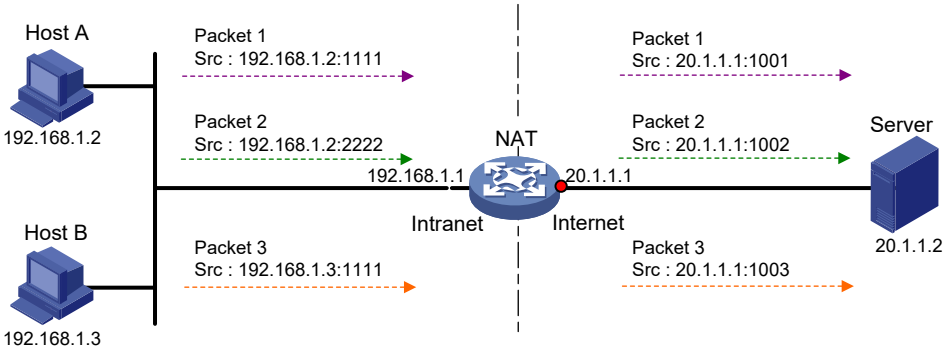


図 13-3 PAT 動作

図 13-3 に示すように、PAT は 3 つのパケットの送信元 IP アドレスを同じ IP パブリックアドレスに変換し、それぞれのポート番号を異なるポート番号に変換します。PAT は、応答を受信すると、その応答の宛先アドレスとポート番号を変換し、ターゲットホストに転送します。

PAT では、次のマッピングがサポートされています。

- **EIM（Endpoint-Independent Mapping）**–同じ送信元 IP およびポートから任意の宛先へのパケットに、同じ IP およびポートマッピング (EIM エントリ) を使用します。EIM を使用すると、外部ホストから内部ホストの変換済み IP アドレスおよびポートへの接続を開始できます。異なる NAT ゲートウェイの背後にある内部ホストが相互にアクセスできるようにします。
- **Address and Port-Dependent Mapping（APDM）**–同じ送信元 IP およびポートから異なる宛先 IP アドレスおよびポートへのパケットに対して、異なる IP およびポートマッピングを使用します。APDM では、内部ホストがすでに外部ホストにアクセスしている場合にのみ、外部ホストが内部ホストへの接続を開始できます。これは安全ですが、異なる NAT ゲートウェイの背後にある内部ホストが相互にアクセスすることはできません。

13.5.5 NAT サーバ

NAT サーバ機能は、パブリックアドレスとポート番号を内部サーバのプライベート IP アドレスとポート番号にマッピングします。この機能により、プライベートネットワーク内のサーバは外部ユーザにサービスを提供できます。

図 4 に、NAT サーバの動作を示します。

1) ホストから要求を受信すると、NAT はパブリック宛先 IP アドレスとポート番号を内部サーバのプライベート IP アドレスとポート番号に変換します。
2) サーバからの応答を受信すると、NAT はプライベート送信元 IP アドレスとポート番号をパブリック IP アドレスとポート番号に変換します。

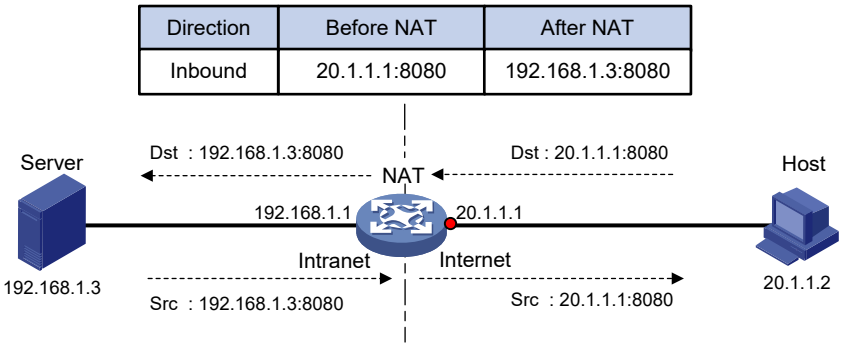


図 13-4 NAT サーバの動作

13.5.6 ポートブロックベース NAT

ポートブロックベース NAT は、ポート範囲に基づく PAT 変換です。複数のプライベート IP アドレスを 1 つのパブリック IP アドレスにマッピングし、プライベート IP アドレスごとに異なるポートブロックを使用します。たとえば、内部ホストのプライベート IP アドレス 10.1.1.1 は、パブリック IP アドレス 202.1.1.1 およびポートブロック 10001~10256 にマッピングされます。内部ホストがパブリックホストにアクセスする場合、送信元 IP アドレス 10.1.1.1 は 202.1.1.1 に変換され、送信元ポートはポートブロック 10001~10256 のポートに変換されます。

ポートブロックベース NAT には、スタティックマッピングとダイナミックマッピングがあります。NAT444 および DS-Lite ネットワークに適用されます。

I. スタティックポートブロックマッピング

NAT ゲートウェイは、アドレス変換の前にスタティックポートブロックマッピングを計算します。このマッピングは、プライベート IP アドレスとポートブロックを持つパブリック IP アドレスの間で行われます。

内部ユーザが外部ネットワークへの接続を開始すると、システムは次の操作を実行します。

- ユーザのプライベート IP アドレスに基づいてスタティックマッピングを検索し、マッピングのパブリック IP アドレスとポートブロックを取得します。
- ポートブロック内のパブリックポート番号を選択します。
- プライベート IP アドレスをパブリック IP アドレスに変換し、選択したパブリックポート番号を割り当てます。

NAT ゲートウェイは、プライベート IP アドレス、パブリック IP アドレス、ポート範囲、およびポートブロックサイズを使用して、スタティックマッピングを計算します。

1) ポート範囲をポートブロックサイズで割り、各パブリック IP アドレスで使用可能なポートブロック数を取得します。
   この値はマッピングの基本番号です。
2) 各ブロックの開始ポート番号の昇順でポートブロックをソートします。
3) プライベート IP アドレスとパブリック IP アドレスを昇順でソートします。
4) プライベート IP アドレスの最初のベース番号を、最初のパブリック IP アドレスとそのポートブロックに昇順でマッピングします。

たとえば、各パブリック IP アドレスの使用可能なポートブロックの数は m です。最初の m 個のプライベート IP アドレスは、最初のパブリック IP アドレスと m 個のポートブロックに昇順でマッピングされます。次の m 個のプライベート IP アドレスは、2 番目の IP

アドレスと m 個のポートブロックに昇順でマッピングされます。他のスタティックポートブロックマッピングも同様に作成されます。

II. ダイナミックポートブロックマッピング

内部ユーザが外部ネットワークへの接続を開始すると、ダイナミックポートブロックベース NAT は次のように動作します。

1) ACL を使用して変換制御を実装します。ACL 許可ルールに一致するパケットだけを処理します。
2) 内部ユーザのプライベート IP アドレスからパブリック IP アドレスおよびポートブロックへのマッピングを作成します。
3) プライベート IP アドレスをパブリック IP アドレスに変換し、プライベート IP アドレスからの後続の接続用に、選択したポートブロック内のポートに送信元ポートを変換します。
4) プライベート IP アドレスからのすべての接続が切断されると、ポートブロックを取り消し、ダイナミックポートブロックマッピングを削除します。

ダイナミックポートブロックマッピングは、ポートブロック拡張をサポートします。プライベートアドレスのポートブロック内のポートがすべて占有されている場合、ダイナミックポートブロックマッピングは送信元ポートを拡張ポートブロック内のポートに変換します。

13.6 NATエントリ

13.6.1 NAT セッションエントリ

NAT は、セッションの NAT セッションエントリを作成し、セッションの最初のパケットのアドレスマッピングを作成します。

NAT セッションエントリには、インタフェースや変換方式などの拡張 NAT 情報が含まれます。セッションの後続のパケットは、このエントリを使用して変換されます。

- 後続のパケットの方向が最初に変換されたパケットの方向と同じ場合、NAT は最初のパケットと同じように送信元アドレスと宛先アドレスの変換を実行します。
- 後続のパケットの方向が逆方向の場合、NAT は逆アドレス変換を実行します。たとえば、最初のパケットの送信元アドレスが変換されると、後続のパケットの宛先アドレスも変換されます。

セッション管理モジュールは、NAT セッションエントリの更新とエージングを維持します。

13.6.2 EIM エントリ

EIM が NAT 装置に設定されている場合、PAT モードでは最初に NAT セッションエントリが作成され、次に EIM エントリが作成されます。EIM エントリは 3 タプルエントリで、プライベートアドレス/ポートをパブリックアドレス/ポートにマッピングします。EIM エントリにより、次のことが保証されます。

- 同じ送信元 IP およびポートから送信される後続の新しい接続は、最初の接続と同じ変換を使用します。
- 外部ホストから開始された新しい接続のアドレスを、EIM エントリに基づいて NAT アドレスとポート番号に変換します。

関連するすべての NAT セッションエントリが期限切れになると、EIM エントリが期限切れになります。

13.6.3 NO-PAT エントリ

NO-PAT エントリは、プライベートアドレスをパブリックアドレスにマッピングします。同じ送信元 IP から送信される後続の接続にも、同じマッピングが適用されます。

NAT の ALG プロセス中に NO-PAT エントリを作成することもできます。

関連するすべての NAT セッションエントリが期限切れになると、NO-PAT エントリが期限切れになります。

13.6.4 ポートブロックベースのエントリ

ポートブロックベースのエントリは、プライベート IP アドレスをパブリック IP アドレスとポートブロックにマッピングします。

ポートブロックベースのエントリには、スタティックおよびダイナミックポートブロックマッピングが含まれます。

13.7 NAT ALG

NAT ALG (Application Level Gateway) は、アプリケーション層ペイロード内のアドレスまたはポート情報を変換して、接続を確立します。

たとえば、FTP アプリケーションには、データ接続と制御接続が含まれます。データ接続の IP アドレスとポート番号は、制御接続のペイロード情報によって異なります。これには、NAT ALG がデータ接続確立のためにアドレスとポート情報を変換する必要があります。

13.8 NAT 444

13.8.1 NAT 444 について

NAT 444 は、NAT 444 ゲートウェイ、AAA サーバ、およびログサーバを統合することによって、キャリアグレード NAT を提供します。NAT 444 では、キャリア側に NAT の第 2 レイヤが導入されますが、カスタマー側とアプリケーションサーバ側での変更はほとんどありません。ポートブロック割り当てにより、NAT 444 はユーザトラッキングをサポートします。これは IPv6 への移行中のキャリアにとって好ましい解決策となっています。

NAT 444 ソリューションは、集中型および分散型の導入が可能です。

13.8.2 NAT 444 の集中配置

集中型 NAT 444 展開は、CR 装置に NAT 処理スロットを取り付けるか、または NAT 444 装置を CR に接続することによって実装されます。

図 13-5 に示すように、内部ユーザが外部ネットワークにアクセスする場合、NAT 444 は次のように実装されます。

1) CPE 装置は、最初の NAT を実行します。
2) ユーザが BRAS 装置で AAA 認証を通過すると、このユーザにプライベート IP アドレスが割り当てられます。
3) 外部ネットワーク宛てのパケットの場合、NAT 444 ゲートウェイは 2 番目の NAT を実行します。

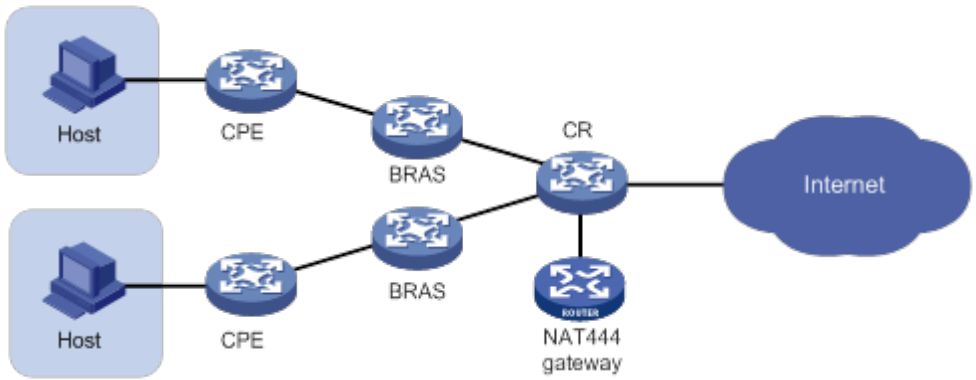


図 13-5 NAT の集中配置

13.8.3 分散 NAT 444 配置

分散 NAT 444 配置は、BRAS 装置に NAT 処理スロットをインストールすることで実装されます。この配置では、NAT 444 ゲートウェイと BRAS 装置の統合も必要です。NAT 444 ゲートウェイと BRAS 装置を統合するには、ISP ドメインでユーザドレスタイプを指定します。

図 13-6 に示すように、統合後の NAT 444 ゲートウェイと BRAS 装置の機能は次のとおりです。

1) ユーザが認証を通過してプライベートアドレスを取得すると、NAT 444 ゲートウェイはすぐにパブリック IP アドレスとポートブロックをユーザに割り当てます。
NAT 444 リソースが使い果たされると、BRAS はユーザをログオフし、AAA サーバで正確なアカウンティングを保証します。
2) NAT 444 ゲートウェイは、ポートブロックマッピングを BRAS 装置に送信します。
3) BRAS 装置はマッピングを記録し、AAA サーバに報告します。

NAT 444 と BRAS の統合は、現在のソフトウェアバージョンの PPP ユーザだけが使用できます。

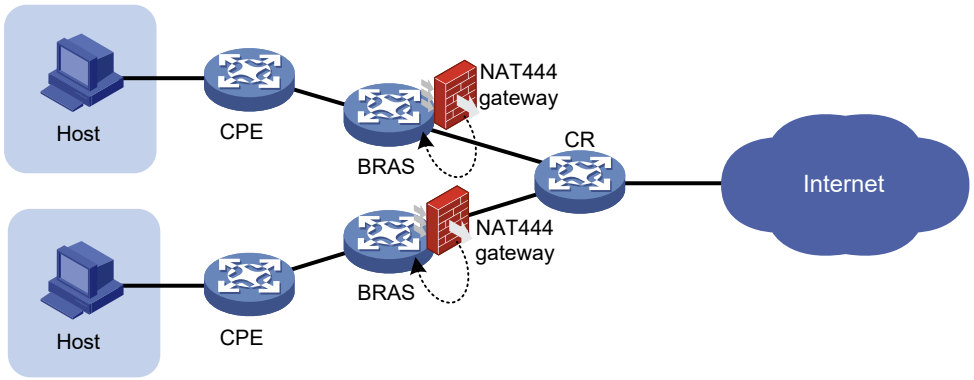


図 13-6 分散 NAT444 配置

目次

このセクションのページは **5-x-x** です。

14 章 NAT の設定 14-1
14.1 制限とガイドライン 14-1
14.2 NAT 設定作業リスト 14-2
14.3 インタフェースでのスタティック NAT の設定 14-2
14.3.1 制限とガイドライン 14-2
14.3.2 前提条件 14-2
14.3.3 送信 1 対 1 スタティック NAT の設定 14-2
14.3.4 送信 net-to-net スタティック NAT の設定 14-3
14.3.5 受信 1 対 1 スタティック NAT の設定 14-4
14.3.6 受信 net-to-net スタティック NAT の設定 14-4
14.4 インタフェースでのダイナミック NAT の設定 14-5
14.4.1 制限とガイドライン 14-5
14.4.2 前提条件 14-5
14.4.3 送信ダイナミック NAT の設定 14-6
14.4.4 受信ダイナミック NAT の設定 14-7
14.5 インタフェースでの NAT サーバマッピングの設定 14-8
14.5.1 NAT サーバマッピングについて 14-8
14.5.2 制限とガイドライン 14-9
14.5.3 一般的な NAT サーバマッピングの設定 14-9
14.5.4 ロードシェアリング NAT サーバマッピングの設定 14-10
14.5.5 ACL ベース NAT サーバマッピングの設定 14-11
14.6 インタフェースでの NAT 444 の設定 14-11
14.6.1 NAT 444 について 14-11
14.6.2 制限とガイドライン 14-12
14.6.3 NAT 444 用のスタティックポートブロックマッピングの設定 14-12
14.6.4 NAT 444 用のダイナミックポートブロックマッピングの設定 14-12
14.6.5 ポートブロックのグローバル共有の有効化 14-13
14.7 NAT ヘアピンの設定 14-14
14.8 NAT ALG の設定 14-14
14.9 NAT ログの設定 14-15
14.9.1 NAT セッションログの設定 14-15
14.9.2 NAT 444 ユーザログの設定 14-16
14.9.3 NAT アラームログの設定 14-17
14.10 NAT 障害に対する ICMP エラーメッセージの送信の有効化 14-18
14.11 NAT 応答リダイレクションの有効化 14-18
14.12 TCP SYN および SYN ACK パケットのタイムスタンプの削除の有効化 14-19
14.13 NAT の表示およびメンテナンスコマンド 14-19
14.14 NAT の設定例 14-20
14.14.1 送信 1 対 1 スタティック NAT の設定例 14-20
14.14.2 送信ダイナミック NAT の設定例 14-22

14章 NAT の設定

🕮 メモ：
NAT 機能は Version 7.2.44 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

14.1 制限とガイドライン

一般的な制限とガイドラインは以下の通りです。

- 変換する IP アドレスを識別する ACL を設定します。一致基準には、送信元 IP アドレス、送信元ポート番号、宛先 IP アドレス、宛先ポート番号、およびトランスポート層プロトコルが含まれます。
- インタフェースですべての変換方式を実行する場合、NAT 規則は次の降順でソートされます。

a) NATサーバ。

b) スタティックNAT。

c) NAT 444スタティックポートブロッキングマッピング。

d) ダイナミックNATおよびNAT 444ダイナミックポートブロックマッピング。

ダイナミック NAT と NAT 444 ダイナミックポートブロックマッピングのプライオリティは同じです。ダイナミック NAT ルールおよび NAT 444 ダイナミックポートブロックマッピングルールは、ACL 番号の降順にソートされ、IPv 4 パケットに対して有効です。

BRAS 統合を設定する場合は、次の制約事項およびガイドラインに従ってください。

- サポートされるユーザドレスタイプは、プライベート IPv 4 アドレスとプライベート DS アドレスです。
- ユーザがオンラインになった後に NAT 444 設定が変更されると、ユーザが使用するパブリック IP アドレスとポート番号も変更されます。変更を AAA サーバに同期できないため、ユーザトレースの精度が低下します。NAT 444 の設定を変更したら、ただちにユーザをログオフすることを推奨します。ユーザが再びオンラインになると、NAT 444 は新しいマッピングを作成します。

NAT は、同じタイプのルールを NAT プライオリティ値の降順でソートします。プライオリティ値が小さいNATルールは､パケット変換のプライオリティが高いことを表します。同じタイプの NAT ルールを移動して、パケットマッチングのプライオリティを変更できます。

参照 NAT ルールの前後の行にルールを移動すると、移動したルールのプライオリティは変更されますが、参照 NAT ルールのプライオリティは変更されません。

- ルールが参照 NAT ルールの前の行に移動された場合、移動されたルールのプライオリティは、参照ルールのプライオリティ値から 1 を引いた値と等しくなります。
- ルールが参照 NAT ルールの後の行に移動された場合、移動されたルールのプライオリティは、参照ルールのプライオリティ値に 1 を加えた値と等しくなります。

14.2 NAT設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）アドレス変換方式の設定 • インタフェースでのスタティックNATの設定 • インタフェースでのダイナミックNATの設定 • インタフェースでのNATサーバマッピングの設定 • インタフェースでのNAT 444の設定
（オプション設定項目） NATヘアピンの設定
（オプション設定項目） NAT ALGの設定
（オプション設定項目） NATログの構成
（オプション設定項目） NAT失敗時のICMPエラーメッセージの送信の有効化
（オプション設定項目） NAT応答リダイレクションの有効化
（オプション設定項目） TCP SYNおよびSYN ACKパケットのタイムスタンプ削除の有効化

14.3 インタフェースでのスタティックNATの設定

14.3.1 制限とガイドライン

通常、双方向 NAT を実装するには、受信スタティック NAT を送信ダイナミック NAT、NAT サーバ、または送信スタティック NAT とともに設定します。

14.3.2 前提条件

スタティック NAT を設定する前に、次の作業を実行する必要があります。

- 変換するIPアドレスを識別するACL を設定します。ACLの詳細については、『Security Configuration Guide』を参照してください。
- 受信スタティック NAT のルートを手動で追加します。宛先アドレスとして local-ip または local-network を使用し、ネクストホップとして global-ip、グローバルネットワーク内のアドレス、または出力インタフェースに直接接続されたネクストホップを使用します。

14.3.3 送信 1 対 1 スタティック NAT の設定

I. 送信 1 対 1 スタティック NAT について

プライベート IP アドレスからパブリック IP アドレスへのアドレス変換の場合は、外部ネットワークに接続されたインタフェースで送信 1 対 1 スタティック NAT を設定します。

- 送信パケットの送信元 IP アドレスが local-ip と一致する場合、送信元 IP アドレスは global-ip に変換されます。
- 受信パケットの宛先 IP アドレスが global-ip と一致する場合、宛先 IP アドレスは local-ip に変換されます。

II. 設定手順

送信 1 対 1 スタティック NAT の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. 送信スタティック NAT の 1 対 1 マッピングを設定する	**nat static outbound** *local-ip global-ip* [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } [**reversible**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**counting**]	—
3. (オプション設定項目) 送信 1 対 1 マッピング NAT ルールを再配置して、プライオリティを調整する。	**nat static outbound rule move** *nat-rule-name1* { **after** | **before** } *nat-rule-name2*	—
4. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
5. インタフェースでスタティック NAT を有効にする	**nat static enable**	デフォルト：無効

14.3.4 送信 net-to-net スタティック NAT の設定

I. 送信 net-to-net スタティック NAT について

プライベートネットワークからパブリックネットワークへのアドレス変換の場合は、外部ネットワークに接続されているインタフェース上で送信 net-to-net スタティック NAT を設定します。

- 送信パケットの送信元 IP アドレスがプライベートアドレス範囲と一致する場合、送信元 IP アドレスはパブリックアドレス範囲内のパブリックアドレスに変換されます。
- 受信パケットの宛先 IP アドレスがパブリックアドレス範囲と一致する場合、宛先 IP アドレスはプライベートアドレス範囲内のプライベートアドレスに変換されます。

II. 設定手順

送信 net-to-net スタティック NAT 設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． 送信スタティック NAT の net-to-net マッピングを設定する	**nat static outbound net-to-net** *local-start-address local-end-address* **global** *global-network* { *mask-length* | *mask* } [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } [**reversible**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**counting**]	—
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
4． インタフェースでスタティック NAT を有効にする	**nat static enable**	デフォルト：無効

14.3.5 受信 1 対 1 スタティック NAT の設定

I. 受信 1 対 1 スタティック NAT について

パブリック IP アドレスからプライベート IP アドレスへのアドレス変換では、受信 1 対 1 スタティック NAT を設定します。

- 受信パケットの送信元 IP アドレスが global-ip と一致する場合、送信元 IP アドレスは local-ip に変換されます。
- 送信パケットの宛先 IP アドレスが local-ip と一致する場合、宛先 IP アドレスは global-ip に変換されます。

II. 設定手順

受信 1 対 1 スタティック NAT の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． 受信スタティック NAT の 1 対 1 マッピングを設定する	**nat static inbound** *global-ip local-ip* [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } [**reversible**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**counting**]	—
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
4． インタフェースでスタティック NAT を有効にする	**nat static enable**	デフォルト：無効

14.3.6 受信 net-to-net スタティック NAT の設定

I. 受信 net-to-net スタティック NAT について

パブリックネットワークからプライベートネットワークへのアドレス変換の場合は、受信 net-to-net スタティック NAT を設定します。

- 受信パケットの送信元 IP アドレスがパブリックアドレス範囲と一致する場合、送信元 IP アドレスはプライベートアドレス範囲内のプライベートアドレスに変換されます。
- 送信パケットの宛先 IP アドレスがプライベートアドレス範囲と一致する場合、宛先 IP アドレスはパブリックアドレス範囲内のパブリックアドレスに変換されます。

II. 設定手順

受信 1 対 1 スタティック NAT の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． 受信スタティック NAT の net-to-net マッピングを設定する	**nat static inbound net-to-net** *global-start-address global-end-address* **local** *local-network* { *mask-length* | *mask* } [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } [**reversible**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**counting**]	—
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
4． インタフェースでスタティック NAT を有効にする	**nat static enable**	デフォルト：無効

14.4 インタフェースでのダイナミックNATの設定

14.4.1 制限とガイドライン

複数の受信または送信ダイナミック NAT 規則を設定できます。

- ACL を持つ NAT ルールは、ACL を持たないルールよりも優先されます。
- ACL ベースのダイナミック NAT ルールが 2 つ設定されている場合、ACL 番号が大きい方のルールのプライオリティが高くなります。

14.4.2 前提条件

ダイナミック NAT を設定する前に、次の作業を実行する必要があります。

- 変換する IP アドレスを識別する ACL を設定します。
- Easy IP 機能を有効にするかどうかを決定します。インタフェースの IP アドレスを NAT アドレスとして使用する場合は、Easy IP を設定します。
- アドレス変換用のパブリック IP アドレスプールを決定します。
- ポート番号を変換するかどうかを決定します。IP アドレスだけを変換するには NO-PAT を使用し、IP アドレスとポート番号の両方を変換するには PAT を使用します。

14.4.3 送信ダイナミック NAT の設定

I. 送信ダイナミック NAT について

プライベート IP アドレスをパブリック IP アドレスに変換するには、外部ネットワークに接続されたインタフェースで送信ダイナミック NAT を設定します。

- 送信パケットの送信元 IP アドレスが local-ip と一致する場合、送信元 IP アドレスは global-ip に変換されます。
- 受信パケットの宛先 IP アドレスが global-ip と一致する場合、宛先 IP アドレスは local-ip に変換されます。

II. 設定手順

送信 1 対 1 スタティック NAT の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． NAT アドレスグループを作成し、そのビューに移行する	**nat address-group** *group-id* [**name** *group-name*]	―
3． アドレスグループにアドレス範囲を追加する	**address** *start-address end-address*	1つのアドレスグループに複数のアドレス範囲を追加できます。 アドレス範囲は重複してはいけません。
4． system view に戻る	**quit**	―
5． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
6． 送信ダイナミック NAT を設定する	● NO-PATを設定する **nat outbound** [*ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name*] **address-group** { *group-id* | **name** *group-name* } **no-pat** [**reversible**] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**description** *text*] [**counting**] ● PATを設定する **nat outbound** [*ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name*] [**address-group** { *group-id* | **name** *group-name* }] [**port-preserved**] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**description** text] [**counting**]	1つのインタフェースに複数の送信ダイナミックNATルールを設定できます。 **address-group**: このキーワードを指定しない場合、インタフェースのIPアドレスがNATアドレスとして使用されます。Easy IPが実装されています。 **no-pat reversible**: これらのキーワードを指定すると、逆アドレス変換が有効になります。逆アドレス変換では、既存のNO-PATエントリを使用して、外部ネットワークからアクティブに開始された接続の宛先アドレスを内部ネットワークに変換します。宛先アドレスは、一致するNO-PATエントリ内のプライベートIPアドレスに変換されます。

操作	コマンド	補足
7. (オプション設定項目) PAT マッピングモードを設定する	a) system viewに戻る **quit** b) PATマッピングモードを設定する **nat mapping-behavior endpoint-independent** [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }]	デフォルトのマッピングモードは、Address and Port-Dependent Mappingです。 このコマンドは、PATの送信ダイナミックNATだけで有効になります。
8. (オプション設定項目) 送信ダイナミック NAT ルールを再配置して、プライオリティを調整	**nat outbound rule move** *nat-rule-name1* { **after** | **before** } *nat-rule-name2*	―

14.4.4 受信ダイナミック NAT の設定

I. 制限とガイドライン

受信ダイナミック NAT だけを設定しないでください。通常、受信ダイナミック NAT は、双方向 NAT を実装するために、送信ダイナミック NAT、NAT サーバ、または送信スタティック NAT とともに機能します。

ルートの自動追加には時間がかかるため、手動でルートを作成することを推奨します。

II. 設定手順

送信 1 対 1 スタティック NAT の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NAT アドレスグループを作成し、そのビューに移行する	**nat address-group** *group-id* [**name** *group-name*]	
3. アドレスグループにアドレス範囲を追加する	**address** *start-address end-address*	1つのアドレスグループに複数のアドレス範囲を追加できます。 アドレス範囲は重複してはいけません。
4. system view に戻る	**quit**	―
5. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
6. 受信ダイナミック NAT を設定する	**nat inbound** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* } **address-group** { *group-id* | **name** *group-name* } [**no-pat** [**reversible**] [**add-route**]] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**description** *text*] [**counting**]	1つのインタフェースに複数の送信ダイナミックNATルールを設定できます。 **no-pat reversible**: これらのキーワードを指定すると、逆アドレス変換が有効になります。逆アドレス変換では、既存のNO-PATエントリを使用して、外部ネットワークからアクティブに開始された接続の宛先アドレスを内部ネットワークに変換します。宛先アドレスは、一致するNO-PATエントリ内のプライベートIPアドレスに変換されます。 **add-route**: このキーワードを使用すると、受信ダイナミックNATルールが一致したときに、プライベートアドレス宛てのルートを装置が自ダイナミックに追加できます。出力インタフェースはNATインタフェースで、ネクストホップは変換前の送信元アドレスです。 このキーワードを指定しない場合は、ルートを手動で追加する必要があります。
7. (オプション設定項目) 送信ダイナミック NAT ルールを再配置して、プライオリティを調整する	**nat inbound rule move** *nat-rule-name1* { **after** | **before** } *nat-rule-name2*	―

14.5 インタフェースでのNATサーバマッピングの設定

14.5.1 NAT サーバマッピングについて

通常、NAT サーバ機能は、外部ネットワークに接続されたインタフェースで設定され、サーバが外部ユーザにサービスを提供できるようにします。NAT サーバマッピング (NAT サーバ規則とも呼ばれる) は、パブリック IP アドレスとポート番号を内部サーバのプライベート IP アドレスとポート番号にマッピングします。

NAT サーバ機能を実装するには、次のサーバマッピングを設定します。

- **共通NATサーバマッピング**－内部サーバのプライベートIPアドレスとポート番号を、パブリック IP アドレスとポート番号にマッピングします。この方法では、外部ホストは、指定されたパブリック IP アドレスを使用して内部サーバにアクセスできます。
- **ロードシェアリング NAT サーバマッピング**－複数の内部サーバを内部サーバグループに追加して、これらのサーバが外部ホストに対して同じサービスを提供できるよう

にできます。NAT 装置は、サーバの重みと接続数に基づいて 1 つの内部サーバを選択し、外部ホストから内部サーバグループのパブリックアドレスへの要求に応答します。

- **ACL ベースの NAT サーバマッピング**――一般的な NAT サーバマッピングの拡張。共通 NAT サーバマッピングは、内部サーバのプライベート IP アドレスを単一のパブリック IP アドレスにマッピングします。ACL ベースの NAT サーバマッピングは、内部サーバのプライベート IP アドレスを ACL で定義されたパブリック IP アドレスのセットにマッピングします。パケットの宛先アドレスが ACL の許可ルールと一致する場合、宛先アドレスは内部サーバのプライベート IP アドレスに変換されます。

14.5.2 制限とガイドライン

負荷共有 NAT サーバマッピングを設定する場合は、内部サーバ上の同じサービスにアクセスするために、ユーザが同じパブリックアドレスとパブリックポートを使用していることを確認する必要があります。このため、次のマッピングの値 N が内部サーバグループのサーバ数以下であることを確認してください。

- 1 つのパブリックアドレスと N 個の連続するパブリックポート番号が、1 つの内部サーバグループにマッピングされます。
- N 個の連続するパブリックアドレスと 1 つのパブリックポート番号が、1 つの内部サーバグループにマッピングされます。

自動 NAT ルール名の割り当てをサポートするバージョンで設定をロールバックする場合、自ダイナミックに割り当てられた名前が置換コンフィグレーションファイルに存在しないと、ロールバック失敗メッセージが表示されます。

たとえば、システムは置換コンフィグレーションファイル内のコンフィグレーションとロールバック後のコンフィグレーションを比較し、次の条件でロールバック失敗メッセージを表示します。

- 交換用コンフィグレーションファイルの設定は、nat server global 112.1.1.1 inside 192.168.20.1 です。
- ロールバック後の NAT ルール設定は、nat server global 112.1.1.1 inside 192.168.20.1 rule NAT server rule_10 (NAT server rule_10 は、システムによって自ダイナミックに割り当てられる NAT ルール名を示します) です。

この場合、置換コンフィグレーションファイル内の NAT ルール設定が発行されているため、このエラーメッセージは無視できます。

14.5.3 一般的な NAT サーバマッピングの設定

以下に一般的な NAT サーバマッピングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3． 一般的な NAT サーバマッピングを設定する	● 1つもしくは存在しないパブリックポートでの単一パブリックアドレス **nat server** [**protocol** *pro-type*] **global** { *global-address* | **current-interface** | **interface** *interface-type interface-number* } [*global-port*] **inside** *local-address* [*local-port*] [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }] [**reversible**] [**rule** *rule-name*] [**disable**] [**counting**] ● 連続するパブリックポートでの単一のパブリックアドレス **nat server protocol** *pro-type* **global** { *global-address* | **current-interface** | **interface** *interface-type interface-number* } *global-port*1 *global-port*2 **inside** { { *local-address* | *local-address*1 *local-address*2 } *local-port* | *local-address local-port*1 *local-port*2 } [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }] [**rule** *rule-name*] [**disable**] [**counting**] ● 1つもしくは存在しないパブリックポートでの連続パブリックアドレス **nat server protocol** *pro-type* **global** *global-address*1 *global-address*2 [*global-port*] **inside** { *local-address* | *local-address*1 *local-address*2 } [*local-port*] [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }] [**rule** *rule-name*] [**disable**] [**counting**] ● 単一パブリックポートでの連続パブリックアドレス **nat server protocol** *pro-type* **global** *global-address*1 *global-address*2 *global-port* **inside** *local-address local-port*1 *local-port*2 [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }] [**rule** *rule-name*] [**disable**] [**counting**]	1つのインタフェースに複数のNATサーバマッピングを設定できます。

14.5.4 ロードシェアリング NAT サーバマッピングの設定

以下にロードシェアリング NAT サーバマッピングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2． NAT アドレスグループを作成し、そのビューに移行する	**nat address-group** *group-id* [**name** *group-name*]	デフォルト：設定なし
3． 内部サーバをグループに追加する	**inside ip** *inside-ip* **port** *port-number* [**weight** *weight-value*]	1つのグループに複数の内部サーバを追加できます。
4． system view に戻る	**quit**	―
5． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
6． ロードシェアリング NAT サーバマッピングを設定する	**nat server protocol** *pro-type* **global** { { *global-address* | **current-interface** | **interface** *interface-type interface-number* } { *global-port* | *global-port1 global-port2* } | *global-address1 global-address2 global-port* } **inside server-group** *group-id* [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }] [**rule** *rule-name*] [**disable**] [**counting**]	1つのインタフェースに複数のロードシェアリングNATサーバマッピングを設定できます。

14.5.5 ACL ベース NAT サーバマッピングの設定

以下にロードシェアリング NAT サーバマッピングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． ACL ベースの NAT サーバマッピングを設定する	**nat server global { ipv4-acl-number | name ipv4-acl-name } inside local-address [local-port] [rule rule-name] [priority priority] [disable] [description text] [counting]**	1つのインタフェースに複数のNATサーバマッピングを設定できます。
4． （オプション設定項目）ACL ベースの NAT サーバマッピングのプライオリティを調整する	**nat server rule move** *nat-rule-name1* { **after** | **before** } *nat-rule-name2*	―

14.6 インタフェースでのNAT 444の設定

14.6.1 NAT 444 について

NAT 444 は送信アドレス変換を提供し、パブリックネットワークに接続されたインタフェース上で設定されます。NAT 444 ゲートウェイで NAT 444 アドレス変換を設定すると、複数のプライベート IP アドレスが 1 つのパブリック IP アドレスにマッピングされ、プライベート IP アドレスごとに異なるポートブロックが使用されます。

14.6.2 制限とガイドライン

NAT 444 のダイナミックポートブロックマッピングを設定するには、NAT アドレスグループでポートブロックパラメータを設定する必要があります。

14.6.3 NAT 444 用のスタティックポートブロックマッピングの設定

以下に NAT 444 用のスタティックポートブロックマッピングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NAT ポートブロックグループを作成し、そのビューに移行する	**nat port-block-group** *group-id*	ー
3. プライベート IP アドレス範囲をポートブロックグループに追加する	**local-ip-address** *start-address end-address*	複数のプライベートIPアドレス範囲を1つのポートブロックグループに追加できますが、重複することはできません。
4. パブリック IP アドレス範囲をポートブロックグループに追加する	**global-ip-pool** *start-address end-address*	1つのポートブロックグループに複数のパブリックIPアドレス範囲を追加できますが、それらを重複させることはできません。
5. パブリック IP アドレスのポート範囲を設定する	**port-range** *start-port-number end-port-number*	デフォルト：1~65535
6. ポートブロックサイズを設定する	**block-size** *block-size*	デフォルト：256
7. system view に戻る	**quit**	ー
8. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
9. インタフェースにスタティック送信ポートブロックマッピングルールを設定する	**nat outbound port-block-group** *group-id* [**rule** *rule-name*] [**counting**]	デフォルト：設定なし
10. (オプション設定項目) PAT マッピングモードを設定する	**a)** system viewに戻る **quit** **b)** **nat mapping-behavior endpoint-independent** [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }]	デフォルト：Address and Port-Dependent Mapping

14.6.4 NAT 444 用のダイナミックポートブロックマッピングの設定

I. 制限とガイドライン

1 つまたは複数のアドレス範囲を NAT アドレスグループに追加できます。

II. 設定手順

以下に NAT 444 用のダイナミックポートブロックマッピングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． (オプション設定項目) PAT マッピングモードを設定する	**nat mapping-behavior endpoint-independent** [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }]	デフォルト：Address and Port-Dependent Mapping
3． NAT アドレスグループを作成し、そのビューに移行する	**nat address-group** *group-id* [**name** *group-name*]	―
4． アドレスグループにアドレス範囲を追加する	**address** *start-address end-address*	1つのアドレスグループに複数のアドレス範囲を追加できます。 アドレス範囲は重複してはいけません。
5． (オプション設定項目) パブリック IP アドレスのポート範囲を設定する	**port-range** *start-port-number end-port-number*	デフォルト：1~65535
6． ポートブロックパラメータを設定する	**port block block-size** *block-size* [**extended-block-number** *extended-block-number*]	この設定は、PAT変換モードでのみ有効です。
7． system view に戻る	**quit**	―
8． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
9． 送信ダイナミック NAT の PAT を設定する	**nat outbound** [*ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name*] [**address-group** { *group-id* | **name** *group-name* }] [**port-preserved**] [**rule** *rule-name*] [**priority** *priority*] [**disable**] [**description** text] [**counting**]	デフォルト：設定なし port-preservedキーワードは、ダイナミックNAT 444では有効になりません。

14.6.5 ポートブロックのグローバル共有の有効化

I. ポートブロックのグローバル共有の有効化について

複数のインタフェースにダイナミック NAT ポートブロックマッピングが設定されている場合、インタフェースは同じ IP アドレスからのパケットに対して異なるポートブロックマッピングを作成することがあります。このコマンドを使用すると、同じ IP アドレスからのパケットの変換に同じポートブロックマッピングを使用するようにインタフェースを設定できます。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ポートブロックのグローバル共有を有効にする	**nat port-block global-share enable**	デフォルト：無効

14.7 NATヘアピンの設定

I. NAT ヘアピンについて

NAT ヘアピンを使用すると、内部ホストが相互にアクセスしたり、内部ホストが内部サーバにアクセスしたりできます。パケットの送信元および宛先 IP アドレスは、内部ネットワークに接続されたインタフェースで変換されます。

II. 制限とガイドライン

NAT ヘアピンは、NAT サーバ、送信ダイナミック NAT、または送信スタティック NAT と連携して機能します。サービスを正しく提供するには、コラボレーション NAT 機能と同じインタフェースモジュールに NAT ヘアピンを設定する必要があります。

P 2 P モードを設定するには、外部ネットワークに接続されたインタフェースで送信 PAT を設定し、EIM マッピングモードを有効にする必要があります。

III. 設定手順

以下に NAT ヘアピンの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． NAT ヘアピンを設定する	**nat hairpin enable**	デフォルト：無効

14.8 NAT ALGの設定

I. NAT ALG について

NAT ALG は、アプリケーション層ペイロード内のアドレスまたはポート情報を変換して、接続の確立を保証します。

たとえば、FTP アプリケーションには、データ接続と制御接続が含まれます。データ接続の IP アドレスとポート番号は、制御接続のペイロード情報によって異なります。これには、NAT ALG がアドレスおよびポート情報を変換してデータ接続を確立する必要があります。

NAT DNS マッピングは、DNS ALG と連携します。外部 DNS サーバからの DNS 応答には、ペイロード内の内部サーバのドメイン名とパブリック IP アドレスだけが含まれます。NAT インタフェースには、同じパブリック IP アドレスで異なるプライベート IP アドレスを持つ複数の NAT サーバマッピングがある場合があります。DNS ALG は、パブリック IP アドレスだけを使用して不正な内部サーバを検出する場合があります。NAT DNS マッピングが設定されている場合、DNS ALG はドメイン名を使用して内部サーバのパブリック IP アドレス、パブリックポート番号、およびプロトコルタイプを取得できます。次に、内

部サーバのパブリック IP アドレス、パブリックポート番号、およびプロトコルタイプを使用して、正しい内部サーバを検索できます。

II. 制限とガイドライン

NAT DNS マッピングは、NAT サーバマッピングと連携して機能します。NAT DNS マッピングは、内部サーバのドメイン名を、内部サーバのパブリック IP アドレス、パブリックポート番号、およびプロトコルタイプにマッピングします。NAT サーバマッピングは、パブリック IP およびポートを内部サーバのプライベート IP およびポートにマッピングします。

III. 設定手順

以下に NAT ヘアピンの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 1 つのプロトコルまたはすべてのプロトコルに対して NAT ALG を設定する	**nat alg** { **all** | **dns** | **ftp** | **h323** | **icmp-error** | **ils** | **mgcp** | **nbt** | **pptp** | **rsh** | **rtsp** | **sccp** | **sip** | **sqlnet** | **tftp** | **xdmcp** }	デフォルト：NAT ALGはDNS、FTP、ICMPエラーメッセージ、RTSP、およびPPTPに対して有効になっており、サポートされている他のプロトコルに対しては無効になっています。
3. (オプション設定項目) NAT DNS マッピングを設定する	**nat dns-map domain** *domain-name* **protocol** *pro-type* { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *global-ip* } **port** *global-port*	複数のNAT DNSマッピングを設定できます。

14.9 NATログの設定

14.9.1 NAT セッションログの設定

I. NAT セッションログについて

NAT セッションログは、変換情報やアクセス情報などの NAT セッション情報を記録します。

NAT 装置は、次のイベントの NAT セッションログを生成します。

- NAT セッションの確立。
- NAT セッションの削除。このイベントは、プライオリティの高い設定の追加、設定の削除、ACL の変更を行った場合、NAT セッションが期限切れになった場合、または NAT セッションを手動で削除した場合に発生します。
- アクティブな NAT セッションログ。

II. 設定手順

以下に NAT セッションログの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． NAT ログを有効にする	**nat log enable** [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }]	デフォルト：無効
3． NAT セッションログを有効にする	• NATセッション確立イベントの場合： **nat log flow-begin** • NATセッション削除イベントの場合： **nat log flow-end** • アクティブNATフローの場合： **nat log flow-active** *time-value*	デフォルト：無効

14.9.2 NAT 444 ユーザログの設定

I. NAT 444 ユーザログについて

NAT 444 ユーザログは、ユーザトレースに使用されます。NAT 444 ゲートウェイは、ポートブロックの割り当てまたは取り消しを行うたびに、ユーザログを生成します。ログには、プライベート IP アドレス、パブリック IP アドレス、およびポートブロックが含まれます。パブリック IP アドレスとポート番号を使用して、ユーザログからユーザのプライベート IP アドレスを検索できます。

NAT 444 ゲートウェイは、次のいずれかのイベントが発生すると、NAT ユーザログを生成します。

- ポートブロックが割り当てられます。

NAT 444 スタティックポートブロックマッピングの場合、NAT 444 ゲートウェイは、最初の接続をプライベート IP アドレスから変換するときにユーザログを生成します。

NAT 444 ダイナミックポートブロックマッピングの場合、NAT 444 ゲートウェイは、プライベート IP アドレスのポートブロックを割り当てたり拡張したりすると、ユーザログを生成します。

- ポートブロックは取り消されます。

NAT 444 スタティックポートブロックマッピングの場合、NAT 444 ゲートウェイは、プライベート IP アドレスからのすべての接続が切断されると、ユーザログを生成します。

NAT 444 ダイナミックポートブロックマッピングの場合、NAT 444 ゲートウェイは、次の条件がすべて満たされると、ユーザログを生成します。

- □ プライベート IP アドレスからの接続はすべて切断されます。
- □ プライベート IP アドレスに割り当てられたポートブロック (拡張ブロックを含む) は取り消されます。
- □ 対応するマッピングエントリが削除されます。

II. 前提条件

NAT 444 ユーザログを設定する前に、カスタム NAT 444 ログ生成および出力機能を設定する必要があります。

III. 設定手順

以下に NAT セッションログの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NAT ログを有効にする	**nat log enable** [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }]	デフォルト：無効 aclキーワードはNAT 444ユーザログでは有効になりません。
3． NAT 444 ユーザログを有効にする	• ポートブロック割り当ての場合： **nat log port-block-assign** • ポートブロック取り消しの場合： **nat log port-block-withdraw**	デフォルト：無効

14.9.3 NAT アラームログの設定

I. NAT アラームログについて

NAT リソースが十分でない場合、変換が必要なパケットはドロップされます。NO-PAT では、NAT リソースはパブリック IP アドレスを参照します。EIM PAT では、NAT リソースはパブリック IP アドレスおよびポートを参照します。NAT 444 では、NAT リソースはパブリック IP アドレス、ポートブロック、またはポートブロック内のポートを参照します。NAT アラームログは NAT リソースの使用状況を監視し、NAT リソースが十分でない場合はログを出力します。

ダイナミックポートブロックマッピングの拡張ポートブロック内のポートがすべて占有されている場合、NAT 444 ゲートウェイはアラームログを生成します。

II. 制限とガイドライン

nat log alarm コマンドは、nat log enable コマンドを使用して NAT ログを有効にした後にだけ有効になります。

III. 前提条件

NAT アラームログを設定する前に、カスタム NAT ログ生成および出力機能を設定する必要があります。

IV. 設定手順

以下に NAT セッションログの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NAT ログを有効にする	**nat log enable** [**acl** { *ipv4-acl-number* | **name** *ipv4-acl-name* }]	デフォルト：無効 aclキーワードは、NATアラームログでは有効になりません。

操作	コマンド	補足
3． NAT アラームログを有効にする	**nat log alarm**	デフォルト：無効
4． (オプション設定項目) NAT 444 ポートブロック使用率しきい値を設定する	**nat log port-block usage threshold** *value*	デフォルト：90% ポートブロックの使用率がしきい値を超えると、システムはアラームログを生成します。

14.10 NAT障害に対するICMPエラーメッセージの送信の有効化

I. NAT 障害に対する ICMP エラーメッセージの送信について

デフォルトでは、NAT が失敗した場合、装置は ICMP エラーメッセージを送信しません。NAT 障害に対する ICMP エラーメッセージの送信を無効にすると、不要なパケットが減少し、帯域幅が節約され、ファイアウォール IP アドレスがパブリックネットワークに公開されなくなります。

II. 制限とガイドライン

traceroute 機能には ICMP エラーパケットが必要なため、traceroute に対してこの機能を有効にします。

III. 設定手順

以下に AT 障害に対する ICMP エラーメッセージの送信の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NAT 障害に対する ICMP エラーメッセージの送信を有効にする	**nat icmp-error reply**	デフォルト：無効

14.11 NAT応答リダイレクションの有効化

I. NAT 応答リダイレクションについて

一部のネットワークシナリオでは、受信ダイナミック NAT にトンネリングが設定され、複数のトンネルインタフェースが同じ NAT アドレスグループを使用します。この場合、装置は転送する前に、異なるトンネルからのパケットの送信元 IP アドレスを同じ NAT アドレスに変換します。転送インタフェースが応答パケットを受信すると、装置はデフォルトで NAT セッションテーブルを検索しません。これにより、応答パケットが正しく転送されなくなります。この問題を解決するには、転送インタフェースで NAT 応答リダイレクション機能を有効にします。NAT 応答リダイレクションにより、インタフェースは NAT セッションテーブルを使用して、NAT 応答パケットの宛先 IP アドレスを変換し、これらの NAT 応答パケットの正しい出力インタフェースを検索できます。

II. 設定手順

以下に NAT 応答リダイレクションの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． NAT 応答リダイレクションを有効にする	**nat redirect reply-route enable**	デフォルト：無効

14.12 TCP SYNおよびSYN ACKパケットのタイムスタンプの削除の有効化

I. TCP SYN および SYN ACK パケットのタイムスタンプの削除について

この機能が設定されている場合、ダイナミックアドレス変換後に、TCP SYN および SYN ACK パケットからタイムスタンプが削除されます。

nat inbound または nat outbound を使用して PAT モードがインタフェースに設定され、tcp_timestams および tcp_tw_recycle 機能が TCP サーバに設定されている場合、TCP 接続が確立されないことがあります。この問題を解決するには、tcp_tw_recycle 機能をシャットダウンするか、nat timestamp delete コマンドを設定します。

II. 設定手順

以下に NAT 応答リダイレクションの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． TCP SYN および SYN ACK パケットのタイムスタンプの削除を有効にする	**nat timestamp delete**	デフォルト：無効

14.13 NATの表示およびメンテナンスコマンド

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
サポートされているすべてのプロトコルのNAT ALGステータスを表示します。	**display nat alg**
すべてのNAT設定情報を表示します。	**display nat all**
NATアドレスグループ情報を表示します。	**display nat address-group** [*group-id*]

操作	コマンド
NAT DNSマッピング設定を表示します。	**display nat dns-map**
NAT EIMエントリに関する情報を表示します。	**display nat eim**
受信ダイナミックNATコンフィグレーションを表示します。	**display nat inbound**
NATログ設定を表示します。	**display nat log**
NAT NO-PATエントリに関する情報を表示します。	**display nat no-pat**
送信ダイナミックNATコンフィグレーションを表示します。	**display nat outbound**
NATサーバマッピングを表示します。	**display nat server**
内部サーバグループの設定を表示します。	**display nat server-group** [*group-id*]
NATセッションを表示します。	**display nat session** [[**responder**] { **source-ip** *source-ip* | **destination-ip** *destination-ip* } *] [**verbose**]
スタティックNATマッピングを表示します。	**display nat static**
NAT統計情報を表示します。	**display nat statistics** [**summary**]
NAT 444に対するスタティック送信ポートブロックマッピングルールを表示します。	**display nat outbound port-block-group**
NATポートブロックグループコンフィグレーションを表示します。	**display nat port-block-group** [*group-id*]
NATポートブロックマッピングを表示します。	**display nat port-block** { **dynamic** [**address-group** { *group-id* | **name** *group-name* }] | **static** [**port-block-group** *group-id*] }
アドレスグループのポートブロック使用状況を表示します。	**display nat port-block-usage** [**address-group** *group-id*]
NATカウント統計情報のクリア	**reset nat count statistics** { **all** | **dynamic** | **server** | **static** | **static-port-block** }
NATセッションをクリアします。	**reset nat session**

14.14 NATの設定例

14.14.1 送信 1 対 1 スタティック NAT の設定例

I. ネットワーク要件

図 14-1 に示すように、10.110.10.8/24 のクライアントがインターネットにアクセスできるようにスタティック NAT を設定します。

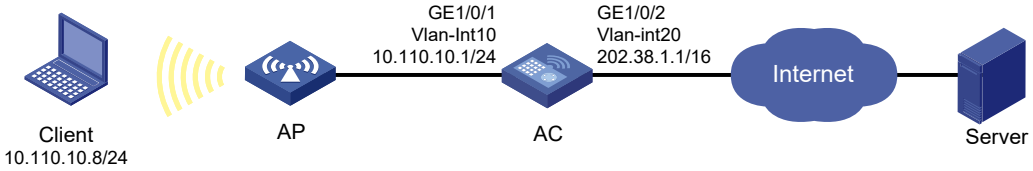


図 14-1 ネットワーク図

II. 設定手順

インタフェースに IP アドレスを割り当てます。(詳細は省略します。)

プライベートアドレス 10.110.10.8 とパブリックアドレス 202.38.1.100 の間に 1 対 1 のスタティック NAT マッピングを設定します。

```
<AC>system-view
[AC] nat static outbound 10.110.10.8 202.38.1.100
```

VLAN インタフェース 20 でスタティック NAT を有効にします。

```
[AC] interface vlan-interface 20
[AC-Vlan-interface20] nat static enable
```

III. 設定の確認

スタティック NAT の設定を確認します。

```
[AC] display nat static
            Static NAT mappings:
              Totally 1 outbound static NAT mappings.
              IP-to-IP:
                Local IP     : 10.110.10.8
                Global IP    : 202.38.1.100
                Config status: Active

            Interfaces enabled with static NAT:
              Totally 1 interfaces enabled with static NAT.
              Interface: Vlan-interface20
                Config status: Active
```

NAT セッション情報を表示します。

```
[AC] display nat session verbose
            Initiator:
              Source      IP/port: 10.110.10.8/42496
              Destination IP/port: 202.38.1.111/2048
              DS-Lite tunnel peer: -
              VPN instance/VLAN ID/Inline ID: -/-/-
              Protocol: ICMP(1)
              Inbound interface: Vlan-interface10
            Responder:
              Source      IP/port: 202.38.1.111/42496
              Destination IP/port: 202.38.1.100/0
              DS-Lite tunnel peer: -
              VPN instance/VLAN ID/Inline ID: -/-/-
```

```
  Protocol: ICMP(1)
  Inbound interface: Vlan-interface20
State: ICMP_REPLY
Application: INVALID
Start time: 2012-08-16 09:30:49  TTL: 27s
Initiator->Responder:            5 packets        420 bytes
Responder->Initiator:            5 packets        420 bytes

Total sessions found: 1
```

14.14.2 送信ダイナミック NAT の設定例

I. ネットワーク要件

図 14-2 にネットワーク図を示します。企業はプライベートサブネットアドレス 192.168.0.0/16 と、2 つのパブリック IP アドレス 202.38.1.2 および 202.38.1.3 を持っています。サブネット 192.168.1.0/24 上の内部ユーザだけがインターネットにアクセスできるように、送信ダイナミック NAT を設定します。

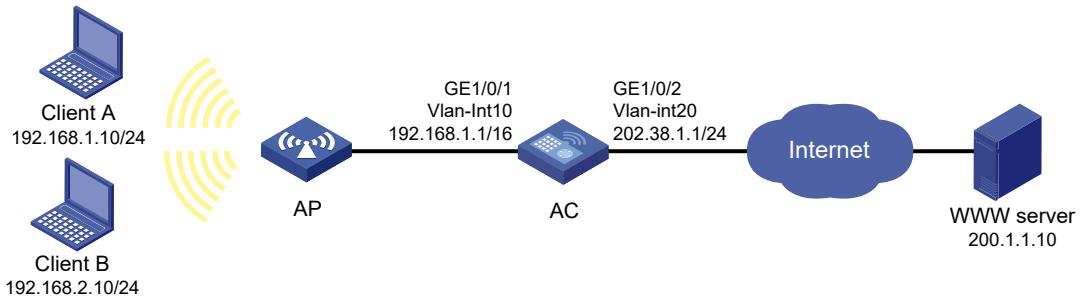


図 14-2 ネットワーク図

II. 設定手順

#インタフェースに IP アドレスを割り当てます。(詳細は省略します。)

アドレスグループ 0 を設定し、アドレス 202.38.1.2 および 202.38.1.3 をグループに追加します。

```
<AC> system-view
[AC] nat address-group 0
[AC-address-group-0] address 202.38.1.2 202.38.1.3
[AC-address-group-0] quit
```

ACL 2000 を設定し、サブネット 192.168.1.0/24 からのパケットだけを通過させるルールを作成します。

```
[AC] acl basic 2000
[AC-acl-ipv4-basic-2000] rule permit source 192.168.1.0 0.0.0.255
```

```
[AC-acl-ipv4-basic-2000] quit
```

VLAN インタフェース 20 で送信ダイナミック PAT を有効にします。ACL ルールで許可されたパケットの送信元 IP アドレスは、アドレスグループ 0 のアドレスに変換されます。

```
[AC] interface vlan-interface 20
[AC-Vlan-interface20] nat outbound 2000 address-group 0
```

III. 設定の確認

クライアント A は WWW サーバにアクセスできるが、クライアント B はアクセスできないことを確認します。(詳細は省略します。)

すべての NAT 設定と統計情報を表示します。

```
[AC] display nat all
           NAT address group information:
             Totally 1 NAT address groups.
             Address group ID: 0
               Port range: 1-65535
               Address information:
                 Start address         End address
                 202.38.1.2            202.38.1.3

           NAT outbound information:
             Totally 1 NAT outbound rules.
             Interface: Vlan-interface20
               ACL: 2000
               Address group: 0
               Port-preserved: N    NO-PAT: N         Reversible: N
               Config status: Active

           NAT logging:
             Log enable          : Disabled
             Flow-begin          : Disabled
             Flow-end            : Disabled
             Flow-active         : Disabled
             Port-block-assign   : Disabled
             Port-block-withdraw : Disabled
             Alarm               : Disabled
             NO-PAT IP usage     : Disabled

           NAT mapping behavior:
             Mapping mode : Address and Port-Dependent
             ACL          : ---
             Config status: Active

           NAT ALG:
             DNS         : Enabled
             FTP         : Disabled
             H323        : Disabled
             ICMP-ERROR  : Enabled
             ILS         : Disabled
             MGCP        : Disabled
             NBT         : Disabled
             PPTP        : Enabled
             RTSP        : Enabled
             RSH         : Disabled
             SCCP        : Disabled
             SIP         : Disabled
             SQLNET      : Disabled
             TFTP        : Disabled
             XDMCP       : Disabled
```

クライアント A が WWW サーバにアクセスしたときに生成される NAT セッション情報を表示します。

[AC] display nat session verbose

```
Initiator:
  Source      IP/port: 192.168.1.10/52992
  Destination IP/port: 200.1.1.10/2048
  DS-Lite tunnel peer: -
  VPN instance/VLAN ID/Inline ID: -/-/-
  Protocol: ICMP(1)
  Inbound interface: Vlan-interface10
Responder:
  Source      IP/port: 200.1.1.10/4
  Destination IP/port: 202.38.1.3/0
  DS-Lite tunnel peer: -
  VPN instance/VLAN ID/Inline ID: -/-/-
  Protocol: ICMP(1)
  Inbound interface: Vlan-interface20
State: ICMP_REPLY
Application: INVALID
Start time: 2012-08-15 14:53:29  TTL: 12s
Initiator->Responder:            1 packets         84 bytes
Responder->Initiator:            1 packets         84 bytes

Total sessions found: 1
```

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

6. ルーティングプロトコル

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-IP ルーティングの基本
02-スタティックルーティング
03-デフォルトルート

目次

このセクションのページは**6-x-x** です。

1章 IPルーティングの基本 1-1
1.1 ルーティングテーブル 1-1
1.2 ルートの優先度 1-2
1.3 ロードバランス 1-2
1.4 ルートバックアップ 1-3
1.5 ルート再帰 1-3
1.6 ルート再分配 1-3
1.7 ルーティングテーブルの表示と維持 1-3

1章 IP ルーティングの基本

IP ルーティングはルーティングテーブルをもとにルータ上で IP パケットの転送を行います。この章では、ユニキャストルーティングプロトコルについて説明します。マルチキャストルーティングプロトコルの詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 7 *マルチキャスト “マルチキャストの概要”* を参照してください。

この章の“ルータ”は、アクセスコントローラ、アクセスコントローラモジュールを示します。

1.1 ルーティングテーブル

RIB (routing information base)はルート再帰、ルート再分配、ルート拡張情報を含んだグローバルルーティングテーブルと関連する情報が含まれます。ルータはルーティングテーブルから最適なルートを選択し、FIB (forwarding information base)テーブルに格納します。ルータはパケットを転送するために FIB テーブルを使用します。

表 1-1にルートのカテゴリを示します。

表 1-1 ルートのカテゴリ

基準	カテゴリ
宛先	• **ネットワークルート**—宛先がネットワークです。サブネットマスクは32ビット未満です。 • **ホストルート**—宛先がホストです。サブネットマスクは32ビットです。
宛先が直接接続されているかどうか	• **ダイレクトルート**—宛先が直接接続されています。 • **インダイレクトルート**—宛先が直接接続されていません。
作成元	• **ダイレクトルート**—ダイレクトルートがインタフェースのデータリンクプロトコルによって検出されました。インタフェースルートと呼ばれます。 • **スタティックルート**—管理者によって手動で設定されたルートです。 • **ダイナミックルート**—ルーティングプロトコルによって自動に検出されたルートです。

ルーティングテーブルの概要を表示する場合、**display ip routing-table** コマンドを使用します。

```
<AC> display ip routing-table

Destinations : 19        Routes : 19

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
0.0.0.0/32          Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
1.1.1.0/24          Direct 0    0            1.1.1.1         GE1/0/1
```

```
1.1.1.0/32          Direct 0    0           1.1.1.1         GE1/0/1
1.1.1.1/32          Direct 0    0           127.0.0.1       InLoop0
1.1.1.255/32        Direct 0    0           1.1.1.1         GE1/0/1
2.2.2.0/24          Static 60   0           12.2.2.2        Vlan1
80.1.1.0/24         Static 10   0           80.1.1.1        Vlan10
...
```

ルーティングエントリは以下の項目が含まれます。

- **Destination**(宛先アドレス)—宛先ホストあるいはネットワークの IP アドレスです。
- **Mask**(ネットワークマスク)—IP アドレスのマスク長です。
- **Pre**(プリファレンス)—ルートの優先度です。同一宛先へのルートがある場合、最も高い優先度を持つルートが最適なルートとなります。
- **Cost**(コスト)— 宛先へのルートが複数あり、同一優先度である場合、最も小さいコストの値を持つルートが最適なルートとなります。
- **NextHop**(ネクストホップ)— ネクストホップの IP アドレスを示します。
- **Interface**(インタフェース)—IP パケットの転送に使用する出力先のインタフェースを示します。

1.2 ルートの優先度

スタティックルーティング、ダイナミックルーティングを含むルーティングプロトコルは、デフォルトで優先度を持ちます。同一宛先に複数のルートがある場合、ルータは最適なルートとして最も高い優先度を持つルートを選択します。

ダイレクトルートのプリファレンスは 0 で、変更できません。各スタティックルートとダイナミックルーティングプロトコルのプリファレンスを設定することができます。表 1-2 にルートタイプとデフォルトのプリファレンスを示します。値が小さいほど優先度が高くなります。

表 1-2 ルートタイプとデフォルトルートプリファレンス

ルートタイプ	プリファレンス
Direct route	0
Multicast static route	1
Unicast static route	60
RIP	100
Unknown(信用されていない送信元からのルート)	256

1.3 ロードバランス

ルーティングプロトコルは、同一宛先への複数の最適な同一コストのルートを持ちます。これらのルートの優先順位は同じであり、同一コストで複数パス(ECMP)のロードバランス（負荷分散）を行い転送できます。

スタティックルーティングがロードバランスをサポートしています。

1.4 ルートバックアップ

ルートバックアップはネットワークの信頼性を向上させます。ルートバックアップを用いて、最も優先度が高いルートをプライマリルートに設定し、残りをセカンダリルートにすることで、同一宛先に複数のルートを設定することができます。

通常時、パケットはプライマリルートで転送されます。障害などが発生したとき、セカンダリルートの中で最も優先度が高いルートでパケットが転送されます。障害が復旧したとき、ルートの選択が行われ、プライマリルートでパケットが転送されます。

1.5 ルート再帰

ネクストホップに直接接続されていない、スタティックルートを使用する場合、ルータはネクストホップに届く送信インタフェースを検索するため、ルート再帰を行う必要があります。

RIB は、関連したルート、ルート再帰のパス、およびルート再帰の depth についての概要情報を含めて、ルート再帰情報を記録し、保存します。

1.6 ルート再分配

ルート再分配はお互いにルート情報を学習するルーティングプロトコルで有効となります。ダイナミックルーティングプロトコルは、ダイレクト、スタティックルーティングを含む他のルーティングプロトコルからのルートを再分配することができます。詳細は、オペレーションマニュアルの関連する章を参照してください。

RIB はルーティングプロトコルの再分配の情報を記録します。

1.7 ルーティングテーブルの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ルーティングテーブルの情報を表示する	**display ip routing-table** [**verbose**]
標準IPv4 ACLで許可されているルーティング情報を表示する	**display ip routing-table acl** *acl-number* [**verbose**]
指定した宛先アドレスへのルート情報を表示する	**display ip routing-table** *ip-address* [*mask* | *mask-length*] [**longer-match**] [**verbose**]
指定した範囲内の宛先アドレスを持つルート情報を表示する	**display ip routing-table** *ip-address1* **to** *ip-address2* [**verbose**]

操作	コマンド
IPプレフィックスリストで許可されているルーティング情報を表示する	**display ip routing-table prefix-list** *prefix-list-name* [**verbose**]
ルートのルーティングプロトコルを表示する	**display ip routing-table protocol** *protocol* [**inactive** | **verbose**]
IPv4ルーティングテーブルの統計情報を表示する	**display ip routing-table statistics**
IPv4ルーティングテーブルの統計情報を削除する	**reset ip routing-table statistics protocol** { *protocol* | **all** }

目次

このセクションのページは**6-x-x** です。

2 章 スタティックルーティング 2-1
2.1 スタティックルートの設定 2-1
2.2 スタティックルートの表示と維持 2-1
2.3 基本的なスタティックルートの設定例 2-2

2章 スタティックルーティング

スタティックルートはマニュアル設定する必要があります。ネットワークの構成が簡単であれば、ネットワークを適切に動作させるため、スタティックルートの設定を行うことで問題なく運用が可能です。

ただし、スタティックルートはネットワークの変化に適応できません。ネットワーク障害やトポロジーの変化が起きた場合、宛先との通信ができなくなります。ネットワーク管理者がスタティックルートを修正する必要があります。

2.1 スタティックルートの設定

スタティックルートの設定を行う前に以下の設定が完了していることを確認してください。

- 関係するインタフェースの物理パラメータの設定
- 関係するインタフェースのリンクレイヤの設定
- 関係するインタフェースの IP アドレスの設定

以下にスタティックルートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. スタティックルートを設定する	**ip route-static** { *dest-address* { *mask-length* | *mask* } } { *interface-type interface-number* [*next-hop-address*] | *next-hop-address* } [**permanent** | **track** *track-entry-number*] [**preference** *preference-value*] [**tag** *tag-value*] [**description** *description-text*]	デフォルト：設定なし
3. （オプション設定項目）スタティックルートのデフォルトプリファレンスを設定する	**ip route-static default-preference** *default-preference-value*	デフォルト：60
4. （オプション設定項目）デフォルトルートを含むすべてのルートを削除する	**delete static-routes all**	1つのスタティックルートを削除するには、**undo ip route-static**コマンドを使用します。

2.2 スタティックルートの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
スタティックルート情報を表示する	**display ip routing-table protocol static** [**inactive** | **verbose**]

2.3 基本的なスタティックルートの設定例

I. ネットワーク要件

図 2-1に示すように、各ホストと AC 間で相互接続できるように、Switch と AC にスタティックルートを設定します。

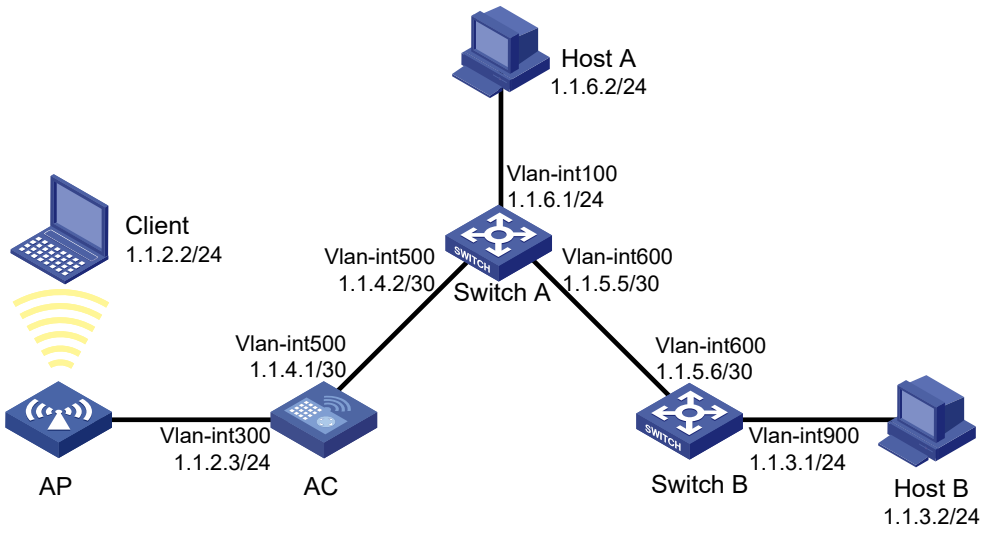


図 2-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1) インタフェースの IP アドレスを設定します。（詳細は省略します）
2) スタティックルートを設定します。

AC にデフォルトルートを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.4.2
```

Switch A に 2 つのスタティックルートを設定します。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ip route-static 1.1.2.0 255.255.255.0 1.1.4.1
[SwitchA] ip route-static 1.1.3.0 255.255.255.0 1.1.5.6
```

Switch B にデフォルトルートを設定します。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.5.5
```

3) Client、Host A、Host B にそれぞれ 1.1.2.3、1.1.6.1、1.1.3.1 のデフォルトゲートウェイアドレスを設定します。（詳細は省略します）

III. 設定の確認

AC のスタティックルートを表示します。

```
[AC] display ip routing-table protocol static

Summary Count : 1

Static Routing table Status : <Active>
Summary Count : 1

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
0.0.0.0/0           Static 60   0            1.1.4.2         Vlan500

Static Routing table Status : <Inactive>
Summary Count : 0
```

Switch A のスタティックルートを表示します。

```
[SwitchA] display ip routing-table protocol static

Summary Count : 2

Static Routing table Status : <Active>
Summary Count : 2

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
1.1.2.0/24          Static 60   0            1.1.4.1         Vlan500

Static Routing table Status : <Inactive>
Summary Count : 0
```

Host A で **ping** コマンドを使用し、Client への接続を確認します。（2 つのホストは Windows 2000 以上で動作していると仮定します。）

```
C:\Documents and Settings\Administrator>ping 1.1.2.2

Pinging 1.1.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 1.1.2.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 1.1.2.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 1.1.2.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 1.1.2.2: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 1.1.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

Host A で **tracert** コマンドを使用し、Client への接続を確認します。

```
C:\Documents and Settings\Administrator>tracert 1.1.2.2

Tracing route to 1.1.2.2 over a maximum of 30 hops

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms  1.1.6.1
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms  1.1.4.1
  3     1 ms    <1 ms    <1 ms  1.1.2.2

Trace complete.
```

目次

このセクションのページは**6-x-x** です。

3章 デフォルトルート 3-1

3章 デフォルトルート

デフォルトルートはルーティングテーブルの指定したルーティングエントリにマッチしないパケットを転送するのに使用されます。デフォルトルートが設定されていない場合、ルーティングエントリにマッチしないパケットは廃棄されます。

デフォルトルートは以下の方法で設定することができます。

- ネットワーク管理者が宛先アドレスとマスクを 0.0.0.0 に設定します。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 6 *ルーティングプロトコル “スタティックルーティング”* を参照してください。

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

7. IP マルチキャスト

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-マルチキャストの概要
02-IGMP スヌーピング

目次

このセクションのページは **7-x-x** です。

1 章 マルチキャストの概要 1-1
1.1 マルチキャストの導入 1-1
1.1.1 情報通信技術 1-1
1.1.2 マルチキャストの機能 1-3
1.1.3 マルチキャストの一般的な表記方法 1-4
1.1.4 マルチキャストの利点とアプリケーション 1-4
1.2 マルチキャストモデル 1-5
1.3 マルチキャストアーキテクチャ 1-6
1.3.1 マルチキャストアドレス 1-6
1.3.2 マルチキャストプロトコル 1-10

1章 マルチキャストの概要

1.1 マルチキャストの導入

ユニキャストおよびブロードキャストと共存する技術として、マルチキャスト技術はポイントツーマルチポイントデータ送信の問題を効果的に対処します。ネットワーク上で効率の高いポイントツーマルチポイントデータ送信を行うことで、マルチキャストはネットワーク帯域幅を大きく節約し、ネットワーク負荷を低減します。

マルチキャスト技術により、ネットワークオペレータは新しい付加価値のあるサービスを容易に提供することが可能となります。たとえば、Web キャスティング、Web TV、遠隔学習、遠隔医療、Web ラジオ、リアルタイムビデオカンファレンスなどの他に、帯域幅や時間が重要な情報サービスです。

1.1.1 情報通信技術

情報通信技術はユニキャスト、ブロードキャスト、マルチキャストを含みます。

I. ユニキャスト

ユニキャストでは、情報を必要とする各ホスト（Receiver）へ情報送信元（Source）から情報のコピーが個別に送信されます。

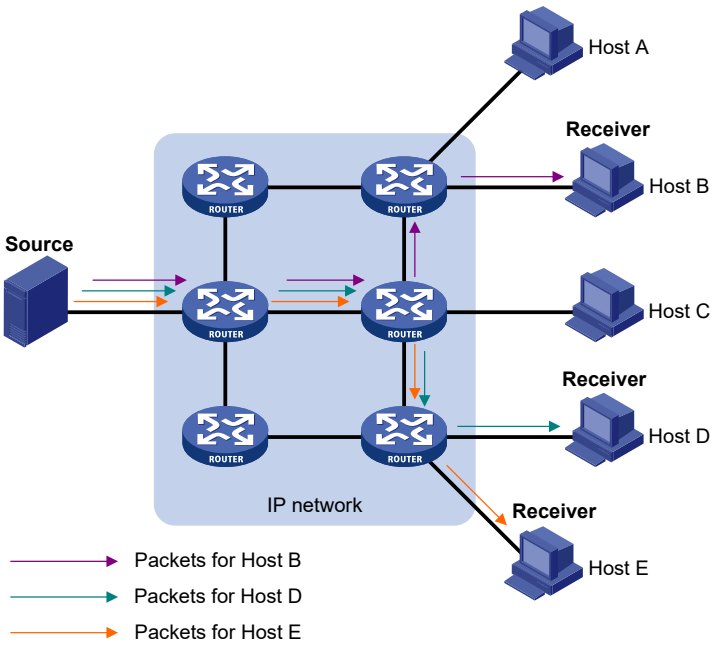


図 1-1 ユニキャスト通信

図 1-1 において、Host B と Host D と Host E は情報を必要とします。個別の通信チャネルは情報送信元から各ホストに対して確立する必要があります。

ユニキャスト通信では、ネットワーク上のトラフィックは情報を必要とするホストの数に比例します。非常に多くのユーザが情報を必要とする場合、情報送信元は各ユーザに同じ情報のコピーを送信する必要があります。これは情報送信元とネットワーク帯域幅に相当な負荷をかけることになります。

ユニキャスト通信は情報のバッチ送信には適していません。

II. ブロードキャスト

ブロードキャストでは、情報を必要としていないホストがあったとしても、情報送信元からネットワーク上のすべてのホストに情報が送信されます。

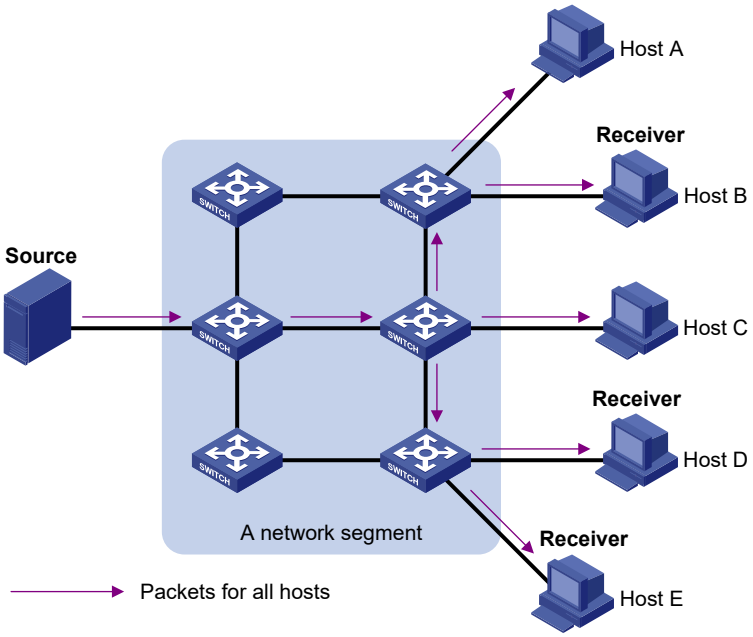


図 1-2 ブロードキャスト通信

図 1-2 に示すように、Host B と Host D と Host E は情報を必要とします。情報が同一ネットワーク上にブロードキャストされた場合、Host A と Host C も情報を受信してしまいます。これにより、情報セキュリティの問題に加えて、同一ネットワーク上でトラフィックフラッディングも発生してしまいます。

特定のホストにデータを送信する場合、ブロードキャストは効率的ではありません。ブロードキャストの送信は多くのネットワークリソースを浪費します。

III. マルチキャスト

マルチキャストはネットワークリソースの消費を最小限に抑えてポイントツーマルチポイント送信を実現することができます。ネットワーク上のいくつかのホストがマルチキャスト情報を必要とした場合、情報の送信者あるいはマルチキャスト送信元は情報のコピー

を 1 つだけ送信します。マルチキャストルーティングプロトコルによってマルチキャスト配信ツリーが構成され、ツリーが分岐するノードでのみパケットがコピーされます。

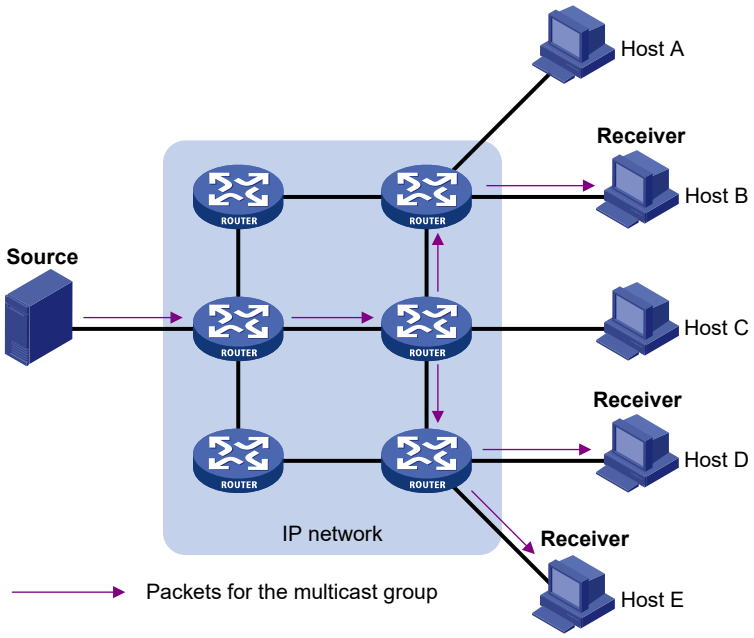


図 1-3 マルチキャスト通信

マルチキャスト送信元（Source）は情報のコピーを 1 つだけマルチキャストグループへ送信します。情報の受信者である Host B、Host D、Host E は、マルチキャストグループに参加する必要があります。ネットワーク上のルータはグループメンバの配置にもとづいて情報を複製して転送します。最終的に、情報は Host B と Host D と Host E に正確に送信されます。

要約すると、マルチキャストの利点を以下に示します。

- **ユニキャストからの利点** － ユニキャストに対しては、マルチキャストトラフィックは送信元から可能な限り遠いノードに流れてから複製、配信されるため、ホストの数が増加した場合でも送信元とネットワークの負荷を増やすことはありません。
- **ブロードキャストからの利点** － ブロードキャストに対しては、必要としている受信者だけにマルチキャストデータが送信されるので、マルチキャストは合理的にネットワーク帯域幅を使用し、ネットワークセキュリティを強化します。さらに、ブロードキャストの配信は同一ネットワークに限定されますが、マルチキャストの配信は同一ネットワークに限定されません。

1.1.2 マルチキャストの機能

- マルチキャストグループは IP マルチキャストアドレスによって識別されて配置されるマルチキャストレシーバです。ホストはマルチキャストグループ宛に送信されたマルチキャストデータを受信できるようになる前に、マルチキャストグループのメンバになるためにマルチキャストグループに参加します。通常、マルチキャストソースはマルチキャストグループに参加する必要はありません。
- マルチキャストソースは情報の送信者です。マルチキャストソースは同時に複数のマルチキャストグループにデータを送信することができます、そして、複数のマルチキ

ャストソースは同時に同一のマルチキャストグループにデータを送信することができます。

- グループメンバは動的です。ホストは、いつでもマルチキャストグループに参加あるいは離脱することができます。マルチキャストグループは、地理的な制約を受けません。
- レイヤ 3 マルチキャストをサポートするルータまたはレイヤ 3 スイッチは、マルチキャストルータまたはレイヤ 3 マルチキャスト装置と呼ばれます。マルチキャストルーティング機能の提供に加えて、マルチキャストルータはグループメンバに所属しているスタブサブネットのマルチキャストグループメンバを管理することもできます。マルチキャストルータ自身は、マルチキャストグループメンバになることができます。

マルチキャストの概念をより良く理解するために、マルチキャスト配信を TV 番組の配信に例えることができます。

表 1-1 TV 番組の配信とマルチキャスト通信の比較

TV 番組の配信	マルチキャスト配信
TV 局がチャンネルを介して TV 番組を放送します。	マルチキャストソースがマルチキャストグループにマルチキャストデータを送信します。
ユーザが TV をチャンネルに合わせます。	レシーバがマルチキャストグループに参加します。
チャンネルを介してTV 局から放送される TV 番組の視聴をユーザが開始します。	ソースからマルチキャストグループに送信されたマルチキャストデータをレシーバが受信し始めます。
ユーザが TV の電源を切るか、他のチャンネルに合わせます。	レシーバがマルチキャストグループから離脱するか、他のグループに参加します。

1.1.3 マルチキャストの一般的な表記方法

マルチキャストでは一般的に 2 つの表記法が使用されます。

- **(*, G)** － RPT（rendezvous point tree）または、あらゆるマルチキャストソースがマルチキャストグループ G へ送信したマルチキャストパケットを表します。（*）はあらゆるマルチキャストソース、（G）は特定のマルチキャストグループを表します。
- **(S, G)** － SPT（shortest path tree）または、マルチキャストソース S がマルチキャストグループ G へ送信したマルチキャストパケットを表します。（S）は特定のマルチキャストソース、（G）は特定のマルチキャストグループを表します。

1.1.4 マルチキャストの利点とアプリケーション

I. マルチキャストの利点

- **効率の向上** － 情報送信元サーバとネットワーク装置の CPU 負荷を低減します。
- **最適なパフォーマンス** － 冗長なトラフィックを低減します。
- **配信アプリケーション** － 最小限のネットワークリソースで、ポイントツーマルチポイントアプリケーションを可能にします。

II. マルチキャストアプリケーション

- マルチメディアとストリーミングアプリケーションがあります。たとえば Web TV、Web ラジオ、リアルタイムビデオ/オーディオ会議などがあります。
- 通信教育や遠隔医療などの研修および協力運用の通信があります。
- データウェアハウスと財務アプリケーション（株価情報）があります。
- その他のポイントツーマルチポイントデータ配信アプリケーションがあります。

1.2 マルチキャストモデル

レシーバ（受信者）がマルチキャストソース（送信元）をどのように扱うかによって、ASM（any-source multicast）、SFM（source-filtered multicast）、SSM（source-specific multicast）の 3 つのマルチキャストモデルがあります。

I. ASM モデル

ASM モデルでは、すべてのマルチキャストソースはマルチキャストグループへ情報を送信できます。レシーバ（受信者）がグループアドレスによって識別されたマルチキャストグループに参加し、そのマルチキャストグループ宛てのマルチキャスト情報を取得することができます。このモデルでは、レシーバ（受信者）はあらかじめマルチキャストソースの位置を認識していません。

II. SFM モデル

SFM モデルは ASM モデルから派生しています。センダ（送信者）の観点からは、2 つのモデルは同じマルチキャストメンバシップのアーキテクチャです。

SFM モデルは ASM モデルの機能拡張版です。SFM モデルでは、上位レイヤソフトウェアが受信したマルチキャストの送信元アドレスをチェックし、指定した送信元からのマルチキャストトラフィックを許可または拒否します。これにより、レシーバ（受信者）は一部のマルチキャストソースからのだけマルチキャストデータを受信することができます。レシーバ（受信者）の観点からは、マルチキャストソース（送信元）がすべて有効というわけではありません。マルチキャストソースはフィルタされます。

III. SSM モデル

SSM モデルは、マルチキャストレシーバが、必要となるマルチキャストソースを指定することができる転送サービスを提供します。

SSM モデルと ASM モデルの根本的な違いは、SSM モデルではレシーバ（受信者）が何らかの方法でマルチキャストソースの位置を既に知っていることです。これは SSM モデルと ASM モデルの主な相違点です。さらに、SSM モデルでは ASM /SFM モデルの場合とは異なるマルチキャストアドレス範囲を使用します。レシーバと指定のマルチキャストソースの間に専用のマルチキャスト転送パスが確立されます。

1.3 マルチキャストアーキテクチャ

IP マルチキャストは以下の問題を解決します。

- マルチキャストソースはどこに情報を送信するべきか？(マルチキャストアドレッシング)
- ネットワーク上にはどんなレシーバ（受信者）が存在するか？（ホストレジストレーション）
- レシーバが受信する必要があるマルチキャストデータのマルチキャストソース(送信元）がどこにいるのか？（マルチキャストソースディスカバリ）
- 情報がどのようにしてレシーバ（受信者）に転送されるのか？（マルチキャストルーティング）

IP マルチキャストはエンドツーエンドサービスの 1 つです。マルチキャストアーキテクチャには以下の 4 つのパートがあります。

- **アドレッシングメカニズム** － マルチキャストソースはマルチキャストアドレスを介してレシーバのグループへ情報を送信します。
- **ホストレジストレーション** － レシーバホストはマルチキャストグループへの参加と離脱を動的に行うことができます。このメカニズムはグループメンバシップ管理の基礎になります。
- **マルチキャストルーティング** － マルチキャストソースからレシーバへマルチキャストデータを配信するために、マルチキャスト配信ツリー（ネットワーク上でのマルチキャストデータの転送パスツリー）が構築されます。
- **マルチキャストアプリケーション** － ビデオ会議などのマルチキャストアプリケーションをサポートするソフトウェアシステムを、マルチキャストソース（送信元）とレシーバホスト（受信者）にインストールする必要があります。そして、TCP/IP スタックはマルチキャストデータの送受信をサポートする必要があります。

1.3.1 マルチキャストアドレス

I. IP マルチキャストアドレス

- IPv4 マルチキャストアドレス

IANA（Internet Assigned Numbers Authority）は IPv4 マルチキャストにクラス D アドレス（224.0.0.0～239.255.255.255）を割り当てました。

表 1-2 クラス D アドレスブロックと説明

アドレスブロック	説明
224.0.0.0 ～ 224.0.0.255	予約されている永久的なグループアドレスです。IPアドレス 224.0.0.0 は予約されており、その他のIPアドレスはルーティングプロトコルによって、そしてトポロジ検索、プロトコルの維持管理などのために使用されることができます。一般的な永久グループアドレスの一覧は表 1-3に示されています。このブロックアドレス宛のパケットは、IPヘッダのTTL （Time to Live） 値に関わらず、ローカルサブネットを越えて転送されることはありません。

アドレスブロック	説明
224.0.1.0 ～ 238.255.255.255	グローバルスコープグループアドレスです。このブロックには2種類の指定グループアドレスがあります。 ● **232.0.0.0/8** － SSMグループアドレス ● **233.0.0.0/8** － Glopグループアドレス
239.0.0.0 ～ 239.255.255.255	管理上、範囲指定されたマルチキャストアドレスです。これらのアドレスはグローバルにではなくローカルに一意とみなされ、異なる組織が管理しているドメインで衝突を起こすことなく再利用できます。詳細はRFC2365を参照してください。

🕮 **メモ：**

“Glop”は、異なる自律システム（AS）間でマルチキャストアドレスを割り当てるメカニズムです。233.0.0.0 の中間の 2 バイトに AS の数字を入力することで、その AS に 255 のマルチキャストアドレスが得られます。詳細については、RFC2770 を参照してください。

表 1-3 一般的な予約済みマルチキャストグループアドレス

アドレス	説明
224.0.0.1	ホストとルータを含む、サブネット上のすべてのシステムです。
224.0.0.2	サブネット上のすべてのマルチキャストルータです。
224.0.0.3	未割り当てです。
224.0.0.4	DVMRP（Distance Vector Multicast Routing Protocol）ルータです。
224.0.0.5	OSPF（Open Shortest Path First）ルータです。
224.0.0.6	OSPFのDRまたはバックアップDRです。
224.0.0.7	ST（Shared Tree）ルータです。
224.0.0.8	STホストです。
224.0.0.9	RIPv2（Routing Information Protocol version 2）ルータです。
224.0.0.11	モバイルエージェントです。
224.0.0.12	DHCP（Dynamic Host Configuration Protocol）サーバまたはリレーエージェントです。
224.0.0.13	すべてのPIM（Protocol Independent Multicast）ルータです。
224.0.0.14	RSVP（Resource Reservation Protocol）のカプセル化です。
224.0.0.15	すべてのCBT（Core-Based Tree）ルータです。
224.0.0.16	指定されたSBM（Subnetwork Bandwidth Management）です。
224.0.0.17	すべてのSBMです。
224.0.0.18	VRRP（Virtual Router Redundancy Protocol）です。

- IPv6 マルチキャストアドレス

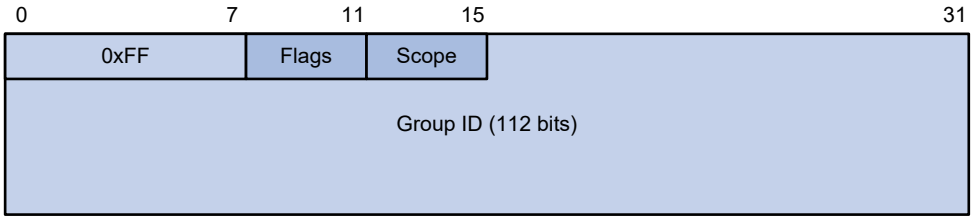


図 1-4 IPv6 マルチキャストフォーマット

以下に IPv6 マルチキャストアドレスのフィールドの説明を示します。

- **0xFF** － 8 ビットで 11111111 です。このアドレスが IPv6 マルチキャストアドレスであることを示します。
- **Flags** － 4 ビットのフラグフィールドです。

図 1-5 Flags フィールドフォーマット

表 1-4 フラグフィールドの説明

ビット	説明
0	予約済みです。常に0です。
R	• 0の場合、RPアドレスが埋め込まれていないIPv6マルチキャストアドレスであることを示します。 • 1の場合、RPアドレスが埋め込まれているIPv6マルチキャストアドレスであることを示します。（PビットとTビットも1にセットされます）
P	• 0の場合、ユニキャストプレフィックスにもとづかないIPv6マルチキャストアドレスであることを示します。 • 1の場合、ユニキャストプレフィックスにもとづくIPv6マルチキャストアドレスであることを示します。（Tビットも1にセットされます）
T	• 0の場合、IANAによって永続的に割り当てられた既知のIPv6マルチキャストアドレスであることを示します。 • 1の場合、一時的あるいはダイナミックに使用される（非永続的な）マルチキャストアドレスであることを示します。

- **Scope** － 4 ビットの IPv6 マルチキャストアドレスの有効範囲を示すフィールドです。

表 1-5 Scope フィールドの値

値	意味
0、F	予約済み
1	インタフェースノードローカル
2	リンクローカル
3	サブネットローカル
4	アドミンローカル
5	サイトローカル

値	意味
6、7、9 ～ D	未割り当て
8	組織ローカル
E	グローバル

- **Group ID** – 112 ビットで IPv6 マルチキャストグループを識別します。Scope フィールドが定義する範囲で IPv6 マルチキャストグループを一意に識別します。

II. イーサネットマルチキャスト MAC アドレス

- IPv4 マルチキャスト MAC アドレス

IANA によって定義されているように、IPv4 マルチキャスト MAC アドレスの上位 24 ビットは 0x01005E、25 ビット目は 0x0、および下位 23 ビットはマルチキャスト IPv4 アドレスの低位 23 ビットです。

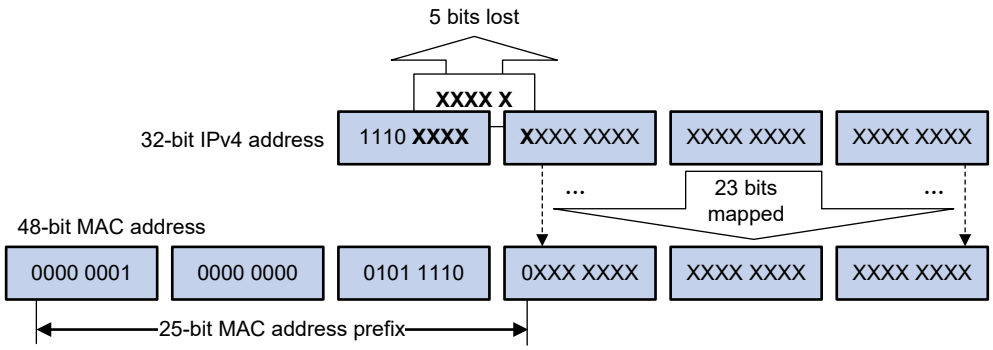


図 1-6 IPv4 アドレスと MAC アドレスのマッピング

IPv4 マルチキャストアドレスの上位 4 ビットは 1110 で固定です。IPv4 アドレスと MAC アドレスのマッピングで使用され、IPv4 マルチキャストアドレスの 5 ビットは失われます。その結果、32 個のマルチキャスト IPv4 アドレスは同じ MAC アドレスにマッピングされます。そのため、レイヤ 2 マルチキャスト転送においては、他の IPv4 マルチキャストグループに宛てたマルチキャストデータを受け取る場合があります。そのような冗長データは上位層によってフィルタする必要があります。

- IPv6 マルチキャスト MAC アドレス

IPv6 マルチキャスト MAC アドレスの上位 16 ビットは 0x3333 です。下位 32 ビットはマルチキャスト IPv6 アドレスの下位 32 ビットにマッピングされます。これは IPv4 アドレスから MAC アドレスのマッピングと同じように、IPv6 から MAC アドレスのマッピングが重複する問題があります。

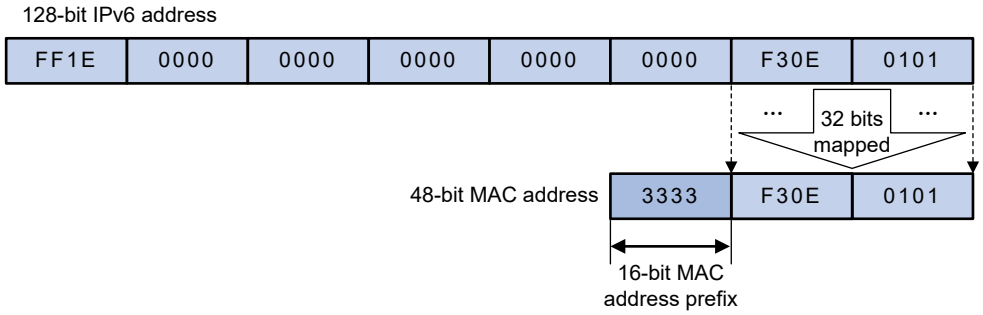


図 1-7 IPv6 アドレスと MAC アドレスのマッピング例

1.3.2 マルチキャストプロトコル

注意：

装置はレイヤ 3 マルチキャストプロトコルと以下に示すレイヤ 2 マルチキャストプロトコルをサポートしていません。

- マルチキャスト VLAN/
- IPv6 マルチキャスト VLAN
- PIM snooping
- IPv6 PIM snooping

マルチキャストプロトコルは以下のカテゴリに分けられます。

- レイヤ 3、レイヤ 2 マルチキャストプロトコル
  - ネットワークレイヤで動作する IP マルチキャストのレイヤ 3 マルチキャスト

    レイヤ 3 マルチキャストプロトコル － IGMP、MLD、PIM、IPv6 PIM、MSDP、MBGP、IPv6 MBGP
  - データリンクレイヤで動作する IP マルチキャストのレイヤ 2 マルチキャスト

    レイヤ 2 マルチキャストプロトコル － IGMP snooping、MLD snooping、PIM snooping、IPv6 PIM snooping、マルチキャスト VLAN、IPv6 マルチキャスト VLAN
- IPv4、IPv6 マルチキャストプロトコル
  - **IPv4 ネットワーク** － IGMP snooping、PIM snooping、マルチキャスト VLAN、IGMP、PIM、MSDP、MBGP
  - **IPv6 ネットワーク** － MLD snooping、IPv6 PIM snooping、IPv6 マルチキャスト VLAN、MLD、IPv6 PIM、IPv6 MBGP

この章ではレイヤ 2、レイヤ 3 マルチキャストプロトコルの一般的なアプリケーションと機能について記載します。レイヤ 2 マルチキャストプロトコルに関する詳細は、関連する章を参照してください。

I. レイヤ 3 マルチキャストプロトコル

レイヤ 3 マルチキャストプロトコルには、マルチキャストグループ管理プロトコルやマルチキャストルーティングプロトコルがあります。

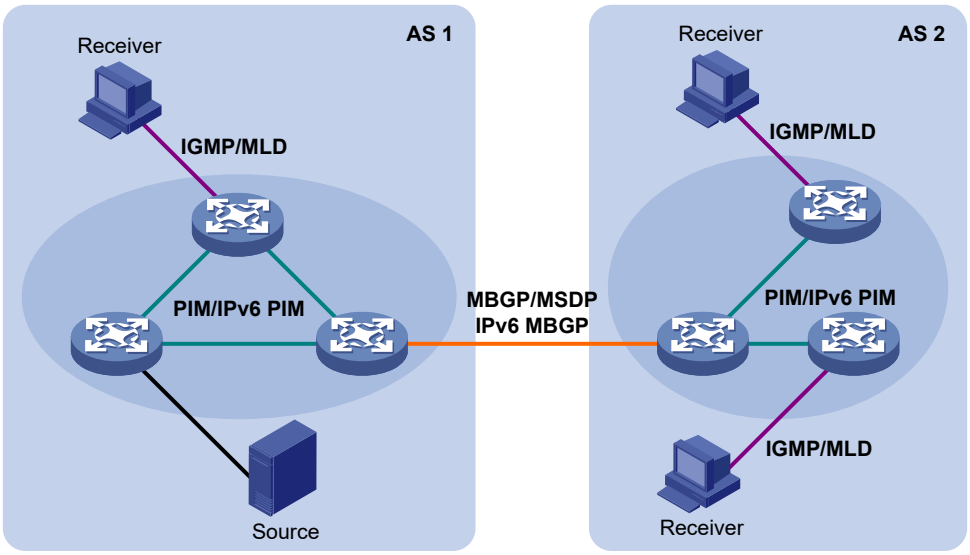


図 1-8 レイヤ 3 マルチキャストプロトコルの位置

- マルチキャストグループ管理プロトコル

通常は、IGMP（internet group management protocol）、MLD（multicast listener discovery protocol）はマルチキャストグループ管理プロトコルです。通常、これらのプロトコルは、ホストとレイヤ 3 マルチキャスト装置の間でグループメンバシップを確立して維持するメカニズムを定義します。

- マルチキャストルーティングプロトコル

マルチキャストルーティングプロトコルはレイヤ 3 マルチキャスト装置上で動作し、マルチキャストルートを確立して維持します。そして、マルチキャストパケットを正確に効率よく転送します。マルチキャストルートは、データソースから複数のレシーバまでループのないデータ転送パス（マルチキャスト配信ツリーとして知られます。）を構成します。

II. レイヤ 2 マルチキャストプロトコル

レイヤ 2 マルチキャストプロトコルには、IGMP Snooping、MLD Snooping、PIM Snooping、IPv6 PIM Snooping、マルチキャスト VLAN、IPv6 マルチキャスト VLAN があります。

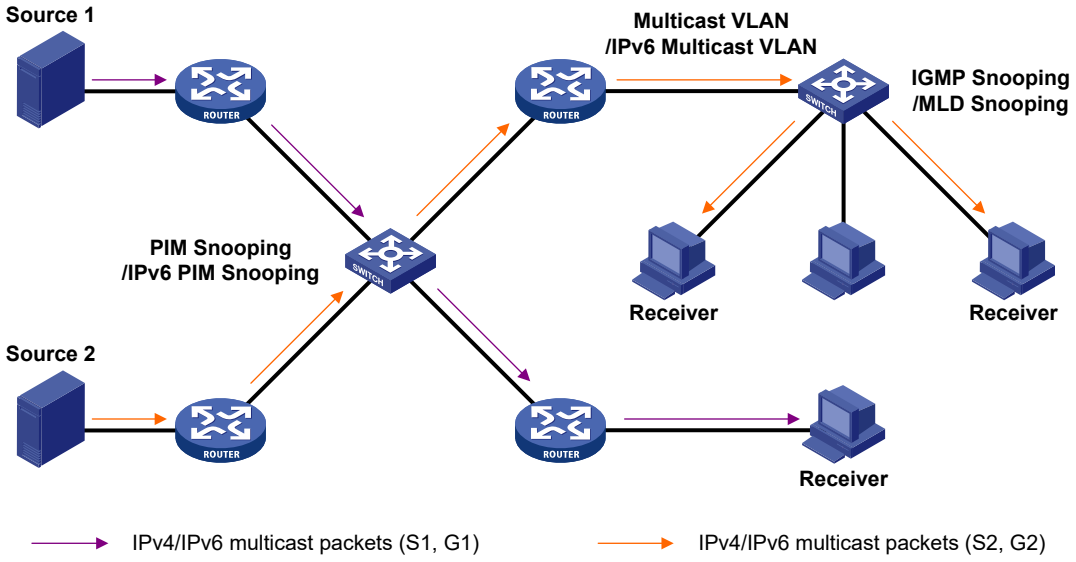


図 1-9 レイヤ 2 マルチキャストプロトコルの位置

- IGMP snooping、MLD snooping

マルチキャストの転送効率を改良するため PIM Snooping および IPv6 PIM Snooping はレイヤ 2 装置で動作するマルチキャスト構成メカニズムです。ホストとレイヤ 3 マルチキャスト装置の間で交換される IGMP または MLD メッセージをモニタ、解析することによって、マルチキャストグループを管理、制御します。このメカニズムはレイヤ 2 ネットワークでマルチキャストデータのフラッディングを制御するのに効率的です。

- PIM snooping、IPv6 PIM snooping

PIM Snooping および IPv6 PIM Snooping はレイヤ 2 装置で動作します。受信した PIM メッセージを解析するため、PIM snooping や IPv6 PIM snooping を動作させます。PIM snooping ルーティングエントリや IPv6 PIM snooping ルーティングエントリに、指定したマルチキャストデータに関連するポートのみを追加します。これによって、マルチキャストデータは、関連するポートに対してのみ転送します。

- マルチキャスト VLAN、IPv6 マルチキャスト VLAN

異なる VLAN に同一グループのマルチキャストレシーバが存在するところで、マルチキャストネットワークのレイヤ 2 装置でマルチキャスト VLAN、IPv6 マルチキャスト VLAN が動作します。これらのプロトコルでは、レイヤ 3 マルチキャスト装置はレイヤ 2 装置のマルチキャスト VLAN または IPv6 マルチキャスト VLAN へマルチキャストデータのコピーを 1 つだけ送信します。これにより、レイヤ 3 装置上のネットワーク帯域幅の浪費や余分な負荷を回避します。

目次

このセクションのページは **7-x-x** です。

2 章 IGMP スヌーピング 2-1
2.1 概要 2-1
2.1.1 IGMP snooping のポート 2-1
2.1.2 IGMP snooping の動作 2-3
2.2 プロトコルと標準 2-5
2.3 IGMP snooping 設定作業リスト 2-5
2.4 IGMP snooping の基本機能の設定 2-5
2.4.1 IGMP snooping の有効化 2-6
2.4.2 IGMP snooping のバージョンの設定 2-6
2.4.3 IGMP snooping 転送エントリの最大数の設定 2-7
2.4.4 IGMP last member クエリ間隔の設定 2-7
2.5 IGMP snooping ポート機能の設定 2-8
2.5.1 ダイナミックポートのエージングタイマの設定 2-8
2.5.2 スタティックポートの設定 2-9
2.5.3 シミュレーティッドメンバホストの設定 2-9
2.5.4 fast-leave 処理の有効化 2-10
2.6 IGMP snooping クエリの設定 2-11
2.6.1 設定要件 2-11
2.6.2 IGMP snooping クエリアの有効化 2-11
2.6.3 IGMP クエリと response のパラメータの設定 2-12
2.7 IGMP メッセージのパラメータの設定 2-13
2.7.1 設定要件 2-13
2.7.2 IGMP メッセージの送信元 IP アドレスの設定 2-13
2.7.3 IGMP メッセージの 802.1p 優先度の設定 2-14
2.8 IGMP snooping ポリシーの設定 2-15
2.8.1 マルチキャストグループポリシーの設定 2-15
2.8.2 未知のマルチキャストデータ廃棄機能の有効化 2-16
2.8.3 IGMP report 抑制機能の有効化 2-17
2.8.4 ポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数の設定 2-17
2.8.5 マルチキャストグループ置き換え機能の有効化 2-18
2.9 IGMP snooping の表示と維持 2-19
2.10 IGMP snooping 設定例 2-19
2.10.1 ネットワーク要件 2-19
2.10.2 設定手順 2-20
2.10.3 設定の確認 2-21
2.11 IGMP snooping のトラブルシューティング 2-22
2.11.1 レイヤ 2 マルチキャスト転送ができない 2-22
2.11.2 マルチキャストグループポリシーが動作しない 2-22

2章 IGMP スヌーピング

2.1 概要

IGMP snooping はマルチキャスト転送時のネットワークへの負荷を軽減するためのメカニズムです。図 2-1 に示すように、IGMP snooping を有効にしない場合、マルチキャストパケットはすべてのポートにフラッディングされます。IGMP snooping を有効にすると、既知のマルチキャストグループからのマルチキャストパケットは、Receiver レシーバへのみ転送されます。IGMP snooping を有効にすることで、不要なマルチキャストトラフィックのフラッディングを抑止し、ネットワークを効率的に利用することができます。

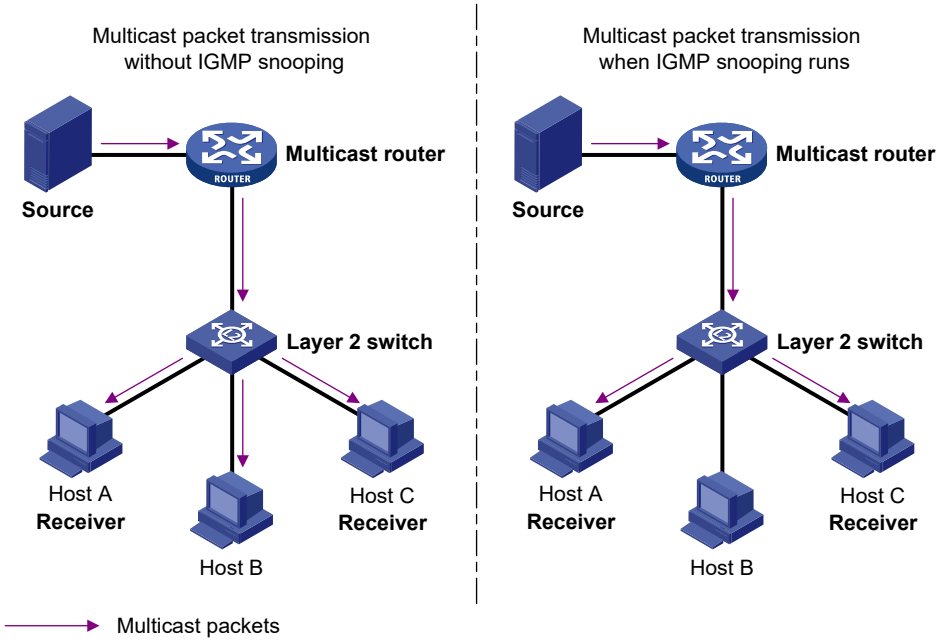


図 2-1 IGMP snooping を有効にする前と有効にした後のマルチキャストパケットの転送

2.1.1 IGMP snooping のポート

図 2-2 に示すように、IGMP snooping は Device A と Device B で動作し、Host A と Host C がマルチキャストグループのホストとするレシーバです。IGMP snooping のポートはメンバポートとルータポートに分類されます。

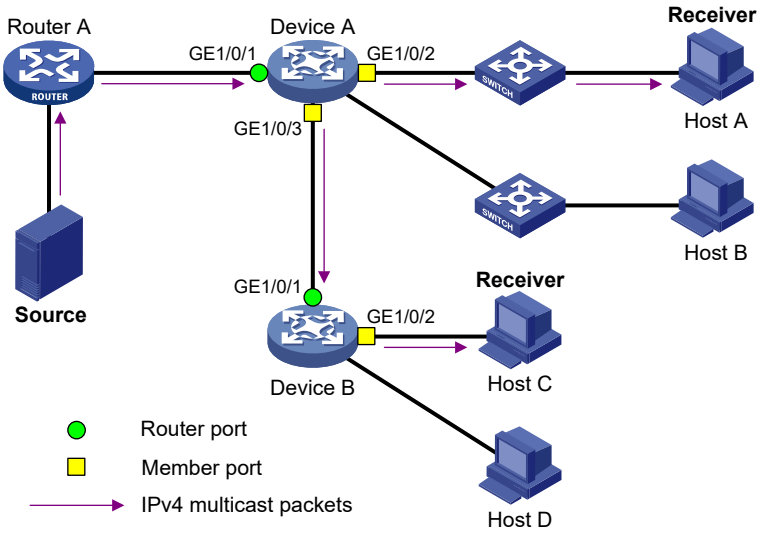


図 2-2 IGMP snooping 関連ポート

I. ルータポート

IGMP snooping のレイヤ 2 装置で、レイヤ 3 マルチキャストへのポートはルータポートと呼ばれます。図 2-2 では、Device A の GigabitEthernet 1/0/1 と Device B の GigabitEthernet 1/0/1 がルータポートです。

ルータポートは以下のタイプがあります。

- **ダイナミックルータポート**－ポートで 0.0.0.0 以外の送信元アドレスの IGMP general クエリを受信する、あるいは PIM Hello メッセージを受信した場合、ダイナミックルータポートリストにポートを追加します。同時にポートのタイマを開始します。タイマが満了する前にメッセージを受信しない場合、ポートはダイナミックルータポートリストからポートを削除します。
- **スタティックルータポート**－ポートがルータポートとしてスタティックに設定された場合、スタティックルータポートリストにポートを追加します。スタティックルータポートはエージアウトしません。手動でのみ削除することができます。

IGMP snooping のルータポートをレイヤ 3 インタフェースのルーテッドインタフェースと混同しないでください。IGMP snooping のルータポートはレイヤ 2 インタフェースです。

II. メンバポート

IGMP snooping のレイヤ 2 装置で、マルチキャストレシーバへのポートはメンバポートと呼ばれます。図 2-2 では、Device A の GigabitEthernet 1/0/2 と GigabitEthernet 1/0/3、Device B の GigabitEthernet 1/0/2 がメンバポートです。

メンバポートは以下のタイプがあります。

- **ダイナミックメンバポート**－ポートが IGMP report をした場合、出力インタフェースとして関連づけられたダイナミック IGMP snooping 転送エントリに追加されます。同時にポートのタイマを開始します。タイマが満了する前にメッセージを受信しない場合、ポートはダイナミック転送エントリからからポートを削除します。

- **スタティックメンバポート**－ポートがメンバポートとしてスタティックに設定された場合、出力インタフェースとして関連づけられたスタティック IGMP snooping 転送エントリに追加されます。スタティックメンバポートはエージアウトしません。手動でのみ削除することができます。

特に指定しない限り、この章でのルータポートとメンバポートは、スタティックルータポート、ダイナミックルータポートと、スタティックメンバポート、ダイナミックメンバポートを含みます。

2.1.2 IGMP snooping の動作

この章のポートはダイナミックポートです。スタティックポートの設定、削除方法については、オペレーションマニュアルのセクション 7 *マルチキャスト　“IGMP snooping”の“スタティックポートの設定”*を参照してください。

IGMP メッセージのタイプは、general クエリ、IGMP report、leave message を含みます。IGMP snooping が有効なレイヤ 2 装置は、受信した IGMP メッセージによってそれぞれ異なる動作をします。

I. General クエリ

IGMP クエリアは、アクティブなマルチキャストグループメンバが存在するかどうかを調べるために、ローカルサブネット上のすべてのホストとルータへ IGMP general クエリを定期的に送信します。

IGMP クエリアから IGMP general クエリを受信すると、装置はメッセージを受信したポートと同じ VLAN に属する、受信したポート以外のすべてのポートへ IGMP general クエリを転送します。受信ポートに対しては以下を実施します。

- 受信ポートがルータポートリストに存在するルータポートの場合、装置はこのルータポートのエージングタイマを再起動します。
- 受信ポートがルータポートリストに存在しない場合、装置はその受信ポートをルータポートリストに追加し、このルータポートのエージングタイマを開始します。

II. IGMP report

ホストは以下の目的により IGMP report を IGMP クエリアへ送信します。

- ホストがマルチキャストグループメンバである場合、IGMP クエリに応答します。
- マルチキャストグループ membership を適用します。

IGMP report を受信すると、装置は VLAN 内のすべてのルータポートからそれを転送し、報告されたマルチキャストグループのアドレスを解決します。そして、転送テーブルを検索します。

- 報告されたグループの転送テーブルエントリが存在しない場合、装置はエントリを作成して、受信したポートを転送エントリにダイナミックメンバポートとして追加します。そして、そのポートでメンバポートエージングタイマを起動します。
- 報告されたグループの転送テーブルエントリは存在するが、そのグループの発信ポートリストにポートが含まれていない場合、装置はポートをダイナミックメンバポートとして転送エントリに追加します。そのポートのメンバポートエージングタイマを起動します。

- 報告されたグループの転送テーブルエントリが存在し、転送エントリに受信ポートが含まれている場合、装置はそのポートのメンバポートエージングタイマをリセットします。

IGMP snooping が有効な装置でマルチキャストグループポリシーの設定がある際、ユーザがマルチキャストプログラムを要求したとき、ユーザのホストは IGMP report を初期化します。この IGMP report を受信した後、装置は IGMP report のマルチキャストグループアドレスを解決し、IGMP report の ACL によるフィルタリングを実行します。ACL のフィルタリングにパスした場合、出力インタフェースとして受信したポートの IGMP snooping 転送エントリを作成し、転送エントリにポートを追加します。パスしない場合、装置は IGMP report を廃棄します。ユーザはマルチキャストグループに加入できず、マルチキャストプログラムを要求することができないことを示します。

装置は IGMP report の抑制を行わないため、非ルータポートを通して IGMP report の転送を行いません。

III. Leave message

IGMPv1 ホストがマルチキャストグループを離脱する場合、ホストは IGMP leave メッセージを送信しません。レシーバホストに接続されているポートのエージングタイマが終了するまで、装置はホストに対応するメンバポートの転送エントリを転送テーブルから削除しません。この場合、ポートのマルチキャストグループのエージングタイマが終了したときのみ関連する転送エントリの出力インタフェースリストからポートを削除します。

IGMPv2 ホストあるいは IGMPv3 ホストがマルチキャストグループを離脱する場合、マルチキャストルータに IGMP leave メッセージを送信します。

装置がダイナミックメンバポートで IGMP leave メッセージを受信した場合、そのグループの転送テーブルエントリが存在するかどうかを確認します。

- 転送テーブルエントリが存在しない場合、装置は IGMP leave メッセージを破棄します。
- 転送テーブルエントリが存在するが転送エントリに受信ポートがない場合、装置は IGMP leave メッセージを破棄します。
- 転送テーブルエントリが存在し、転送エントリに受信ポートがある場合、装置は leave メッセージを VLAN 内のすべてのルータポートに転送します。装置は転送エントリから即座にポートを破棄しないかわりに、ポートに対してエージングタイマを設定します。

ホストから IGMP leave メッセージを受信したのち、IGMP クエリアはメッセージからマルチキャストグループのアドレスを解決します。そして leave メッセージを受信したポートからマルチキャストグループに IGMP group-specific クエリを送信します。

IGMP group-specific クエリを受信すると、装置は VLAN 内のすべてのルータポートとマルチキャストグループのすべてのメンバポートから IGMP group-specific クエリを転送します。直接接続されたレシーバから IGMP レポートの応答を待ちます。leave メッセージを受信したダイナミックメンバポートのため、装置は以下のアクションを実行します。

- メンバポートのエージングタイマが切れる前に、装置はそのポートのエージングタイマを再起動します。
- 装置はエージングタイマが終了すると、マルチキャストグループの転送テーブルエントリからポートを削除します。

2.2 プロトコルと標準

RFC 4541, *Considerations for Internet Group Management Protocol (IGMP) and Multicast Listener Discovery (MLD) Snooping Switches*

2.3 IGMP snooping設定作業リスト

作業リスト
IGMP snoopingの基本機能の設定 • （必須設定項目）IGMP snoopingの有効化 • （オプション設定項目）IGMP snoopingのバージョンの設定 • （オプション設定項目）IGMP snooping転送エントリの最大数の設定 • （オプション設定項目）IGMP last member クエリ間隔の設定
IGMP snoopingポート機能の設定 • （オプション設定項目）ダイナミックポートのエージングタイマの設定 • （オプション設定項目）スタティックポートの設定 • （オプション設定項目）シミュレーティッドメンバホストの設定 • （オプション設定項目）fast-leave処理の有効化
IGMP snooping クエリの設定 • （オプション設定項目）IGMP snoopingクエリアの有効化 • （オプション設定項目）IGMP クエリとresponseのパラメータの設定
IGMPメッセージパラメータの設定 • （オプション設定項目）IGMPメッセージの送信元IPアドレスの設定 • （オプション設定項目）IGMPメッセージの802.1p優先度の設定
IGMP snooping ポリシーの設定 • （オプション設定項目）マルチキャストグループポリシーの設定 • （オプション設定項目）未知のマルチキャストデータ廃棄機能の有効化 • （オプション設定項目）IGMP report抑制機能の有効化 • （オプション設定項目）ポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数の設定 • （オプション設定項目）マルチキャストグループ置き換え機能の有効化

IGMP snooping において、アグリゲートインタフェース上での設定は、そのメンバポートの設定に干渉しないし、アグリゲーション計算にも参加しません。アグリゲートグループのメンバポートでの設定は、アグリゲートグループから離脱するまで有効になりません。

2.4 IGMP snoopingの基本機能の設定

IGMP snooping の基本機能の設定をする前に、以下の作業を完了させてください。

- 対応する VLAN を設定してください。
- IGMP snooping のバージョンを定義してください。
- IGMP snooping 転送エントリの最大数を定義してください。
- IGMP last member クエリの間隔を定義してください。

2.4.1 IGMP snooping の有効化

IGMP snooping を有効にするとき、以下のガイドラインに従ってください。

- VLAN で IGMP snooping を有効にする前に、グローバルで有効にしてください。
- VLAN 用の IGMP snooping は、VLAN のメンバポートでのみ動作します。

以下に IGMP snooping の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. IGMP snooping をグローバルで有効にし、IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	デフォルト：無効
3. system view に戻る	**quit**	―
4. VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
5. VLAN で IGMP snooping を有効にする	**igmp-snooping enable**	デフォルト：無効

2.4.2 IGMP snooping のバージョンの設定

IGMP snooping のバージョン異なると、IGMP メッセージの異なるバージョンを処理することができます。

- IGMPv2 snooping は IGMPv1 と IGMPv2 のメッセージを処理することができますが、IGMPv3 メッセージは処理することはできず、VLAN 上にフラッディングされてしまいます。
- IGMPv3 snooping は IGMPv1、IGMPv2、IGMPv3 メッセージを処理することができます。

IGMPv3 snooping を IGMPv2 snooping に変更する場合、装置は以下のことを行います。

- ダイナミックに追加されたすべての IGMP snooping 転送エントリを削除します。
- IGMPv3 snooping スタティック（* , G）の転送エントリは維持します。
- IGMPv3 snooping スタティック(S , G)の転送エントリは削除します。IGMP snooping が IGMPv3 snooping に切り替わったとき復元されます。

スタティック IGMP snooping 転送エントリの詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 7 *マルチキャスト "IGMP snooping" の "スタティックポートの設定"* を参照してください。

以下に IGMP snooping のバージョンの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3. IGMP snooping のバージョンを指定する	**igmp-snooping version** *version-number*	デフォルト：2

2.4.3 IGMP snooping 転送エントリの最大数の設定

IGMP snooping 転送テーブルの最大エントリ数をグローバルに設定できます。この最大エントリ数はダイナミックエントリ、スタティックを含みます。装置の転送エントリ数が上限に達すると、装置は、いくつかのエントリがタイムアウトするか、手動で削除されるまで、転送エントリを生成することができません。新しいエントリを作成するため、手動でエントリを削除することを推奨します。

以下に IGMP snooping 転送エントリの最大数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3. IGMP snooping 転送エントリの最大数を設定する	**entry-limit** *limit*	デフォルト：4294967295

2.4.4 IGMP last member クエリ間隔の設定

グループの IGMP group-specific クエリを受信すると、レシーバホストは参加した各マルチキャストグループのタイマを起動します。このタイマは、0 から最大応答時間（ホストは、受信した IGMP クエリの Max Response Time フィールドから最大応答時間の値を取得します）の範囲でランダムな値に初期化されます。タイマ値が経過して 0 になったときに、ホストは対応するマルチキャストグループに IGMP report を送信します。

IGMP クエリの最大応答時間を適切に設定すると、ホストは速やかにクエリに応答できます。また、対応するタイマの期限が多数のホストで同時に切れたときに同時に送信する report によってネットワーク上で発生する IGMP トラフィックのバーストを回避することもできます。

I. 設定の制限とガイドライン

IGMP last member クエリの間隔を設定する場合、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- fast-leave 処理が有効なポートから IGMP leave メッセージを受信した場合、装置は IGMP group-specific クエリを送信しません。
- IGMP-snooping view のすべての VLAN、あるいは VLAN view の VLAN でグローバルに IGMP last member クエリの間隔を設定することができます。VLAN で行った設定はグローバルで行った設定よりも優先されます。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3. IGMP last-member クエリの送信間隔を設定する	**last-member-query-interval** *interval*	デフォルト：1秒

II. VLAN での IGMP last member クエリの間隔の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． IGMP-snooping view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3． IGMP last-member クエリの送信間隔を設定する	**igmp-snooping last-member-query-interval** *interval*	デフォルト：1秒

2.5 IGMP snoopingポート機能の設定

IGMP snooping ポート機能の設定をする前に、以下の作業を完了させてください。

- VLAN で IGMP snooping を有効にしてください。
- ダイナミックルータポートのエージングタイマを定義してください。
- ダイナミックメンバポートのエージングタイマを定義してください。
- マルチキャストグループとマルチキャスト送信元アドレスを定義してください。

2.5.1 ダイナミックポートのエージングタイマの設定

ダイナミックポートのエージングタイマを設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- マルチキャストグループメンバシップが頻繁に変更される場合は、メンバポートのエージングタイマに比較的小さな値を設定します。マルチキャストグループメンバシップがほとんど変更されない場合は、メンバポートのエージングタイマに比較的大きな値を設定します。
- ダイナミックポートのエージングタイマの設定は、VLAN view の現在の VLAN あるいは IGMP-snooping view のすべての VLAN のどちらかに設定することができます。もし VLAN view と IGMP-snooping view の両方に設定がある場合、VLAN view の設定が適用されます。

I. グローバルでのダイナミックポートのエージングタイマの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3． グローバルでのダイナミックルータポートのエージングタイマを設定する	**router-aging-time** *interval*	デフォルト：260秒
4． グローバルでのダイナミックメンバポートのエージングタイマを設定する	**host-aging-time** *interval*	デフォルト：260秒

II. VLAN でのダイナミックポートのエージングタイマの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3. VLAN でのダイナミックルータポートのエージングタイマを設定する	**igmp-snooping router-aging-time** *interval*	デフォルト：260秒
4. VLAN でのダイナミックメンバポートのエージングタイマを設定する	**igmp-snooping host-aging-time** *interval*	デフォルト：260秒

2.5.2 スタティックポートの設定

以下のタイプのスタティックポートを設定することができます。

- **スタティックメンバポート**－マルチキャストグループのスタティックメンバポートを設定するとき、ポートに接続されるすべてのホストはグループのマルチキャストデータを受信することができます。

  設定を完了した、あるいは取り消したとき、ポートは IGMP report や leave メッセージを送信しません。スタティックメンバポートは IGMP クエリに応答しません。
- **スタティックルータポート**－マルチキャストグループのスタティックルータポートを設定するとき、ポートで受信されたグループのすべてのマルチキャストデータは転送されます。

以下にスタティックポートの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. ポートをスタティックポートに設定する	• ポートをスタティックメンバポートに設定する：**igmp-snooping static-group** *group-address* [**source-ip** *source-address*] **vlan** *vlan-id* • ポートをスタティックルータポートに設定する：**igmp-snooping static-router-port vlan** *vlan-id*	デフォルト：設定なし

2.5.3 シミュレーティッドメンバホストの設定

ポートでシミュレーティッドメンバホストを設定したとき、以下の方法により独立したホストと同等になります。

- 設定が完了したとき、unsolicited IGMP report を送信します。
- IGMP report として IGMP general クエリに応答します。
- 設定を削除したとき、IGMP leave メッセージを送信します。

シミュレーティッドホストの IGMP のバージョンと IGMP snooping バージョンが同一であることを確認してください。スタティックメンバポートと異なり、シミュレーティッドメンバホストとして設定されたポートはダイナミックメンバポートと同様にエージアウトします。

以下にシミュレーティッドメンバホストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. ポートをシミュレーティッドメンバホストとして設定する	**igmp-snooping host-join** *group-address* [**source-ip** *source-address*] **vlan** *vlan-id*	デフォルト：設定なし

2.5.4 fast-leave 処理の有効化

ポートが leave メッセージを受信するとき、装置は fast-leave 処理機能によって、IGMP leave メッセージを迅速に転送エントリからポートを削除することができます。

I. 設定の制限とガイドライン

IGMP snooping fast-leave 処理機能を設定するとき、以下の設定の制限とガイドラインに従ってください。

- 複数のホストが接続しているポートでは fast-leave 処理機能を有効にしないでください。そうでないと同じマルチキャストグループにあるポートに接続された他のレシーバのホストはマルチキャストデータを受信することができません。
- IGMP snooping fast-leave 処理機能は、ポートあるいはグローバルのどちらかに設定することができます。もしポートとグローバルの両方に設定がある場合、ポートの設定が適用されます。

II. グローバルでの IGMP snooping fast-leave 処理機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3. グローバルで IGMP snooping fast-leave 処理機能を設定する	**fast-leave** [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：無効

III. ポートでの IGMP snooping fast-leave 処理機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2． Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3． ポートで IGMP snooping fast-leave 処理機能を設定する	**igmp-snooping fast-leave** [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：無効

2.6 IGMP snooping クエリの設定

この項では IGMP snooping クエリの設定方法について記載します。

2.6.1 設定要件

IGMP snooping クエリを設定する前に、以下の作業を完了してください。

- VLAN で IGMP snooping を有効にしてください。
- IGMP general クエリの送信間隔を定義してください。
- IGMP last-member クエリの送信間隔を定義してください。
- IGMP general クエリの最大応答時間を定義してください。

2.6.2 IGMP snooping クエリアの有効化

この機能は、データリンクレイヤでマルチキャスト転送エントリを確立し、維持するために、装置が IGMP general クエリを定期的に送信します。レイヤ 3 マルチキャスト装置がないネットワークで IGMP snooping クエリアを設定することができます。

IGMP snooping クエリアを有効にするとき、IGMP が動作するマルチキャストネットワークで IGMP snooping クエリアを有効にしないでください。IGMP Snooping クエリアは IGMP クエリアの選択に関与しませんが、小さい送信元 IP アドレスで IGMP general クエリを送信するので IGMP クエリアの選択に影響を与える可能性があります。

以下に VLAN で IGMP snooping クエリアを有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	—
3． IGMP snooping クエリアを有効にする	**igmp-snooping querier**	デフォルト：無効

2.6.3 IGMP クエリと response のパラメータの設定

注意：

IGMP general クエリ間隔は IGMP general クエリの最大応答時間よりも大きいことを確認してください。そうしないとマルチキャストグループメンバが誤って削除されてしまう可能性があります。

VLAN ベースのネットワークの実際の状況にもとづいて、IGMP general クエリ の送信間隔 を調整することができます。

IGMP クエリ（general クエリ または group-specific クエリ）を受信すると、レシーバホストは参加した各マルチキャストグループの report delay タイマを起動します。このタイマは、0 から最大応答時間（ホストは、受信した IGMP クエリの Max Response Time フィールドから最大応答時間の値を取得します）の範囲でランダムな値に初期化されます。タイマ値が経過して 0 になったときに、ホストは対応するマルチキャストグループに IGMP report を送信します。

IGMP クエリの最大応答時間を適切に設定すると、ホストは速やかにクエリに応答できます。また、対応するタイマの期限が多数のホストで同時に切れたときに同時に送信する report によってネットワーク上で発生する IGMP トラフィックのバーストを回避することもできます。

IGMP クエリと応答のパラメータは、VLAN view で現在の view あるは IGMP-snooping view ですべての VLAN で設定できます。もし VLAN view と IGMP-snooping view の 2 つの設定がある場合、VLAN view で設定された設定が適用されます。

I. グローバルでの IGMP クエリと response のパラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3. IGMP general クエリの最大応答時間を設定する	**max-response-time** *seconds*	デフォルト：10秒
4. IGMP last-member クエリ間隔を設定する	**last-member-query-interval** *interval*	デフォルト：1秒

II. VLAN での IGMP クエリと response のパラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3. IGMP general クエリの送信間隔を設定する	**igmp-snooping query-interval** *interval*	デフォルト：125秒
4. IGMP general クエリの最大応答時間を設定する	**igmp-snooping max-response-time** *interval*	デフォルト：10秒
5. IGMP last-member クエリ間隔を設定する	**igmp-snooping last-member-query-interval** *interval*	デフォルト：1秒

2.7 IGMPメッセージのパラメータの設定

この章では IGMP メッセージのパラメータの設定について記載します。

2.7.1 設定要件

VLAN で IGMP メッセージのパラメータを設定する前に、以下の作業を完了してください。

- VLAN で IGMP snooping を有効にしてください。
- IGMP general クエリの送信元 IP アドレスを定義してください。
- IGMP group-specific クエリの送信元 IP アドレスを定義してください。
- IGMP report の送信元 IP アドレスを定義してください。
- IGMP leave message の送信元 IP アドレスを定義してください。
- IGMP メッセージの 802.1p 優先度を定義してください。

2.7.2 IGMP メッセージの送信元 IP アドレスの設定

送信元 IP アドレスが 0.0.0.0 である IGMP クエリをポートで受信すると、装置はそのポートをダイナミックルータポートとして設定しません。これによって、マルチキャスト転送エントリがデータリンクレイヤで正しく作成されずに、最終的にマルチキャストトラフィック転送エラーが発生する可能性があります。

この問題を防ぐため、IGMP snooping クエリアとして動作する装置によって送信された IGMP クエリの送信元 IP アドレスとしてオール 0 以外の IP アドレスを設定することができます。IGMP クエリの送信元アドレスを変更するとサブネット内の IGMP クエリアの選定に影響する可能性があります。

シミュレーティッドメンバホストあるいは IGMP snooping のプロキシーによって IGMP report あるいは IGMP leave message の送信元 IP アドレスを変更することができます。

以下に VLAN での IGMP メッセージの送信元 IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3． IGMP general クエリの送信元 IP アドレスを設定する	**igmp-snooping general-query source-ip** *ip-address*	デフォルト：現在のVLANインタフェースのIPアドレスです。 現在のVLANインタフェースにIPアドレスがない場合、0.0.0.0です。

操作	コマンド	補足
4． IGMP group-specific クエリの送信元 IP アドレスを設定する	**igmp-snooping special-query source-ip** *ip-address*	デフォルト：以下のいずれかとなります。 ● VLANのIGMP snoopingクエリアがIGMP general クエリを受信したとき、IGMP group-specific クエリの送信元IPアドレスはIGMP general クエリの送信元IPアドレスです。 ● VLANのIGMP snoopingクエリアがIGMP general クエリを受信していない場合、IGMP group-specific クエリの送信元IPアドレスは現在のVLANインタフェースのIPアドレスです。 ● VLANのIGMP snoopingクエリアがIGMP general クエリを受信しておらず、現在のVLANインタフェースにIPアドレスが設定されていない場合、送信元IPアドレスは0.0.0.0です。
5． IGMP reports の送信元 IP アドレスを設定する	**igmp-snooping report source-ip** *ip-address*	デフォルト：現在のVLANインタフェースのIPアドレスです。 現在のVLANインタフェースにIPアドレスがない場合、0.0.0.0です。
6． IGMP leave メッセージの送信元 IP アドレスを設定する	**igmp-snooping leave source-ip** *ip-address*	デフォルト：現在のVLANインタフェースのIPアドレスです。 現在のVLANインタフェースにIPアドレスがない場合、0.0.0.0です。

2.7.3 IGMP メッセージの 802.1p 優先度の設定

装置の出力ポートで混雑が発生すると、802.1p 優先度が高い順から IGMP メッセージを転送します。装置によって作成あるいは転送される IGMP メッセージに高い 802.1p 優先度を割り当てることができます。

IGMP-snooping view のすべての VLAN あるいは VLAN view の現在の VLAN で IGMP メッセージの優先度を設定することができます。VLAN view での設定は IGMP-snooping view での設定よりも優先されます。

I. グローバルでの IGMP メッセージの 802.1p 優先度の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2． IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3． IGMP メッセージの 802.1p 優先度を設定する	**dot1p-priority** *priority-number*	デフォルト：設定なし

II. VLAN での IGMP メッセージの 802.1p 優先度の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3． IGMP メッセージの 802.1p 優先度を設定する	**igmp-snooping dot1p-priority** *priority-number*	デフォルト：設定なし

2.8 IGMP snooping ポリシーの設定

IGMP snooping ポリシーの設定をする前に、以下の作業を完了させてください。

- VLAN で IGMP snooping を有効にしてください。
- マルチキャストグループポリシーに使用する ACL を定義してください。
- ポートが追加できるマルチキャストグループの最大数を定義してください。

2.8.1 マルチキャストグループポリシーの設定

マルチキャストグループを指定する ACL とオプションのソースにもとづいて IGMP report をフィルタします。受信ホストが加入するマルチキャストグループを管理するために使用されます。

I. 設定の制限とガイドライン

マルチキャストグループポリシーの設定を行うとき、以下の設定の制限とガイドラインに従ってください。

- この設定はポートがダイナミックに追加するマルチキャストグループに適用されます。
- マルチキャストグループポリシーは、ポートあるいはグローバルのどちらかに設定することができます。もしポートとグローバルの両方に設定がある場合、ポートの設定が適用されます。

II. グローバルでのマルチキャストグループポリシーの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―

操作	コマンド	補足
3. グローバルでマルチキャストグループポリシーを設定する	**group-policy** *acl-number* [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：設定なし

III. ポートでのマルチキャストグループポリシーの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. ポートでマルチキャストグループポリシーを設定する	**igmp-snooping group-policy** *acl-number* [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：設定なし

2.8.2 未知のマルチキャストデータ廃棄機能の有効化

この機能はすべての未知のマルチキャストデータを廃棄します。未知のマルチキャストデータとは、IGMP snooping 転送テーブルにエントリが存在しないマルチキャストデータのことです。装置にルータポートがない場合、未知のマルチキャストデータを廃棄します。

この機能はすべての未知のマルチキャストデータを廃棄します。この機能を無効にした場合、装置は未知のマルチキャストパケットをデータが存在する VLAN にフラッディングします。

I. 設定制限とガイドライン

未知のマルチキャストデータ廃棄機能を有効にするとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- 未知のマルチキャストデータ廃棄機能を、IGMP-snooping view ですべての VLAN に対してグローバルに、もしくは VLAN view で現在の VLAN に対して有効にできます。IGMP-snooping view での drop-unknown コマンドと VLAN view での **igmp-snooping drop-unknown** コマンドは互いに排他的です。同一装置にこれらのコマンドを設定することはできません。
- この機能を VLAN で有効にするために、装置は VLAN に対する未知の IPv4 マルチキャストデータを、VLAN 内の別のルータポートに転送します。

II. グローバルでの未知のマルチキャストデータ廃棄機能の有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3. 未知のマルチキャストデータ廃棄機能をグローバルで有効にする	**drop-unknown**	デフォルト：無効 未知のマルチキャストデータはフラッディングします。

III. VLAN での未知のマルチキャストデータ廃棄機能の有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3． 未知のマルチキャストデータ廃棄機能を VLAN で有効にする	**igmp-snooping drop-unknown**	デフォルト：無効 未知のマルチキャストデータはフラッディングします。

2.8.3 IGMP report 抑制機能の有効化

この機能はマルチキャストグループ用に、直接接続されているレイヤ 3 装置に最初の IGMP report のみを転送します。以降の同じマルチキャストグループからの IGMP report を廃棄します。

以下に IGMP report 抑制機能を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	―
3． IGMP report 抑制機能を有効にする	**report-aggregation**	デフォルト：有効

2.8.4 ポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数の設定

ポートトラフィックを調整するため、ポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数を設定することができます。

I. 設定の制限とガイドライン

ポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数を設定するとき、以下の設定の制限とガイドラインに従ってください。

- この設定はダイナミックにマルチキャストグループに加入されたポートのみ適用します。
- ポートが参加したマルチキャストグループの数が設定されている最大数に達したときは、そのポートに残るすべての転送エントリを IGMP snooping 転送テーブルから削除します。このポートに接続されたホストは、最大数になる前に、再度マルチキャストグループに参加することができます。

II. 設定手順

以下にポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3. ポートで参加可能なマルチキャストグループの最大数を設定する	**igmp-snooping group-limit** *limit* [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：設定なし

2.8.5 マルチキャストグループ置き換え機能の有効化

この機能は、グループのメンバ数が上限を超えたとき、装置が既存のマルチキャストグループを新規に追加されたマルチキャストグループに置き換える機能です。この機能は一般的にチャンネルスイッチアプリケーションで使われます。この機能が無効の場合、装置は新しいグループの IGMP report を廃棄し、ユーザが新しいチャンネルに変更することができません。

I. 設定の制限とガイドライン

マルチキャストグループ置き換え機能を有効にしたとき、以下の設定の制限とガイドラインに従ってください。

- この設定はダイナミックにマルチキャストグループに加入されたポートのみ適用します。
- マルチキャストグループ置き換え機能は、インタフェースあるいはグローバルのどちらかに設定することができます。もしインタフェースとグローバルの両方に設定がある場合、インタフェースの設定が適用されます。

II. グローバルでのマルチキャストグループ置き換え機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. IGMP-snooping view に移行する	**igmp-snooping**	—
3. グローバルでマルチキャストグループ置き換え機能を有効にする	**overflow-replace** [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：無効

III. ポートでのマルチキャストグループ置き換え機能の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. Layer 2 Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
3. ポートでマルチキャストグループ置き換え機能を有効にする	**igmp-snooping overflow-replace** [**vlan** *vlan-list*]	デフォルト：無効

2.9 IGMP snoopingの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
IGMP snoopingステータスを表示する	**display igmp-snooping** [**global** | **vlan** *vlan-id*]
ダイナミックIGMP snooping転送エントリの情報を表示する	**display igmp-snooping group** [*group-address* | *source-address*] * [**vlan** *vlan-id*] [**verbose**]
スタティックIGMP snooping転送エントリの情報を表示する	**display igmp-snooping static-group** [*group-address* | *source-address*] * [**vlan** *vlan-id*] [**verbose**]
ダイナミックルータポートの情報を表示する	**display igmp-snooping router-port** [**verbose** | **vlan** *vlan-id*]
スタティックルータポートの情報を表示する	**display igmp-snooping static-router-port** [**vlan** *vlan-id*]
IGMP snoopingによって学習されたIGMPメッセージの統計情報を表示する	**display igmp-snooping statistics**
レイヤ2 IPマルチキャストグループエントリの情報を表示する	**display l2-multicast ip forwarding** [**group** *group-address* | **source** *source-address*] * [**vlan** *vlan-id*]
レイヤ2 IPマルチキャストグループの情報を表示する	**display l2-multicast ip** [**group** *group-address* **| source** *source-address*] * [**vlan** *vlan-id*]
レイヤ2 MACマルチキャストグループエントリの情報を表示する	**display l2-multicast mac forwarding** [*mac-address*] [**vlan** *vlan-id*]
レイヤ2 MACマルチキャストグループの情報を表示する	**display l2-multicast mac** [*mac-address*] [**vlan** *vlan-id*]
指定されたマルチキャストグループのダイナミックIGMP snooping転送エントリを削除する	**reset igmp-snooping group** { *group-address* [*source-address*] | **all** } [**vlan** *vlan-id*]
ダイナミックルータポートを削除する	**reset igmp-snooping router-port** { **all** | **vlan** *vlan-id*]
IGMP snoopingによって学習されたIGMPメッセージの統計情報を削除する	**reset igmp-snooping statistics**

2.10 IGMP snooping設定例

2.10.1 ネットワーク要件

図 2-33 に示すように、

- Source はマルチキャストグループ 244.1.1.1 にマルチキャストトラフィックを送信します。
- Client はマルチキャストグループの受信ホストです。
- Source と Client 間のルートは通信可能です。

Client が Source からマルチキャストトラフィックを受信できるように AC を設定します。

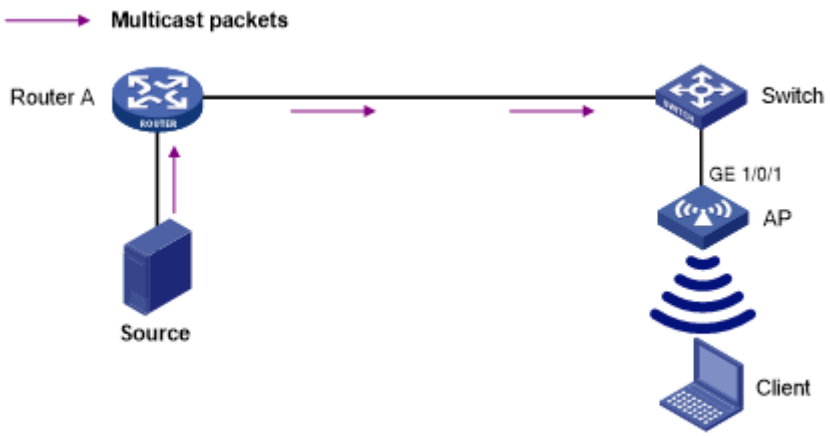


図 2-3 ネットワーク図

2.10.2 設定手順

I. Router A の設定

IP マルチキャストルーティングをグローバルで有効にします。また、AC と接続したポートで PIM-SM と IGMP を有効にします。（詳細は省略します。）

II. AC の設定

1)　WLAN サービスの設定

VLAN 100 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] vlan 100
[AC-vlan100] quit
```

サービステンプレート 1 を作成し、サービステンプレートに SSID を Multicast に設定します。

```
[AC] wlan service-template 1
[AC-wlan-st-1] ssid Multicast
```

VLAN 100 をサービステンプレート 1 に設定し、サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-1] vlan 100
[AC-wlan-st-1] service-template enable
[AC-wlan-st-1] quit
```

ap と名付けたモデル QX-W1020 の AP を作成し、AP のシリアル ID を 219801A0CNC138011454 に設定します。

```
[AC] wlan ap ap model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap] serial-id 219801A0CNC138011454
```

サービステンプレート 1 を radio 1 に設定し、ap に対して radio 1 を有効にします。

```
[AC-wlan-ap-ap] radio 1
[AC-wlan-ap-ap-radio-1] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap-radio-1] radio enable
[AC-wlan-ap-ap-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap]quit
```

2)　IGMP snooping のグローバルでの設定

IGMP snooping をグローバルで有効にします。

```
[AC] igmp-snooping
[AC-igmp-snooping] quit
```

VLAN 100 で IGMP snooping を有効にし、IGMP snooping バージョン 3 を指定します。

```
[AC] vlan 100
[AC-vlan100] igmp-snooping enable
[AC-vlan100] igmp-snooping version 3
[AC-vlan100] quit
```

3)　イーサネットインタフェースの設定

アクセスコントローラで GigabitEthernet 1/0/2 をトランクポートとして設定し、ポートを VLAN 100 に割り当てます。

```
[AC] interface GigabitEthernet 1/0/2
[AC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[AC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
[AC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

III. Client の設定

Client が、SSID が Multicast の WLAN サービスにアクセスし、マルチキャストグループ 244.1.1.1 に対してマルチキャストトラフィックを要求するように設定します。（詳細は省略します。）

2.10.3 設定の確認

AC 上で VLAN 100 に対してエントリを転送するダイナミック IGMP snooping の情報を表示します。

```
[AC] display igmp-snooping group vlan 100 verbose
Total 1 entries.

VLAN 100: Total 1 entries.
  (0.0.0.0, 224.1.1.1)
    Attribute: local port
    FSM information: normal
    Host slots (0 in total):
```

```
    Host ports (1 in total):
      WLAN-BSS1/0/20                          (00:03:23)
```

出力は、AC 上の WLAN-BSS 1/0/20 がマルチキャストグループ 244.1.1.1 に参加したことを示します。

2.11 IGMP snoopingのトラブルシューティング

2.11.1 レイヤ 2 マルチキャスト転送ができない

I. 症状

装置でレイヤ 2 マルチキャスト転送ができません。

II. 解決策

1) IGMP snooping 情報を表示するため **display igmp-snooping** コマンドを使用します。
2) IGMP snooping が有効になっていない場合、グローバルで **igmp-snooping** コマンドを使用して IGMP snooping を有効にし、VLAN view で **igmp-snooping enable** コマンドを使用して IGMP snooping を有効にしてください。
3) グローバルで IGMP snooping が有効で、対応する VLAN で IGMP snooping が無効になっている場合、対応する VLAN の VLAN view 上で **igmp-snooping enable** コマンドを使用して IGMP snooping を有効にしてください。
4) 問題が解決しない場合、販売店もしくは担当営業に問い合わせてください。

2.11.2 マルチキャストグループポリシーが動作しない

I. 症状

マルチキャストポリシーによって許可されていないマルチキャストグループから、ホストがマルチキャストデータを受信できません。

II. 解決策

1) **display acl** コマンドで ACL ルールの設定を確認してください。実行するマルチキャストグループポリシーに ACL ルールが一致していることを確認してください。
2) **display this** コマンドを IGMP snooping view または対応するポートの interface view で使用して、マルチキャストグループポリシーが正しく適用されているかどうかを確認してください。適用されていない場合、**group-policy** または **igmp-snooping group-policy** コマンドでマルチキャストグループポリシーを正しく適用してください。
3) **display igmp-snooping** コマンドを使用して、未知のマルチキャストデータ廃棄機能が有効になっているかどうか確認してください。有効になっていない場合、**igmp-snooping drop-unknown** コマンドを使用して未知のマルチキャストデータ廃棄機能を有効にしてください。
4) 問題が解決しない場合、販売店もしくは担当営業に問い合わせてください。

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

8. ACL and QoS

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-ACL
02-QoS の概要
03-QoS ポリシー
04-プライオリティマッピング
05-トラフィックポリシング
06-トラフィックフィルタリング
07-プライオリティマーキング
08-タイムレンジ
09-付録

目次

このセクションのページは**8-x-x**です。

1 章 ACL.....1-1
1.1 概要.....1-1
1.1.1 ACL タイプ.....1-1
1.1.2 ACL の番号づけと命名.....1-2
1.1.3 走査順.....1-2
1.1.4 ルールナンバリング.....1-3
1.1.5 ACL でのフラグメントフィルタリング.....1-3
1.2 設定の制限とガイドライン.....1-4
1.3 設定作業リスト.....1-4
1.4 標準 ACL の設定.....1-4
1.5 拡張 ACL の設定.....1-5
1.6 L2 ACL の設定.....1-6
1.7 WLAN client ACL の設定.....1-7
1.8 WLAN AP ACL の設定.....1-8
1.9 ACL のコピー.....1-8
1.10 ACL によるパケットフィルタリングの設定.....1-9
1.11 サービステンプレートに適用するパケットフィルタの設定.....1-9
1.12 ACL の表示と維持.....1-10
1.13 ACL 設定例.....1-10
1.13.1 ネットワーク要件.....1-10
1.13.2 設定手順.....1-11
1.13.3 設定の確認.....1-12

1章 ACL

🕮 **メモ：**

IPv6 ACL はサポートしていません。

1.1 概要

ACL（Access Control List）は、送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレス、ポート番号などにマッチするルールの設定です。

ACL は QoS、セキュリティ、ルーティング、その他の機能でトラフィックの設定に使用できモジュールにおけるパケットの廃棄、転送を決定します。

⚠ **注意：**

ACL の処理には、設定されている view について「interface > vlan > global」の優先順位があります。ACL は、高優先の処理を実行すると低優先の処理を実行しません。つまり、interface に設定された ACL の処理が実行された場合、vlan や global に設定された ACL の処理は実行されません。

1.1.1 ACL タイプ

タイプ	ACL 番号	IP バージョン	マッチング基準
WLAN client ACL	100～199	IPv4	SSID
WLAN AP ACL	200～299	IPv4	APのMACアドレスとAPのシリアルID
標準ACL	2000～2999	IPv4	送信元IPアドレス
拡張ACL	3000～3999	IPv4	送信元IPv4アドレス、宛先IPv4アドレス、パケットプライオリティ、プロトコル番号、その他のレイヤ3、またはレイヤ4のプロトコルヘッダ情報
L2 ACL	4000～4999	IPv4	送信元MACアドレス、宛先MACアドレス、802.1pプライオリティ、リンクレイヤプロトコルタイプなどの、レイヤ2プロトコルヘッダフィールド

🕮 **メモ：**

ハードウェアベースの ACL（QoS など）は暗黙の permit となり、ソフトウェアベースの ACL（telnet, snmp など）は暗黙の deny になります。

1.1.2 ACL の番号づけと命名

各 ACL のタイプには、ACL 番号の固有な範囲があります。ACL を作成するとき、固有の ACL 番号あるいは名前を付ける必要があります。識別を簡略化するために ACL の名前を割り当てることができます。ACL を作成した後、設定した名前を変更、削除することもできません。

標準 IPv4 ACL と拡張 IPv4 ACL では、IPv4 で固有の ACL 番号と名前を使用する必要があります。

L2、WLAN client、WLAN AP ACL では、固有の ACL 番号と名前を使用する必要があります。

1.1.3 走査順

ACL のルールは指定された順序で探索されます。パケットが、あるルールにマッチした時点で探索動作を終了します。ACL が重複や矛盾したルールを含んでいる場合、探索結果や動作は探索順序に依存します。

IPv4 ACL の走査順には、以下の 2 つ方法があります。

- **config**：ルール ID を昇順で探索します。大きいルール ID よりも先に小さいルール ID にマッチします。この方法を使用する場合、ルールの内容と順序に注意してください。

🕮 **メモ：**

WLAN client ACL と WLAN AP ACL の走査順は config のみ設定可能です。

- **auto**：depth-first により ACL の探索を行います。depth-first ルールでの走査順は、ACL のタイプによって表 1-1の定義に従って決定されます。

表 1-1 ACL の depth-first 走査順

ACL 種別	走査順
標準IPv4 ACL	1. VPN インスタンス 2. 送信元 IPv4 アドレスのワイルドカードの 0 が多い順（0 が多いと IPv4 アドレスのワイルドカードの範囲が狭いことを示します。） 3. ルールが作成された順
拡張IPv4 ACL	1. VPN インスタンス 2. プロトコルタイプが IP よりも高いレイヤかどうか 3. 送信元 IP アドレスのワイルドカードマスクの 0 が多い順 4. 宛先 IP アドレスのワイルドカードマスクの 0 が多い順 5. TCP/UDP のポート番号の範囲が小さい順 6. ルールが作成された順
L2 ACL	1. 送信元 MAC アドレスのマスクの 1 が多い順（1 が多いと MAC アドレスが小さいことを示します。） 2. 宛先 MAC アドレスのマスクの 1 が多い順 3. ルールが作成された順

インバースマスク（inverse mask）と呼ばれるワイルドカードマスクは、10 進数表示のドット表示で表される 32 ビットバイナリです。ネットマスクの 0 は“一致する（do care）”ビットと表現され、1 は“無視する（don’t care）”ビットと表現されます。サブネットマスクの 0 と 1 を反転したものとは異なります。IP アドレスが“do care”ビットである場合、一致させ、“無視する（don’t care）”ビットである場合、無視されます。ワイルドマスクが 0.255.255.255、ネットマスクが 192.168.1.1 の場合、最初の 0 は”一致する（do care）"ビットで、２番目以降が“無視する（don’t care）”ビットであるため、192.0.0.0 のネットワークに一致する ACL となります。ワイルドカードマスクの 0 と 1 は非連続にすることができます。たとえば 0.255.0.255 は有効なワイルドマスクです。

1.1.4 ルールナンバリング

ACL ルールは手動ナンバリングあるいは自動ナンバリングを選択できます。本セクションでは自動ナンバリングの動作を説明します。

I. ルールナンバリングのステップ

作成したルールに ID を割り当てない場合、システムは ACL ルールにルール ID を自動的に割り当てます。ステップのナンバリングルールは、システムが自動的にルールの番号づけを行う増加分を設定します。たとえば、デフォルトの ACL ルールのナンバリングステップは 5 です。ルールに ID を割り当てない場合、ルールには 0、5、10、15･･･の順で自動的に番号が振られます。広いナンバリングのステップの場合、2 つのルールの間に、さらにルールを挿入することができます。

隣接したナンバリングルールより、ルールの間に隙間を導入することによって、新規にルールを挿入するように、ACL に柔軟性を持たせることができます。この機能は config-order ACL にとって重要です。config-order ACL の ACL ルールはルール ID の昇順でマッチされています。

II. 自動ルールナンバリングと再ナンバリング

システムは、現在の最大のステップ番号よりも大きなステップの最小倍数を新しく定義されたルールに割り当てます。これは 0 から始まります。

たとえば、ナンバリングのステップを 5 に設定し、ACL ルールに 0、5、9、10、12 を設定した場合、新しく定義されたルールには 15 が割り当てられます。ACL にルールが 1 つも定義されていない場合、最初に定義されるルールの番号は 0 です。

ルールのステップを変更したとき、ルールは再ナンバリングされ、0 から始まります。たとえば、ルールの番号 5、10、13、15 があるとします。ステップを 5 から 2 に変更すると、ルールの番号は 0、2、4、6 となります。

1.1.5 ACL でのフラグメントフィルタリング

通常のパケットフィルタリングはパケットの最初のフラグメントのみマッチし、後続のフラグメントはパスします。攻撃者はネットワークを攻撃するため、最初でないフラグメントを偽造することができます。

このリスクを防ぐため、以下の ACL を使用します。

- デフォルトで、最初のフラグメント以外のパケットを含むすべてのフラグメントをフィルタします。
- マッチ条件の変更を行います。たとえば、最初のフラグメント以外のパケットのみをフィルタします。

1.2 設定の制限とガイドライン

ACL ルールに一致条件が含まれている場合、あるいは以下の一致条件と機能が有効である場合、パケットはソフトウェアベースで転送します。

- 送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレス
- 送信元ポート番号、宛先ポート番号
- トランスポートレイヤプロトコル
- ICMP メッセージタイプ、メッセージコード、メッセージ名
- VPN インスタンス
- ロギング
- タイムレンジ

ソフトウェアベースのパケット転送を行う場合、パケットはエントリの計算を行う際にコントロールプレーンに送信されます。装置の処理にかかる負荷が大きくなるとパケット転送に影響を与えます。

1.3 設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目） 少なくとも1つの作業を行ってください。 • 標準ACLの設定 • 拡張ACLの設定 • L2 ACLの設定 • WLAN client ACLの設定 • WLAN AP ACLの設定
（オプション設定項目） ACLのコピー
（オプション設定項目） ACLによるパケットフィルタの設定
（オプション設定項目）サービステンプレートに適用するパケットフィルタの設定

1.4 標準ACLの設定

🕮 **メモ：**

acl number *acl-number* 形式での標準 ACL の作成は、ソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

標準 IPv4 ACL は送信元 IP アドレスにもとづいたパケットにのみマッチします。

以下に標準 IPv4 ACL の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 標準 IPv4 ACL を作成し、その view に移行する	• **acl basic** { *acl-number* | **name** *acl-name* } [**match-order** { **auto** | **config** }] • **acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	デフォルト：設定なし *acl-number*の設定範囲は2000～2999です。
3. （オプション設定項目）標準 IPv4 ACL の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）ルールの番号づけステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**counting** | **fragment** | **logging** | **source** { *source-address source-wildcard* | **any** } | **time-range** *time-range-name*] *	デフォルト：設定なし **logging**キーワードはモジュール（パケットフィルタリングなど）がサポートしている場合のみ機能します。
6. （オプション設定項目）ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

1.5 拡張ACLの設定

🕮 **メモ：**

acl number *acl-number* 形式での拡張 ACL の作成は、ソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

拡張 IPv4 ACL では、以下の情報にもとづいてマッチングを行うことができます。

- 送信元 IP アドレス
- 送信先 IP アドレス
- パケットのプライオリティ
- プロトコル番号
- TCP/UDP の送信元/送信先ポート番号、TCP フラグ、ICMP メッセージタイプ、ICMP メッセージコードなどの他のプロトコルヘッダ情報

標準 IPv4 ACL と比較すると、拡張 IPv4 ACL では柔軟で正確なフィルタリングを行うことができます。

以下に拡張 IPv4 ACL の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2. 拡張 IPv4 ACL を作成し、その view に移行する	• **acl advanced** { *acl-number* | **name** *acl-name* } [**match-order** { **auto** | **config** }] • **acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	デフォルト：設定なし *acl-number*の設定範囲は3000～3999です。
3. （オプション設定項目）拡張 IPv4 ACL の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）ルールの番号付けステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } *protocol* [{ { **ack** *ack-value* | **fin** *fin-value* | **psh** *psh-value* | **rst** *rst-value* | **syn** *syn-value* | **urg** *urg-value* } * | **established** } | **counting** | **destination** { *dest-address dest-wildcard* | **any** } | **destination-port** *operator port1* [*port2*] | { **dscp** *dscp* | { **precedence** *precedence* | **tos** *tos* } * } | **fragment** | **icmp-type** { *icmp-type* [*icmp-code*] | *icmp-message* } | **logging** | **source** { *source-address source-wildcard* | **any** } | **source-port** *operator port1* [*port2*] | **time-range** *time-range-name*] *	デフォルト：設定なし **logging**キーワードはモジュール（たとえばパケットフィルタリング）がサポートしている場合のみ機能します。
6. （オプション設定項目）ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

1.6 L2 ACLの設定

🕮 **メモ：**

acl number *acl-number* 形式での L2 ACL の作成は、ソフトウェアバージョン 7.2.18 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

イーサネットフレームのヘッダを使用した ACL は“L2 ACL”と呼ばれます。L2 ACL では以下のレイヤ 2 のプロトコルヘッダにもとづいてマッチングを行います。

- 送信元 MAC アドレス
- 送信先 MAC アドレス
- 802.1p 優先順位（VLAN プライオリティ）
- リンクレイヤのプロトコルタイプ

以下に L2 ACL の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. L2 ACL を作成し、その view に移行する	• **acl mac** { *acl-number* | **name** *acl-name* } [**match-order** { **auto** | **config** }] • **acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	デフォルト：設定なし *acl-number*の設定範囲は4000～4999です。
3. （オプション設定項目）L2 ACL の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）ルールの番号付けステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**cos** *vlan-pri* | **dest-mac** *dest-address dest-mask* | { **lsap** *lsap-type lsap-type-mask* | **type** *protocol-type protocol-type-mask* } | **source-mac** *source-address source-mask* | **time-range** *time-range-name*] *	デフォルト：設定なし
6. （オプション設定項目）ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

1.7 WLAN client ACLの設定

WLAN client ACL は、WLAN クライアントが WLAN にアクセスするために使用する SSID にもとづいてパケットを照合します。WLAN client ACL を使用することで、WLAN クライアントのアクセス制御行うことが出来ます。

以下に WLAN client ACL の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WLAN client ACL を作成し、その view に移行する	**acl wlan client** { *acl-number* | **name** *acl-name* }	デフォルト：設定なし 設定範囲は100～199です。 WLAN client ACLの番号を指定する場合、**acl wlan client** *acl-number*コマンドを使用した後でviewに移行することができます。 WLAN client ACLの名前を指定する場合、**acl wlan client name** *acl-name* コマンドを使用した後でviewに移行することができます。
3. （オプション設定項目）WLAN client ACL の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）ルールの番号付けステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5

操作	コマンド	補足
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**ssid** *ssid-name*]	デフォルト：設定なし
6. （オプション設定項目）ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

1.8 WLAN AP ACLの設定

WLAN AP ACL は、MAC アドレスまたはシリアル ID にもとづいて WLAN AP からのパケットを照合します。

以下に WLAN AP ACL の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WLAN AP ACL を作成し、その view に移行する	**acl wlan ap** { *acl-number* | **name** *acl-name* }	デフォルト：設定なし 設定範囲は200～299です。 WLAN AP ACLの番号を指定する場合、**acl wlan ap** *acl-number* コマンドを使用した後でviewに移行することができます。 WLAN client ACLの名前を指定する場合、**acl wlan ap name** *acl-name* コマンドを使用した後でviewに移行することができます。
3. （オプション設定項目）WLAN AP ACL の説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目）ルールの番号付けステップを設定する	**step** *step-value*	デフォルト：5 0から開始します。
5. ルールを作成/修正する	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**mac** *mac-address mac-mask*] [**serial-id** *serial-id*]	デフォルト：設定なし
6. （オプション設定項目）ルールの説明を設定する	**rule** *rule-id* **comment** *text*	デフォルト：設定なし

1.9 ACLのコピー

既存の ACL（送信元 ACL）をコピーして、ACL（宛先 ACL）を新しく作成することができます。新しい ACL（宛先 ACL）は送信元 ACL と同じタイプ、内容を持ちます。ただし同じ ACL 番号、ACL 名ではありません。

ACL のコピーを行うため、以下のことを確認してください。

- 送信元の ACL と宛先 ACL は同じタイプである必要があります。
- コピーを実行する前に、送信元の ACL が存在し、宛先 ACL は存在しないことを確認してください。

以下に ACL のコピーの設定を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. 既存の ACL をコピーし、新しく ACL を作成する	**acl** [**mac**] **copy** { *source-acl-number* | **name** *source-acl-name* } **to** { *dest-acl-number* | **name** *dest-acl-name* }

1.10 ACLによるパケットフィルタリングの設定

🕮 **メモ：**

- ACL によるパケットフィルタリングの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.58 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- Ethernet インタフェース、アグリゲートインタフェースに適用した ACL は、Layer2 通信パケットに対してのみ動作します。
- VLAN インタフェースに適用した ACL は、Layer3 通信パケットに対してのみ動作します。

ここでは、ACL を適用して、指定したインタフェースで送信または受信するパケットをフィルタリングする手順について説明します。この機能は、アグリゲートメンバーポートでは有効になりません。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. パケットをフィルタするために ACL をインタフェースに適用する	**packet-filter** [**mac**] { **acl-number** | **name** *acl-name* } { **inbound** | **outbound** }	デフォルト：設定なし インタフェースの同じ方向に、最大32のACLを適用できます。

1.11 サービステンプレートに適用するパケットフィルタの設定

🕮 **メモ：**

- サービステンプレートに適用するパケットフィルタの設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
- この機能を FIT または Anchor-FIT AP にバインドしたサービステンプレートで動作させる場合、AC ではなく、FIT または Anchor-FIT AP 側に ACL を設定する必要があります。コンフィグレーションプロファイル機能、または **map-configuration** コマンドを使用して ACL を設定してください。

ここでは、サービステンプレートに ACL を適用して、帰属したクライアントが送信または受信するパケットをフィルタリングする手順について説明します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. WLAN service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	―
3. パケットをフィルタするために ACL をサービステンプレートに適用する	**packet-filter** { *acl-number* | **name** *acl-name* } { **inbound** | **outbound** }	デフォルト：設定なし サービステンプレートの同じ方向に、最大1のACLを適用できます。

1.12 ACLの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ACLの設定とマッチした統計情報を表示する	**display acl** [**mac** | **wlan**] { *acl-number* | **all** | **name** *acl-name* }

1.13 ACL設定例

1.13.1 ネットワーク要件

会社は AC を通して Department が相互に通信します。ACL を以下のように設定します。

- 社長室からの経理データベースへのアクセスを常時許可します。
- 経理部門からの経理データベースへのアクセス許可を平日 8:00～18:00 までに制限します。
- 上記 2 部門以外からの経理データベースへのアクセスを常時拒否します。

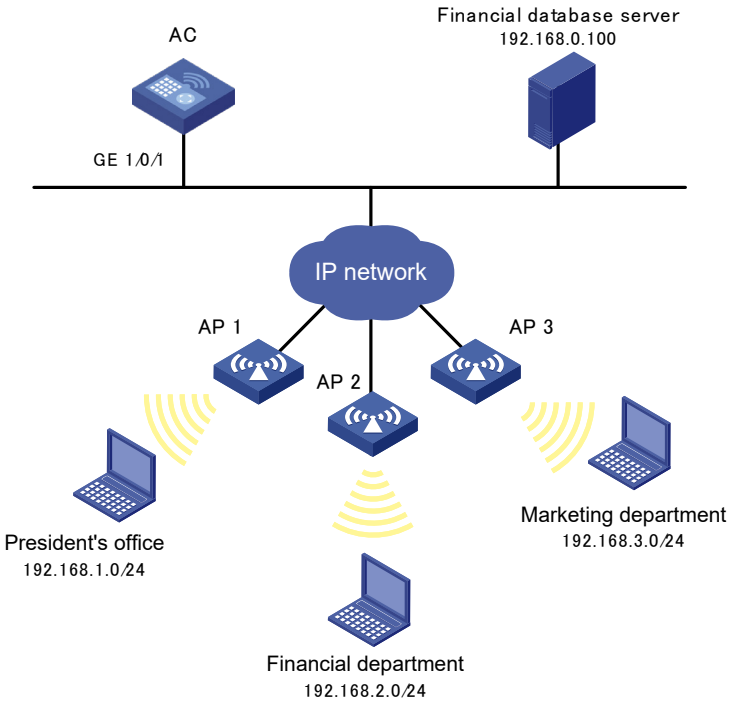


図 1-1 ネットワーク図

1.13.2 設定手順

勤務時間を平日 8:00～18:00 として設定します。

```
<AC> system-view
[AC] time-range work 08:0 to 18:00 working-day
```

拡張 IPv4 ACL 3000 を作成します。

```
[AC] acl advanced 3000
```

社長室から経理データベースサーバへのアクセスを許可するルールを作成します。

```
[AC-acl-ipv4-adv-3000] rule permit ip source 192.168.1.0 0.0.0.255 destination 192.168.0.100 0
```

経理部門から経理データベースサーバへの平日の勤務時間内でのアクセスを許可するルールを作成します。

```
[AC-acl-ipv4-adv-3000] rule permit ip source 192.168.2.0 0.0.0.255 destination 192.168.0.100 0 time-range work
```

他部門からの経理データベースサーバへのアクセスを拒否するルールを作成します。

```
[AC-acl-ipv4-adv-3000] rule deny ip source any destination 192.168.0.100 0
[AC-acl-ipv4-adv-3000] quit
```

1.13.3 設定の確認

平日の勤務時間において、経理部門の無線クライアントから経理データベースサーバへ ping を実行します。（この例では、無線クライアントはすべて Windows 2000 以上を使用しています）

```
C:\> ping 192.168.0.100

Pinging 192.168.0.100 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.100: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

平日の勤務時間において、マーケティング部門から経理データベースサーバへ ping を実行します。

```
C:\> ping 192.168.0.100

Pinging 192.168.0.100 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.0.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),play
```

平日の勤務時間中の AC での拡張 IPv4 ACL 3000 の統計情報および設定情報を表示します。

```
[AC] display acl 3000
Advanced IPv4 ACL 3000, 3 rules,
ACL's step is 5
 rule 0 permit ip source 192.168.1.0 0.0.0.255 destination 192.168.0.100 0
 rule 5 permit ip source 192.168.2.0 0.0.0.255 destination 192.168.0.100 0
time-range work (4 times matched) (Active)
 rule 10 deny ip destination 192.168.0.100 0 (4 times matched)
```

出力は、ルール 5 がアクティブであることを示します。ルール 5 とルール 10 は、ping 操作の結果として 4 回マッチしました。

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

2 章 QoS の概要 2-1
2.1 QoS サービスモデル 2-1
2.1.1 ベストエフォートサービスモデル 2-1
2.1.2 IntServ モデル 2-1
2.1.3 DiffServ モデル 2-2
2.2 QoS 技術の概要 2-2
2.2.1 ネットワークの QoS 技術の展開 2-2
2.2.2 装置の QoS 処理フロー 2-2

2章 QoS の概要

QoS（Quality of Service）は、ネットワークトラフィックのフォワーディングプロセスで帯域幅、遅延、パケットロスに関与します。帯域の保証や、遅延、ジッタ、パケットロス率等の低減を行うことによって、QoS の向上ができます。

QoS でトラフィックの優先度付けを行い、各トラフィックに対するネットワークリソースの割り当てを考慮する必要があります。

本章では、QoS サービスモデルと広く使用される QoS の技術を紹介します。

2.1 QoSサービスモデル

この章では一般的な QoS サービスモデルについて説明します。

2.1.1 ベストエフォートサービスモデル

ベストエフォートモデルは、単独のサービスモデルです。最も簡単なサービスモデルです。ベストエフォートサービスモデルは、他のモデルに比べて信頼性は低くなり、遅延や信頼性などの保証はしません。

ベストエフォートサービスモデルは、インターネットでのデフォルトのモデルです。ほとんどのネットワークアプリケーションに適用され、FIFO（First In First Out）キューイングとして実装されます。

2.1.2 IntServ モデル

IntServ（integrated service）は、複数の多様な QoS 要件に適用できる多重サービスモデルです。このモデルは、各データフローに QoS を保証、識別することができ、きめ細かく差別化された QoS を提供します。

IntServ モデルでは、データを送信する前にアプリケーション上で、特定の種類のサービスを使用できるようにネットワークへ要求する必要があります。IntServ の要求は、RSVP シグナリングによって行われます。RSVP は、送信元から宛先までの装置で動作し、データフローがあらかじめ要求/予約したリソースより多くのリソースを使わないよう、各アプリケーションフローをモニタします。

IntServ は装置の高い処理能力が必要となります。IntServ モデルはネットワークへの大量のデータトラフィックが、ストレージデバイスの処理能力に非常に大きな負担がかかります。したがって多くのデータフローが流れるコアインターネット網や何百万のフローが流れるネットワークなどの大規模のネットワークでは利用されず、IntServ モデルは中小規模のネットワークで利用されます。

2.1.3 DiffServ モデル

DiffServ（differentiated service）は、多様な QoS 要件を満たせる多重サービスモデルです。IntServ とは異なり、DiffServ はデータを送信する前に、アプリケーションからネットワークに信号に出す必要がありません。DiffServ は、実行や拡張が容易に行えます。

2.2 QoS技術の概要

QoS 技術には以下の機能があります。

- トラフィックの分類
- トラフィックポリシー

このマニュアルに記載するすべての QoS 技術は、DiffServ モデルにもとづいています。

2.2.1 ネットワークの QoS 技術の展開

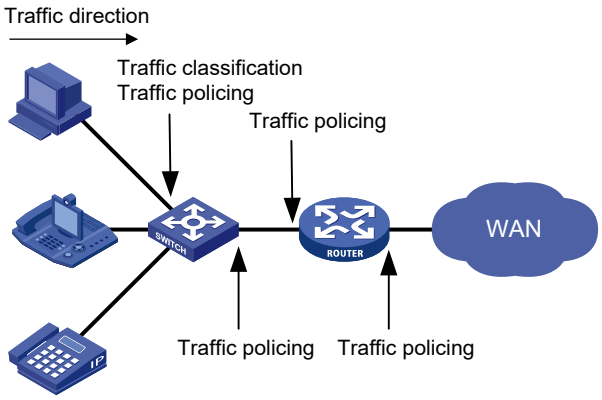


図 2-1 ネットワークの QoS 技術の位置

図 2-1に示すように、以下にトラフィックの分類、トラフィックポリシーの主要な機能を実装します。

- **トラフィックの分類**－異なった特性、異なったクラスのパケットを組織化するために、ある評価基準を使用します。トラフィックの分類にもとづいて、差別化されたサービスを提供することができます。
- **トラフィックポリシー**－トラフィックが設定したしきい値を超えたとき、ネットワークリソースの過剰使用を防ぐため、フローの制限等の対策を施行できます。トラフィックポリシーは、ポートの入力トラフィック、出力トラフィックの双方向に適用できます。

2.2.2 装置の QoS 処理フロー

図 2-2に示すように QoS モジュールはトラフィックの処理を行います。

1) トラフィックの分類処理は、後続の QoS アクションを行うため、トラフィックを識別し、分類します。
2) QoS モジュールはトラフィック処理プロセスフェーズとネットワークの状態に従い、分類されたトラフィックでさまざまな QoS アクションを行います。たとえば、入力トラフィックのトラフィックポリシーを実行するように QoS モジュールを設定できます。

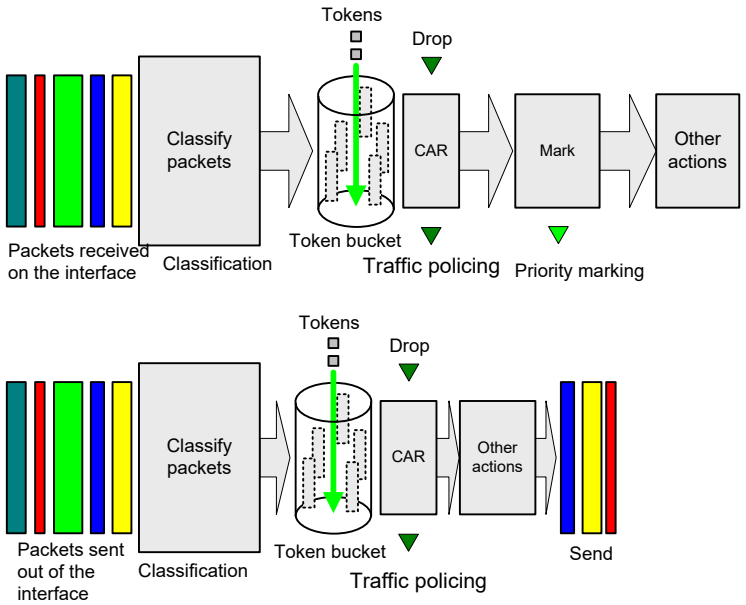


図 2-2 QoS 処理フロー

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

3 章 QoS ポリシー.....3-1
3.1 非ポリシーベースのアプローチ 3-1
3.2 ポリシーベースのアプローチ.....3-1
3.3 QoS ポリシーの設定手順.....3-1
3.4 トラフィッククラスの定義 3-2
3.5 トラフィック動作の定義.....3-2
3.6 QoS ポリシーの定義.....3-3
3.7 QoS ポリシーの適用.....3-3
3.7.1 インタフェースへの QoS ポリシーの適用.....3-4
3.7.2 グローバル QoS ポリシーの適用 3-4
3.8 QoS ポリシーの情報表示と維持 3-4

3章 QoS ポリシー

QoS 設定は、ポリシーベースあるいは非ポリシーベースの 2 つのアプローチが利用可能です。ただし一部の機能は 1 つだけのサポートとなります。

3.1 非ポリシーベースのアプローチ

QoS ポリシーを使用せずに QoS サービスパラメータを使用する設定を非ポリシーベースと呼びます。

3.2 ポリシーベースのアプローチ

QoS ポリシーによる QoS サービスパラメータを使用して設定する設定をポリシーベース MQC（Modular QoS Configuration）と呼びます。ポリシーベースは、トラフィックの異なるクラスに対応するため、トラフィックポリシーやほかの QoS アクションを定義します。

トラフィッククラスはトラフィックを特定するための条件を定義し、論理積（AND）または論理和（OR）の演算子（オペレータ）を使用します。

- オペレータが AND である場合、パケットはトラフィッククラスの一致条件すべてにマッチする必要があります。
- オペレータが OR である場合、パケットはトラフィッククラスの一致条件のいずれかにマッチします。

トラフィック動作（traffic behavior）でパケットの優先順位のマーキング等の QoS アクションを定義します。

QoS ポリシーでトラフィッククラスとトラフィック動作を関連づけます。トラフィッククラスで定義した条件で特定されたトラフィックをトラフィック動作で定義した QoS アクションで処理させることができます。

3.3 QoSポリシーの設定手順

図 3-1に QoS ポリシーの設定手順を示します。

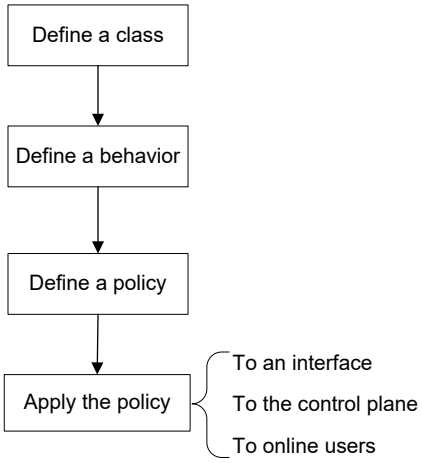


図 3-1 QoS ポリシーの設定手順

3.4 トラフィッククラスの定義

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． トラフィッククラスを作成し、演算子を定義して class view に移行する	**traffic classifier** *classifier-name* [**operator** { **and** | **or** }]	デフォルト：設定なし
3． 一致条件を設定する	**if-match** *match-criteria*	デフォルト：設定なし **if-match**コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション8 *ACL and QoS “QoSポリシー”* を参照してください。

3.5 トラフィック動作の定義

トラフィック動作でトラフィックフィルタリング、トラフィックポリシー、プライオリティマーキング等の QoS の動作を定義します。

以下にトラフィック動作の設定手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． トラフィック動作を作成し traffic behavior view に移行する	**traffic behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
3． QoS の動作を定義する	トラフィックポリシー、トラフィックフィルタリング、プライオリティマーキングなどのトラフィック動作の目的に応じて、オペレーションマニュアルのセクション8 *ACL and QoS* を参照してください。	デフォルト：設定なし

3.6 QoSポリシーの定義

トラフィック動作を QoS ポリシーのトラフィッククラスに関連づけます。トラフィック動作は、クラスの一致条件にマッチしたパケットに実行されます。

トラフィッククラス定義のために QoS ポリシーによって ACL が参照された場合は、ACL のアクション（許可あるいは拒否）に従って処理されます。アクションはトラフィック動作に関連づけられたものが使われます。

クラスとトラフィック動作の関連づけ手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． QoS ポリシーを作成し、qos policy view に移行する	**qos policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
3． トラフィッククラスとトラフィック動作を関連づける	**classifier** *classifier-name* **behavior** *behavior-name* [**insert-before** *before-classifier-name*]	デフォルト：設定なし 複数、作成する場合、コマンドを繰り返してください。

3.7 QoSポリシーの適用

QoS ポリシーは以下の種類に適用できます。

- **インタフェース**－QoS ポリシーはインタフェースで送受信したトラフィックに適用します。
- **グローバル**－QoS ポリシーはすべてのポートで送受信したトラフィックに適用します。

QoS ポリシーを適用している場合、QoS ポリシーを適用した後でも QoS ポリシーのトラフィッククラス、トラフィック動作、トラフィッククラスとトラフィッククラスの関連づけの設定を修正できます。トラフィッククラスがトラフィックの分類の ACL を参照する場合、ACL を削除あるいは修正できます。（たとえば、ACL のルールへの追加、削除、修正です）

3.7.1 インタフェースへの QoS ポリシーの適用

1 つの QoS ポリシーを複数のインタフェースに適用できますが、インタフェースの 1 つの方向（インバウンド/アウトバウンド）に適用できる QoS ポリシーは 1 つのみです。

インタフェースの出力トラフィックに適用された QoS ポリシーはローカルパケットに適用されません。ローカルパケットは、装置の正常動作を維持するためのパケットです。一般的なローカルパケットはリンクのメンテナンスパケットやルーティング、SSH パケットがあります。

以下にインタフェースへの QoS ポリシーの適用手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． QoS ポリシーを適用する	**qos apply policy** *policy-name* { **inbound** | **outbound** }	デフォルト：設定なし

3.7.2 グローバル QoS ポリシーの適用

すべてのポートのインバウンド/アウトバウンド方向に QoS ポリシーを適用できます。

VLAN に QoS ポリシーを適用する場合、すべての IRF スタックメンバ装置の VLAN に適用されます。

IRF スタックメンバ装置のハードウェアリソースが不足している場合、IRF スタックメンバ装置での VLAN への QoS ポリシーの適用に失敗する可能性があります。ほかの IRF スタックメンバ装置に適用された QoS ポリシーの設定は自動で戻りません。正確に行うため、QoS ポリシーの設定を削除する場合、undo qos apply policy global コマンドを使用してください。

以下にグローバル QoS ポリシーの適用手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． QoS ポリシーを適用する	**qos apply policy** *policy-name* **global** { **inbound** | **outbound** }	デフォルト：設定なし

3.8 QoSポリシーの情報表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
トラフィッククラスの設定情報を表示する	**display traffic classifier user-defined** [*classifier-name*]
トラフィック動作についての情報を表示する	**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*]

操作	コマンド
QoSポリシーの設定を表示する	**display qos policy user-defined** [*policy-name* [**classifier** *classifier-name*]]
指定したinterface、あるいはすべてのinterfaceのQoSポリシーの設定を表示する	**display qos policy interface** [*interface-type interface-number*] [**inbound** | **outbound**]

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

4 章 プライオリティマッピング 4-1
4.1 概要 4-1
4.1.1 プライオリティの導入 4-1
4.1.2 プライオリティマッピング 4-1
4.2 プライオリティマッピングの設定作業リスト 4-2
4.3 プライオリティマッピングの設定 4-2
4.4 プライオリティマッピングのパケットプライオリティを信用するインタフェースの設定4-3
4.5 インタフェースのポートプライオリティの変更 4-3
4.6 プライオリティマッピングの表示と維持 4-4

4章 プライオリティマッピング

4.1 概要

パケットを受信すると、装置は以下のいずれかのプライオリティにもとづいて QoS プライオリティのパラメータを転送するパケットに上書きします。

- パケットに含まれているプライオリティのフィールドの値
- 入力ポートのポートプライオリティ

このプロセスはプライオリティマッピングと呼ばれます。このプロセスの間、装置はプライオリティマッピングのルールに従ってパケットのプライオリティを修正することができます。QoS プライオリティのパラメータはパケットのスケジュールプライオリティとフォワーディングプライオリティを決めます。

プライオリティマッピングはプライオリティマッピングテーブルに実装され、以下のプライオリティを決定します。

- 802.11e プライオリティ
- 802.1p プライオリティ
- DSCP
- IP プレシーデンス
- ローカルプレシーデンス

4.1.1 プライオリティの導入

プライオリティは、ローカルプライオリティとパケットに含まれているプライオリティと、スケジューリング用にローカルに割り当てられるプライオリティがあります。

パケットに含まれているプライオリティは、802.1p プライオリティ、DSCP プレシーデンス、IP プレシーデンスがあります。パケットに含まれるプライオリティは、他の装置でも使用されるため、ネットワークに影響します。プライオリティの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “付録”* を参照してください。

ローカルプライオリティは装置内でのみ使用されるため、ネットワークに影響しません。ローカルプライオリティは、ローカルプレシーデンスと呼ばれ、キューのスケジューリング用に使用されます。ローカルプレシーデンスの値は出力キューに対応します。ローカルプレシーデンスの値が高いパケットが高い出力キューに割り当てられます。

4.1.2 プライオリティマッピング

装置はさまざまなプライオリティマッピングのタイプを提供します。プライオリティマッピングは、プライオリティマッピングテーブルを参照し、その後のパケットを処理するため、パケットに割り当てるプライオリティを決定します。

デフォルトのプライオリティマップ（オペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “付録”* の *“デフォルトプライオリティ”* を参照してください）はプライオリティ

マッピングに利用できます。デフォルトのマップは、ほとんどの場合において通常に使用することができます。デフォルトのプライオリティマップでは要件を満たすことができない場合、必要に応じてプライオリティのマッピングを変更することができます。

4.2 プライオリティマッピングの設定作業リスト

以下の方法を使用してプライオリティマッピングを設定することができます。

プライオリティマッピングテーブル、ポートのプライオリティのトラステッドモード、ポートプライオリティを変更することによって、プライオリティマッピングを変更することができます。

- **プライオリティのトラステッドモードの設定**－プライオリティマッピングで運ばれた受信パケットのトラステッドプライオリティタイプ（たとえば、802.1p）を検索するために使用するプライオリティを設定することができます。システムはターゲットのプライオリティのタイプと値にトラステッドプライオリティの値をマッピングします。
- **ポートプライオリティの変更**－パケットのプライオリティを信用しない場合、受信パケットのポートプライオリティが使用されます。ポートのポートプライオリティを変更することによって、ポートで受信するパケットのプライオリティを変更します。

プライオリティマッピングを設定するには、以下の手順を実施してください。

作業リスト
（オプション設定項目）プライオリティマッピングの設定
（必須設定項目）いずれか1つを設定してください。 • プライオリティマッピングのパケットプライオリティを信用するインタフェースの設定 • インタフェースのポートプライオリティの変更

4.3 プライオリティマッピングの設定

装置は以下のタイプのプライオリティマッピングを提供します。

プライオリティマッピング	説明
dot11e-lp	802.11e-ローカルプライオリティマッピングテーブルです。
dot1p-lp	802.1p-ローカルプライオリティマッピングテーブルです。
dscp-lp	DSCP-ローカルプライオリティマッピングテーブルです。
lp-dot11e	ローカル-802.11eプライオリティマッピングテーブルです。
lp-dot1p	ローカル-802.1pプライオリティマッピングテーブルです。
lp-dscp	ローカル-DSCPプライオリティマッピングテーブルです。

以下にプライオリティマッピングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	－
2. priority map view に移行する	**qos map-table** { **dot11e-lp** | **dot1p-lp** | **dscp-lp** | **lp-dot11e** | **lp-dot1p** | **lp-dscp** }	－

操作	コマンド	補足
3. プライオリティマッピングを設定する	**import** *import-value-list* **export** *export-value*	デフォルト : デフォルトのプライオリティマップ 詳細は、オペレーションマニュアルのセクション8 *ACL and QoS "付録"* を参照してください。 新規の設定は、既存に上書きします。

4.4 プライオリティマッピングのパケットプライオリティを信用するインタフェースの設定

インタフェースのプライオリティマッピングのパケットで運ばれた特定のプライオリティフィールドを信用するように装置を設定できます。

インタフェース上で信用できるパケットのプライオリティタイプを設定する場合は、以下の内で使用可能なキーワードを使用します。

- **dot1p**: マッピングのため受信したパケットの 802.1p プライオリティを使用します。
- **dscp**: マッピングのため受信した IP パケットの DSCP プレシーデンスを使用します。

プライオリティトラステッドモードの設定手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. パケットプライオリティタイプの信用を設定する	**qos trust** { **dot1p** | **dscp** }	デフォルト : ポートプライオリティを信用する

4.5 インタフェースのポートプライオリティの変更

インタフェースがパケットのプライオリティを信用しない設定の場合、装置は受信したパケットのプライオリティパラメータセットを探すために、自身のポートプライオリティを使用します。ポートプライオリティを変更することで、異なるインタフェースで受信されたトラフィックに優先順位を付けることができます。

ポートプライオリティの変更手順を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. ポートプライオリティを設定する	**qos priority** *priority-value*	デフォルト：0

4.6 プライオリティマッピングの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
プライオリティマッピングの設定を表示する	**display qos map-table** [**dot11e-lp** | **dot1p-lp** | **dscp-lp** | **lp-dot11e** | **lp-dot1p** | **lp-dscp**]
ポートに設定されているトラステッドプレシーデンスを表示する	**display qos trust interface** [*interface-type interface-number*]

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

5 章 トラフィックポリシング.....5-1
5.1 概要.....5-1
5.1.1 トラフィックレートの検証とトークンバケット.....5-1
5.1.2 トラフィックポリシング.....5-2
5.2 トラフィックポリシングの設定.....5-3
5.2.1 QoS ポリシーを使用したトラフィックポリシングの設定.....5-3
5.3 トラフィックポリシングの表示と維持.....5-3

5章　トラフィックポリシング

5.1 概要

トラフィックポリシングはネットワークリソース（帯域幅を含みます）の割り当てを手助けし、ネットワーク性能を向上させます。たとえば、特パケット転送に使用する帯域幅を制限し保証することで、バーストトラフィックに起因するネットワークの輻輳を回避したりすることができます。

トラフィックポリシングは、特定のトラフィックが割り当てた帯域幅を上回る場合、リソースの使用量を制限します。 トラフィックを検証するには、トークンバケットを使用します。

5.1.1 トラフィックレートの検証とトークンバケット

I. トークンバケットの機能

トークンバケットは、トークンを保持するための一定の容量を持つ容器と見なすことができます。システムは、設定されたレートでトークンをバケットに入れます。トークンバケットが一杯になると、トークンがバケットからあふれます。

II. トークンバケットを使用したトラフィックレートの検証

トラフィックは、バケット内のトークンの数を見て検証します。バケット転送に対して、バケット内のトークンの数に余裕がある場合、以下のように対応します。

- トラフィックは仕様に対応します。（適合トラフィックと呼ばれます）
- 対応するトークンがバケットから取り外されます。

そうでない場合、トラフィックは仕様に対応しません。（余剰トラフィックと呼ばれます）

トークンバケットは以下の設定可能なパラメータがあります。

- **CIR（Committed Information Rate）**－トークンが許可されたトラフィック平均レートによってバケットに入るレートです。
- **CBS（Committed Burst Size）**－バーストサイズあるいはトークンバケットの容量です。各バーストで許可された最大トラフィックサイズです。設定されたバーストサイズは最大パケットサイズよりも大きくする必要があります。

各パケットが到着するたびに検証されます。

III. 複雑な検証

トークンバケットには、以下の設定可能なパラメータがあります。

より複雑な環境でトラフィックを評価し、より多くのポリシーの柔軟性を行うようにトークンバケット（バケット C）を設定することができます。

- **1 レート 2 色**—1 つのトークンバケットと以下のパラメータを使用します。
  - **CIR**（Committed Information Rate）：バケット C に入るトークンのレートです。バケット C によって許可された平均転送レートを設定します。
  - **CBS**（Committed Burst Size）：バケット C のサイズです。バケット C が転送できるトラフィックの転送バーストを設定します。

  パケットが到達するとき、以下のルールに従います。
  - バケット C にパケットを転送するために十分なトークンがある場合、パケットは green に色分けされます。
  - そうでない場合、パケットは red に色分けされます。

5.1.2 トラフィックポリシング

トラフィックポリシングは、入出力トラフィックのポリシーをサポートすることができます。

一般的なトラフィックポリシングのアプリケーションは、ネットワークの特定のトラフィックを監視し、トラフィックを妥当な範囲内で制限します。別のアプリケーションは、ネットワークリソースが積極的に使用しないようにするため、余剰トラフィックの調整を行います。たとえば、HTTP パケットの帯域幅を全体の 50%未満に制限することができます。セッションのトラフィックが制限を超過すると、トラフィックポリシングはパケットの廃棄やパケットの IP プレシーデンスをリセットすることができます。図 5-1にインタフェースの出力トラフィックのポリシングの例を示します。

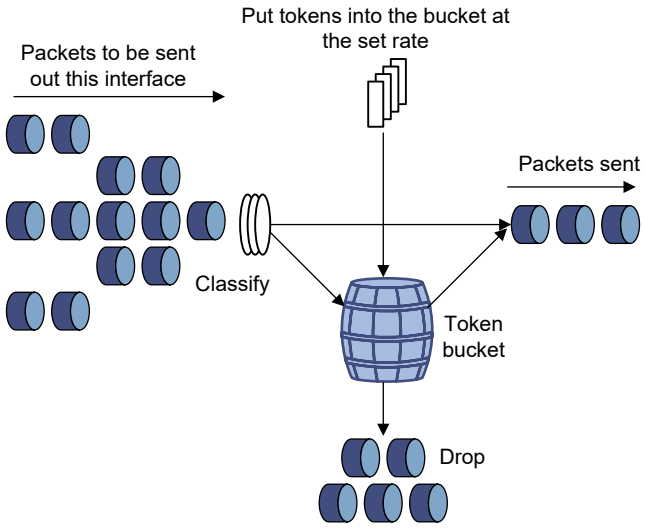


図 5-1 トラフィックポリシング

トラフィックポリシングは、ISP（Internet Service Provider）のネットワークのトラフィックの制限などに広く使用されます。トラフィックポリシングはトラフィックを分類し、検証結果にもとづいて、トラフィックを事前に定義されたトラフィック動作で処理します。トラフィック動作には以下があります。

- 適合トラフィックを転送します。

- 余剰トラフィックを破棄します。

5.2 トラフィックポリシングの設定

インタフェースまたはコントロールプレーンのトラフィックポリシングは、QoS ポリシーを使用することによってのみ設定できます。

5.2.1 QoS ポリシーを使用したトラフィックポリシングの設定

以下に QoS ポリシー（MQC アプローチ）を使用したトラフィックポリシングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. トラフィッククラスを作成し traffic class view に移行する	**traffic classifier** *classifier-name* [**operator** { **and** | **or** }]	デフォルト：設定なし
3. 一致条件を設定する	**if-match** *match-criteria*	デフォルト：設定なし **if-match**コマンドの詳細はコマンドマニュアルのセクション8 *ACL and QoS “QoSポリシー”* を参照してください。
4. system view に戻る	**quit**	ー
5. トラフィック動作を作成し traffic behavior view に移行する	**traffic behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし
6. トラフィックポリシングアクションを設定する	**car cir** *committed-information-rate* [**cbs** *committed-burst-size*] [**green** *action* | **red** *action* | **yellow** *action*] *	どちらか一方の設定を行います。 デフォルト：設定なし
7. system view に戻る	**quit**	ー
8. QoS ポリシーを作成し QoS policy view に移行する	**qos policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
9. トラフィック行動とトラフィッククラスを関連づける	**classifier** *classifier-name* **behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし
10. system view に戻る	**quit**	ー
11. QoS ポリシーを適用する	• インタフェースへ適用	デフォルト：設定なし

5.3 トラフィックポリシングの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
トラフィック動作の設定を表示する	**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*]

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

6 章 トラフィックフィルタリング 6-1
6.1 設定手順 6-1
6.2 設定例 6-2
6.2.1 ネットワーク要件 6-2
6.2.2 設定手順 6-2

6章 トラフィックフィルタリング

トラフィックフィルタリングは、設定したアクションとクラスを組み合わせることにより受信/送信トラフィックをフィルタします。たとえば、ネットワークの状態にしたがって指定した送信元 IP アドレスのパケットをフィルタすることができます。

6.1 設定手順

以下にトラフィックフィルタリングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． トラフィッククラスを作成し、traffic class view に移行する	**traffic classifier** *classifier-name* [**operator** { **and** | **or** }]	デフォルト：設定なし
3． マッチ条件を設定する	**if-match** *match-criteria*	デフォルト：設定なし
4． system view に戻る	**quit**	―
5． トラフィック動作を作成し、traffic behavior view に移行する	**traffic behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし
6． トラフィックフィルタリングアクションを設定する	**filter** { **deny** | **permit** }	デフォルト：設定なし
7． system view に戻る	**quit**	―
8． QoS ポリシーを作成し、QoS policy view に移行する	**qos policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし
9． トラフィッククラスと QoS ポリシーのトラフィック動作を関連づける	**classifier** *classifier-name* **behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし
10．system view に戻る	**quit**	―
11．QoS ポリシーを適用する	● VLANにQoSポリシーを適用する	デフォルト：設定なし
12．（オプション設定項目）トラフィックフィルタリングの設定を表示する	**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*]	すべてのviewで実行できます。

6.2 設定例

6.2.1 ネットワーク要件

図 6-1に示すように、GigabitEthernet 1/0/1 で受信し、送信元ポート番号が 21 ではないパケットをフィルタするためにトラフィックフィルタリングを設定します。

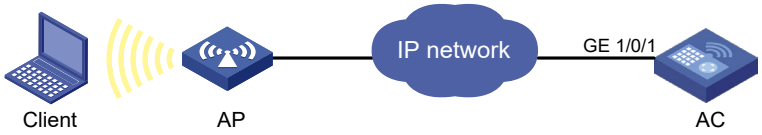


図 6-1 ネットワーク図

6.2.2 設定手順

拡張 ACL 3000 を作成し、送信元ポートが 21 ではないパケットにマッチするルールを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] acl advanced 3000
[AC-acl-ipv4-adv-3000] rule 0 permit tcp source-port neq 21
[AC-acl-ipv4-adv-3000] quit
```

トラフィッククラス **classifier_1** を作成し、トラフィッククラスにマッチする条件として ACL 3000 を参照するように設定します。

```
[AC] traffic classifier classifier_1
[AC-classifier-classifier_1] if-match acl 3000
[AC-classifier-classifier_1] quit
```

#トラフィック動作 **behavior_1** を作成し、パケットを廃棄するトラフィックフィルタリングのアクションを設定します。

```
[AC] traffic behavior behavior_1
[AC-behavior-behavior_1] filter deny
[AC-behavior-behavior_1] quit
```

QoS ポリシー**policy** を作成し、トラフィッククラス **classifier_1** とトラフィック動作 **behavior_1** を関連づけます。

```
[AC] qos policy policy
[AC-qospolicy-policy] classifier classifier_1 behavior behavior_1
[AC-qospolicy-policy] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1 の入力トラフィックに QoS ポリシー **policy** を適用します。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] qos apply policy policy inbound
```

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

7 章 プライオリティマーキング 7-1
7.1 概要 7-1
7.2 設定手順 7-1
7.3 プライオリティマーキングの設定例 7-2
7.3.1 ネットワーク要件 7-2
7.3.2 設定手順 7-2

7章 プライオリティマーキング

7.1 概要

プライオリティマーキングは、トラフィックのプライオリティを変更するためにパケットのプライオリティフィールドまたはフラグビットを設定します。たとえば、パケットを転送するプライオリティを変更する場合、トラフィッククラスの IP プレシーデンスまたは DSCP を設定するプライオリティマーキングを用います。

プライオリティマーキングを設定するために、パケットクラスのプライオリティフィールドあるいはフラグビットを以下のように設定します。

1) トラフィック動作をプライオリティマーキングアクションに設定します。
2) トラフィッククラスをトラフィック動作に関連づけます。

プライオリティマーキングの設定は、プライオリティマッピングと同時に設定することができます。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “プライオリティマッピング”* を参照してください。

7.2 設定手順

以下にプライオリティマーキングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. トラフィッククラスを作成し、traffic class view に移行する	**traffic classifier** *classifier-name* [**operator** { **and** | **or** }]	デフォルト：設定なし
3. マッチ条件を設定する	**if-match** *match-criteria*	デフォルト：設定なし **if-match**コマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション8 *ACL and QoS “QoSポリシー”* を参照してください。
4. system view に戻る	**quit**	ー
5. トラフィック動作を作成し、traffic behavior view に移行する	**traffic behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし
6. プライオリティマーキングアクションを設定する	● DSCP値を設定する： **remark dscp** *dscp-value* ● ローカルプレシーデンスを設定する： **remark local-precedence** *local-precedence-value*	1つ以上のいずれかのコマンドを設定します。 デフォルト：設定なし
7. system view に戻る	**quit**	ー
8. QoS ポリシーを作成し、QoS policy view に移行する	**qos policy** *policy-name*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
9. トラフィッククラスにQoS ポリシーのトラフィック動作を関連付け得る	**classifier** *classifier-name* **behavior** *behavior-name*	デフォルト：設定なし
10. system view に戻る.	**quit**	ー
11. QoS ポリシーを適用する	• インタフェースにQoSポリシーを適用する	デフォルト：設定なし
12. （オプション設定項目）プライオリティマーキングの設定を表示する	**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*]	すべてのviewで実行できます。

7.3 プライオリティマーキングの設定例

7.3.1 ネットワーク要件

図 7-1に示すように、以下の要件を満足するようにプライオリティマーキングを設定します。

トラフィック送信元	宛先	プライオリティ
Client A, B	Data server	High
Client A, B	Mail server	Medium
Client A, B	File server	Low

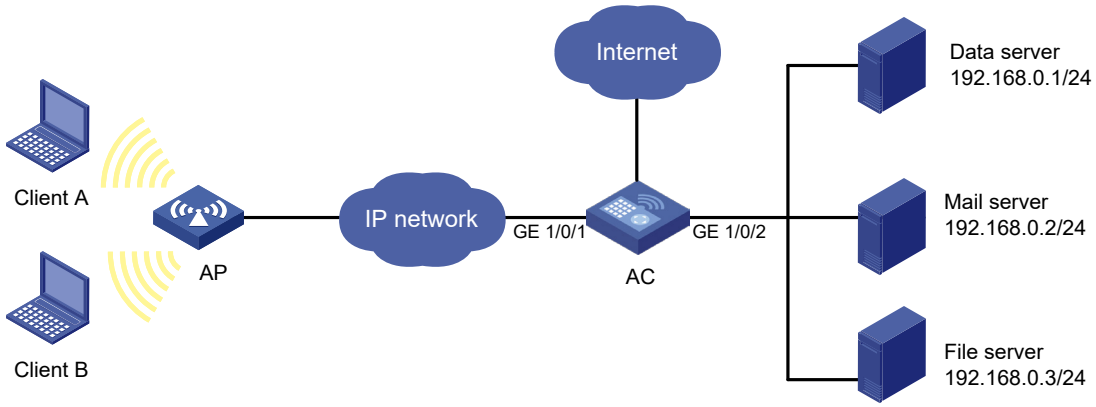


図 7-1 ネットワーク図

7.3.2 設定手順

拡張 ACL 3000 を作成し、宛先 IP アドレス 192.168.0.1 にパケットがマッチするルールを設定します。

```
<AC> system-view
```

```
[AC] acl advanced 3000
[AC-acl-ipv4-adv-3000] rule permit ip destination 192.168.0.1 0
[AC-acl-ipv4-adv-3000] quit
```

拡張 ACL 3001 を作成し、宛先 IP アドレス 192.168.0.2 にパケットがマッチするルールを設定します。

```
[AC] acl advanced 3001
[AC-acl-ipv4-adv-3001] rule permit ip destination 192.168.0.2 0
[AC-acl-ipv4-adv-3001] quit
```

拡張 ACL 3002 を作成し、宛先 IP アドレス 192.168.0.3 にパケットがマッチするルールを設定します。

```
[AC] acl advanced 3002
[AC-acl-ipv4-adv-3002] rule permit ip destination 192.168.0.3 0
[AC-acl-ipv4-adv-3002] quit
```

トラフィッククラス **classifier_dbserver** を作成し、トラフィッククラスのマッチ条件に ACL 3000 を適用します。

```
[AC] traffic classifier classifier_dbserver
[AC-classifier-classifier_dbserver] if-match acl 3000
[AC-classifier-classifier_dbserver] quit
```

トラフィッククラス **classifier_mserver** を作成し、トラフィッククラスのマッチ条件に ACL 3001 を適用します。

```
[AC] traffic classifier classifier_mserver
[AC-classifier-classifier_mserver] if-match acl 3001
[AC-classifier-classifier_mserver] quit
```

トラフィッククラス **classifier_fserver** を作成し、トラフィッククラスのマッチ条件に ACL 3002 を適用します。

```
[AC] traffic classifier classifier_fserver
[AC-classifier-classifier_fserver] if-match acl 3002
[AC-classifier-classifier_fserver] quit
```

トラフィック動作 **behavior_dbserver** を作成し、ローカルプレシーデンスの値を 4 としたアクションを設定します。

```
[AC] traffic behavior behavior_dbserver
[AC-behavior-behavior_dbserver] remark local-precedence 4
[AC-behavior-behavior_dbserver] quit
```

トラフィック動作 **behavior_mserver** を作成し、ローカルプレシーデンスの値を 3 としたアクションを設定します。

```
[AC] traffic behavior behavior_mserver
```

```
[AC-behavior-behavior_mserver] remark local-precedence 3
[AC-behavior-behavior_mserver] quit
```

トラフィック動作 **behavior_fserver** を作成し、ローカルプレシーデンスの値を 2 としたアクションを設定します。

```
[AC] traffic behavior behavior_fserver
[AC-behavior-behavior_fserver] remark local-precedence 2
[AC-behavior-behavior_fserver] quit
```

QoS ポリシー**policy_server** を作成し、トラフィッククラスを QoS ポリシーのトラフィック動作に関連づけます。

```
[AC] qos policy policy_server
[AC-qospolicy-policy_server] classifier classifier_dbserver behavior behavior_dbserver
[AC-qospolicy-policy_server] classifier classifier_mserver behavior behavior_mserver
[AC-qospolicy-policy_server] classifier classifier_fserver behavior behavior_fserver
[AC-qospolicy-policy_server] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1 の入力トラフィックに QoS ポリシー**policy_server** を適用します。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] qos apply policy policy_server inbound
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

8 章 タイムレンジ..... 8-1
8.1 設定手順..... 8-1
8.2 タイムレンジの表示と維持..... 8-1
8.3 タイムレンジの設定例..... 8-2
8.3.1 ネットワーク要件..... 8-2
8.3.2 設定手順..... 8-2
8.3.3 設定の確認..... 8-3

8章 タイムレンジ

タイムレンジを適用することで、日時をもとにしたサービスを提供することができます。このタイムレンジは指定した期間のみ適用されます。たとえばタイムレンジを設定し、日時を指定した ACL を設定することができます。もしタイムレンジが存在しない場合、サービスは適用されません。

タイムレンジは以下のタイプがあります。

- **周期的タイムレンジ** － 一週間のある曜日、または複数の曜日で周期的に繰り返します。
- **絶対的タイムレンジ** － 一定期間内のみ有効になり、繰り返しません。

タイムレンジはタイムレンジ名によって一意に決められます。最大 1024 のタイムレンジを設定することができますが、各タイムレンジは、32 の周期的な記述と 12 の絶対的な記述まで設定することができます。

1) すべての周期的タイムレンジを組み合わせます。
2) すべての絶対的タイムレンジを組み合わせます。
3) タイムレンジのアクティブな期間として 2 つの記述の AND を行います。

8.1 設定手順

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． タイムレンジを作成あるいは修正する	**time-range** *time-range-name* { *start-time* **to** *end-time days* [**from** *time1 date1*] [**to** *time2 date2*] | **from** *time1 date1* [**to** *time2 date2*] | **to** *time2 date2* }	デフォルト：設定なし

8.2 タイムレンジの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
タイムレンジの設定と状態を表示する	**display time-range** { *time-range-name* | **all** }

8.3 タイムレンジの設定例

8.3.1 ネットワーク要件

図 8-1に示すように、Client が Server に 2015 年 6 月 1 日から 2015 年 12 月 31 日の、営業時間 8:00 から 18:00 のみアクセスできるように、AC に ACL を設定します。

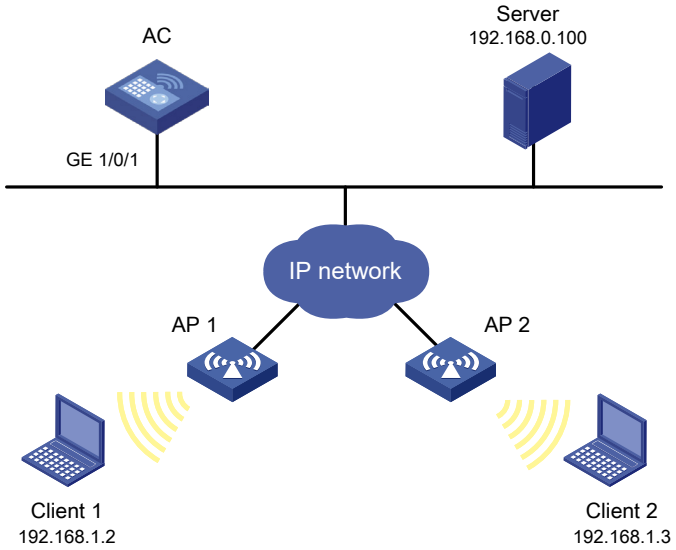


図 8-1 ネットワーク図

8.3.2 設定手順

2015 年 6 月 1 日から 2015 年 12 月 31 日の、営業時間 8:00 から 18:00 の周期的タイムレンジを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] time-range work 8:0 to 18:0 working-day from 0:0 6/1/2015 to 24:0 12/31/2015
```

IPv4 標準 ACL 2001 を作成し、タイムレンジ **work** の間、192.168.1.2/32 からのパケットのみ許可するようにルールを設定します。

```
[AC] acl basic 2001
[AC-acl-ipv4-basic-2001] rule permit source 192.168.1.2 0 time-range work
[AC-acl-ipv4-basic-2001] rule deny source any time-range work
[AC-acl-ipv4-basic-2001] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1 の出力パケットをフィルタするため、IPv4 標準 ACL 2001 を適用します。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] packet-filter 2001 outbound
```

```
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

8.3.3 設定の確認

AC でタイムレンジの設定と状態を表示します。

```
[AC] display time-range all
Current time is 09:40:55 5/26/2015 Tuesday

Time-range : work ( Active )
 08:00 to 18:00 working-day
 from 00:00 6/1/2011 to 00:00 1/1/2012
```

出力は、タイムレンジの **work** がアクティブであることを示します。

目次

このセクションのページは**8-x-x** です。

9章 付録 9-1
9.1 付録A 頭字語 9-1
9.2 付録B デフォルトプライオリティマップ 9-1
9.3 付録C パケットプレシーデンスの概要 9-3
9.3.1 IPプレシーデンスとDSCPフィールドの値 9-3
9.3.2 802.1pプライオリティ 9-4
9.3.3 802.11eプライオリティ 9-5

9章 付録

9.1 付録A 頭字語

頭字語	フルスペル
BE	Best Effort
CAR	Committed Access Rate
CBS	Committed Burst Size
CIR	Committed Information Rate
CQ	Custom Queuing
DiffServ	Differentiated Service
DSCP	Differentiated Services Code Point
EBS	Excess Burst Size
FIFO	First in First out
IntServ	Integrated Service
ISP	Internet Service Provider
PIR	Peak Information Rate
PQ	Priority Queuing
QoS	Quality of Service
ToS	Type of Service

9.2 付録B デフォルトプライオリティマップ

デフォルトの dscp-dscp プライオリティマップでは、入力した値と出力の値が同一となります。

表 9-1 デフォルトの dot1p-lp プライオリティマップ

プライオリティの入力値	dot1p-lp マッピング
dot1p	lp
0	2
1	0
2	1
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

表 9-2 デフォルトの dot11e-lp プライオリティマップ

プライオリティの入力値	dot1e-lp マッピング
dot11e	lp
0	2
1	0
2	1
3	3
4	4

プライオリティの入力値	dot1e-lp マッピング
dot11e	lp
5	5
6	6
7	7

表 9-3 デフォルトの dscp-lp プライオリティマップ

プライオリティの入力値	dscp-lp マッピング
dscp	lp
0 ～ 7	0
8 ～ 15	1
16 ～ 23	2
24 ～ 31	3
32 ～ 39	4
40 ～ 47	5
48 ～ 55	6
56 ～ 63	7

表 9-4 デフォルトの lp-dot1p、lp-dot11e、lp-dscp プライオリティマップ

プライオリティの入力値	lp-dot1p マッピング	lp-dot11e マッピング	lp-dscp マッピング
lp	dot1p	dot11e	DSCP
0	1	1	0
1	2	2	8
2	0	0	16
3	3	3	24
4	4	4	32
5	5	5	40
6	6	6	48
7	7	7	56

表 9-5 デフォルトのポートプライオリティマップ

ポートプライオリティ	ローカルプレシーデンス
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

9.3 付録C パケットプレシーデンスの概要

9.3.1 IP プレシーデンスと DSCP フィールドの値

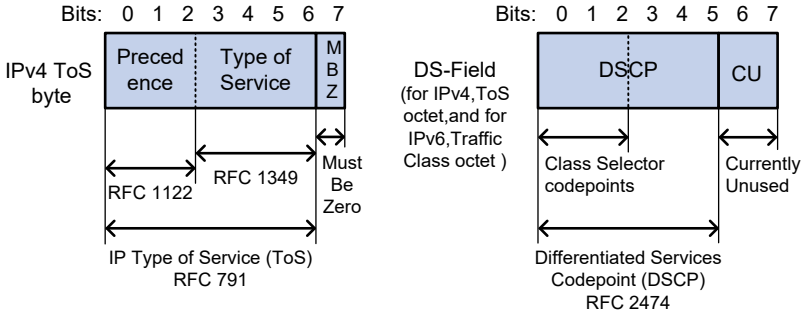


図 9-1 ToS、DS フィールド

図 9-1に示すように、IP ヘッダの ToS フィールドは 8 ビットが含まれます。最初の 3 ビット(0～2)は、0～7 までの IP プレシーデンスを示します。RFC2474 に従い、ToS フィールドは、右側の DS(Differentiated Services)フィールドとして再定義されます。ここで最初の 6 ビット(0～5)は DSCP を表し、0～63 までの値となります。残りの 2 ビット(6、7)は予約された値として使われません。

表 9-6 IP プレシーデンス

IP プレシーデンス(10 進表示)	IP プレシーデンス(2 進表示)	説明
0	000	Routine
1	001	priority
2	010	immediate
3	011	flash
4	100	flash-override
5	101	critical
6	110	internet
7	111	network

表 9-7 DSCP 値

DSCP 値(10 進表示)	DSCP 値(2 進表示)	説明
46	101110	ef
10	001010	af11
12	001100	af12
14	001110	af13
18	010010	af21
20	010100	af22
22	010110	af23
26	011010	af31
28	011100	af32
30	011110	af33
34	100010	af41
36	100100	af42
38	100110	af43
8	001000	cs1

DSCP 値(10 進表示)	DSCP 値(2 進表示)	説明
16	010000	cs2
24	011000	cs3
32	100000	cs4
40	101000	cs5
48	110000	cs6
56	111000	cs7
0	000000	be (default)

9.3.2 802.1p プライオリティ

802.1p プライオリティは、レイヤ 2 ヘッダにありレイヤ 3 ヘッダを解析する必要がなく、QoS がレイヤ 2 で必要となるところで使用されます。

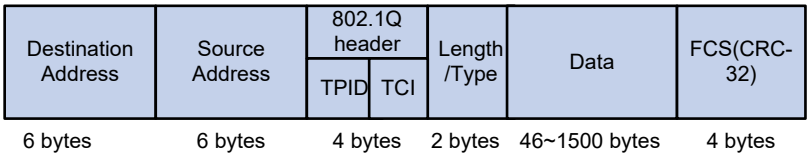


図 9-2 802.1Q タグヘッダの Ethernet フレーム

図 9-2に示すように、4 バイトの 802.1Q タグヘッダはタグプロトコル識別子(TPID、2 バイト長)とタグ管理情報(TCI、2 バイト長)から構成されます。TPID の値は 0x8100 です。図 9-3は、802.1Q ヘッダのフォーマットを示します。802.1Q タグヘッダのプライオリティフィールドは、IEEE802.1p で定義され、802.1p プライオリティと呼ばれます。表 9-8 に 802.1p プライオリティの値を示します。

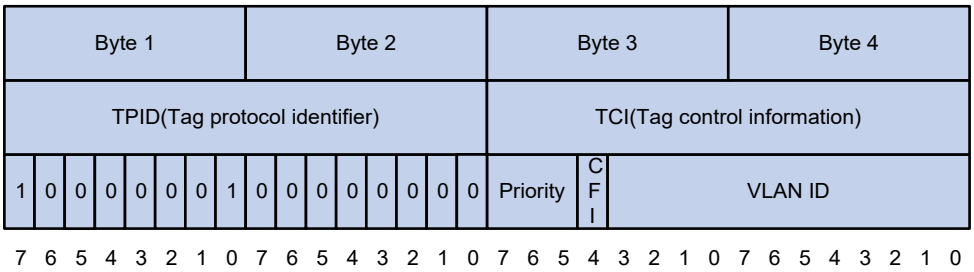


図 9-3 802.1Q タグヘッダ

表 9-8 802.1p プライオリティの説明

802.1p プライオリティ(10 進表示)	802.1p プライオリティ(2 進表示)	説明
0	000	best-effort
1	001	background
2	010	spare
3	011	excellent-effort
4	100	controlled-load
5	101	video
6	110	voice
7	111	network-management

9.3.3 802.11e プライオリティ

WLAN 上で QoS サービスを提供するために、802.11e 標準が開発されました。IEEE802.11e は、IEEE802.11 の MAC レイヤ拡張です。IEEE802.11e は、2 バイトの QoS 制御フィールドを 802.11e MAC フレームヘッダに追加します。3 ビットの QoS 制御フィールドは、0 から 7 の範囲の 802.11e 優先度を表します。

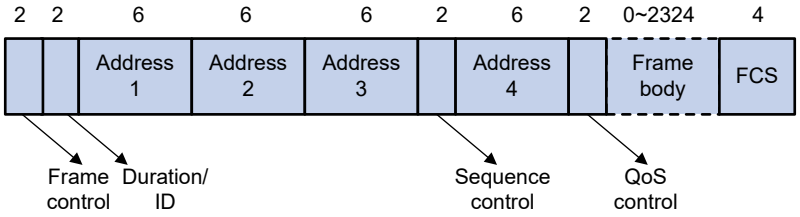


図 9-4 802.11e フレームの構造

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

9. セキュリティ

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-AAA
02-802.1x の概要
03-802.1x
04-MAC アドレス認証
05-パスワード管理
06-公開鍵
07-SSH
08-PKI
09-SSL
10- 接続制限の設定
11-IP ソースガード
12-ARP アタックプロテクション
13-ユーザアイソレーション
14-TCP フラグメントアタックプロテクション
15-ユーザプロファイル

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

1章 AAA 1-1
1.1 概要 1-1
1.1.1 RADIUS 1-2
1.1.2 装置のAAA実装 1-7
1.1.3 プロトコルと標準 1-9
1.1.4 RADIUS属性 1-10
1.2 AAA設定要件と設定作業リスト 1-13
1.3 AAAスキームの設定 1-14
1.3.1 ローカルユーザの設定 1-14
1.3.2 RADIUSスキームの設定 1-17
1.4 ISPドメインのAAA方式の設定 1-25
1.4.1 設定要件 1-25
1.4.2 ISPドメインの作成 1-25
1.4.3 ISPドメインの属性の設定 1-26
1.4.4 ISPドメインの認証方式の設定 1-27
1.4.5 ISPドメインの許可方式の設定 1-27
1.4.6 ISPドメインのアカウンティング方式の設定 1-28
1.4.7 ISPドメインのNAS-IDの設定 1-29
1.5 同時ログインユーザの最大数の設定 1-29
1.6 AAAの表示と維持 1-30
1.7 AAAの設定例 1-30
1.7.1 SSHユーザのRADIUS認証、アカウンティングの設定例 1-30
1.8 RADIUSのトラブルシューティング 1-32
1.8.1 RADIUS認証の失敗 1-32
1.8.2 RADIUSパケットが到達不能 1-33
1.8.3 RADIUSアカウンティングエラー 1-33

1章 AAA

1.1 概要

AAA は認証（Authentication）、許可（Authorization）、アカウンティング（Accounting）の 3 つのセキュリティ機能の総称です。実用的なネットワークアクセス管理を行うためのフレームワークを提供します。それぞれの以下のセキュリティ機能を提供します。

- **認証** – リモートユーザを特定し、有効なユーザか否かを判断します。
- **許可（認可）** – 認証に成功したユーザに対して提供する権限を制限します。
- **アカウンティング（課金）** – サービスタイプ、開始/終了の時間、トラフィックを含む認証に成功したユーザのネットワークサービスの使用情報を登録します。これにより、アカウンティング機能は、時間ベースおよびトラフィックベースで、ネットワークセキュリティの監視にも使用することができます。

通常、AAA ではクライアント/サーバモデルを使用します。クライアントは NAS（Network Access Server）上で動作し、サーバで集中的にユーザ情報を管理します。AAA ネットワークにおいて、図 1-1に示すように、NAS はユーザのためのサーバですが、AAA サーバのためのクライアントでもあります。

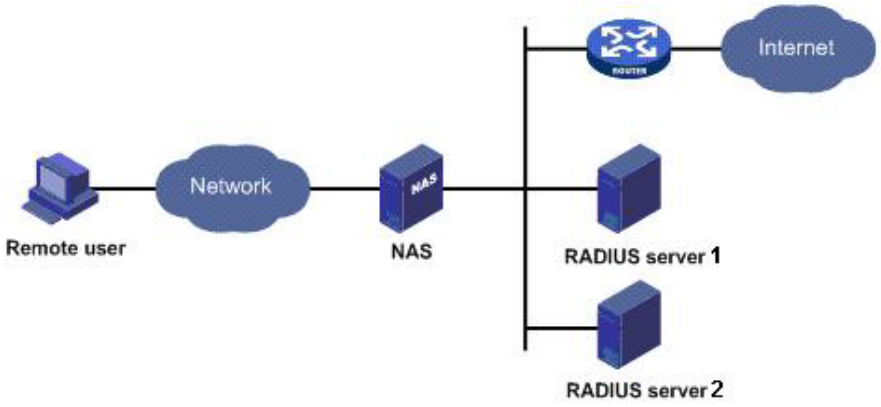


図 1-1 AAA のネットワーク構成

ユーザが NAS への接続を確立し、ほかのネットワーク、またはいくつかのネットワークリソースにアクセスするための権利を取得しようとする場合、NAS は、ユーザ、または対応する接続を認証します。NAS はユーザの AAA 情報をサーバ（RADIUS サーバ）に透過的に通すことができます。その結果 NAS はアクセス要求を許可/禁止するか決定します。

AAA を実現する方法として、最も使用されるものとして RADIUS があります。

図 1-1に示すように、RADIUS サーバ 1 と RADIUS サーバ 2 があります。この場合、必要に応じて、認証、許可、アカウンティングの役割を決めることができます。たとえば、RADIUS サーバ 2 を認証と許可に使用し、RADIUS サーバ 1 をアカウンティングサーバにすることができます。

必要に応じて、AAA を使用してセキュリティ機能を選択することができます。たとえば、会社の従業員が指定のリソースにアクセスする前に、認証を行いたい場合、認証サーバの

みを設定することで実行可能です。ネットワークの使用情報を登録したい場合、アカウンティングサーバも設定することで実行可能になります。

装置は、ダイナミックにパスワードの認証を行うことができます。

1.1.1 RADIUS

RADIUS（Remote Authentication Dial-In User Service）は、クライアント/サーバモデルにおける分散情報交換プロトコルの 1 つです。RADIUS は非許可ユーザのアクセスからネットワークを保護することから、高いセキュリティとリモートユーザアクセスの両方が必要な環境でよく使用されます。

RADIUS 許可は、RADIUS 認証と組み合わせて使用されます。ユーザ許可情報は、認証のレスポンスによって運ばれます。RADIUS はトランスポートプロトコルとして UDP を使用します。RADIUS は認証に UDP ポート 1812 を、アカウンティングに UDP ポート 1813 を使用します。

RADIUS は、元々ダイヤルインユーザアクセスのために定義されました。RADIUS は、イーサネットアクセス、ADSL アクセスのようなより多くのアクセス方式をサポートするために拡張されました。

I. クライアント/サーバモデル

RADIUS クライアントは、ネットワーク中に配置された NAS（Network Attached Storage）上で動作します。NAS は指定されたサーバにユーザ情報を転送し、そのレスポンス（たとえば、ユーザのアクセスリクエストを許可/拒否する）によって動作します。

RADIUS サーバは、ネットワークセンターのコンピュータ、またはワークステーションで動作し、ユーザ認証とネットワークアクセスサービスに関連した情報を管理します。

RADIUS サーバは以下のプロセスを実行します。

1) RADIUS クライアントから認証要求、許可要求、アカウンティング要求を受信します。
2) ユーザ認証、許可、アカウンティングを実行します。
3) ユーザアクセスコントロール情報（たとえば、ユーザのアクセスリクエストを許可/拒否する）をクライアントに送信します。

加えて RADIUS サーバは、認証プロキシのサービスを提供する別の RADIUS サーバのクライアントによって実行することができます。

通常、RADIUS サーバは、Users、Clients、Dictionary の 3 つのデータベースを管理します。

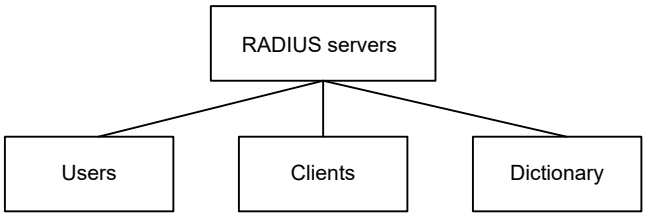


図 1-2 RADIUS サーバデータベース

- **Users** － ユーザ名、パスワード、適用プロトコル、IP アドレスのようなユーザ情報を収容します。
- **Clients** － 共有鍵や IP アドレスのような RADIUS クライアントについての情報を収容します。
- **Dictionary** － RADIUS のプロトコル属性とその値を把握するための情報を収容します。

II. 情報交換セキュリティメカニズム

RADIUS クライアントとサーバは、あらかじめ設定された共有鍵を用いて、情報の交換を行います。RADIUS パケットは Authenticator と呼ばれる 16 バイトフィールドがあります。このフィールドは、MD5 アルゴリズム、共有鍵、ほかのいくつかの情報を使用して作成されたシグネチャを送信します。パケットの受信者はシグネチャを確認し、シグネチャが正しいときのみパケットを受信します。このメカニズムは RADIUS クライアントとサーバ間の情報交換のセキュリティを保証することができます。

共有鍵は RADIUS パケットにあるユーザのパスワードを暗号化するのに使われます。

III. ユーザ認証メカニズム

RADIUS サーバは、PAP、CHAP、EAP のような複数のユーザ認証方式をサポートします。

IV. RADIUS の標準的なパケット交換プロセス

図 1-3にユーザホスト、RADIUS クライアント、RADIUS サーバ間の情報交換について示します。

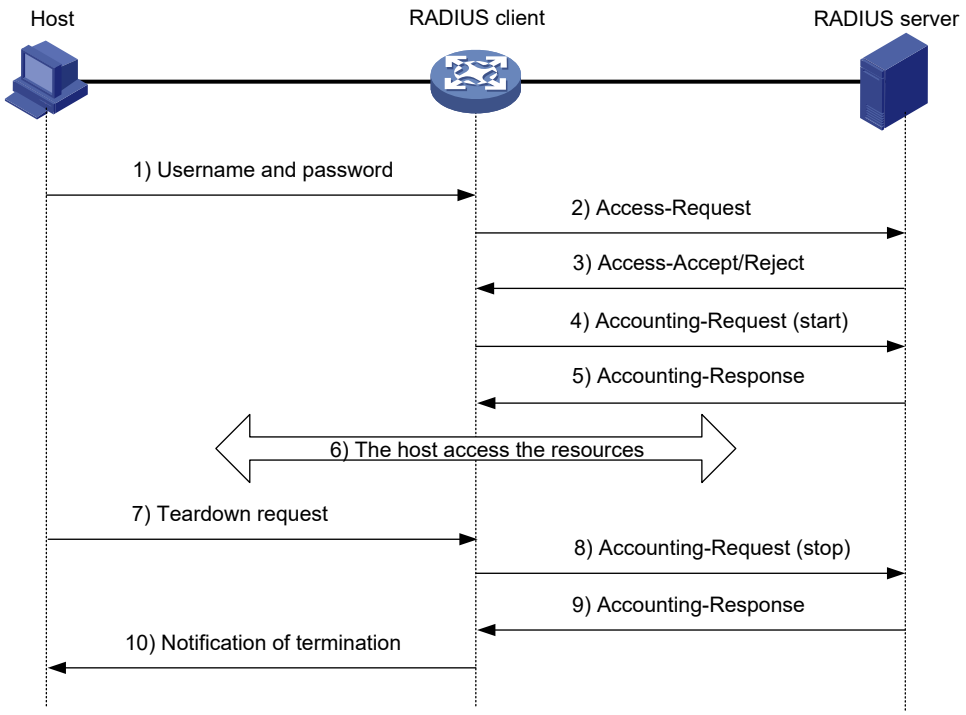


図 1-3 RADIUS の標準的なパケット交換プロセス

RADIUS は以下のように動作します。

1) ホストは、RADIUS クライアントにユーザ名とパスワードを転送し、接続リクエストを送信し始めます。
2) ユーザ名とパスワードを受信した後、RADIUS クライアントは MD5（Message-Digest5）アルゴリズムを使用して暗号化されたユーザパスワードと共有鍵を持つ認証要求（Access-Request）パケットを RADIUS サーバに送信します。
3) RADIUS サーバはユーザ名とパスワードを認証します。認証が成功した場合、ユーザの許可情報を含む Access-Accept message パケットを送り返します。認証に失敗した場合、Access-Reject message パケットを送り返します。
4) RADIUS クライアントは、返された認証結果に従ってユーザを許可、または拒否します。ユーザを許可した場合、クライアントは RADIUS サーバにアカウンティング開始要求（Accounting-Request）パケットを送信します。
5) RADIUS サーバはアカウンティング開始応答（Accounting-Response）パケットを返し、アカウンティングし始めます。
6) ユーザはネットワークリソースにアクセスすることができるようになります。
7) ホストが RADIUS クライアントに接続切断要求を行います。
8) RADIUS クライアントは RADIUS サーバにアカウンティング停止要求（Accounting-Request）パケットを送信します
9) RADIUS サーバは、ユーザのアカウンティングを停止するためにアカウンティング停止応答（Accounting-Response）パケットをクライアントに送り返します。
10) ユーザのネットワークリソースへのアクセスが停止します。

V. RADIUS パケットフォーマット

RADIUS は転送メッセージに UDP を使用します。転送メッセージは、時間管理メカニズム、再送メカニズム、バックアップサーバメカニズムを含む一連のメカニズムによって RADIUS サーバとクライアント間でのスムーズなメッセージ交換を確実にします。図 1-4 に RADIUS パケットのフォーマットを示します。

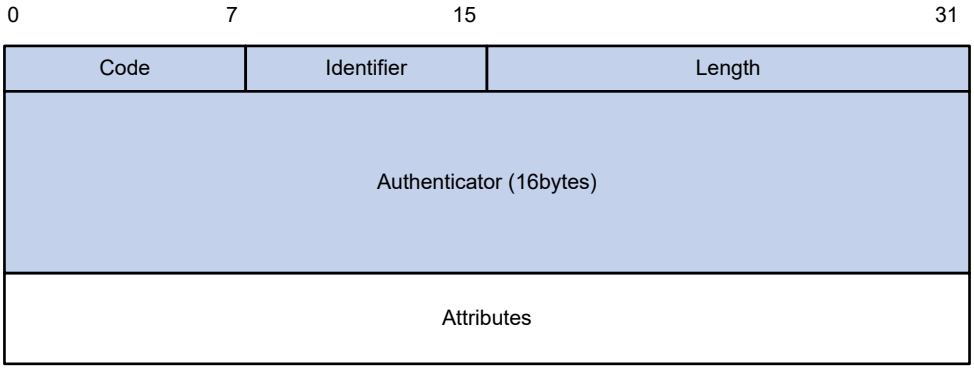


図 1-4 RADIUS パケットフォーマット

以下にフィールドの説明について記載します。

- Code フィールド（1 バイト長）は RADIUS パケットのタイプを表します。表 1-1にコードフィールドと主な値について説明します。

表 1-1 コードフィールドの主な値

Code	パケットタイプ	説明
1	Access-Request	クライアントからサーバに送信されるパケットです。このタイプのパケットは、ユーザを認証するためにサーバにユーザ情報を運ぶために使用されます。このパケットはユーザ名属性を含む必要があり、オプションとしてNAS-IPアドレス、ユーザパスワード、NAS-ポートの属性を含むことができます。
2	Access-Accept	サーバからクライアントに送信されるパケットです。Access-Requestで運ばれるすべての属性値を許可できる場合、つまり、認証が成功する場合、サーバはAccess-Accept応答パケットを送信します。
3	Access-Reject	サーバからクライアントに送信されるパケットです。Access-Requestで運ばれる情報を許可できない場合、サーバはユーザを拒否し、Access-Reject応答パケットを送信します。
4	Accounting-Request	クライアントからサーバに送信されるパケットです。このタイプのパケットはユーザのアカウンティングを開始/停止するためにサーバにユーザ情報を運ぶために使用されます。このパケットは、サーバがアカウンティングの開始/停止するための応答を示すAcct-Status-Type属性を含みます。
5	Accounting-Response	サーバからクライアントに送信されるパケットです。サーバからクライアントに送信するこのタイプのパケットは、Accounting-Requestを受信し、正確にアカウンティング情報を記録し始めたことを通知します。

- Identifier フィールド（1 バイト長）は、要求パケットと応答パケットをマッチングして、再送済みの要求パケットを検出するために使用されます。（認証あるいはアカウンティングのような）同じタイプの要求/応答パケットは同じ identifier を持ちます。
- Length フィールド（2 バイト長）は、Code、Identifier、Length、Authenticator、Attribute フィールドを含む全パケット長を示します。このフィールドの値の範囲は 20～4096 です。この範囲よりも大きい値は、不要なものとみなされ、パケットを受信されても無視します。受信パケットの長さが Length フィールドの範囲よりも小さな値の場合、そのパケットは破棄されます。
- Authenticator フィールド（16 バイト長）は、RADIUS サーバからの応答パケットを認証するために使用され、アルゴリズムを隠すパスワードにも使用されます。要求 Authenticator と応答 Authenticator の 2 種類の Authenticator があります。
- Attribute フィールド（可変長）は、要求、または応答の詳細設定を定義するために指定の認証、許可、アカウンティング情報を運びます。このフィールドは Type、Length、Value の 3 つのサブフィールドが含まれます。
  - **Type** － 属性のタイプを示します。
  - **Length** － Type、Length、Value フィールドを含む属性の長さを示します。
  - **Value** － 属性の値を示します。フォーマットと内容はサブフィールドに依存します。

一般的に使用される RADIUS 属性は、RFC2865、RFC2866、RFC2867、RFC2868 で定義されています。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ“AAA”の“一般的に使われる標準 RADIUS 属性”*を参照してください。

表 1-2 一般的に使用される RADIUS 属性

No.	属性	No.	属性
1	User-Name	45	Acct-Authentic
2	User-Password	46	Acct-Session-Time
3	CHAP-Password	47	Acct-Input-Packets
4	NAS-IP-Address	48	Acct-Output-Packets
5	NAS-Port	49	Acct-Terminate-Cause
6	Service-Type	50	Acct-Multi-Session-Id
7	Framed-Protocol	51	Acct-Link-Count
8	Framed-IP-Address	52	Acct-Input-Gigawords
9	Framed-IP-Netmask	53	Acct-Output-Gigawords
10	Framed-Routing	54	(unassigned)
11	Filter-ID	55	Event-Timestamp
12	Framed-MTU	56-59	(unassigned)
13	Framed-Compression	60	CHAP-Challenge
14	Login-IP-Host	61	NAS-Port-Type
15	Login-Service	62	Port-Limit
16	Login-TCP-Port	63	Login-LAT-Port
17	(unassigned)	64	Tunnel-Type
18	Reply-Message	65	Tunnel-Medium-Type
19	Callback-Number	66	Tunnel-Client-Endpoint
20	Callback-ID	67	Tunnel-Server-Endpoint
21	(unassigned)	68	Acct-Tunnel-Connection
22	Framed-Route	69	Tunnel-Password
23	Framed-IPX-Network	70	ARAP-Password
24	State	71	ARAP-Features
25	Class	72	ARAP-Zone-Access
26	Vendor-Specific	73	ARAP-Security
27	Session-Timeout	74	ARAP-Security-Data
28	Idle-Timeout	75	Password-Retry
29	Termination-Action	76	Prompt
30	Called-Station-Id	77	Connect-Info
31	Calling-Station-Id	78	Configuration-Token
32	NAS-Identifier	79	EAP-Message

No.	属性	No.	属性
33	Proxy-State	80	Message-Authenticator
34	Login-LAT-Service	81	Tunnel-Private-Group-id
35	Login-LAT-Node	82	Tunnel-Assignment-id
36	Login-LAT-Group	83	Tunnel-Preference
37	Framed-AppleTalk-Link	84	ARAP-Challenge-Response
38	Framed-AppleTalk-Network	85	Acct-Interim-Interval
39	Framed-AppleTalk-Zone	86	Acct-Tunnel-Packets-Lost
40	Acct-Status-Type	87	NAS-Port-Id
41	Acct-Delay-Time	88	Framed-Pool
42	Acct-Input-Octets	89	(unassigned)
43	Acct-Output-Octets	90	Tunnel-Client-Auth-id
44	Acct-Session-Id	91	Tunnel-Server-Auth-id

VI. 拡張 RADIUS 属性

RADIUS プロトコルは優れた拡張性を持ちます。RFC 2865 で定義されている属性番号 26（Vender-Specific）は、標準 RADIUS プロトコルが提供しない機能をベンダが実装するために拡張属性を定義することができます。

ベンダはアプリケーションを拡張するために、RADIUS パケットの複数の TLV（type-length-value）のサブ属性をカプセル化することができます。図 1-5に示すように、属性番号 26 でカプセル化されるサブ属性は、以下の 4 つで構成されます。

- **Vendor-ID** – ベンダ ID を示します。最上位のバイト値は 0 で、ほかの 3 つのバイト値には RFC1700 に準拠したコードが入ります。RADIUS サブ属性は 25506 のベンダ ID をサポートします。
- **Vendor-Type** – サブ属性のタイプを示します。
- **Vendor-Length** – サブ属性の長さを示します。
- **Vendor-Data** – サブ属性の内容を示します。

拡張 RADIUS 属性の詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”の “QX シリーズ用 RADIUS 属性”* を参照してください。

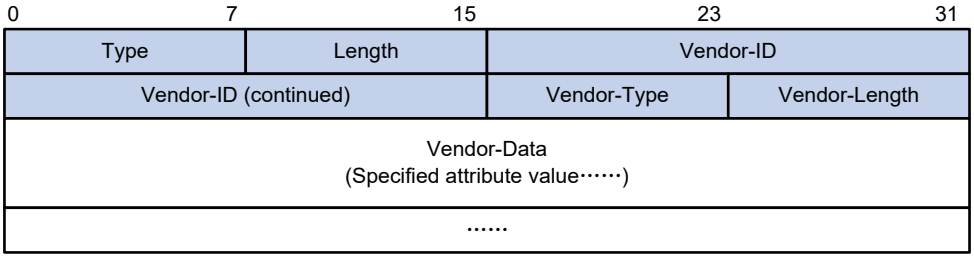


図 1-5 属性番号 26 の拡張 RADIUS 属性フォーマット

1.1.2 装置の AAA 実装

この章は AAA のユーザ管理と方法について記載します。

I. ISP ドメインにもとづくユーザ管理とユーザアクセスタイプ

AAA は ISP ドメインとアクセスタイプもとづいてユーザを管理します。

NAS で各ユーザは 1 つの ISP ドメインに属しています。通常、NAS は、ユーザがログインするために使用するユーザ名によって、ISP ドメインを決定します。

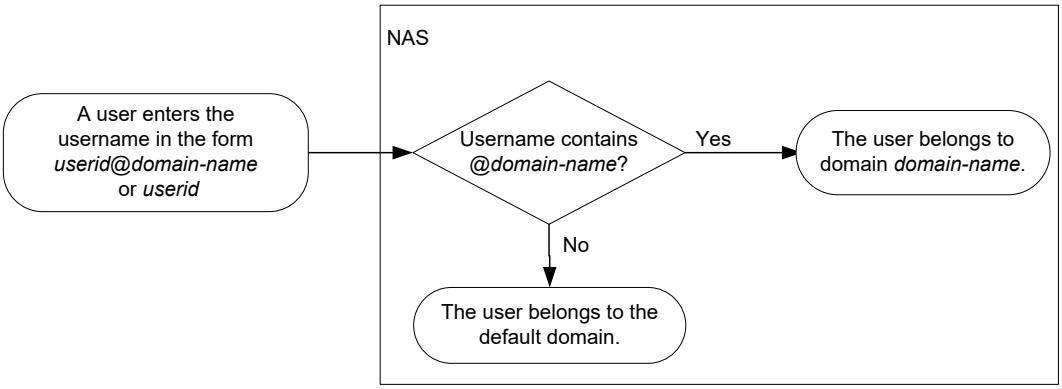


図 1-6 ユーザ名を用いた ISP ドメインの決定

AAA はアクセスタイプにもとづいて、同じ ISP ドメインのユーザを管理します。装置はログインユーザのみサポートします。ログインユーザは以下のタイプのユーザアクセスをサポートします。

- **LAN**－802.1X 認証あるいは MAC アドレス認証にパスした LAN ユーザを含みます。
- **Login**－SSH、Telnet、FTP、装置にログインしている端末のユーザを含みます。端末のユーザはコンソールポートを通してアクセスすることができます。
- **ポータル**－ポータルユーザは、ネットワークアクセスのためにポータル認証を通過する必要があります。

🕮 **メモ：**

ユーザ認証の管理ポリシに対応するため、装置は 802.1X のような認証モジュールを提供します。認証モジュールを設定した場合、アクセスタイプのユーザの ISP ドメインは認証モジュールの設定に依存します。

II. AAA 認証方式

AAA は ISP ドメインの異なるタイプのユーザのため、異なる認証、許可、アカウンティング方式を設定することができます。NAS はユーザの ISP ドメインとアクセスタイプを決定し、ユーザのアクセスを管理するため、設定された認証方式を使用します。

AAA は ISP ドメインのデフォルト方式の設定をサポートします。デフォルト方式は、特定の AAA 方式が設定されていないユーザに使われます。

装置は、以下の認証方式をサポートします。

- **認証なし** － すべてのユーザが信頼され、認証が実施されません。通常、この方式はセキュリティ目的で使われません。
- **ローカル認証** － 認証は、ユーザ名、パスワード、属性を含むユーザ情報の設定された NAS によって実行されます。ローカル認証は、高速かつ低コストですが、収容できる情報量は、記憶容量に依存します。
- **リモート認証** － アクセス装置は、ユーザを認証するために RADIUS サーバを利用します。RADIUS に関して、装置はユーザ認証を実行するために、標準的な RADIUS プロトコルを使用することができます。リモート認証の特徴は、集中した情報管理、高い能力、高い信頼性、複数の装置のための集中した認証が挙げられます。また、リモート認証サーバが有効でないときのバックアップ方式としてローカル認証を設定することができます。

装置は、以下の許可方式をサポートします。

- **許可なし** － NAS は許可を実行しません。認証にパスするとネットワークに以下のデフォルト許可情報を適用します。
  - □ ログインユーザはネットワークにアクセスできません。
  - □ ログインユーザはレベル 0 ユーザロールを獲得します。
  - □ FTP、SFTP ユーザが認証にパスしたとき、作業ディレクトリが NAS のルートディレクトリになりますが、アクセスすることはできません。
- **ローカル許可** － ユーザは、ユーザのために設定された属性に従って、NAS によって許可されます。
- **リモート許可** － NAS はユーザを許可するため、RADIUS サーバと協力します。RADIUS 許可は RADIUS 認証と結び付けられます。RADIUS 許可は、RADIUS 認証が成功した後のみ動作し、許可情報は Access-Accept で運ばれます。リモートサーバが有効でない場合は、バックアップ方式としてローカル許可、または許可なしを設定することができます。

装置は、以下のアカウンティング方式をサポートします。

- **アカウンティングなし** － NAS はユーザのアカウンティングを実行しません。
- **ローカルアカウンティング** － ローカルアカウンティング方式は NAS 上で実行されます。ユーザ数の統計情報を収集し、ローカルユーザ接続の数を制御します。ローカルアカウンティング方式は、ユーザ管理のための統計情報を提供しません。
- **リモートアカウンティング** － NAS は、ユーザアカウンティングのために、RADIUS サーバと連携します。リモートサーバが利用できない場合に備えて、バックアップ方法としてローカルアカウンティング方式を設定することができます。

加えて、装置は、セキュリティを向上させるために、以下のサービスを提供します。

- **ユーザロール切り替え認証** － ログアウトや切断を行うことなしで、一時的なユーザロールを使用してユーザを認証します。

1.1.3 プロトコルと標準

以下に AAA、RADIUS に関連したプロトコルと標準を示します。

- RFC 2865, *Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)*
- RFC 2866, *RADIUS Accounting*
- RFC 2867, *RADIUS Accounting Modifications for Tunnel Protocol Support*
- RFC 2868, *RADIUS Attributes for Tunnel Protocol Support*
- RFC 2869, *RADIUS Extensions*
- RFC 5176, *Dynamic Authorization Extensions to Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)*

1.1.4 RADIUS 属性

I. 一般的に使われる標準 RADIUS 属性

番号	属性	説明
1	User-Name	認証されるユーザ名です。
2	User-Password	PAP認証のユーザパスワードです。PAP認証モードでAccess-Requestパケットでのみ存在します。
3	CHAP-Password	CHAP認証のユーザパスワードです。CHAP認証モードでAccess-Requestパケットでのみ存在します。
4	NAS-IP-Address	サーバがクライアントを認識するIPアドレスです。通常、クライアントはNASのアクセスインタフェースで識別され、NASのIPアドレスと呼ばれます。Access-Requestパケットでのみ存在します。
5	NAS-Port	ユーザがアクセスするNASの物理ポートです。
6	Service-Type	ユーザが要求したあるいは提供されたType of serviceです。
7	Framed-Protocol	フレーム化されるカプセル化プロトコルです。
8	Framed-IP-Address	ユーザに割り当てられるIPアドレスです。
11	Filter-ID	フィルタリスト名です。 • 名前が全て数字の場合、ACL番号を表します。 • 名前が"user-group=name1;name2;..;namex"のような形式の文字列の場合、ユーザグループ名のリストを表します。このタイプのフィルタリストはSSL VPNユーザにのみ適用可能です。 名前が全て数字の形式でない場合、あるいは等号記号（=）を含まない場合、ユーザプロファイル名を示します。
12	Framed-MTU	ユーザとNAS間のデータリンクの最大転送ユニット（MTU）です。たとえば802.1X EAP認証です。NASはこの属性を使用してEAPパケットのMTUサイズが超過しないようにサーバに知らせます。
14	Login-IP-Host	ユーザアクセスを行うNASインタフェースのIPアドレスです。
15	Login-Service	ユーザがログインするためのサービスタイプです。
18	Reply-Message	ユーザに表示されるテキストです。認証失敗などでサーバがユーザに通知するために使われます。
26	Vendor-Specific	ベンダ仕様属性です。パケットはベンダ属性のような1つ以上の属性を含めることができます。それは1つ以上のサブ属性を含みます。
27	Session-Timeout	セッションが終了する前に提供されるサービスの最大継続時間です。
28	Idle-Timeout	セッションが終了する前に許可される最大Idle時間です。
31	Calling-Station-Id	NASがサーバに送信したユーザ識別子です。QXシリーズのデバイスによって提供されるLANアクセスサービスとして、この属性は、ユーザのHHHH-HHHH-HHHH形式のMACアドレスを保持します。
32	NAS-Identifier	NASがRADIUSサーバを識別するために使用する識別子です。

番号	属性	説明
40	Acct-Status-Type	Accounting-Requestパケットタイプです。 ● **1** – Start ● **2** – Stop ● **3** – Interim-Update ● **4** – Reset-Charge ● **7** – Accounting-On （第3世代（3G）移動体通信システムの標準化プロジェクト）で定義。） ● **8** – Accounting-Off （第3世代（3G）移動体通信システムの標準化プロジェクト）で定義。） ● **9 ～ 14**– トンネルアカウンティング用に予約 ● **15** – 故障用に予約
45	Acct-Authentic	ユーザによって使われる認証方式です。 ● **1** – RADIUS ● **2** – Local ● **3** – Remote
60	CHAP-Challenge	NASは、CHAP認証の間、MD5を計算するためにCHAPチャレンジを作成します。
61	NAS-Port-Type	ユーザによって、認証されているNASの物理ポートタイプです。 ● **15** – Ethernet ● **16** – ADSLのすべてのタイプ ● **17** – ケーブル （ケーブルTV用） ● **19** – WLAN-IEEE 802.11 ● **201** – VLAN ● **202** – ATM もしポートがATMやEthernetで、VLANがそのポートに実装された場合、この属性の値は201です。
79	EAP-Message	NASが、EAPを経由して、カプセル化しているEAPパケットを許可するために使われます。
80	Message-Authenticator	偽のAccess-Requestを防ぐため、認証し、認証パケットをチェックするのに使われます。この属性は、RADIUSがEAP認証をサポートするときに使われます。
87	NAS-Port-Id	ユーザを認証しているNASのポートです。

II. QX シリーズ用 RADIUS 属性

番号	属性	説明
1	Input-Peak-Rate	ユーザからNASへの最大レート（bps）です。
2	Input-Average-Rate	ユーザからNASへの平均レート（bps）です。
3	Input-Basic-Rate	ユーザからNASへの基本レート（bps）です。
4	Output-Peak-Rate	NASからユーザへの最大レート（bps）です。
5	Output-Average-Rate	NASからユーザへの平均レート（bps）です。
6	Output-Basic-Rate	NASからユーザへの基本レート（bps）です。
15	Remanent_Volume	異なるサーバタイプのため、異なるユニットの存在している有効な接続のトータルトラフィックです。

番号	属性	説明
20	Command	セッション管理で使われるセッション処理です。 ● **1**– Trigger-Request ● **2**– Terminate-Request ● **3**– SetPolicy ● **4**– Result ● **5**– PortalClear
24	Control_Identifier	再送パケット用の識別子です。同一セッションの再送されたパケット用の属性は同じ値を使用する必要があります。異なるセッションの再送されたパケット用の属性は同じ値としてもいいです。再送パケットのクライアントの応答は、この属性を持ち、属性の値は同一にしなくてはいけません。 start、stop、interim updateタイプのAccounting-Requestパケットのための Control-Identifier属性がある場合、値は意味をなしません。
25	Result_Code	Trigger-RequestあるいはSetPolicy動作の戻り値です。値が0の場合、動作が成功し、他の値の場合、動作は失敗しています。
26	Connect_ID	ユーザ接続のインデックスです。
28	Ftp_Directory	FTPユーザの作業ディレクトリです。FTPユーザのため、RADIUSクライアントがFTPサーバとして動作するとき、この属性はRADIUSクライアントのFTPディレクトリを設定するのに使われます。
29	Exec_Privilege	実行ユーザの優先度です。
59	NAS_Startup_Timestamp	NASの開始時間です。1970 年1月1日0時0分0秒（UTC時間）からの経過時間を示しています。
60	Ip_Host_Addr	認証とアカウンティング要求で使われるユーザのIPアドレス、MACアドレスです。IPアドレスA.B.C.DとMACアドレスhh:hh:hh:hh:hh:hhの間には空白が必要です。
61	User_Notify	サーバからクライアントに透過的に送信する必要がある情報です。
62	User_HeartBeat	802.1Xユーザが認証をパスした後、32バイト長で割り当てられるハッシュ値です。この属性は、デバイスのユーザリストに記録され、802.1Xユーザからハンドシェイクメッセージをチェックするために使われます。この属性はAccess-Acceptパケットと Accounting-Requestパケットでのみ存在します。
111	Longitude-Latitude	NASの緯度、経度の情報です。
140	User_Group	SSL VPNユーザが認証をパスした後、割り当てられるユーザグループです。ユーザは複数のユーザグループに属することができます。ユーザグループは、セミコロンで区切られます。この属性はSSL VPNデバイスと共有するために使われます。
141	Security_Level	SSL VPNユーザがセキュリティ認証をパスした後、割り当てられるセキュリティレベルです。
201	Input-Interval-Octets	実時間のアカウンティング間隔に入力したバイト数です。
202	Output-Interval-Octets	実時間のアカウンティング間隔に出力したバイト数です。
203	Input-Interval-Packets	デバイスでのユニットセットにおけるアカウンティング間隔に入力したパケット数です。
204	Output-Interval-Packets	デバイスでのユニットセットにおけるアカウンティング間隔に出力したパケット数です。

番号	属性	説明
205	Input-Interval-Gigawords	4Gバイトで分割されたアカウンティング間隔に入力したバイト数の結果です。
206	Output-Interval-Gigawords	4Gバイトで分割されたアカウンティング間隔に出力したバイト数の結果です。
207	Backup-NAS-IP	RADIUSパケットを送信するためのバックアップの送信元IPアドレスです。
255	Product_ID	装置名です。

1.2 AAA設定要件と設定作業リスト

AAA を設定するため、NAS で以下の作業を完了している必要があります。

1) 必要な AAA スキームの設定
   - □ **ローカル認証** – ユーザのユーザ名、パスワードを含む、認証するために必要なローカルユーザと、属性を設定します。
   - □ **リモート認証** – 必要な RADIUS スキームを設定し、サーバに従ってユーザ属性を設定します
2) ユーザの ISP ドメインの AAA 方式を設定します。リモート AAA 方式は ISP domain view で設定された RADIUS スキームを参照します。

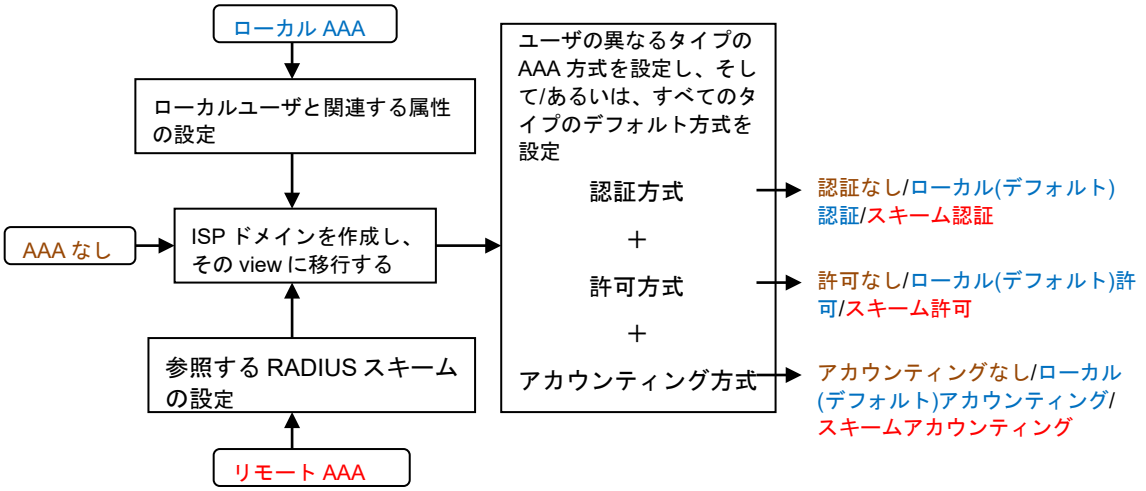


図 1-7 AAA 設定手順

以下に AAA 認証の設定作業リストを示します。

作業リスト
（必須設定項目） ローカルユーザあるいはAAAスキームの設定で、どちらか1つを実行します。 ● ローカルユーザの設定 ● RADIUSスキームの設定

作業リスト
（必須設定項目） ISPドメインのAAA方式の設定 1. （必須設定項目）ISPドメインの作成 2. （オプション設定項目）ISPドメインの属性の設定 3. （必須設定項目）ISP ドメインの AAA 認証、許可、アカウンティングの設定で、少なくとも 1 つを実行します。 • ISPドメインの認証方式の設定 • ISPドメインの許可方式の設定 • ISPドメインのアカウンティング方式の設定 • （オプション設定項目）ISPドメインのNAS-IDの設定
（オプション設定項目）同時ログインユーザの最大数の設定

1.3 AAAスキームの設定

この章はローカルユーザ、RADIUS スキームの設定について記載します。

1.3.1 ローカルユーザの設定

ローカルユーザ認証、許可、アカウンティングを実装するため、装置で、ローカルユーザを作成し、ユーザの属性の設定を行う必要があります。ローカルユーザと属性は装置のローカルユーザデータベースに記録されます。ローカルユーザはユーザ名で識別されます。

ローカルユーザは以下のタイプに分類されます。

- **装置管理**－装置にログインする装置管理ユーザをサポートします。
- **ネットワークアクセスユーザ**－装置を通してネットワークリソースにアクセスするユーザをサポートします。

設定可能なローカルユーザ属性を以下に示します。

- **サービスタイプ**－ユーザが使用できるサービスタイプです。ローカル認証はローカルユーザのサービスタイプをチェックします。もしサービスタイプが有効でない場合、ユーザは認証にパスできません。

  サービスタイプは FTP、HTTP、HTTPS、LAN アクセス、SSH、Telnet、ターミナルがあります。
- **ユーザ状態**－ローカルユーザがネットワークサービスをリクエストできるかどうかを示します。active と blocked の 2 つの状態があります。active 状態のユーザはネットワークサービスをリクエストできますが、blocked のユーザはリクエストできません。
- **同一ユーザ名を使用する同時ログインユーザの上限**－同一ユーザ名を使用して同時に装置にアクセスすることができるユーザの最大の数です。同一ユーザ名を使用するローカルユーザの数が上限に達するとき、ローカルユーザは、そのユーザ名を使用して装置にアクセスすることができません。
- **ユーザグループ**－各ローカルユーザはローカルユーザグループと、パスワード管理属性、許可属性のようなグループのすべての属性を運んでいます。ローカルユーザグループの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* の *“ユーザグループ属性の設定”* を参照してください。

- **許可属性**－許可属性は、ローカル認証をパスした後、ユーザの権利を示します。許可属性は ACL、アイドルカット機能、ユーザロール、VLAN、FTP/SFTP/SCP 作業ディレクトリを含みます。許可属性の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA" の "ローカルユーザ属性の設定"* を参照してください。

  ローカルユーザのサービスタイプにもとづいて許可属性を設定します。

  user group view ですべてのローカルユーザに適用される属性、local user view でローカルユーザのみに適用される属性となるように、許可属性を設定することができます。local user view で設定した許可属性の設定は、user group view で設定した許可属性よりも優先されます。

  - user group view で設定した属性はユーザグループのすべてのローカルユーザに適用します。
  - local user view で設定した属性はローカルユーザのみ適用します。
- **パスワード管理属性**－パスワード管理属性は装置管理ユーザのパスワードのセキュリティを容易に管理するようにするサービスタイプです。パスワード管理属性は、パスワードの有効期限、最小パスワード長、パスワード構成の確認、パスワードの複雑さの確認、ログイン試行制限を含みます。

  system view、user group view、local user view でパスワード管理属性を設定することができます。狭い範囲の view で設定した許可属性の設定は、優先度が高くなります。

I. ローカルユーザ設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）ローカルユーザ属性の設定
（オプション設定項目）ユーザグループ属性の設定
（オプション設定項目）ローカルユーザとローカルユーザグループの表示と維持

II. ローカルユーザ属性の設定

ローカルユーザ属性の設定を行うとき、以下のガイドラインに従ってください。

- local user view あるいは user group view で許可属性、パスワード管理属性を設定することができます。local user view で設定した値が user group view で設定した値よりも優先されます。
- 許可属性はアプリケーションの環境と目的に従って設定してください。ユーザのサービスタイプにもとづいて許可属性をサポートします。
  - 802.1X ユーザは、ユーザが装置にアクセスする際に、802.1X が有効な Ethernet インタフェースを指定してください。
  - MAC アドレス認証ユーザは、ユーザが装置にアクセスする際に、MAC アドレス認証が有効な Ethernet インタフェースを指定してください。

以下にローカルユーザ属性の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	－
2. ローカルユーザ（装置管理ユーザ）を追加し、local user view に移行する	**local-user** *user-name* [**class** { **manage** | **network** }]	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
3. （オプション設定項目）ローカルユーザのパスワードを設定する	**password** { **cipher** | **simple** } *string*	デフォルト：設定なし ローカルユーザは、正しいユーザ名を入力して属性チェックをパスした後に認証を通過します。
4. ローカルユーザのサービスタイプを指定する	• ネットワークアクセスユーザ： **service-type lan-access** • 装置管理ユーザ： **service-type** { **ftp** | { **http** | **https** | **ssh** | **telnet** | **terminal** } * }	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）ローカルユーザを active あるいは blocked に設定する	**state** { **active** | **block** }	デフォルト：**active** ネットワークサービスを要求することができます。
6. （オプション設定項目）同時にログインするローカルユーザの上限を設定する	**access-limit** *max-user-number*	デフォルト：制限なし ローカルユーザの設定のみ適用され、アカウンティングをサポートしていない FTP、SFTP、SCPユーザには適用しません。
7. （オプション設定項目）ローカルユーザの許可属性を設定する	**authorization-attribute** { **acl** *acl-number* | **idle-cut** *minutes* | **user-profile profile-name** | **user-role** *role-name* | **vlan** *vlan-id* | **work-directory** *directory-name* } *	デフォルト：以下に示します。 • FTP、SFTPユーザはNASのルートディレクトリがありますが、アクセス許可がありません。 • network-operatorユーザロールは、network-adminまたはレベル15ユーザによって作成されるローカルユーザに割り当てられます。
8. （オプション設定項目）ローカルユーザのユーザグループを指定する	**group** *group-name*	デフォルト：ローカルユーザはデフォルトユーザグループのsystemに属しています。

III. ユーザグループ属性の設定

ユーザグループはローカルユーザの設定と管理を簡略化します。ユーザグループはローカルユーザのグループから構成され、ローカルユーザ属性の構成があります。グループ内のローカルユーザを集中化してユーザ属性の管理を行うため、ユーザグループ用のローカルユーザ属性を設定することができます。パスワード管理属性と許可属性を含んだユーザ属性を設定できます。

デフォルトでは、新しく追加された各ローカルユーザは、システムデフォルトユーザグループ system に属し、グループのすべての属性に対応します。ローカルユーザが属しているユーザグループを割り当てる場合、local user view で **group** コマンドを使用します。

以下にユーザグループ属性の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ユーザグループを作成し、その view に移行する	**user-group** *group-name*	デフォルト：デフォルトユーザグループとしてsystemがあります
3. ユーザグループの許可属性を設定する	**authorization-attribute** { **acl** *acl-number* | **idle-cut** *minutes* | **user-profile** *profile-name* | **vlan** *vlan-id* | **work-directory** *directory-name* }*	デフォルト：設定なし

IV. ローカルユーザとローカルユーザグループの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ローカルユーザの設定とオンラインユーザに関する統計情報を表示する	**display local-user** [**class** { **manage** | **network** } | **idle-cut** { **disable** | **enable** } | **service-type** { **ftp** | **http** | **https** | **lan-access** | **ssh** | **telnet** | **terminal** } | **state** { **active** | **block** } | **user-name** *user-name* **class** { **manage** | **network** } | **vlan** *vlan-id*]
ユーザグループの設定を表示する	**display user-group** { **all** | **name** *group-name* }

1.3.2 RADIUS スキームの設定

RADIUS スキームは、装置と一緒に動作する RADIUS サーバを指定し、RADIUS サーバの情報を交換するのに使われるパラメータを定義します。パラメータは、サーバの IP アドレス、UDP ポート番号、共有鍵、サーバタイプを含んでいます。

I. 設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）RADIUSスキームの作成
（必須設定項目） RADIUS認証サーバの指定
（オプション設定項目）RADIUSアカウンティングサーバと関連パラメータの指定
（オプション設定項目）セキュアなRADIUS通信を行うための共有鍵の指定
（オプション設定項目） ユーザ名フォーマットとトラフィック統計情報ユニットの設定
（オプション設定項目） RADIUS要求の再送信の最大試行回数の設定
（オプション設定項目） RADIUSサーバのステータスの設定
（オプション設定項目）出力するRADIUSパケットの送信元IPアドレスの指定
（オプション設定項目）RADIUSサーバのタイマ機能の設定
（オプション設定項目）RADIUSアカウンティング機能の設定
（オプション設定項目）RADIUSの表示と維持

II. RADIUS スキームの作成

ほかの RADIUS 設定を行う前に、RADIUS スキームを作成してください。RADIUS スキームを 16 まで作成することができます。RADIUS スキームは複数の ISP ドメインから参照することができます。

以下に RADIUS スキームの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. RADIUS スキームを作成し、その view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	デフォルト：設定なし

III. RADIUS 認証サーバの指定

許可情報は認証の応答パケットに含めて RADIUS クライアントに送信されるため、RADIUS 認証サーバは、認証、許可を一緒に扱います。

1 つのプライマリ認証サーバと 16 のセカンダリ認証/許可サーバを指定することができます。プライマリサーバが有効でないとき、装置は、順番に設定されたセカンダリサーバと通信を行い、**active** 状態の最初のセカンダリサーバと通信を行います。

冗長性を必要としない場合、プライマリサーバのみ指定します。RADIUS 認証サーバは同時に、1 つのスキーム用にプライマリ認証サーバとして機能させ、ほかのスキーム用にセカンダリ認証サーバとして機能させることができます。

以下に RADIUS スキームの RADIUS 認証サーバの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	ー
3. RADIUS 認証サーバを指定する	• プライマリRADIUS認証サーバを指定する：**primary authentication** *ipv4-address* [*port-number* | **key** { **cipher** | **simple** } *string*] * • セカンダリRADIUS認証サーバを指定する：**secondary authentication** *ipv4-address* [*port-number* | **key** { **cipher** | **simple** } *string*] *	デフォルト：指定なし 少なくとも1つのコマンドを設定してください。 プライマリ認証サーバとセカンダリ認証サーバで、同一のIPアドレス、ポート番号を設定することはできません。

IV. RADIUS アカウンティングサーバと関連パラメータの指定

RADIUS スキームに、1 つのプライマリアカウンティングサーバと 16 のセカンダリアカウンティングサーバを指定することができます。プライマリサーバが有効でないとき、装置は、順番に設定されたセカンダリサーバと通信を行い、**active** 状態の最初のセカンダリサーバと通信を行います。

冗長性を必要としない場合、プライマリサーバのみします。RADIUS アカウンティングサーバは同時に、1 つのスキーム用にプライマリアカウンティングサーバとして機能させ、ほかのスキーム用にセカンダリアカウンティングサーバとして機能させることができます。

装置は以下の状況でアカウンティングサーバにアカウンティング停止要求（stop-accounting request）を送信します。

- ホストから接続切断要求を受信
- 管理者から接続切断通知を受信

アカウンティング要求に対して、指定した試行回数の上限に達しても応答がない場合、ユーザを切断します。

RADIUS は FTP、SFTP ユーザのアカウンティングをサポートしていません。

以下に RADIUS スキームのアカウンティングサーバと関連パラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3. RADIUS アカウンティングサーバを指定する	● プライマリRADIUSアカウンティングサーバを指定する： **primary accounting** *ipv4-address* [*port-number* | **key** { **cipher** | **simple** } *string*] * ● セカンダリRADIUSアカウンティングサーバを指定する： **secondary accounting** *ipv4-address* [*port-number* | **key** { **cipher** | **simple** } *string*] *	デフォルト：指定なし 少なくとも1つのコマンドを設定してください。 プライマリアカウンティングサーバとセカンダリアカウンティングサーバで、同一のIPアドレス、ポート番号を設定することはできません。
4. （オプション設定項目）アカウンティング要求の最大試行回数を設定する	**retry realtime-accounting** *retry-times*	デフォルト：5

V. セキュアな RADIUS 通信を行うための共有鍵の指定

RADIUS クライアントと RADIUS サーバは、パケット認証とユーザパスワードの暗号化を行うため、MD5 アルゴリズムを使用して、クライアントとサーバ間で交換するパケットと共有鍵を暗号化し、パケットの検証を行います。同じ共有鍵が使用される場合のみ、パケットを適切に受信し、応答を返すことができます。

スキームで同じタイプ（アカウンティングあるいは認証）のすべてのサーバで、共有鍵が設定されます。RADIUS サーバ用に個別に設定された共有鍵よりも優先度は低くなります。

以下にセキュアな RADIUS 通信を行うための共有鍵の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3. セキュアな RADIUS 通信を行うための共有鍵を指定する	**key** { **accounting** | **authentication** } { **cipher** | **simple** } *string*	デフォルト：指定なし 装置とRADIUSサーバで必ず同じ共有鍵を設定するようにしてください。

VI. ユーザ名フォーマットとトラフィック統計情報ユニットの設定

ユーザ名は、一般的に *userid@isp-name* のフォーマットで表されます。*isp-name* はユーザが属している ISP ドメイン名で、ユーザがどこの ISP ドメインに属しているか装置が認識するのに使われます。しかし初期の RADIUS サーバは ISP ドメイン名が含まれていないユーザ名を認識することはできません。この場合、ユーザ名を送信する前に各ユーザ名のドメイン名を削除する必要があります。

同一 RADIUS スキームを参照するために 2 つ以上の ISP ドメインを使用する場合、ドメインを識別するため、ユーザ名の中の ISP ドメイン名を削除しないでください。

装置は、アカウンティングパケットのオンラインユーザのトラフィックの統計情報を RADIUS アカウンティングサーバに周期的に通知します。正しいトラフィック統計情報を行うため、装置でのデータフローのユニットとパケットのユニットが、RADIUS サーバのユニットと同一になっていることを確認してください。

以下にユーザ名フォーマットとトラフィック統計情報ユニットの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	—
3. RADIUS サーバに送信されるユーザ名の形式を指定する	**user-name-format** { **keep-original** | **with-domain** | **without-domain** }	デフォルト：**with-domain** 起動時の設定の詳細についてはオペレーションマニュアルのセクション1 *はじめに* *“コンフィグレーションファイル管理”* を参照してください。
4. （オプション設定項目）RADIUS サーバへ送信されるデータフロー、またはパケットの単位を指定する	**data-flow-format** { **data** { **byte** | **giga-byte** | **kilo-byte** | **mega-byte** } | **packet** { **giga-packet** | **kilo-packet** | **mega-packet** | **one-packet** } }*	データフロー：**byte** パケット：**one-packet**

VII. RADIUS 要求の再送信の最大試行回数の設定

RADIUS はデータ送信に UDP を使用しているため、通信に信頼性がありません。応答タイムアウト時間（**timer response-timeout** コマンドで設定されます。）が切れる前に RADIUS サーバから応答がなかった場合、NAS は RADIUS リクエストを再送します。再送の試行回数が上限に達しても、RADIUS サーバから応答がない場合、**active** 状態の他の RADIUS サーバと通信を試みます。**active** 状態の他の RADIUS サーバから応答がない場合、装置は認証あるいはアカウンティングが失敗したとみなします。RADIUS サーバ応答タイムアウト時間についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA” の “RADIUS サーバのタイマ機能の設定”* を参照してください。

以下に RADIUS 要求の再送信の最大試行回数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2． RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3． RADIUS 要求の再送信の最大試行回数を設定する	**retry** *retry-times*	デフォルト：3

VIII. RADIUS サーバのステータスの設定

RADIUS サーバのステータスを blocked 状態あるいは active 状態に設定することで、装置と通信を行う現在のサーバが有効でなくなったときに、接続先の制御ができます。実際には、1 つのプライマリ RADIUS サーバと、プライマリサーバのバックアップとして動作する複数のセカンダリ RADIUS サーバを指定することができます。一般的に装置は、以下のルールにもとづいてサーバを選択します。

- プライマリサーバが active 状態のとき、装置はプライマリサーバと通信します。
  - プライマリサーバが故障したとき装置は以下の処理を行います。
  - サーバのステータスを blocked 状態に変更します。
  - サーバの quiet タイマを開始します。
- active 状態のセカンダリサーバと通信を行います。（最初に設定されたセカンダリサーバが高い優先度を持ちます）
- セカンダリサーバが有効でなくなったとき、装置は以下の処理を行います。
  - サーバのステータスを blocked 状態に変更します。
  - サーバの quiet タイマを開始します。
  - active 状態の次のセカンダリサーバのチェックを行います。このプロセスは、装置が有効なセカンダリサーバを見つける、あるいは active 状態のすべてのセカンダリサーバのチェックを完了するまで行います。
- quiet タイマの時間が経過した場合あるいは手動で active 状態に設定した場合、サーバは active 状態になります。しかし装置は認証あるいはアカウンティングプロセスの間、サーバを再度チェックしません。

  もし 1 回の検索プロセスで通信可能なサーバが見つからない場合、認証あるいはアカウンティングの試みが失敗したと認識します。
- もし使用している認証あるいはアカウンティングサーバが削除された場合、サーバと装置の通信はタイムアウトとなります。装置は最初から active 状態のサーバを検索します。最初にプライマリサーバ（もしある場合）をチェックし、次にセカンダリサーバをチェックする順番で確認します。
- プライマリとセカンダリサーバの両方が blocked 状態の場合、装置はすべてのサーバと通信しません。
- 1 つのサーバが active 状態で、ほかのすべてのサーバが blocked 状態の場合、装置は、たとえサーバが有効でない場合でも active 状態のサーバのみと通信します。
- RADIUS サーバの状態が自動的に変更する場合、装置はすべての RADIUS スキームに従いサーバの状態を変更します。

デフォルトでは、すべての RADIUS サーバの状態は active となります。必要に応じて、サーバの状態を変更できます。たとえば、サーバが故障している場合、サーバとの通信を防ぐために blocked となっているサーバの状態を変更することができます。

以下に RADIUS サーバのステータスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2． RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3． RADIUS サーバのステータスを設定する	• プライマリRADIUS認証サーバのステータスを設定する：**state primary authentication** { **active** | **block** } • プライマリRADIUSアカウンティングサーバのステータスを設定する：**state primary accounting** { **active** | **block** } • セカンダリRADIUS認証サーバのステータスを設定する：**state secondary authentication** [*ipv4-address* [*port-number*] *] { **active** | **block** } • セカンダリRADIUSアカウンティングサーバのステータスを設定する：**state secondary accounting** [*ipv4-address* [*port-number*] *] { **active** | **block** }	少なくとも1つのコマンドを設定します。 デフォルト : RADIUSスキームに指定されたサーバはactive状態です。 設定されたサーバのステータスは設定ファイルに保存することができません。**display radius scheme**コマンドを使用して表示することのみ可能です。 装置の再起動後、すべてのサーバはactive状態に戻ります。

IX. 出力する RADIUS パケットの送信元 IP アドレスの指定

NAS が送信した RADIUS パケットの送信元 IP アドレスは、RADIUS サーバで設定された NAS の IP アドレスとマッチする必要があります。RADIUS パケットを受信する際、RADIUS サーバはパケットの送信元 IP アドレスが管理された NAS の IP アドレスかどうか確認します。

- パケットの送信元 IP アドレスが管理された NAS の IP アドレスとマッチしている場合、サーバは処理を行います。
- パケットの送信元 IP アドレスが管理された NAS の IP アドレスとマッチしていない場合、パケットを廃棄します。

一般的に、RADIUS パケットの送信元アドレスは NAS のいずれかの出力インタフェースの IP アドレスです。ある状況においては、送信元 IP アドレスを変更する必要があります。

RADIUS scheme view、または system view で出力する RADIUS パケットの送信元 IP アドレスを指定することができます。

- RADIUS scheme view で指定された IP アドレスは、1 つの RADIUS scheme のみに適用されます。
- system view で指定された IP アドレスは、すべての RADIUS scheme に適用されます。

RADIUS パケットを送信する前に、NAS は以下の順番で送信元 IP アドレスを選択します。

1) RADIUS スキーム用に指定された送信元 IP アドレス
2) system view で指定された送信元 IP アドレス
3) ルートで指定された出力インタフェースの IP アドレス

以下にすべての RADIUS スキームの送信元 IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. 出力する RADIUS パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**radius nas-ip** *ipv4-address*	デフォルト : RADIUSパケットを送信するインタフェースのIPアドレスが指定されます。

以下に指定された RADIUS スキームの送信元 IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3. 出力する RADIUS パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**nas-ip** *ipv4-address*	デフォルト : system view で **radius nas-ip**コマンドが設定されたIPアドレスが使用されます。設定されていない場合、RADIUSパケットを送信するインタフェースのIPアドレスが指定されます。

X. RADIUS サーバのタイマ機能の設定

装置は、RADIUS サーバとの通信を管理するため、以下のタイマを使用します。

- **RADIUS サーバの応答タイムアウトタイマ**（**response-timeout**） – RADIUS リクエスト再送信間隔です。このタイマは RADIUS リクエストが送信された後、すぐに開始します。装置はタイマが満了する前に RADIUS サーバから応答を受信しない場合、リクエストを再送します。
- **サーバ停止タイマ**（**quiet**） – block 状態にある到達不能のサーバを保持する時間です。1 つのサーバが到達不能である場合、装置はサーバのステータスを blocked 状態に変更し、サーバ停止タイマを開始します。active 状態の別のサーバと通信しようとします。サーバ停止タイマが満了した後、装置はサーバの状態を active に戻します。
- **リアルタイムのアカウンティング間隔**（**realtime-accounting**） – ユーザのリアルタイムアカウンティングを実行する間隔を定義します。このタイマが設定されると、装置は指定された間隔で、オンラインユーザのアカウンティング情報を RADIUS サーバに送信します。装置がサーバからの応答を受信しない場合、ユーザの接続が強制的に切断されます。

RADIUS サーバのタイマを設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- RADIUS パケットの再送信の最大試行回数の設定と RADIUS サーバ応答タイムアウトタイマの設定を行うとき、セカンダリサーバの数を考慮してください。再送プロセスに十分な時間がない場合、Telnet のようなアクセスモジュールのクライアント接続では、有効なサーバを検索しようとしている間にタイムアウトしてしまう可能性があります。
- セカンダリサーバ数が設定されたとき、たとえパケット転送試行制限とサーバ応答タイムアウト期間が小さい値で設定されている場合でも、クライアント接続タイムアウトの時間を短く設定している、アクセスモジュールのクライアント接続は、初期認証あるいはアカウンティングの間にタイムアウトしてしまう可能性があります。この場

合、装置はブロックする到達不能サーバの状態と短くした到達可能サーバを検索する時間を設定しているため、次の認証あるいはアカウンティングの試行は成功します。

- サーバ停止タイマは、適切に設定してください。短すぎると、サーバは active 状態の到達不能なサーバの通信を繰り返し試みる必要があるため、頻繁に認証あるいはアカウンティングが失敗します。タイマの時間を長くすると、タイマの期間が満了する間に blocked 状態になるため、一時的に故障から回復した到達可能なサーバをブロックする可能性があります。
- リアルタイムのアカウンティング間隔の設定は、NAS と RADIUS サーバの性能によって代わります。短い間隔にすると、より正確なアカウンティングを行うことができますが、高い性能が必要となります。ユーザの最大数が多い（1000 以上）の場合、間隔を長くしてください。

以下に RADIUS サーバのタイマ機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3. RADIUS サーバの応答タイムアウトタイマを設定する	**timer response-timeout** *seconds*	デフォルト：3秒
4. サーバの停止タイマを設定する	**timer quiet** *minutes*	デフォルト：5分
5. リアルタイムアカウンティング間隔を設定する	**timer realtime-accounting minutes** *interval* [**second**]	デフォルト：12分

XI. RADIUS アカウンティング機能の設定

アカウンティング機能を有効にした場合、装置は再起動した後に RADIUS サーバに accounting-on パケットを自動的に送信します。accounting-on パケットを受信すると、RADIUS サーバは装置に対して再ログインできるように全オンラインユーザをログアウトします。この機能を使用しない場合、RADIUS サーバはユーザがオンライン中とみなしているため再起動後にユーザが再ログインすることができません。

装置が accounting-on パケットを再送するために待機する間隔と最大試行回数を設定できます。

以下に RADIUS スキームのアカウンティング機能設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. RADIUS scheme view に移行する	**radius scheme** *radius-scheme-name*	―
3. RADIUS サーバの応答タイムアウトタイマを設定する	**accounting-on enable** [**interval** *seconds* | **send** *send-times*] *	デフォルト：無効

XII. RADIUS の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
RADIUSスキームの設定を表示する	**display radius scheme** [*radius-scheme-name*]
RADIUSパケットの統計情報を表示する	**display radius statistics**
RADIUSパケットの統計情報をクリアする	**reset radius statistics**

1.4 ISPドメインのAAA方式の設定

ISP domain view で設定された AAA スキームを使用して、ISP ドメインの AAA 方式を、設定することができます。各 ISP ドメインは、デフォルトの AAA 方式を持っています。この AAA 方式は、デフォルトでローカル認証、ローカル許可、ローカルアカウンティングとなっており、設定することができます。もし ISP ドメインを設定しない場合、ユーザの認証、許可、アカウンティングがデフォルトの AAA 方式を使用します。

1.4.1 設定要件

ISP ドメインでユーザのローカル認証を使用する場合、最初に装置でローカルユーザのアカウントを設定してください。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”の “ローカルユーザ属性の設定”* を参照してください。

リモート認証、許可、アカウンティングを使用する場合、要求される RADIUS スキームを作成してください。RADIUS スキームについてはオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”の “RADIUS スキームの設定”* を参照してください。

1.4.2 ISP ドメインの作成

複数の ISP を持つネットワークシナリオでは、装置に各 ISP のユーザを接続する可能性があります。各 ISP ユーザはそれぞれのユーザ属性（たとえば、ユーザ名、パスワードの構成、サービスタイプ、権限）を持ち、ユーザを識別するために ISP ドメインを設定する必要がある可能性があります。そして ISP ドメインのために AAA 方式を含む各属性を設定する必要があります。

ドメインはあらかじめ定義されているデフォルト ISP ドメイン system を含む最大 16 の ISP ドメインを設定することができます。デフォルトのドメインとして ISP ドメインを指定することができます。ISP ドメインの設定を修正することができますが、削除することはできません。

装置では、各ユーザは ISP ドメインに属します。もしユーザがログインするとき、ISP ドメイン名がない場合、装置はデフォルト ISP ドメインに属していると認識します。

装置は以下の順にそれぞれのユーザの認証ドメインを選択します。

1) アクセスモジュールを指定された認証ドメイン
2) ユーザ名の ISP ドメイン
3) 装置のデフォルト ISP ドメイン

選択されたドメインが装置に存在しない場合、装置は存在しないドメインに割り当てられるユーザを収容する ISP ドメインを検索します。そのような ISP ドメインが設定されていない場合、ユーザ認証は失敗します。

🕮 **メモ：**

認証ドメインのサポートはアクセスモジュールによって異なります。802.1X、MAC アドレス認証の認証ドメインを指定することができます。

ISP ドメインの設定をする場合、以下の制限とガイドラインに従ってください

- デフォルトの ISP ドメインを削除することはできません。**undo domain** コマンドを使用する前に **undo domain default enable** コマンドを使用して、デフォルト以外の ISP ドメインに変更してください。
- ISP ドメイン **system** の設定変更はできますが、ドメインを削除することはできません。

以下に ISP ドメインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. ISP ドメインを作成し、ISP domain view に移行する	**domain** *isp-name*	―
3. system view に戻る	**quit**	―
4. （オプション設定項目）デフォルト ISP ドメインを指定する	**domain default enable** *isp-name*	デフォルト：system

1.4.3 ISP ドメインの属性の設定

ISP ドメインで以下の属性を設定することができます。

- **ドメイン状態**－ISP ドメインを active あるいは blocked 状態にすることによって、ユーザからのネットワークサービス要求の許可あるいは拒否することができます。

ISP ドメインの属性はドメインのすべてのユーザに適用します。

以下に ISP ドメインの属性の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. ISP domain view に移行する	**domain** *isp-name*	―
3. ISP ドメインを **active** あるいは **blocked** 状態に設定する	**state** { **active** | **block** }	デフォルト：**active** ドメインのユーザはネットワークサービスをリクエストすることができます。

1.4.4 ISP ドメインの認証方式の設定

I. 設定要件

認証方式を設定する前に、以下の作業を行ってください。

1) 設定するアクセスタイプ、またはサービスタイプを定義してください。AAA では、各アクセスタイプとサービスタイプのために認証方式を設定することができます。
2) すべてのアクセスタイプとサービスタイプでデフォルトの認証方式を設定するかどうか定義してください。デフォルト認証方式はすべてのアクセスユーザに適用しますが、指定された認証方式よりもプライオリティは低くなります。

II. 設定ガイドライン

認証方式を設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 認証方式が RADIUS スキームを使用し、許可方式が RADIUS スキームを使用しない場合、AAA は RADIUS サーバから認証結果のみを受け取ります。RADIUS サーバからの Access-Accept メッセージは許可情報を含みますが、装置は許可情報を無視します。
- ユーザロール認証のスキームを指定する場合、ユーザロールが level-*n* のフォーマットにあることを確認してください。RADIUS スキームを指定する場合、装置はロール認証の RADIUS サーバのユーザ名$**enab***n*$を使います。ここで *n* はユーザロール level-*n* の *n* と同一です。

III. 設定手順

以下に ISP ドメインの認証方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ISP domain view に移行する	**domain** *isp-name*	—
3. ユーザのすべてのタイプのためのデフォルト認証方式を指定する	**authentication default** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：**local**
4. LAN ユーザのための認証方式を指定する	**authorization lan-access** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：LANユーザのためのデフォルト認証方式
5. ログインユーザのための認証方式を指定する	**authentication login** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：ログインユーザのためのデフォルト認証方式

1.4.5 ISP ドメインの許可方式の設定

I. 設定要件

許可方式を設定する前に、以下の作業を行ってください。

1) 設定されるアクセスタイプあるいはサービスタイプを定義してください。AAA では各アクセスタイプとサービスタイプに許可スキームを設定することができます。
2) すべてのアクセスタイプとサービスタイプでデフォルトの許可方式を設定するかどうか定義してください。デフォルト許可方式はすべてのアクセスユーザに適用しますが、指定された許可方式よりもプライオリティは低くなります。

II. 設定ガイドライン

認証方式を設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- RADIUS 許可を設定するため、RADIUS 認証を設定し、RADIUS 認証と許可で同じ RADIUS スキームを参照してください。RADIUS 許可の設定に間違いがある場合や RADIUS 許可に失敗する場合は、RADIUS 認証も失敗します。

III. 設定手順

以下に ISP ドメインの許可方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ISP domain view に移行する	**domain** *isp-name*	—
3. すべてのタイプのユーザのためにデフォルト許可方式を指定する	**authorization default** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：**local**
4. コマンド許可方式を指定する	**authorization command** { **local** [**none**] | **none** }	デフォルト：コマンド許可のためのデフォルト許可方式
5. LAN ユーザの許可方式を指定する	**authorization lan-access** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：LANユーザのためのデフォルト許可方式
6. ログインユーザのために許可方式を指定する	**authorization login** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：ログインユーザのためのデフォルト許可方式

1.4.6 ISP ドメインのアカウンティング方式の設定

I. 設定要件

アカウンティング方式を設定する前に、以下の作業を行ってください。

1) 設定されるアクセスタイプあるいはサービスタイプを定義してください。AAA では各アクセスタイプとサービスタイプにアカウンティング方式を設定することができます。
2) すべてのアクセスタイプとサービスタイプでデフォルトのアカウンティング方式を設定するかどうか定義してください。デフォルトアカウンティング方式はすべてのアクセスユーザに適用しますが、指定されたアカウンティング方式よりもプライオリティは低くなります。

II. 設定ガイドライン

アカウンティング方式を設定するとき、以下のガイドラインに従ってください。

- FTP、SFTP サービスを使用するログインユーザはアカウンティングをサポートしていません。
- ローカルアカウンティングは、アカウンティングの統計情報を提供しません。同じローカルユーザアカウントを使用するユーザ数のカウントと管理を行います。しきい値は **access-limit** コマンドによって設定されます。

III. 設定手順

以下に ISP ドメインのアカウンティング方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ISP domain view に移行する	**domain** *isp-name*	—
3. すべてのタイプのユーザに使用するデフォルトアカウンティング方式を指定する	**accounting default** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：**local**
4. LAN ユーザにアカウンティング方式を指定する	**accounting lan-access** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：LANユーザのためのデフォルトアカウンティング方式
5. ログインユーザに使用するアカウンティング方式を指定する	**accounting login** { **local** [**none**] | **none** | **radius-scheme** *radius-scheme-name* [**local**] [**none**] }	デフォルト：ログインユーザのためのデフォルトアカウンティング方式

1.4.7 ISP ドメインの NAS-ID の設定

🕮 **メモ：**

ISP ドメインの NAS-ID の設定はソフトウェアバージョン 7.2.63 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

以下に ISP ドメインの NAS-ID の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. ISP domain view に移行する	**domain** *isp-name*	—
3. ISP ドメインの NAS-ID を設定する	**nas-id** *nas-identifier*	デフォルト：設定なし

1.5 同時ログインユーザの最大数の設定

認証方法に関わらず、FTP、SSH、Telnet プロトコルを使用して、装置にログインできる最大ユーザ数を設定することができます。

以下に同時ログインユーザの最大数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 同時ログインユーザの最大数を設定する	**aaa session-limit** { **ftp** | **ssh** | **telnet** } *max-sessions*	デフォルト：32

1.6 AAAの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ISPドメインの設定を表示する	**display domain** [*isp-name*]

1.7 AAAの設定例

1.7.1 SSH ユーザの RADIUS 認証、アカウンティングの設定例

I. ネットワーク要件

図 1-8に示すように、設定します。

- SSH サーバ用に RADIUS 認証、許可、アカウンティングを実行するように設定します。
- 認証にパスした後、SSH ユーザにデフォルトユーザロール network-operator を割り当てます。
- ユーザ名からドメイン名を削除してサーバに送信するように設定します。
- RADIUS サーバとセキュアな通信を行うため、共有鍵 **export** を設定します。

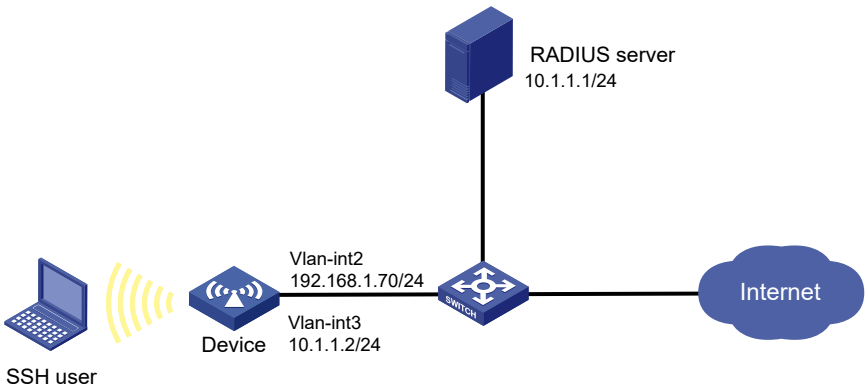


図 1-8 ネットワーク図

II. 設定手順

1) RADIUS サーバを設定します。（詳細は省略します。）

装置とセキュアな通信を行うため共有鍵 export を設定します。

SSH ユーザのアカウントとパスワードを設定します。

2) Device を設定します。

インタフェースに IP アドレスを割り当てます。（詳細は省略します。）

RADIUS スキームを設定します。

```
<Device> system-view
[Device] radius scheme rd
```

プライマリ認証サーバを設定します。

```
[Device-radius-rd] primary authentication 10.1.1.1 1813
```

プライマリ許可サーバを設定します。

```
[Device-radius-rd] primary authorization 10.1.1.1 1813
```

プライマリアカウンティングサーバを設定します。

```
[Device-radius-rd] primary accounting 10.1.1.1 1813
```

セキュアな RADIUS 通信を行うため、プレーンテキストで共有鍵 export を設定します。

```
[Device-radius-rd] key authentication simple export
[Device-radius-rd] key authorization simple export
[Device-radius-rd] key accounting simple export
```

RADIUS サーバから送信されたドメイン名からユーザ名を除外します。

```
[Device-radius-rd] user-name-format without-domain
[Device-radius-rd] quit
```

ログインユーザの認証、許可、アカウンティングの RADIUS スキームを使用するドメイン bbb を設定します。

```
[Device-isp-bbb] authentication login radius-scheme rd
[Device-isp-bbb] authorization login radius-scheme rd
[Device-isp-bbb] accounting login radius-scheme rd
```

ローカル RSA、DSA 鍵ペアを作成します。

```
[Device] public-key local create rsa
[Device] public-key local create dsa
```

SSH サービスを有効にします。

```
[Device] ssh server enable
```

ユーザロール VTY0～63 のスキーム認証を有効にします。

```
[Device] line vty 0 63
[Device-line-vty0-63] authentication-mode scheme
[Device-line-vty0-63] quit
```

認証にパスした後、SSH ユーザがデフォルトユーザロール network-operator を取得できるようにデフォルトユーザロール許可機能を有効にします。

```
[Device] role default-role enable
```

III. 設定の確認

ユーザが、Device への SSH 接続を開始し、ユーザ名 **hello@bbb** と正しいパスワードを入力したとき、ユーザが正常にログインし、network-operator ユーザロールでコマンドを使用することができます。

1.8 RADIUSのトラブルシューティング

1.8.1 RADIUS 認証の失敗

I. 症状

認証が常に失敗します。

II. 分析

可能性のある理由を以下に示します。

- NAS と RADIUS サーバ間で通信障害が存在します。
- ユーザ名が userid@isp-name のフォーマットではありません、あるいは NAS で ISP ドメインが正しく設定されていません。
- ユーザが RADIUS サーバで設定されていません。
- ユーザで入力したパスワードが間違っています。
- RADIUS サーバと NAS が異なる共有鍵で設定されています。

III. 解決策

以下を確認してください。

- NAS と RADIUS サーバがお互いに ping できることを確認してください。
- ユーザ名が userid@isp-name のフォーマットで、NAS で ISP ドメインが正しく設定されていることを確認してください。
- ユーザが RADIUS サーバで設定されていることを確認してください。
- 正しいパスワードを入力してください。
- RADIUS サーバと NAS の両方で同じ共有鍵が設定されていることを確認してください。

問題が解決しない場合、販売店もしくは担当営業に問い合わせてください。

1.8.2 RADIUS パケットが到達不能

I. 症状

RADIUS パケットが RADIUS サーバに到達できません。

II. 分析

可能性のある理由を以下に示します。

- NAS と RADIUS サーバ間で通信障害が存在します。
- NAS に RADIUS サーバの IP アドレスが設定されていません。
- NAS の認証、アカウンティングの UDP ポートが正しくありません。
- RADIUS サーバの認証、アカウンティングのためのポート番号がほかのアプリケーションで使用されています。

III. 解決策

以下を確認してください。

- NAS と RADIUS サーバ間のリンクが物理レイヤ、データリンクレイヤの両方で正しく動作することを確認してください。
- RADIUS サーバの IP アドレスが NAS で正しく設定されていることを確認してください。
- NAS で設定された認証、アカウンティングの UDP ポートが RADIUS サーバで設定されているものと同じであることを確認してください。
- RADIUS サーバの認証、アカウンティングのためのポート番号が使用可能であることを確認してください。

問題が解決しない場合、販売店もしくは担当営業に問い合わせてください。

1.8.3 RADIUS アカウンティングエラー

I. 症状

ユーザは認証と許可されましたが、アカウンティングが正常ではありません。

II. 分析

NAS のアカウンティングサーバの設定が間違っています。可能性のある理由を以下に示します。

- NAS で設定されたアカウンティングのためのポート番号が間違っています。
- NAS で設定されたアカウンティングサーバの IP アドレスが間違っています。たとえば、NAS が認証、許可、アカウンティングサービスを提供するために、1 つのサーバを使用するように設定されていますが、実際のサービスは異なるサーバによって提供されています。

III. 解決策

以下を確認してください。

- アカウンティングのためのポート番号が正しく設定されていることを確認してください。
- アカウンティングサーバのIPアドレスがNASで正しく設定されていることを確認してください。

問題が解決しない場合、販売店もしくは担当営業に問い合わせてください。

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

2章 802.1Xの概要 2-1
2.1 802.1Xの構成 2-1
2.2 制御/非制御ポートとポート許可状態 2-1
2.3 802.1X関連プロトコル 2-2
2.3.1 パケットフォーマット 2-2
2.3.2 EAP over RADIUS 2-4
2.4 802.1X認証の開始 2-5
2.4.1 802.1Xクライアントからの認証開始 2-5
2.4.2 アクセスデバイスからの認証開始 2-5
2.5 802.1Xの認証プロセス 2-5
2.5.1 EAP relayとEAP terminationの比較 2-6
2.5.2 EAP relay 2-7
2.5.3 EAP termination 2-9

2章 802.1X の概要

802.1X は、ポートベースのネットワークアクセス制御プロトコルです。

802.1X が有効な LAN ポートに接続された装置を、認証サーバ(RADIUS サーバなど)による認証をすることでネットワークを保護します。

2.1 802.1Xの構成

802.1X は、クライアント/サーバモデルで動作します。図 2-1に示すように 802.1X 認証は以下の構成要素があります。

- **クライアント（サプリカント）**－クライアントは、LAN へアクセスしようとするユーザの端末です。端末はネットワークアクセスデバイスを認証する 802.1X ソフトウェアが必要です。
- **アクセスデバイス（オーセンティケータ）**－ネットワークアクセスデバイスは、クライアントを認証し、LAN へのアクセスを制御します。通常の 802.1X 環境では、ネットワークアクセスデバイスは、認証サーバを使用して認証を実行します。
- **認証サーバ**－認証サーバは、ネットワークアクセスデバイスの認証サービスを提供するエンティティです。ネットワークアクセスデバイスから送信されたデータを使用して 802.1X クライアントを認証し、ネットワークアクセスデバイスがアクセスするための認証結果を返します。認証サーバは通常、RADIUS（Remote Authentication Dial-in User Service）サーバです。小規模な LAN では、認証サーバとしてネットワークアクセスデバイスを使用することもできます。

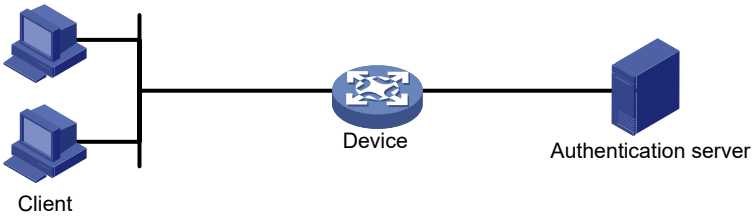


図 2-1 802.1X の構成

2.2 制御/非制御ポートとポート許可状態

802.1X は、ネットワークのアクセスポートのために、制御ポートと非制御ポートの 2 つの論理ポートを定義しています。ネットワークのアクセスポートに受信するパケットはすべて、両方の論理ポートに表示されます。

- **非制御ポート**－非制御ポートは常にオープン状態で、認証パケットを送信します。
- **制御ポート**－ポートの状態に依存してパケットをフィルタします。
  - **許可状態**－クライアントが認証にパスしたとき、ポートは authorized 状態になります。このポートはトラフィックを通過させることができます。

- **非許可状態**－クライアントが認証にパスしないとき、ポートは unauthorized 状態になります。以下の方法の 1 つによってトラフィックを制御します。
  - クライアントへのトラフィックとクライアントからのトラフィックを拒否するように、双方向のトラフィックを制御します。
  - クライアントからのトラフィックを拒否するように、片方向のトラフィックを制御します。本デバイスは片方向のトラフィック制御のみをサポートしています。

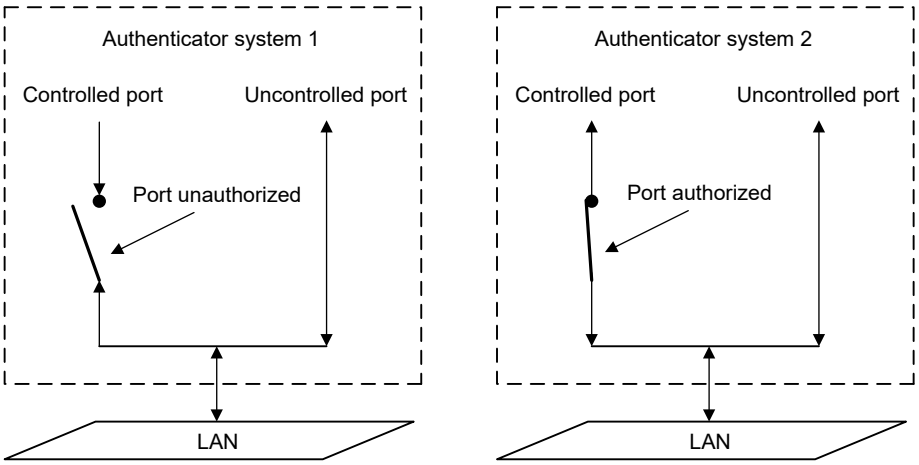


図 2-2 制御ポートの許可/非許可状態

2.3 802.1X関連プロトコル

802.1X は、クライアント、ネットワークアクセスデバイス、認証サーバの認証情報を転送するために EAP（Extensible Authentication Protocol）を使用しています。 EAP は、クライアント/サーバモデルを使用する認証フレームワークです。MD5-Challenge、EAP-TLS（EAP-Transport Layer Security）、PEAP（Protected EAP）を含む様々な認証方式をサポートしています。

802.1X は、有線または無線 LAN 経由で、クライアントとアクセスデバイス間で EAPOL（EAP over LAN）を定義します。クアクセスデバイスと認証サーバとの間で、802.1X は、次のいずれかの方法で認証情報を提供します。

- **EAP relay**：EAPOR（EAP over RADIUS）を使用して、RADIUS で EAP パケットをカプセル化します。
- **EAP termination**：EAP パケットから認証情報を抽出し、標準的な RADIUS パケット内の情報をカプセル化します。

2.3.1 パケットフォーマット

I. EAP パケットのフォーマット

図 2-3に EAP パケットのフォーマットを示します。

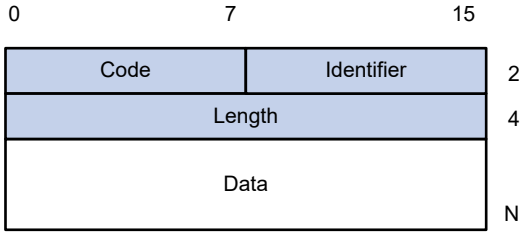


図 2-3 EAP パケットのフォーマット

- **Code**－EAP パケットのタイプです。Request(1)、Response(2)、Success(3)、Failure(4)があります。
- **Identifier**－リクエストとレスポンスを対応づけます。
- **Length**－EAP パケット長（byte）です。Code、Identifier、Length、Data フィールドの合計です。
- **Data**－EAP パケットの中身です。このフィールドは、リクエストまたはレスポンス EAP パケットにのみあります。リクエストタイプ（またはレスポンスタイプ）とタイプデータで構成されています。タイプ 1（Identify）とタイプ 4（MD5-Challenge）はタイプフィールドの 2 つの例です。

II. EAPOL パケットのフォーマット

図 2-4に EAPOL パケットのフォーマットを示します。

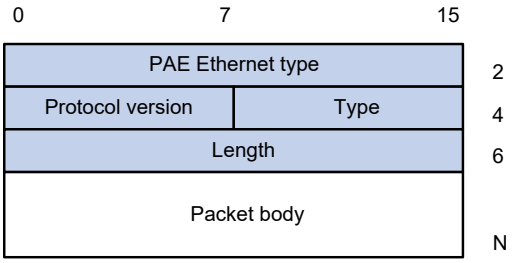


図 2-4 EAPOL パケットのフォーマット

- **PAE Ethernet type**－プロトコルタイプです。EAPOL の値は 0x888E です。
- **Protocol version**－EAPOL パケットの送信元がサポートする EAPOL プロトコルのバージョンです。
- **Type**－EAPOL パケットのタイプです。表 2-1に装置がサポートする EAPOL パケットのタイプを示します。

表 2-1 EAPOL パケットのタイプ

値	タイプ	説明
0x00	EAP-Packet	クライアントとネットワークアクセスデバイスは、認証情報を運ぶためにEAP-Packetを使用します。
0x01	EAPOL-Start	クライアントは、802.1X認証を開始させるために、ネットワークアクセスデバイスにEAPOL-Startメッセージを送ります。

値	タイプ	説明
0x02	EAPOL-Logoff	クライアントは、ログオフを通知するために、アクセスデバイスにEAPOL-Logoffメッセージを送ります。

- **Length**－データ長（byte）です。Packet body フィールド長を示します。パケットタイプが EAPOL-Start か EAPOL-Logoff の場合、このフィールドに 0 がセットされ、Packet body フィールドは存在しません。
- **Packet body**－パケットの中身です。EAPOL パケットタイプが EAP-Packet の時、Packet body フィールドが EAP パケットの中身です。

2.3.2 EAP over RADIUS

RADIUS は EAP 認証をサポートするため、EAP-Message と Message-Authenticator の 2 つの属性を追加します。RADIUS パケットのフォーマットについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

I. EAP-Message

図 2-5に示すように RADIUS は、EAP-Message 属性に EAP パケットをカプセル化します。このパケットの Type フィールドの値は 79 です。String フィールドには最大 253 バイトまで入ります。EAP パケット長が 253 バイト以上である場合、複数の EAP-Message 属性にカプセル化されます。

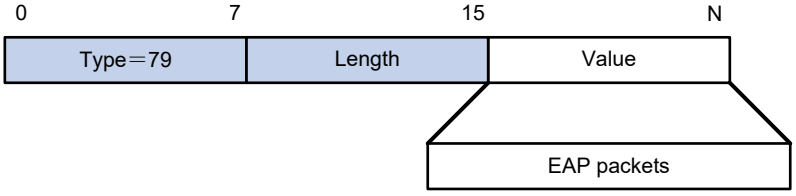


図 2-5 EAP-Message の属性フォーマット

II. Message-Authenticator

RADIUS は、整合性をチェックするため EAP-Message 属性を持つすべてのパケットに Message-Authenticator 属性を含めます。

計算されたパケットの整合性チェックサムが Message-Authenticator 属性の値と異なる場合、パケットの受信者はパケットを廃棄します。Message-Authenticator は、EAP 認証中に EAP 認証パケットが改ざんされることを防ぎます。

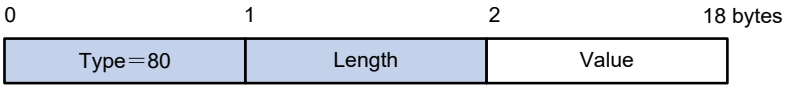


図 2-6 Message-Authenticator の属性フォーマット

2.4 802.1X認証の開始

802.1X 認証は、802.1X クライアントと装置のどちらからでも開始させることができます。

2.4.1 802.1X クライアントからの認証開始

クライアントは、アクセスデバイスに EAPOL-Start パケットを送信することで、802.1X 認証を開始します。このパケットの宛先 MAC アドレスは、IEEE 802.1X で指定されたマルチキャストアドレス 01-80-C2-00-00-03 またはブロードキャスト MAC アドレスです。クライアントと認証サーバ間のすべての中間デバイスがマルチキャストアドレスをサポートしていない場合、ブロードキャスト EAPOL-Start パケットを送信できる 802.1X クライアントを使用する必要があります。

2.4.2 アクセスデバイスからの認証開始

クライアントが EAPOL-Start パケットを送信できない場合、アクセスデバイスが認証を開始するよう設定します。たとえば 802.1X クライアントは Windows XP で使用できます。

アクセスデバイスは、以下のモードをサポートしています。

- **マルチキャストトリガモード**－アクセスデバイスが、定期的に（デフォルトでは 30 秒ごと）EAP-Request/Identity パケットをマルチキャスト送信することで、802.1X 認証を開始します。
- **ユニキャストトリガモード**－MAC アドレステーブルにない送信元 MAC アドレスのフレームを受信したとき、アクセスデバイスは受信ポートから未知の MAC アドレスへ EAP-Request/Identity パケットを送信します。応答を一定時間内に受信しない場合、パケットを再送します。

2.5 802.1Xの認証プロセス

802.1X 認証には、EAP relay と EAP termination の 2 つのアプローチがあります。EAP パケットと EAP 認証方式のために RADIUS サーバのサポートに応じていずれかのモードを選択してください。

- EAP relay モード

EAP relay は、IEEE802.1X で定義されています。このモードでは、ネットワークデバイスは、図 2-7に示すように、RADIUS サーバに認証情報を送信するために EAPOR パケットを使用します。

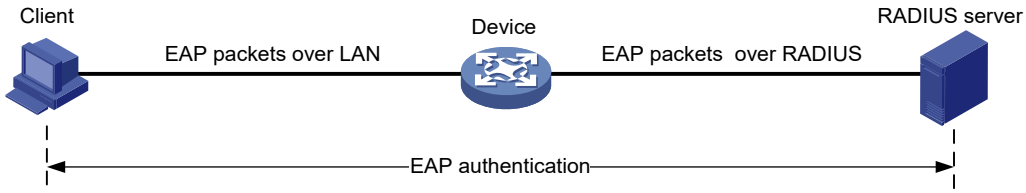


図 2-7 EAP relay

EAP relay モードでは、クライアントは RADIUS サーバと同じ認証方式を用いる必要があります。ネットワークアクセスを行うデバイス上では、EAP relay で利用するために **dot1x authentication-method eap** コマンドのみが必要です。

- EAP termination モード

図 2-8に示すように、アクセスデバイスは EAP termination モードで以下の動作を行います。

a) クライアントから受信したEAPパケットを終端します。

b) 標準RADIUSパケットにクライアント認証情報をカプセル化します。

c) RADIUSサーバに認証するため、PAPあるいはCHAPを使用します。

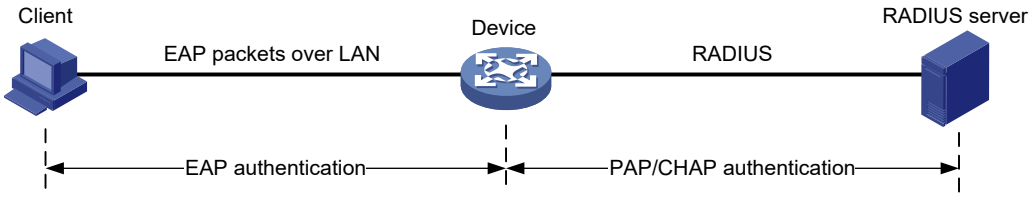


図 2-8 EAP termination

2.5.1 EAP relay と EAP termination の比較

パケット交換方式	利点	制限
EAP relay	• 様々なEAP認証方法をサポートしています。 • アクセスデバイス上の設定と処理が簡単です。	RADIUSサーバはEAP-MessageとMessage-Authenticator属性と、クライアントに使用されるEAP認証方式をサポートする必要があります。

パケット交換方式	利点	制限

EAP termination	PAPまたはCHAP認証をサポートしている任意のRADIUSサーバと連携して動作します。	• 以下のEAP認証方式のみをサポートします。
		  • MD5-Challenge EAP認証
		  • ユーザ名とパスワードのEAP認証
		• アクセスデバイス上の処理が複雑です。

2.5.2 EAP relay

図 2-9に EAP-MD5 を使用した、EAP relay モードでの基本的な 802.1X 認証プロセスを示します。

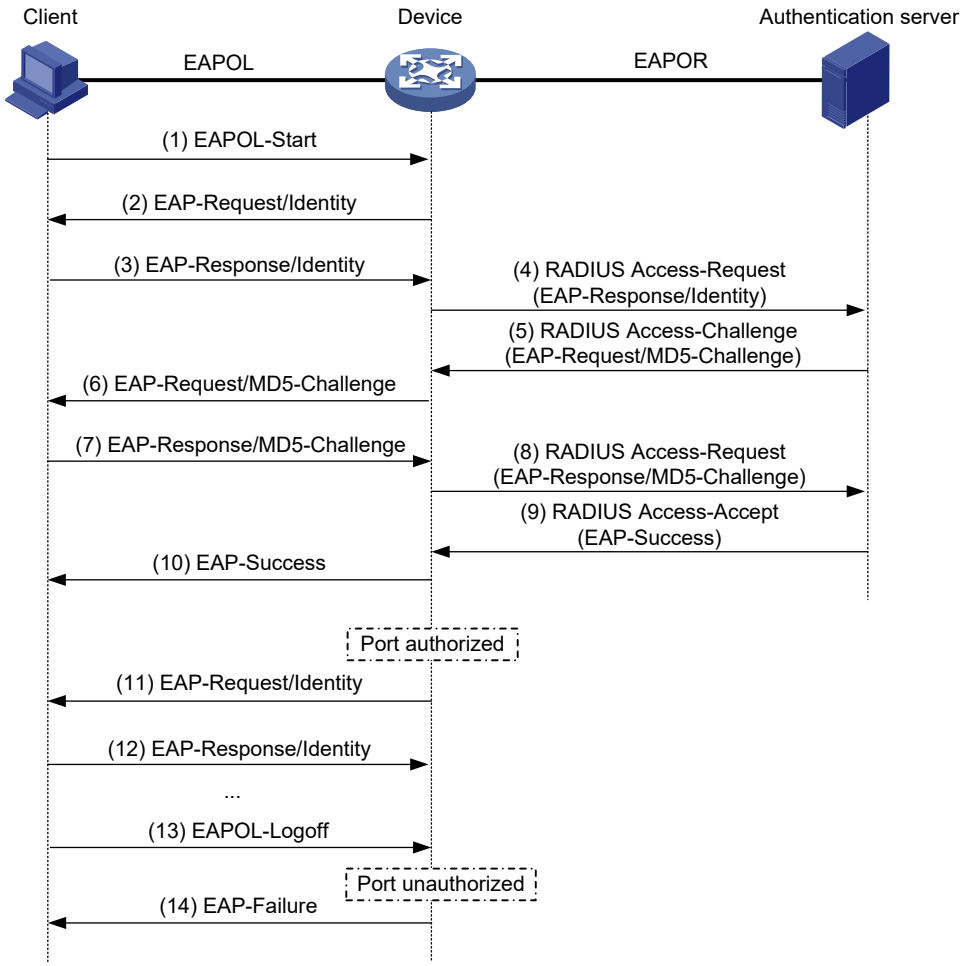


図 2-9 EAP relay モードでの 802.1X 認証プロセス

以下に 802.1X 認証プロセスを記載します。

1) ユーザが、802.1X クライアントを起動し、登録されたユーザ名とパスワードを入力すると、802.1X クライアントは、アクセスデバイスに EAPOL-Start パケットを送信します。
2) アクセスデバイスは、応答としてクライアントのユーザ名を要求するために EAP-Request/Identity パケットを送信します。
3) EAP-Request/Identity パケットの応答として、クライアントは EAP-Request/Identity パケットの中にユーザ名を入れて、アクセスデバイスに送信します。
4) アクセスデバイスは、RADIUS Access-Request パケットの EAP-Request/Identity パケットを認証サーバに伝搬します。
5) 認証サーバは、ユーザのデータベースを検索するため、RADIUS Access-Request パケットの identify 情報を使用します。一致するエントリが見つかった場合、サーバはランダムに生成されるチャレンジ（EAP-Request/MD5 challenge）を使用してパスワード情報を暗号化し、RADIUS Access-Challenge パケットを通してネットワークアクセスデバイスにチャレンジ情報を送信します。
6) アクセスデバイスは、EAP-Request/MD5 Challenge パケットをクライアントに送信します。
7) クライアントは、受信したチャレンジ情報を使用してパスワードを暗号化します。そして EAP-Response/MD5 Challenge パケットの暗号化したパスワードをアクセスデバイスに送信します。
8) アクセスデバイスは、RADIUS Access-Request パケットの EAP-Response/MD5 Challenge パケットを認証サーバに伝搬します。
9) 認証サーバは、受信したパスワード情報と、5)で自身が生成したパスワード情報を比較します。2 つのパスワード情報が一致する場合、認証サーバはクライアントが有効であるとみなし、アクセスデバイスに RADIUS Access-Accept パケットを送信します。
10) RADIUS Access-Accept パケットを受信すると、アクセスデバイスは、以下の動作を行います。

a) クライアントにEAP-Successパケットを送ります。

b) 制御ポートをauthorized状態に設定します。

クライアントはネットワークにアクセスできます。

11) クライアントがオンラインになった後、クライアントがまだオンラインであるかどうかを確認するために、アクセスデバイスは定期的にハンドシェイク要求を送信します。デフォルトでは、2 回連続してハンドシェイクが失敗すると、デバイスはクライアントをログオフします。
12) ハンドシェイク要求を受け取ると、クライアントは応答を返します。クライアントが特定の回数（デフォルトで 2 回）連続してハンドシェイク応答に失敗した場合、アクセスデバイスは、クライアントをログオフします。このハンドシェイクメカニズムにより、異常にオフラインになった 802.1X ユーザによって使用されるネットワークリソースをタイムリーにリリースすることが可能になります。
13) クライアントは、アクセスデバイスにログオフを依頼する EAPOL-Logoff パケットを送信することもできます。
14) EAPOL-Logoff パケットに応答して、アクセスデバイスは、制御ポートの状態を authorized から unauthorized に変更し、クライアントへ EAP-Failure パケットを送信します。

2.5.3 EAP termination

図 2-10に CHAP 認証を使用した、EAP termination モードでの基本的な 802.1X 認証プロセスを示します。

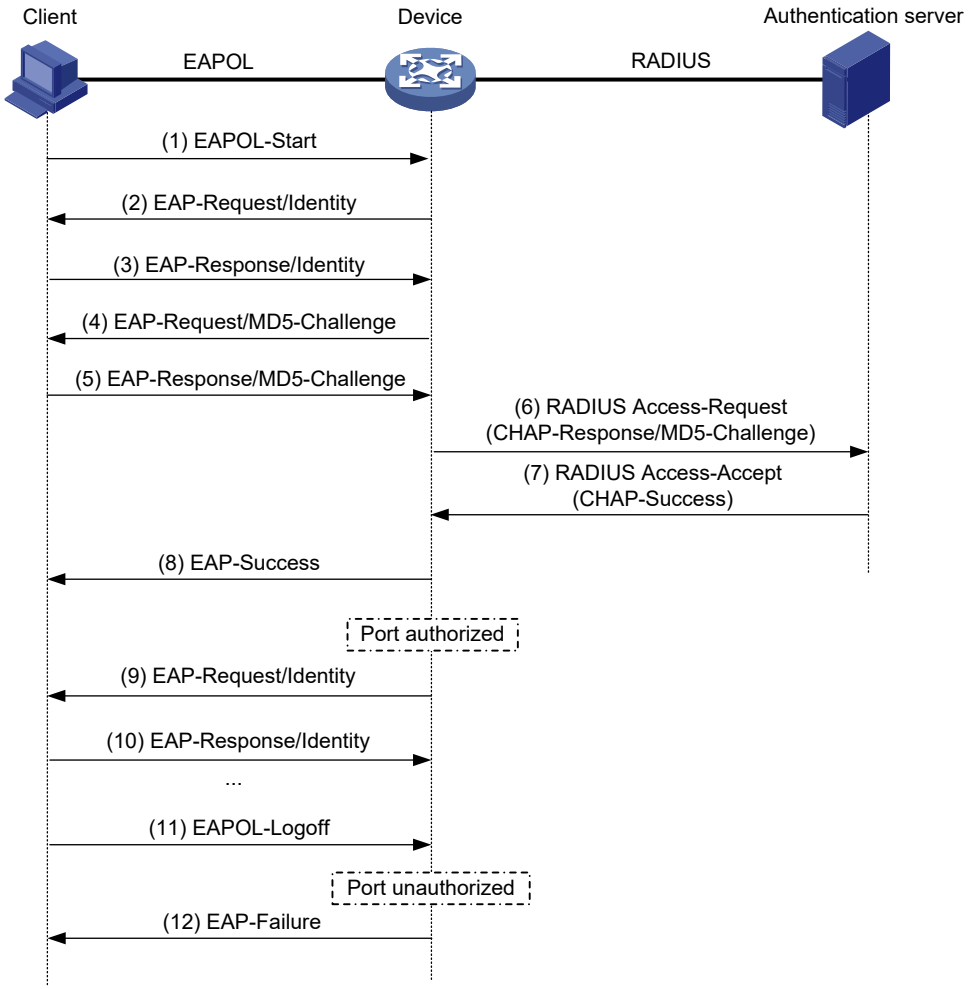


図 2-10 EAP termination での 802.1X 認証プロセス

EAP termination モードでは、パスワードを暗号化するために MD5 challenge を生成するのは認証サーバでなく、アクセスデバイスです。アクセスデバイスは次に、MD5 challenge をユーザ名と暗号化されたパスワードと一緒に標準の RADIUS パケットに入れて RADIUS サーバへ送信します。

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

3 章 802.1X.....3-1
3.1 アクセス制御方式.....3-1
3.2 802.1X の VLAN 操作.....3-1
3.2.1 許可 VLAN.....3-1
3.2.2 ゲスト VLAN.....3-4
3.2.3 制限 VLAN.....3-5
3.3 他の機能を用いた 802.1X 認証.....3-6
3.3.1 ACL の割り当て.....3-6
3.4 設定要件.....3-6
3.5 802.1X 設定作業リスト.....3-6
3.6 802.1X 認証の有効化.....3-7
3.7 EAP relay または EAP termination の有効化.....3-7
3.8 ポート許可状態の設定.....3-8
3.9 アクセス制御方式の指定.....3-8
3.10 ポートの 802.1X ユーザの最大同時接続数の設定.....3-8
3.11 認証リクエストの最大送信数の設定.....3-9
3.12 802.1X 認証タイムアウトタイマの設定.....3-9
3.13 オンラインユーザハンドシェイク機能の設定.....3-10
3.13.1 設定ガイドライン.....3-10
3.13.2 設定手順.....3-10
3.14 認証トリガ機能の設定.....3-11
3.14.1 設定ガイドライン.....3-11
3.14.2 設定手順.....3-11
3.15 ポートでの強制認証ドメインの設定.....3-11
3.16 quiet タイマの設定.....3-12
3.17 802.1X 再認証の設定.....3-12
3.17.1 概要.....3-12
3.17.2 設定ガイドライン.....3-12
3.17.3 802.1X 定期的な再認証の設定.....3-13
3.18 802.1X 制限 VLAN の設定.....3-13
3.18.1 設定ガイドライン.....3-13
3.18.2 設定要件.....3-14
3.18.3 設定手順.....3-14
3.19 802.1X の表示と維持.....3-14
3.20 802.1X 認証の設定例.....3-15
3.20.1 基本的な 802.1X 認証の設定例.....3-15

3章 802.1X

この章は、装置上で 802.1X を設定する方法について説明します。802.1X を実行時に、ポートセキュリティ機能を設定することもできます。ポートセキュリティは 802.1X と MAC アドレス認証を組み合わせて拡張します。ポート上でユーザごとに異なる認証方法を必要とするネットワークや WLAN に適用します。

🕮 **メモ：**

ポートセキュリティ機能はサポートしていません。

3.1 アクセス制御方式

802.1X プロトコルで定義されたポートベースのアクセス制御を実装しており、MAC ベースのアクセス制御をサポートするためにプロトコルを拡張します。

- **ポートベースアクセス制御**－ポートベースのアクセス制御では、一度 802.1X ユーザがポート上で認証を通過すると、後続のユーザは、認証なしでポートを介してネットワークにアクセスできます。認証されたユーザがログオフすると、他のすべてのユーザはログオフされます。
- **MAC ベースアクセス制御**－MAC ベースのアクセス制御では、各ユーザは個別にポート上で認証されます。ユーザがログオフしても、他のオンラインのユーザは影響を受けません。

3.2 802.1XのVLAN操作

3.2.1 許可 VLAN

802.1X ユーザが許可されたネットワークリソースへのアクセスを制御するため、許可 VLAN を指定することができます。802.1X ユーザが認証にパスしたのち、認証サーバは許可 VLAN あるいは VLAN グループをユーザに割り当てます。

I. サポートされる VLAN タイプと形式

VLAN タイプと形式は許可タイプに依存してサポートされます。

- ローカル VLAN 許可

  アクセス装置で user view あるいは user group view で VLAN ID によって 1 つの許可 VLAN のみを指定することができます。ローカルユーザの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

- リモート VLAN 許可

802.1X ユーザの AAA サーバで VLAN あるいは VLAN グループを指定することができます。アクセス装置は以下の形式の VLAN をサポートします。

- VLAN ID
- VLAN 名

VLAN 名はアクセス装置で VLAN の特徴を示します。

- VLAN ID と VLAN 名の組み合わせ

文字列で、ある VLAN は VLAN ID で示し、ある VLAN は VLAN 名で示します。

- VLAN グループ名

VLAN グループの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス "VLAN"* を参照してください。

- サフィックスを持つ VLAN ID

サフィックスは、t あるいは u が使用できます。VLAN がタグづけされるポートかどうかを示します。たとえば、2u は VLAN2 がタグづけされていないメンバに割り当てられていることを示します。

🕮 **メモ：**

アクセス装置は、VLAN の割り当てを行う前に、VLAN 名と VLAN グループ名を VLAN ID に置き換えます。

II. サポートされない VLAN タイプ

VLAN 許可では以下のタイプを指定することができません。アクセス装置は、802.1X ユーザに VLAN を割り当てることができません。

- ダイナミックに学習された VLAN
- 作成されていない VLAN
- 予約された VLAN

III. VLAN の選択と割り当て

サーバが VLAN のグループを割り当てるとき、アクセス装置は VLAN ID のフォーマットに従って VLAN を選択し、割り当てます。表 3-1に許可 VLAN のグループの選択と割り当てルールを記載します。

表 3-1 許可 VLAN のグループの VLAN の選択と割り当て

許可 VLAN のタイプ	VLAN の選択と割り当てルール
• VLAN ID • VLAN名 • VLANグループ名	デバイスは、ポートで他のオンラインユーザがいるかどうかに依存して、許可VLANとしてVLANを選択します。 • ポートで他のオンラインユーザがいない場合、デバイスはVLANのグループからもっとも小さいIDのVLANを選択します。 • ポートで他のオンラインユーザがいる場合、以下の処理によってVLANを選択します。 1． デバイスはオンラインユーザから一番遠い番号を持つ VLAN を選択します。 2． 2 つの VLAN がオンライン 802.1X ユーザと同じ番号を持っている場合、デバイスはもっとも小さい ID の VLAN を選択します。 表 3-2にデバイスがVLANの割り当てを行うルールを示します。
サフィックスを持つVLAN ID	1． デバイスはサフィックスを除いた一番左の VLAN ID、あるいは、タグなしとして u のサフィックスが付いた一番左の VLAN ID を選択します。 2． デバイスは PVID としてポートにタグなしの VLAN を割り当て、タグづけられた VLAN はそのまま割り当てます。もしタグなし VLAN が割り当てられていない場合、ポートの PVID は変更しません。ポートは、タグづけ VLAN とタグなし VLAN からのトラフィックを通過するように許可します。 たとえば、認証サーバはユーザ用に、1u 2t 3の文字列をアクセス装置に送信します。デバイスはタグなしVLANとしてVLAN1を割り当てし、タグづけVLANとして他のVLANを割り当てます。VLAN1はPVIDになります。

🕮 **メモ：**

サフィックスを持つ VLAN ID は、ポートベースのアクセス制御を行うハイブリッドポートあるいはトランクポートのみ割り当てることができます。

表 2-2にアクセス装置が 802.1X が有効なポートで VLAN を処理する方法を記載します。（サフィックスを持つ VLAN を除きます。）

表 3-2 VLAN 操作

ポートアクセス制御方式	VLAN 操作
ポートベース	デバイスは最初の認証ユーザの許可VLANをポートVLAN（PVID）に割り当てます。後続のすべての802.1Xユーザは認証なしでアクセスできます。 最初に認証されたユーザがログオフすると、前のPVIDが復元され、他のすべてのオンラインユーザはログオフされます。
MACベース	デバイスは最初の認証ユーザの認可VLANをPVIDとしてポートに割り当てます。他のVLANが後続のユーザに対して許可されている場合、ユーザが認証に成功できません。後続のユーザが認証に成功するためには、同じVLANを全てのポートの802.1Xユーザに許可する必要があります。

🕮 **メモ：**

802.1X が有効なアクセスポートは、タグなしメンバとしてのみ許可 VLAN を割り当てられます。ハイブリッドポートは、常にタグなしメンバとして VLAN に割り当ててください。割り当てられたのち、VLAN のタグ付きメンバとしてポートを再設定しないでください。

3.2.2 ゲスト VLAN

🕮 **メモ：**

この機能は、MAC ベースのアクセスコントロールを実行する 802.1X 有効化ポートには適用されません。

ポート上の 802.1X ゲスト VLAN は、802.1X 認証を実行していないユーザに対応します。

ゲスト VLAN のユーザは、アンチウィルスソフトウェアやシステムパッチをダウンロードするためにソフトウェアサーバなどの制限されたネットワークリソースにアクセスすることができます。ゲスト VLAN でユーザが一度 802.1X 認証にパスすると、ゲスト VLAN から削除され、許可されたネットワークリソースにアクセスすることができます。

802.1X ゲスト VLAN は、ポートベースアクセス制御を実行するポートでのみ有効です。

次の表は、アクセスデバイスがポートベースアクセス制御を実行する 802.1X 対応ポート上で VLAN を処理する方法を示しています。

認証状態	VLAN 操作
ユーザが802.1X認証にパスしていない	デバイスはPVIDとして802.1Xゲスト VLANをポートに割り当てます。ポートのすべての802.1Xユーザはゲスト VLANのリソースのみアクセスできます。802.1Xゲスト VLANが設定されていない場合、アクセス装置は任意のVLANの操作を実行しません。
802.1Xゲスト VLANのユーザが802.1X認証に失敗した	802.1X制限VLAN（Auth-Fail VLAN、オペレーショマニュアルのセクション9 *セキュリティ “802.1X” の “制限VLAN”* を参照してください）が有効である場合、デバイスはPVIDとして制限VLANを割り当てます。 制限VLANが設定されていない場合、ポートのPVIDは802.1Xゲスト VLANのままとなります。ポートのすべてのユーザはゲスト VLANの中にいます。
802.1Xゲスト VLANのユーザが802.1X認証に成功した	• デバイスはPVIDとしてユーザの認証VLANを割り当てます。802.1Xゲスト VLANからポートを削除します。ユーザがログオフしたのち、ポートの最初のPVIDがもとに戻ります。 • 認証サーバがVLANを許可しない場合、初期のPVIDを適用します。ユーザと後続のすべての802.1Xユーザは初期ポートに割り当てられます。ユーザがログオフしたのち、ポート VLANは変更されません。 🕮 **メモ：** 802.1Xが有効なポートの初期のPVIDは、ポートが任意の802.1X VLANに割り当てられる前にポートで使用されたPVIDです。

ネットワークデバイスはハイブリッドポートをタグなしメンバとして 802.1X ゲスト VLAN に割り当てます。

VLAN の設定の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス "VLAN"* を参照してください。

3.2.3 制限 VLAN

🕮 **メモ：**

この機能は、MAC ベースのアクセスコントロールを実行する 802.1X 有効化ポートには適用されません。

組織のセキュリティ戦略に適合できずに失敗したことが原因で 802.1X 認証に失敗したユーザに対応するため、制限 VLAN を設定することができます。たとえば間違ったパスワードを入力したユーザに VLAN が適応します。制限 VLAN は、アンチウィルスソフトウェアやシステムパッチをダウンロードするためにソフトウェアサーバなどの制限されたネットワークリソースのみアクセスすることができます。

制限 VLAN は、ポートベースアクセス制御を実行するポートでのみ有効です。

次の表は、アクセス装置がポートベースアクセス制御を実行する 802.1X 対応ポート上で VLAN を処理する方法を示しています。

認証状態	VLAN 操作
ユーザが802.1X認証に失敗した	デバイスはPVIDとしてポートに制限VLANを割り当てます。ポートのすべての802.1Xユーザは制限VLANのリソースのみアクセスすることができます。
サーバ到達不能の理由を除いた他の理由によって、802.1X制限VLANのユーザが802.1X認証に失敗した	制限VLANが設定されている場合、ポートのPVIDは制限VLAN IDに変更されます。ポートのすべての802.1Xユーザはこの VLANにいます。
ユーザが802.1X認証にパスした	• デバイスはPVIDとしてポートにユーザの許可VLANを割り当て、制限VLANからポートを削除します。ユーザがログオフしたのち、ゲストVLANがPVIDとしてポートに割り当てられます。ゲストVLANが設定されていない場合、初期のPVIDに戻ります。 • 認証サーバがVLANを許可しない場合、ポートの初期のPVIDが適用されます。ユーザと後続のすべての802.1Xユーザは初期のPVIDに割り当てられますユーザがログオフしたのち、PVIDは変更されません。

アクセス装置はハイブリッドポートをタグなしメンバとして 802.1X ゲスト VLAN に割り当てます。

VLAN の設定の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス "VLAN"* を参照してください。

3.3 他の機能を用いた802.1X認証

3.3.1 ACL の割り当て

ネットワークリソースへのアクセスを制御するため、802.1X ユーザに ACL を指定することができます。ユーザが 802.1X 認証にパスしたのち、認証サーバはユーザのトラフィックをフィルタするためアクセスポートに ACL を割り当てます。認証サーバはローカルアクセス装置あるいは RADIUS サーバで行えます。どちらの場合でも、アクセス装置で ACL を設定する必要があります。ユーザはオンライン中に ACL を変更することができます。ACL の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS　"ACL"* を参照してください。

3.4 設定要件

802.1X を設定する前に、以下の作業を完了してください。

- 802.1X ユーザのために ISP ドメインと AAA スキーム（ローカルまたは RADIUS 認証）を設定してください。
- RADIUS 認証を使用する場合は、RADIUS サーバにユーザアカウントを作成してください。
- ローカル認証を使用する場合は、アクセス装置にローカルユーザアカウントを作成し、サービスタイプを lan-access に設定してください。

RADIUS クライアントの設定の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　"AAA"* を参照してください。

3.5 802.1X設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目）802.1X認証の有効化
（必須設定項目）EAP relayまたはEAP terminationの有効化
（オプション設定項目）ポート許可状態の設定
（オプション設定項目）アクセス制御方式の指定
（オプション設定項目）ポートの802.1Xユーザの最大同時接続数の設定
（オプション設定項目）認証リクエストの最大送信数の設定
（オプション設定項目）802.1X認証タイムアウトタイマの設定
（オプション設定項目）オンラインユーザハンドシェイク機能の設定
（オプション設定項目）認証トリガ機能の設定
（オプション設定項目） ポートでの強制認証ドメインの設定
（オプション設定項目） quietタイマの設定
（オプション設定項目）802.1X再認証の設定
（オプション設定項目） 802.1X制限VLANの設定

3.6 802.1X認証の有効化

802.1X 認証を有効にするとき、以下のガイドラインに従ってください。

- PVID が Voice VLAN である場合、802.1X 機能はポートに適用できません。
- 802.1X 認証が有効なポートでリンクアグリゲーションまたはループバックグループサービスを設定することができません。

以下に 802.1X 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． グローバルで 802.1X 認証を有効にする	**dot1x**	デフォルト：無効
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4． ポートで 802.1X 認証を有効にする	**dot1x**	デフォルト：無効

3.7 EAP relayまたはEAP terminationの有効化

EAP relay または EAP termination を設定するときに、以下の点を考慮してください。

- EAP パケットに関する RADIUS サーバのサポート
- 802.1X クライアントと RADIUS サーバでサポートされている認証方式

以下の状況では EAP relay と EAP termination の両方を設定することができます。

- クライアントが MD5-Challenge EAP 認証のみを使用します。
- クライアントが"ユーザ名+パスワード"の EAP 認証のみを使用します。

EAP-TLS、PEAP、またはその他の EAP 認証方式を使用するには、EAP relay を使用する必要があります。

EAP relay と EAP termination の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “802.1X の概要”* を参照してください。

以下に EAP relay と EAP termination の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． EAP relay または EAP termination を設定する	**dot1x authentication-method** { **chap** | **eap** | **pap** }	デフォルトでは、ネットワークアクセス装置は、EAP terminationを実行し、RADIUSサーバとの通信にCHAPを使用します。 EAP terminationを有効にするためには、**chap**または**pap**パラメータを指定してください。 CHAP対応またはPAP対応のEAP relayを有効にするためには、**eap**パラメータを指定してください。

🕮 **メモ：**

EAP relay モードが使用されている場合、RADIUS scheme view で設定された **user-name-format** コマンドは適用されません。アクセス装置はクライアントからの認証データを何も変更せずにサーバに送信します。

3.8 ポート許可状態の設定

ポートの許可状態は、クライアントがネットワークへのアクセスを許可されているかどうかを決定します。**dot1x port-control** コマンドと以下のキーワードを使用して、ポートの認証状態を制御できます。

- **authorized-force**－ポートを authorized 状態にすると、認証なしでネットワークにアクセスするポート上のユーザを有効にします。
- **unauthorized-force**－ポートを unauthorized 状態にすると、ポート上のユーザからのアクセス要求を拒否します。
- **auto**－EAPOL パケットのみの通過を許可するために、最初にポートを unauthorized 状態にし、ユーザが認証を通過した後、ネットワークへのアクセスを許可するために、ポートを authorized 状態にします。ほとんどの場合で、このオプションを使用することができます。

以下にポート許可状態の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	－
3． ポート認証状態を設定する	**dot1x port-control** { **authorized-force** | **auto** | **unauthorized-force** }	デフォルト：**auto**

3.9 アクセス制御方式の指定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	－
3． アクセス制御方式を指定する	**dot1x port-method** { **macbased** | **portbased** }	デフォルト：**macbased**

3.10 ポートの802.1Xユーザの最大同時接続数の設定

この設定を行うことにより、ユーザ過多によりシステムリソース不足になることを防ぎます。

以下にポートでの 802.1X ユーザの最大同時接続数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． ポートでの 802.1X ユーザの最大同時接続数を設定する	**dot1x max-user** *user-number*	デフォルト：設定なし

3.11 認証リクエストの最大送信数の設定

アクセス装置は、指定した時間内にクライアントからの応答がない場合、認証リクエストの再送信を行います。この時間を設定する場合、**dot1x timer tx-period** *tx-period-value* コマンドまたは **dot1x timer supp-timeout** *supp-timeout-value* コマンドを使用します。

アクセス装置からリクエストの最大送信数まで再送信しても応答がない場合、リクエストの再送信を停止します。

以下に認証リクエストの最大送信数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． クライアントへの認証リクエストの最大送信数を設定する	**dot1x retry** *max-retry-value*	デフォルト：2

3.12 802.1X認証タイムアウトタイマの設定

ネットワークデバイスは、以下の 802.1X 認証タイムアウトタイマを使用しています。

- **クライアントタイムアウトタイマ**－アクセス装置がクライアントに EAP-Request/MD5 Challenge パケットを送信するときに起動します。このタイマが時間切れになるまで応答がなかった場合、アクセス装置は、クライアントにリクエストを再送します。
- **サーバタイムアウトタイマ**－アクセス装置が認証サーバに RADIUS Access-Request パケットを送信するときに起動します。このタイマが時間切れになるまでに応答がなかった場合、アクセス装置は、サーバにリクエストを再送します。

ほとんどの場合、デフォルトの設定で十分です。ネットワークの状況に応じてタイマを設定することができます。

- パフォーマンスの低いネットワークで、クライアントタイムアウトタイマを高い値に設定します。
- 異なる性能の認証サーバがあるネットワークでサーバタイムアウトタイマを調整します。

以下に 802.1X 認証タイムアウトタイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． クライアントタイムアウトタイマを設定する	**dot1x timer supp-timeout** *supp-timeout-value*	デフォルト：30秒

操作	コマンド	補足
3． サーバタイムアウトタイマを設定する	**dot1x timer server-timeout** *server-timeout-value*	デフォルト：100秒

3.13 オンラインユーザハンドシェイク機能の設定

オンラインユーザハンドシェイク機能は、オンラインの 802.1X ユーザの接続状態をチェックします。ネットワークアクセス装置は、**dot1x timer handshake-period** コマンドで指定された間隔でオンラインユーザにハンドシェイクメッセージを送信します。ハンドシェイクの最大試行回数後もオンラインユーザから応答を受信しない場合、ネットワークアクセス装置は、ユーザを offline 状態に設定します。ハンドシェイクの最大試行回数を設定する場合、**dot1x retry** コマンドを使用します。

また、本装置はデフォルトでオンラインユーザからの EAP-response に対する EAP-success を返しません。EAP-response に対する EAP-success を返すには、**dot1x handshake reply enable** コマンドを使用します。

3.13.1 設定ガイドライン

オンラインユーザハンドシェイク機能を設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- ネットワークに、ネットワークアクセス装置とのハンドシェイクパケットを交換できない 802.1X クライアントがある場合、オンラインユーザハンドシェイク機能を無効にしてください。これは 802.1X 接続が不適切に切断されることを防ぎます。

3.13.2 設定手順

以下にオンラインユーザハンドシェイク機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． （オプション設定項目）ハンドシェイクタイマを設定する	**dot1x timer handshake-period** *handshake-period-value*	デフォルト：15秒
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4． オンラインユーザハンドシェイク機能を有効にする	**dot1x handshake**	デフォルト：無効
5． ハンドシェイクリプライ機能を有効にする	**dot1x handshake reply enable**	デフォルト：無効

3.14 認証トリガ機能の設定

認証トリガ機能は、802.1X クライアントが認証を開始できない場合、802.1X 認証を開始するためにネットワークアクセス装置を有効にします。

この機能はマルチキャストトリガとユニキャストトリガをサポートします。オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　"802.1X の概要"* を参照してください。

3.14.1 設定ガイドライン

認証トリガ機能を設定するときは、以下のガイドラインに従ってください。

- ポートに接続されたクライアントが、802.1X 認証を開始するために EAPOL-Start パケットを送信できない場合、ポート上でマルチキャストトリガを有効にします。
- 無線 LAN でマルチキャストトリガを無効にします。無線クライアントとアクセス装置のワイヤレスモジュールは、それぞれ 802.1X 認証を開始できます。
- 802.1X クライアントがほとんどいないポートに接続され、これらのクライアントが認証を開始できない場合は、ポート上でユニキャストトリガを有効にします。
- 重複した認証パケットを避けるために、ポート上で両方のトリガを有効にしないでください。

3.14.2 設定手順

以下にポートでの認証トリガ機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． （オプション設定項目）ユーザ名リクエストタイムアウトタイマを設定する	**dot1x timer tx-period** *tx-period-value*	デフォルト：30秒
3． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4． 認証トリガ機能を有効にする	**dot1x** { **multicast-trigger** | **unicast-trigger** }	デフォルト： • マルチキャストトリガ無効 • ユニキャストトリガ有効

3.15 ポートでの強制認証ドメインの設定

ポート上で認証、許可、アカウンティングのための強制認証ドメイン内にすべての 802.1X ユーザを配置することができます。ユーザは、他のドメイン内のアカウントを使用して、ポートを介してネットワークにアクセスすることはできません。強制認証ドメインの実装で、802.1X アクセス制御の導入時の柔軟性を高めます。

以下にポートでの強制認証ドメインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． ポートで 802.1X 強制認証ドメインを指定する	**dot1x mandatory-domain** *domain-name*	デフォルト：設定なし

3.16 quietタイマの設定

quiet タイマを有効にすると、アクセス装置は、802.1X 認証に失敗したクライアントからの認証リクエストを処理する前に一定時間待ちます。

ネットワークの状況に応じて quiet タイマを設定することができます。

- 脆弱なネットワークでは高い値を設定してください。
- 認証応答を速くするためには低い値を設定してください。

以下に quiet タイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． quiet タイマを有効にする	**dot1x quiet-period**	デフォルト：無効
3． （オプション設定項目）quiet タイマを設定する	**dot1x timer quiet-period** *quiet-period-value*	デフォルト：60秒

3.17 802.1X再認証の設定

3.17.1 概要

802.1X 再認証は、オンラインユーザの接続状態をトラッキングし、サーバによって割り当てられた属性を更新します。属性は ACL、VLAN が含まれます。

802.1X 再認証では、再認証の間隔はユーザが設定できます。

デフォルトでは、802.1X 再認証のサーバが到達不能である場合、装置はユーザをログオフします。オンライン保持機能は、サーバが到達不能な場合、802.1X ユーザの再認証を継続します。

3.17.2 設定ガイドライン

802.1X 再認証を設定するときは、以下のガイドラインに従ってください。

サーバで割り当てられたセッションタイムアウトタイマ（セッションタイムアウト属性）と終了行動（終了行動属性）は定期的な再認証に影響することがあります。サーバで割り当てられたセッションタイムアウトと終了行動の属性を表示するには、**display dot1x connection** コマンドを使用してください。

- 終了行動が **Default**（ログオフ）の場合、session timeout タイマよりも定期的な再認証タイマが短い際に効果があります。
- 終了行動が **Radius-request** の場合、定期的な再認証は効果がありません。session timeout タイマが終了後にオンライン 802.1X ユーザを再認証します。

session timeout と termination action 属性の割り当てサポートは、サーバモデルによります。

- **dot1x timer reauth-period** コマンドを使用して、定期的な再認証タイマをシステム view とインタフェース view のどちらでも設定できます。

  デバイスは、以下の順に定期的な再認証タイマを選択します。

a) サーバ割り当てされた再認証タイマ

b) ポート指定の再認証タイマ

c) グローバル再認証タイマ

デフォルト再認証タイマ

- 認証前後でオンラインユーザに割り当てられた VLAN は、同一でも異なっても可能です。

3.17.3 802.1X 定期的な再認証の設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. （オプション設定項目）定期的な認証タイマを設定する	**dot1x timer reauth-period** *reauth-period-value*	デフォルト：3600秒
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
4. 定期的なオンラインユーザの再認証を設定する	**dot1x re-authenticate**	デフォルト：無効
5. （オプション設定項目）ポートに定期的な認証タイマを設定する	**dot1x timer reauth-period** *reauth-period-value*	デフォルト：無効 グローバルの定期的な802.1X再認証タイマを使用します。

3.18 802.1X制限VLANの設定

3.18.1 設定ガイドライン

802.1X 制限 VLAN を設定する前に、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- ポートで Voice VLAN、ポート VLAN、802.1X 制限 VLAN に異なる ID を割り当ててください。ポートで、VLAN にタグづけられた入力トラフィックの処理を正しく処理できるように割り当ててください。
- ポートに 1 つのみ 802.1X 制限 VLAN を設定することができます。異なるポートで異なる 802.1X 制限 VLAN を設定することができます。

- ポートで複数のセキュリティ機能を設定するとき、表 3-3に示すガイドラインに従ってください。

表 3-3 802.1X 制限 VLAN と他のセキュリティ機能の関係

機能	関係	補足
MACベースのアクセス制御を行うポート上のMACアドレス認証ゲストVLAN	802.1X制限VLANは優先順位が高くなります。	オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "MAC アドレス認証"* を参照してください。
MACベースのアクセス制御を行うポート上のポート侵入防御	802.1X制限VLAN機能は、MAC動作のブロックよりも優先順位が高くなります。ポート侵入保護機能のポートシャットダウン動作よりも優先順位が低いです。	ポートセキュリティ機能はサポートしていません。

3.18.2 設定要件

802.1X 制限 VLAN を設定する前に、以下の作業を完了してください。

- 802.1X 制限 VLAN として指定される VLAN を作成してください。
- 802.1X 対応ポートが MAC ベースのアクセス制御を行う場合、以下の作業を完了してください。
  - ハイブリッドポートとして設定してください。
  - ポートで MAC ベース VLAN を有効にしてください。MAC ベース VLAN の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 4 *アクセス "VLAN"* を参照してください。
  - ポートをタグなしメンバとして 802.1X 制限 VLAN に割り当ててください。

3.18.3 設定手順

以下に 802.1X 制限 VLAN の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
3. ポートで 802.1X 制限 VLAN を設定する	**dot1x auth-fail vlan** *authfail-vlan-id*	デフォルト：設定なし

3.19 802.1Xの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
特定、またはすべてのポートの802.1X認証情報、統計情報、設定情報を表示する	**display dot1x** [**sessions** | **statistics**] [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number*]
オンライン802.1Xユーザ情報を表示する	**display dot1x connection** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number* | **user-mac mac-addr** | **user-name** *name-string*]
802.1X統計情報を削除する	**reset dot1x statistics** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **interface** *interface-type interface-number*]

3.20 802.1X認証の設定例

3.20.1 基本的な 802.1X 認証の設定例

I. ネットワーク要件

図 2-2 に示すように、アクセス装置は、GigabitEthernet 1/0/1 に接続するユーザ用に 802.1X 認証を実行します。ポート上で MAC ベースのアクセス制御を行ってください。1 ユーザのログオフは、他のオンラインの 802.1X ユーザには影響しません。

802.1X ユーザの認証、許可、アカウンティングを実行するために RADIUS サーバを使用してください。 RADIUS 認証が失敗した場合、アクセス装置上でローカル認証を実行します。

プライマリ認証およびアカウンティングサーバとして 10.1.1.1/24 のホスト、セカンダリ認証とアカウンティングサーバとして 10.1.1.2/24 のホストを設定します。すべてユーザを収容できる ISP ドメイン bbb にすべてのユーザを割り当てます。

アクセス装置と認証サーバ間のパケットに name という名称で共有鍵を、アクセス装置とアカウンティングサーバ間のパケットに money という名称で共有鍵を設定します。

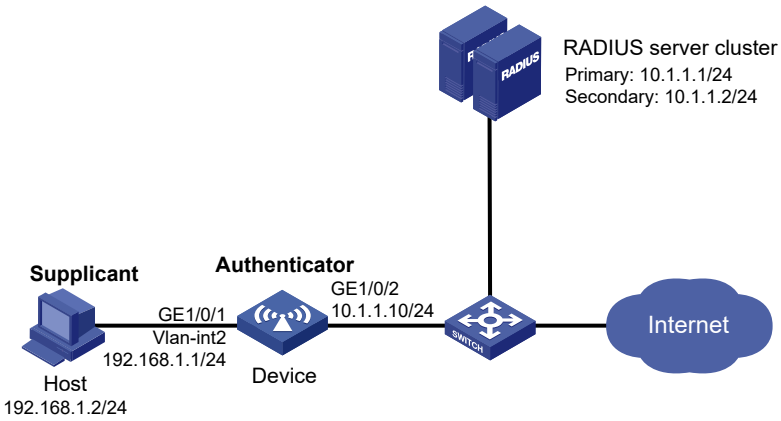


図 3-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 802.1X クライアントを設定します。（詳細は省略）
2) RADIUS サーバを設定し、802.1X ユーザ用のユーザアカウントを追加します。（詳細は省略します。）

AC で使用される RADIUS コマンドについての詳細は、コマンドマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

3) アクセス装置上の各インタフェースに IP アドレスを割り当てます。（詳細は省略します。）
4) アクセス装置上で 802.1X ユーザ用のユーザアカウントを設定します。

ユーザ名とパスワードがそれぞれ localuser と localpass のローカルユーザをプレーンテキストで追加します。（ユーザ名とパスワードは RADIUS サーバに設定されたものと同じにしてください。）

```
<Device> system-view
[Device] local-user localuser class network
[Device-luser-network-localuser] password simple localpass
```

サービスタイプに lan-access を選択します。

```
[Device-luser-network-localuser] service-type lan-access
[Device-luser-network-localuser] quit
```

5) RADIUS スキームを設定します。

RADIUS スキーム radius1 を作成し、RADIUS scheme view に移行します。

```
[Device] radius scheme radius1
```

プライマリ認証/アカウンティング RADIUS サーバの IP アドレスを指定します。

```
[Device-radius-radius1] primary authentication 10.1.1.1
[Device-radius-radius1] primary accounting 10.1.1.1
```

セカンダリ認証/アカウンティング RADIUS サーバの IP アドレスを指定します。

```
[Device-radius-radius1] secondary authentication 10.1.1.2
[Device-radius-radius1] secondary accounting 10.1.1.2
```

AC と認証サーバ間の共有鍵を指定します。

```
[Device-radius-radius1] key authentication simple name
```

AC とアカウンティングサーバ間の共有鍵を指定します。

```
[Device-radius-radius1] key accounting simple money
```

RADIUS サーバに送信されるユーザ名から ISP のドメイン名を除外します。

```
[Device-radius-radius1] user-name-format without-domain
[Device-radius-radius1] quit
```

🕮 **メモ：**

アクセス装置は、RADIUS サーバと同じユーザ名のフォーマットを使用する必要があります。 RADIUS サーバがユーザ名に ISP のドメイン名を含む場合、アクセス装置です。

6) ISP ドメインを設定します。

ISP ドメイン bbb を作成し、ISP domain view に移行します。

```
[Device] domain bbb
```

RADIUS スキーム radius1 を ISP ドメインに適用し、セカンダリ認証方式としてローカル認証を指定します。

```
[Device-isp-bbb] authentication lan-access radius-scheme radius1 local
[Device-isp-bbb] authorization lan-access radius-scheme radius1 local
[Device-isp-bbb] accounting lan-access radius-scheme radius1 local
[Device-isp-bbb] quit
```

7) 802.1X を設定します。

GigabitEthernet 1/0/1 で 802.1X を有効にします。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] dot1x
```

802.1X をグローバルで有効にします。

```
[Device] dot1x
```

III. 設定の確認

GigabitEthernet 1/0/1 の 802.1X 認証の設定を確認します。

```
[Device] display dot1x interface gigabitethernet 1/0/1
```

802.1X ユーザが RADIUS 認証を通過した後、ユーザ接続情報を表示します。

```
[Device] display dot1x connection
```

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

4 章 MAC アドレス認証 4-1
4.1 概要 4-1
4.1.1 ユーザアカウントポリシー 4-1
4.1.2 認証方式 4-1
4.1.3 VLAN の割り当て 4-2
4.1.4 ACL の割り当て 4-3
4.2 設定要件 4-4
4.3 設定作業リスト 4-4
4.4 MAC アドレス認証ドメインの指定 4-4
4.5 MAC アドレス認証の認証方式の設定 4-5
4.6 ユーザアカウントフォーマットの設定 4-5
4.7 MAC アドレス認証タイマの設定 4-6
4.8 ポート上の MAC アドレス認証ユーザの同時接続最大数の設定 4-7
4.9 MAC アドレス認証の表示と維持 4-7
4.10 MAC アドレス認証の設定例 4-7
4.10.1 ローカル MAC アドレス認証の設定例 4-7
4.10.2 RADIUS ベースの MAC アドレス認証の設定例 4-9
4.10.3 ACL の割り当ての設定例 4-11

4章 MAC アドレス認証

4.1 概要

MAC アドレス認証はポート上で送信元 MAC アドレスを認証することによって、ネットワークアクセスを制御します。

クライアントソフトウェアを必要としません。ユーザは、ネットワークアクセス用のユーザ名とパスワードを入力する必要はありません。MAC アドレス認証が有効になっているポート上で未知の送信元 MAC アドレスが検出された場合、装置は、MAC アドレス認証プロセスを開始します。MAC アドレスが認証を通過した場合、ユーザは、許可されたネットワークリソースにアクセスすることができます。認証が失敗した場合、装置は、サイレント MAC アドレスとして MAC アドレスを記憶し、パケットをドロップし、Quiet タイマを開始します。装置は、Quiet タイムの間、その MAC アドレスからのすべての後続のパケットを破棄します。この Quiet メカニズムは、短時間の間に何度も認証が行われることを回避します。

🕮 **メモ**：

認証に失敗した MAC アドレスがスタティック MAC アドレスまたは任意のセキュリティ認証をパスした MAC アドレスである場合、装置はその MAC アドレスをサイレントアドレスとして記憶しません。

4.1.1 ユーザアカウントポリシー

MAC アドレス認証は、以下のユーザアカウントポリシーをサポートしています。

- **各ユーザのための MAC ベースのユーザアカウント**－アクセス装置は、MAC アドレス認証するユーザのユーザ名とパスワードとして、パケットの送信元 MAC アドレスを使用します。このポリシーは、非セキュアな環境に適しています。
- **すべてのユーザのための共有のユーザアカウント**－アクセス装置上のすべての MAC アドレス認証ユーザのために、必ずしも MAC アドレスでないユーザ名とパスワードを指定します。このポリシーは、セキュアな環境に適しています。

4.1.2 認証方式

アクセス装置上（ローカル認証）または、RADIUS （Remote Authentication Dial-In User Service） サーバを介して、MAC アドレス認証を行うことができます。

ローカル認証：

- **MAC ベースアカウント**－アクセス装置は、一致するローカルアカウントデータベースを検索するためのユーザ名とパスワードとして、パケットの送信元 MAC アドレスを使用します。

- **共有アカウント**－アクセス装置は、一致するローカルアカウントデータベースを検索するために、共有アカウントのユーザ名とパスワードを使用します。

RADIUS 認証：

- **MAC ベースアカウント**－アクセス装置は、認証用の RADIUS サーバにユーザ名とパスワードとして送信元 MAC アドレスを送信します。
- **共有アカウント**－アクセス装置は、認証用の RADIUS サーバに共有アカウントのユーザ名とパスワードを送信します。

ローカル認証と RADIUS 認証の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　"AAA"* を参照してください。

4.1.3 VLAN の割り当て

MAC アドレス認証は許可 VLAN、ゲスト VLAN をサポートします。

I. 許可 VLAN

MAC アドレス認証ユーザの許可されたネットワークリソースへのアクセスを制御するため、許可 VLAN を使用します。

- RADIUS サーバにおいて、許可 VLAN は VLAN ID もしくは VLAN 名のフォームで指定することができます。
- ローカルアクセス装置において、許可 VLAN は VLAN ID のフォームで指定しなければなりません。許可 VLAN は、Local user view と User group view で指定できます。

  詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　"AAA"* を参照してください。

表 4-1 にネットワークアクセス装置が MAC アドレス認証ユーザの許可 VLAN 処理方法を示します。

表 4-1 VLAN 操作

ポートタイプ	VLAN 操作
• アクセスポート • トランクポート • ハイブリッドポート	• ポートがタグなしメンバとして許可VLANに割り当てられている場合、装置はポートを最初の認証ユーザの許可VLANに割り当てます。許可VLANはPVIDになります。ポート上のすべてのMAC認証ユーザは、同一の認証VLANを割り当てられている必要があります。異なる許可VLANが後続のユーザに割り当てられている場合、ユーザはMAC認証を通過できません。 • ポートがタグありメンバとして許可VLANに割り当てられている場合、ポートのPVIDは変更されません。装置は各ユーザのMACアドレスを、それぞれの許可VLANにマッピングします。 アクセスポートは、タグなしVLANメンバとしてのみ許可VLANに割り当て可能です。

⚠ **重要**：

ハイブリッドポートは、常にタグなしメンバとして VLAN を割り当てることを推奨します。割り当て後は、VLAN でタグメンバとしてポートを再設定しないでください。

II. ゲスト VLAN

ポート上の MAC アドレス認証ゲスト VLAN は、MAC アドレス認証に失敗したユーザをオーガニゼーションセキュリティストラテジに準じて適応させます。例えば、VLAN は間違ったパスワードを入力した VLAN を適応します。MAC アドレス認証ゲスト VLAN 内のユーザは、ソフトウェアサーバ、ダウンロードソフトウェア、システムパッチといった限られたネットワーク資源にアクセスすることができます。MAC アドレス認証ゲスト VLAN が設定されていない場合、MAC アドレス認証に失敗したユーザはネットワークリソースにアクセスすることができません。

ハイブリッドポートは、常に、タグなしメンバとして MAC アドレス認証ゲスト VLAN に割り当てられます。割り当て後、VLAN のタグづけメンバとしてポートを再設定しないでください。

表 4-2 にネットワークアクセス装置が MAC アドレス認証ユーザのゲスト VLAN を処理する方法を示します。

表 4-2 VLAN 操作

ポートタイプ	VLAN 操作
サーバに到達不能以外の理由でMACアドレス認証に失敗したMACアドレス認証ゲストVLANのユーザ	ユーザはMACアドレス認証ゲストVLANに属します。
MACアドレス認証にパスしたMACアドレス認証ゲストVLANのユーザ	装置はユーザのMACアドレスを認証ユーザによって割り当てられた許可VLANに再マッピングします。 ユーザ用の許可VLANが認証サーバで設定されていない場合、ユーザのMACアドレスをポートのPVIDに再マッピングします。

4.1.4 ACL の割り当て

ネットワークリソースへのアクセスを制御するため、MAC アドレス認証ユーザに ACL を指定することができます。ユーザが MAC アドレス認証にパスしたのち、認証サーバ（ローカルあるいはリモート）はユーザのアクセスポートに許可された ACL を割り当てます。ACL はユーザのトラフィックをフィルタします。ACL の割り当て機能のために、アクセス装置で許可 ACL の ACL を設定する必要があります。

ユーザのアクセス制御を変更するために、以下の方法の 1 つを使用することができます。

- アクセス装置の ACL ルールを修正します。
- 認証サーバで別の許可 ACL を指定します。

ACL の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “ACL”* を参照してください。

4.2 設定要件

MAC アドレス認証を設定する前に、以下の作業を完了してください。

1) 認証ドメイン（ISP ドメイン）を設定し、AAA 方式を指定してください。詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　"AAA"* を参照してください。
   - □ ローカル認証の場合、ローカルユーザアカウント（ユーザ名とパスワードを含みます。）を作成し、lan-access サービスを指定してください。
   - □ RADIUS 認証の場合、装置と RADIUS サーバ間のルートで通信ができることを確認し、RADIUS サーバにユーザアカウントを作成してください。MAC ベースアカウントを使用する場合、それぞれのアカウントのユーザ名とパスワードは MAC アドレス認証ユーザの MAC アドレスと同じにしてください。
2) ポートセキュリティが無効であることを確認してください。

🕮 **メモ：**

ポートセキュリティ機能はサポートしていません。

4.3 設定作業リスト

作業リスト
（オプション設定項目）MACアドレス認証ドメインの指定
（オプション設定項目）MACアドレス認証の認証方式の設定
（オプション設定項目）ユーザアカウントフォーマットの設定
（オプション設定項目）MACアドレス認証タイマの設定

4.4 MACアドレス認証ドメインの指定

デフォルトでは、MAC アドレス認証ユーザはシステムデフォルト認証ドメイン内にあります。ユーザごとに異なるアクセスポリシーを適用するには、次の方法で MAC アドレス認証ユーザ用の認証ドメインを指定することができます。

- system view でグローバルの認証ドメインを指定します。このドメインの設定は、MAC アドレス認証が有効なすべてのサービステンプレートに適用されます。
- service template view で個別のサービステンプレートに認証ドメインを指定します。

MAC アドレス認証は、サービステンプレート固有のドメイン、グローバルドメイン、デフォルトドメインの順序でポート上のユーザの認証ドメインを選択します。認証ドメインの詳細はオペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ　"AAA"* を参照してください。

以下に MAC アドレス認証ユーザの認証ドメインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—

操作	コマンド	補足
2. MAC アドレス認証ユーザの認証ドメインを指定する	● system viewで設定する：**mac-authentication domain** *domain-name* ● service template viewで設定する： 1. **wlan service-template** *service-template-name* 2. **mac-authentication domain** *domain-name*	デフォルト：システムのデフォルト認証ドメインが使われます。

4.5 MACアドレス認証の認証方式の設定

🕮 **メモ：**

MAC アドレス認証の認証方式の設定は、ソフトウェアバージョン 7.2.55 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

RADIUS ベースの MAC 認証では、次の認証方式がサポートされています。

PAP:ユーザ名とパスワードをプレーンテキストで転送します。認証方法は、高度なセキュリティを必要としないシナリオに適用されます。

CHAP:ユーザ名をプレーンテキストで、パスワードを暗号化してネットワーク経由で転送します。CHAP は PAP よりも安全です。

RADIUS サーバと同じ認証方式を使用する必要があります。

以下に MAC アドレス認証の認証方式の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. MAC アドレス認証の認証方式を指定する	**mac-authentication authentication-method { chap | pap }**	デフォルト：MACアドレス認証にPAPを使用します

4.6 ユーザアカウントフォーマットの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2． MAC アドレス認証ユーザアカウントフォーマットを設定する	● 各ユーザにMACベースユーザアカウントを使用する： **mac-authentication user-name-format mac-address** [{ **with-hyphen** | **without-hyphen** } [**lowercase** | **uppercase**]] ● すべてのユーザに共有ユーザアカウントを使用する： **mac-authentication user-name-format fixed** [**account** *name*] [**password** { **cipher** | **simple** } *string*]	デフォルト：MACアドレス認証のユーザ名とパスワードとしてユーザのMACアドレスを使用します。 MACアドレスは16進数でハイフンなし、小文字のみです。

4.7 MACアドレス認証タイマの設定

MAC アドレス認証では以下のタイマを使用します。

- **Offline detect timer**－ユーザがアイドル状態であることを検出するために、装置がユーザからのトラフィックを待つ期間を設定します。装置はタイマが終了するとユーザをログオフし、ユーザのアカウントの停止を要求します。このタイマは、MAC 認証オフライン検出機能が有効な場合にのみ効果があります。

  オフライン検出タイマを設定した後、mac-address timer コマンドを用いて MAC アドレスエージングタイマに同じ値を設定します。この操作をすることで、オフライン検出タイマ内でオフラインとなった MAC 認証ユーザが MAC アドレスのエントリが終了することを避けられます。
- **Quiet timer**－MAC アドレス認証に失敗したユーザが MAC アドレス認証を実行できるようになるまで、装置が待つ時間をタイマに設定します。 Quiet タイムの間は、MAC アドレスからのパケットはすべて廃棄されます。この Quiet メカニズムは、認証が繰り返されシステムのパフォーマンスに影響を与えることを防ぎます。
- **Server timeout timer**－RADIUS サーバが使用不能であることを検出するために、アクセス装置が RADIUS サーバからの応答を待つ時間をタイマに設定します。MAC アドレス認証中にタイムアウトした場合、ユーザはネットワークにアクセスすることはできません。

以下に MAC アドレス認証タイマの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	－
2． MAC アドレス認証タイマを設定する	**mac-authentication timer** { **offline-detect** *offline-detect-value* | **quiet** *quiet-value* | **server-timeout** *server-timeout-value* }	デフォルト： offline detect timer：300秒 quiet timer：60秒 server timeout timer：100秒

4.8 ポート上のMACアドレス認証ユーザの同時接続最大数の設定

同時に接続する認証ユーザを制限することで、システムリソース不足になることを防ぎます。

以下にポート上の MAC アドレス認証ユーザの同時接続最大数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Ethernet interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	
3． ポート上の MAC アドレス認証ユーザの同時接続最大数を設定する	**mac-authentication max-user** *user-number*	デフォルト：設定なし

4.9 MACアドレス認証の表示と維持

display コマンドはすべての view で、**reset** コマンドは user view で使用できます。

操作	コマンド
MACアドレス認証情報を表示する	**display mac-authentication** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*]]
MACアドレス認証接続を表示する	**display mac-authentication connection** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*] | **user-mac** *mac-addr* | **user-name** *user-name*]
MACアドレス認証の統計情報を削除する	**reset mac-authentication statistics** [**ap** *ap-name* [**radio** *radio-id*]]

4.10 MACアドレス認証の設定例

4.10.1 ローカル MAC アドレス認証の設定例

I. ネットワーク要件

図 4-1 に示すように、ユーザのインターネットアクセスを制御するためにポート GigabitEthernet 1/0/1 でローカル MAC アドレス認証を設定します。

以下の要件に従うように装置を設定します。

- ユーザが 180 秒ごとにオフラインになっているかどうかを検出します。
- ユーザが認証に失敗した場合、180 秒間、ユーザを拒否します。
- すべてのユーザは ISP ドメイン bbb に属します。
- ローカルユーザは、MAC アドレス認証のユーザ名とパスワードとして、ユーザ自身の MAC アドレスを使用します。MAC アドレスは 16 進数でハイフン付き、小文字を使用します。

図 4-1 ネットワーク図

II. 設定手順

ローカルユーザを追加します。この例ではホストの MAC アドレス 11-11-11-11-11-11 をユーザ名とパスワードに設定し、LAN アクセスサービスを有効にします。

```
<Device> system-view
[Device] local-user 11-11-11-11-11-11 class network
[Device-luser-network-11-11-11-11-11-11] password simple 11-11-11-11-11-11
```

ユーザの LAN アクセスサービスを指定します。

```
[Device-luser-network-11-11-11-11-11-11] service-type lan-access
[Device-luser-network-11-11-11-11-11-11] quit
```

LAN ユーザのローカル認証を実行するため、ISP ドメイン bbb を設定します。

```
[Device] domain bbb
[Device-isp-bbb] authentication lan-access local
[Device-isp-bbb] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1 で MAC アドレス認証を有効にします。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] mac-authentication
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

ISP ドメイン bbb として MAC アドレス認証ドメインを指定します。

```
[Device] mac-authentication domain bbb
```

MAC アドレス認証タイマを設定します。

```
[Device] mac-authentication timer offline-detect 180
[Device] mac-authentication timer quiet 180
```

MAC ベースのアカウントを使うよう MAC アドレス認証を設定します。MAC アドレスのユーザ名とパスワードはハイフンありで、小文字です。

```
[Device] mac-authentication user-name-format mac-address with-hyphen lowercase
```

MAC アドレス認証をグローバルで有効にします。

[Device] mac-authentication

III. 設定の確認

MAC アドレス認証の設定と統計情報を表示します。

[Device] display mac-authentication

```
Global MAC authentication parameters:
   MAC authentication     : Enabled
   User name format       : MAC address in lowercase(xx-xx-xx-xx-xx-xx)
            Username      : mac
            Password      : Not configured
   Offline detect period  : 180 s
   Quiet period           : 180 s
   Server timeout         : 100 s
   Authentication domain  : bbb
 Online MAC-auth wired users    : 1

 Silent MAC users:
          MAC address       VLAN ID  From port               Port index
          2222-2222-2222    8        GigabitEthernet1/0/1    1
 GigabitEthernet1/0/1 is link-up
   MAC authentication         : Enabled
   Carry User-IP              : Disabled
   Authentication domain      : Not configured
   Auth-delay timer           : Disabled
   Re-auth server-unreachable : Logoff
   Host mode                  : Single VLAN
   Max online users           : 4294967295
   Authentication attempts    : successful 1, failed 0
   Current online users       : 1
          MAC address       Auth state
          1111-1111-1111    Authenticated
```

出力では、Host A が MAC アドレス認証にパスし、オンラインになっています。Host B は MAC アドレス認証に失敗し、サイレント MAC アドレスとして MAC アドレスが記録されます。

4.10.2 RADIUS ベースの MAC アドレス認証の設定例

I. ネットワーク要件

図 4-2 に示すように、装置はユーザの認証、許可、アカウンティングを実行するため、RADIUS サーバを使用します。

MAC アドレス認証によってインタネットにアクセスするユーザを制御するため、以下の作業を実行します。

- グローバルと GigabitEthernet 1/0/1 で MAC アドレス認証を有効にします。
- ユーザが 180 秒ごとにオフラインになっているかどうかを検出します。
- ユーザが認証に失敗した場合、装置は 180 秒間ユーザを拒否します。
- すべてのユーザは ISP ドメイン bbb に属します。
- すべてのユーザは、ユーザ名 aaa、パスワード 123456 の共有ユーザアカウントを使用します。

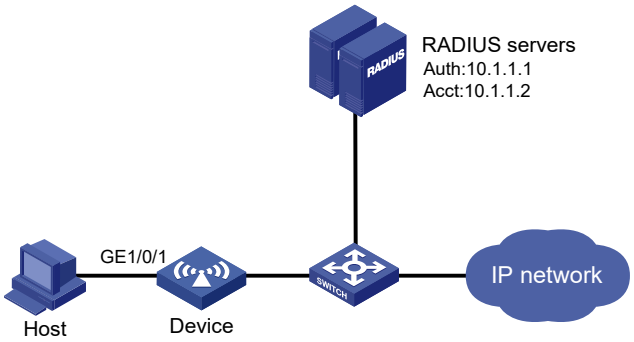


図 4-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　RADIUS サーバとアクセス装置で互いに通信できることを確認してください。（詳細は省略します。）

2)　RADIUS サーバを設定します。

MAC アドレス認証ユーザの共有アカウントを作成します。（詳細は省略します。）

アカウントにユーザ名 aaa、パスワード 123456 を設定します。（詳細は省略します。）

3)　装置上で RADIUS ベースの MAC アドレス認証を設定します。

RADIUS スキームを設定します。

```
<Device> system-view
[Device] radius scheme 2000
[Device-radius-2000] primary authentication 10.1.1.1 1812
[Device-radius-2000] primary accounting 10.1.1.2 1813
[Device-radius-2000] key authentication simple abc
[Device-radius-2000] key accounting simple abc
[Device-radius-2000] user-name-format without-domain
[Device-radius-2000] quit
```

認証、許可、アカウンティング用の ISP ドメイン bbb の RADIUS スキームを適用します。

```
[Device] domain bbb
[Device-isp-bbb] authentication default radius-scheme 2000
[Device-isp-bbb] authorization default radius-scheme 2000
[Device-isp-bbb] accounting default radius-scheme 2000
[Device-isp-bbb] quit
```

GigabitEthernet 1/0/1 で MAC アドレス認証を有効にします。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] mac-authentication
```

```
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

ISP ドメイン bbb として MAC アドレス認証ドメインを指定します。

```
[Device] mac-authentication domain bbb
```

MAC アドレス認証タイマを設定します。

```
[Device] mac-authentication timer offline-detect 180
[Device] mac-authentication timer quiet 180
```

MAC アドレス認証のユーザによって共有されるアカウントのユーザ名 aaa とパスワード 123456 を指定します。

```
[Device] mac-authentication user-name-format fixed account aaa password simple 123456
```

MAC アドレス認証をグローバルで有効にします。

```
[Device] mac-authentication
```

III. 設定の確認

MAC アドレス認証の設定を表示します。

```
[Device] display mac-authentication
Global MAC authentication parameters:
   MAC authentication     : Enabled
   User name format       : Fixed account
           Username       : aaa
           Password       : ******
   Offline detect period  : 180 s
   Quiet period           : 180 s
   Server timeout         : 100 s
   Authentication domain  : bbb
 Online MAC-auth wired users    : 1

 Silent MAC users:
          MAC address       VLAN ID  From port               Port index

 GigabitEthernet1/0/1  is link-up
   MAC authentication         : Enabled
   Carry User-IP              : Disabled
   Authentication domain      : Not configured
   Auth-delay timer           : Disabled
   Re-auth server-unreachable : Logoff
   Host mode                  : Single VLAN
   Max online users           : 4294967295
   Authentication attempts    : successful 1, failed 0
   Current online users       : 1
          MAC address       Auth state
          1111-1111-1111    Authenticated
```

4.10.3 ACL の割り当ての設定例

I. ネットワーク要件

図 4-3 に示すように、以下の要件に従うように装置を設定します。

- ユーザの認証、許可、アカウンティングを実行する RADIUS サーバを使用します。
- インターネットアクセスを制御するため、GigabitEthernet 1/0/1 で MAC アドレス認証を実行します。
- MAC アドレス認証ユーザの MAC ベースユーザアカウントを使用します。各 MAC アドレスは 16 進数でハイフンあり、小文字を使用します。
- FTP サーバ 10.0.0.1 にアクセスする認証ユーザを拒否するように ACL を設定します。

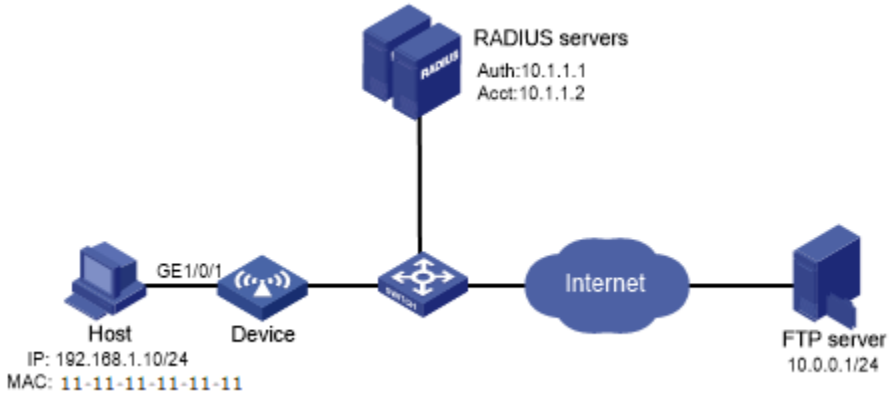


図 4-3 ネットワーク図

II. 設定手順

RADIUS サーバとアクセス装置が互いに通信できることを確認してください。

1)　10.0.0.1 へのパケットを拒否するように ACL 3000 を設定します。

```
<Device> system-view
[Device] acl advanced 3000
[Device-acl-ipv4-adv-3000] rule 0 deny ip destination 10.0.0.1 0
[Device-acl-ipv4-adv-3000] quit
```

2)　装置で RADIUS ベース MAC アドレス認証を設定します。

RADIUS スキームを設定します。

```
[Device] radius scheme 2000
[Device-radius-2000] primary authentication 10.1.1.1 1812
[Device-radius-2000] primary accounting 10.1.1.2 1813
[Device-radius-2000] key authentication simple abc
[Device-radius-2000] key accounting simple abc
[Device-radius-2000] user-name-format without-domain
```

認証、許可、アカウンティングの RADIUS スキームを ISP ドメインに適用します。

```
[Device] domain bbb
[Device-isp-bbb] authentication default radius-scheme 2000
[Device-isp-bbb] authorization default radius-scheme 2000
```

```
[Device-isp-bbb] accounting default radius-scheme 2000
[Device-isp-bbb] quit
```

MAC アドレス認証の ISP ドメインを指定します。

```
[Device] mac-authentication domain bbb
```

MAC ベースユーザアカウントを使用するために装置を設定します。各 MAC アドレスは 16 進数でハイフンあり、小文字を使用します。

```
[Device] mac-authentication user-name-format mac-address with-hyphen lowercase
```

GigabitEthernet 1/0/1 で MAC アドレス認証を有効にします。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] mac-authentication
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

MAC アドレス認証をグローバルで有効にします。

```
[Device] mac-authentication
```

3)　RADIUS サーバを設定します。

各 RADIUS サーバでユーザ名とパスワードが 11-11-11-11-11-11 のユーザアカウントを追加します。（詳細は省略します。）

ユーザアカウントに ACL 3000 を許可します。（詳細は省略します。）

III. 設定の確認

MAC アドレス認証の設定を確認します。

```
[Device] display mac-authentication
Global MAC authentication parameters:
   MAC authentication     : Enabled
   User name format       : MAC address in lowercase(xx-xx-xx-xx-xx-xx)
           Username       : mac
           Password       : Not configured
   Offline detect period  : 300 s
   Quiet period           : 60 s
   Server timeout         : 100 s
   Authentication domain  : bbb
 Online MAC-auth wired users    : 1

 Silent MAC users:
          MAC address       VLAN ID  From port               Port index

 GigabitEthernet1/0/1  is link-up
   MAC authentication         : Enabled
   Carry User-IP              : Disabled
   Authentication domain      : Not configured
   Auth-delay timer           : Disabled
   Re-auth server-unreachable : Logoff
   Host mode                  : Single VLAN
   Max online users           : 4294967295
   Authentication attempts    : successful 1, failed 0
   Current online users       : 1
          MAC address       Auth state
          1111-1111-1111    Authenticated
```

ホストから FTP サーバへの ping ができないことを確認します。

```
C:\>ping 10.0.0.1

Pinging 10.0.0.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 10.0.0.1:
   Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

出力は、FTP サーバにアクセスを拒否するため、ACL 3000 が GigabitEthernet 1/0/1 に割り当てられていることを示します。

目次

このセクションのページは**9-x-x** です。

5章 パスワード管理 5-1
5.1 概要 5-1
5.1.1 パスワードの設定 5-2
5.1.2 パスワードのアップデートと有効期限の終了 5-3
5.1.3 ユーザログイン管理 5-5
5.1.4 すべての形式でのパスワードの非表示 5-6
5.1.5 ロギング 5-6
5.2 制限とガイドライン 5-6
5.3 パスワード管理設定作業リスト 5-6
5.4 パスワード管理の有効化 5-7
5.5 グローバルパスワード管理パラメータの設定 5-7
5.6 ユーザグループパスワード管理パラメータの設定 5-9
5.7 ローカルユーザパスワード管理パラメータの設定 5-9
5.8 superパスワード管理パラメータの設定 5-10
5.9 パスワード管理関連の設定表示 5-10
5.10 パスワード管理の設定例 5-11
5.10.1 パスワード管理の設定例 5-11

5章 パスワード管理

🕮 **メモ：**

パスワード管理はソフトウェアバージョン 7.2.46 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

5.1 概要

パスワード管理は、以下の機能ができます。

- 装置管理ユーザのログインと super パスワードのセットアップ、終了、アップデートを管理します。
- あらかじめ定義されたポリシーにもとづいたユーザログインステータスを制御します。

装置管理ユーザは、ローカルユーザの一種です。ローカルユーザについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ*”*AAA*”を参照してください。super パスワードについては、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに*”*RBAC*”を参照してください。

🕮 **メモ：**

パスワード管理機能はデフォルトで無効（**undo password-control enable**）に設定されていますが、以下に示すコマンドはパスワード管理機能が無効の場合でも動作します（以下はデフォルトの設定状態を示します）。以下に示すコマンド以外は、パスワード管理機能を有効にすると動作します。

- password-control length enable：文字列の最小値制限有効
- password-control length 10：10 文字以上の文字列（ローカルユーザ）
- password-control composition enable：文字タイプ数の最小値制限有効
- password-control composition type-number 2：最低 2 種類の文字タイプ数（ローカルユーザ）
- password-control complexity user-name check：パスワードにユーザ名と同じ文字列使用不可
- password-control super length 10：10 文字以上の文字列（super ユーザ）
- password-control super composition type-number 2：最低 2 種類の文字タイプ数（super ユーザ）

5.1.1 パスワードの設定

I. 最小パスワード長

ユーザパスワードの最小の長さを設定することができます。ユーザが最小パスワード長よりも短いパスワードを入力した場合、システムはパスワードを拒否します。

II. パスワード設定のポリシー

パスワードは以下のタイプの組み合わせで設定されます。

- A～Z の大文字の英字
- a～z の小文字の英字
- 0～9 の数字
- 特殊文字

表 5-1 特殊文字

文字名	記号	文字名	記号
アンパサンド	&	アポストロフィー	'
アスタリスク	*	アットマーク	@
逆クォート	`	バックスラッシュ	\
半角スペース	ー	キャロット	^
コロン	:	コンマ	,
ダラーマーク	$	ドット	.
イコール	=	感嘆符	!
左アングルブラケット	<	左波括弧	{
左角括弧	[	左丸括弧	(
ハイフン	-	パーセント	%
プラス	+	シャープ	#
ダブルクォーテーション	"	右アングルブラケット	>
右波括弧	}	右角括弧	]
右丸括弧	)	セミコロン	;
スラッシュ	/	チルダ	~
アンダーライン	_	垂直バー	|

システムのセキュリティ要件に応じて、パスワードに含めなくてはいけない文字タイプの最小数と、各種類の文字の最小数を設定することができます。表 5-2にパスワード設定のポリシーを示します。

表 5-2 パスワード設定のポリシー

パスワード組み合わせレベル	文字タイプの最小数	各タイプの最小文字数
Level 1	1	1
Level 2	2	1
Level 3	3	1
Level 4	4	1

すべての組み合わせレベルをパスワードとして使用できます。

ユーザがパスワードを設定あるいは変更するとき、システムはパスワードが要件の組み合わせを満たしているか確認します。満たしていない場合、パスワードの設定あるいは変更操作は失敗します。

III. パスワードの複雑性のポリシー

ユーザ名や連続した文字などのような文字が含まれる複雑でないパスワードは、不正に解読されやすくなります。より高いセキュリティを持たせるため、すべてのユーザのパスワードが相対的に複雑となっているかを確認するようにポリシーを設定することができます。ポリシーが設定され、ユーザがパスワードを設定したとき、パスワードの複雑性を確認します。パスワードがポリシーに適合しない場合、ユーザのパスワード設定は失敗します。

パスワードの複雑性の要件を以下に示します。

- パスワードはユーザ名あるいはユーザ名の逆の順番を含むことができません。たとえば、ユーザ名が **abc** であるとき、**abc982** や **2cba** のようなパスワードはポリシーに適合しません。
- 文字あるいは数字が 3 回以上連続して続くことはできません。たとえば、**a111** のパスワードはポリシーに適合しません。

5.1.2 パスワードのアップデートと有効期限の終了

I. パスワードのアップデート

この機能は、ユーザがパスワードを変更する最小間隔を設定します。ユーザがパスワードを変更するためにログインした際、最後にパスワードを変更してからの間隔が短い場合、システムはパスワードの変更を拒否します。たとえばパスワードを変更する最小間隔を 48 時間に設定した場合、ユーザが 48 時間以内に 2 回パスワードを変更することはできません。

この最小間隔は、以下の場合影響がありません。

- ユーザが最初にログインした後にパスワードを変更します。
- パスワードの有効期限が終了した後にパスワードを変更します。

II. パスワードの終了

パスワードの有効期限の終了は、ユーザのパスワードのライフサイクルを変更させるようにします。パスワードの有効期限が終了した後、ユーザはパスワードの変更が必要となります。

ユーザが期限の切れたパスワードでログインした場合、システムはエラーメッセージを表示します。新しいパスワードを入力するように表示し、新しいパスワードを確認するため、再度新しいパスワードを入力するように表示します。新しいパスワードは正式なもので、ユーザが再入力したとき、最初に入力したパスワードと同一のパスワードを正確に入力する必要があります。

Web ユーザ、Telnet ユーザ、SSH ユーザ、コンソールユーザは、自身のパスワードを変更することができます。管理者はFTPユーザ用にパスワードを変更する必要があります。

III. パスワード有効期限の終了までの早期通知

ユーザがログインするとき、システムは、パスワードの有効期限が少しで終了となるかどうかを確認します。有効期限が終了する場合、パスワードの変更を行うように通知します。

- ユーザがポリシーに適した新しいパスワードを適用した場合、新しいパスワードと時間を記録します。
- ユーザがパスワードを変更しない、あるいは変更に失敗した場合、システムは現在のパスワードを使用したユーザのログインを許可します。

Web ユーザ、Telnet ユーザ、SSH ユーザ、コンソールユーザは、自身のパスワードを変更することができます。管理者はFTPユーザ用にパスワードを変更する必要があります。

IV. 有効期限が終了したパスワードを使用したログイン

パスワードの有効期限が終了した後、ユーザが、指定した期間内に設定した回数のログインができるように設定することができます。たとえば、パスワードの有効期限が終了した後、最大 3 回、15 日間内にログインできるように設定した場合、ユーザは、パスワードの有効期限が終了した後、15 日以内に 3 回までログインすることができます。

V. パスワード履歴

この機能を有効にすると、システムはユーザが使用したパスワードを記録します。ユーザがパスワードを変更するとき、システムは現在のパスワードと、パスワード履歴にある記録されたパスワードを確認します。新しいパスワードは現在のパスワードとパスワード履歴に記録されたパスワードと、少なくとも 4 文字以上変更する必要があり、4 文字は互いに異なる必要があります。そうでなければ、エラーメッセージを表示し、パスワードは変更されません。

各ユーザ用でパスワード履歴に保持するパスワードの最大数を設定することができます。パスワード履歴の最大数を超えるとき、新しいパスワードが最初のパスワードに上書きされます。

装置管理ユーザの現在のログインパスワードはパスワード履歴に記録されません。これは装置管理ユーザのパスワードは暗号化テキストで保存され、プレーン（平文）テキストに回復することができないためです。

5.1.3 ユーザログイン管理

I. 初回ログイン

グローバルでパスワード管理機能が有効であるとき、ユーザはシステムにアクセスする前に初回ログイン時にパスワードを変更する必要があります。この状況では、パスワードの変更は最小変更間隔の設定に関係なく設定します。

II. ログイン試行制限

連続してログインの試行の失敗を制限することで、パスワードを類推することを効果的に防ぐことができます。

ログイン試行制限は FTP、Web および VTY ユーザに適用します。以下のタイプのユーザには適用しません。

- 存在しないユーザ（装置で設定されていないユーザ）
- コンソールポートを通して装置にログインするユーザ

ユーザがログインに失敗した場合、ユーザのアカウントとユーザの IP アドレスをパスワード管理のブラックリストに追加します。ユーザが最大連続試行回数を超えてログインに失敗した場合、ログイン試行回数の制限によりユーザとユーザアカウントを以下の方法で制限します。

- パスワード管理ブラックリストから手動でユーザを削除するまでユーザアカウントを無効にします。
- ユーザがユーザアカウントの継続使用を許可します。ユーザがこのアカウントを使用して装置に正常にログインしたとき、ユーザの IP アドレスとユーザアカウントはパスワード管理のブラックリストから削除されます。
- 一定の時間、ユーザアカウントを無効にします。

ユーザは以下の状況のどちらかの状態の時、ログインを行うアカウントを使用することができます。

- □ ログインの試行を無効にする時間が終了したとき、アカウントを使用することができます。
- □ ログインの試行を無効にする時間が終了する前に、パスワード管理のブラックリストから手動でアカウントが削除されたとき、アカウントを使用することができます。

🕮 **メモ：**

アカウントはブラックリストに追加されたユーザのみロックされます。他のユーザはアカウントを使用することができます。ブラックリストに追加されたユーザは他のユーザアカウントを使用することができます。

III. 最大アカウントアイドルタイム

ユーザアカウントの最大アカウントアイドルタイムを設定することができます。期間内にログインしないアカウントは、無効なアカウントで無効となります。

5.1.4 すべての形式でのパスワードの非表示

セキュリティ目的のため、ユーザがパスワードを入力したとき、表示されません。

5.1.5 ロギング

システムは、すべての正常なパスワードの変更イベントと、ユーザがパスワード管理ブラックリストへ追加するイベントをロギングします。

5.2 制限とガイドライン

重要 ：
グローバルでパスワード管理機能を正常に有効にするため、装置に装置管理ユーザがログインすることを許可し、装置に十分な記憶容量があることを確認してください。

パスワード管理機能は、いくつかの異なる view で設定することができます。異なる view は異なる機能をサポートします。異なる view の設定、異なる目的のために、以下に示すような設定範囲を持ちます。

- super パスワードの設定は、super パスワードのみ適用されます。
- local user view での設定は、ローカルユーザのパスワードのみに適用します。
- local user view でユーザのパスワード管理ポリシーが設定されていない場合、user group view での設定はユーザグループのローカルユーザのパスワードに適用します。
- local user view と user group view の両方でユーザのパスワード管理ポリシーが設定されていない場合、system view でのグローバルの設定はすべてのユーザグループのローカルユーザのパスワードに適用します。

ローカルユーザパスワードでは、より小さい設定範囲の設定が高い優先度を持ちます。

グローバルパスワード管理が有効の場合、ローカルユーザ用に設定されたパスワードは表示されず、パスワードは現在の設定に保存されません。グローバルパスワード管理が無効の場合、ローカルユーザ用に設定されたパスワードは現在の設定で回復されます。現在の設定を表示するには、**display current-configuration** コマンドを使用します。

5.3 パスワード管理設定作業リスト

以下にパスワード管理を設定するための作業リストを示します。

作業リスト
(必須設定項目) パスワード管理の有効化
(オプション設定項目) グローバルパスワード管理パラメータの設定
(オプション設定項目) ユーザグループパスワード管理パラメータの設定
(オプション設定項目) ローカルユーザパスワード管理パラメータの設定
(オプション設定項目) superパスワード管理パラメータの設定

5.4 パスワード管理の有効化

I. 概要

グローバルでパスワード管理機能を有効にすると、すべてのパスワード管理の設定が適用されます。指定したパスワード管理機能を有効にするには、独自のパスワード制御機能を有効にします。

II. 制限とガイドライン

グローバルパスワード管理をイ有効にした後は、次の制約事項および注意事項に従ってください。

- 対応する **display** コマンドを使用して装置管理者用のパスワードと super パスワードを表示することはできません。ただし、ネットワークアクセス用設定のユーザパスワードは表示できます。
- 装置管理ユーザ用に設定する最初のパスワードには、4 文字以上の異なる文字を含める必要があります。

III. 設定手順

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． グローバルパスワード制御機能を有効にする	**password-control enable**	デフォルト：無効
3． (オプション設定項目) 指定したパスワード機能を有効にする	**password-control** { **aging** | **composition** | **history** | **length** } **enable**	デフォルト：4つのすべてのパスワード管理機能は有効です。

5.5 グローバルパスワード管理パラメータの設定

I. 制限とガイドライン

グローバルパスワード管理パラメータを system view で設定すると、すべての装置管理ローカルユーザに適用されます。

パスワードエージングタイマ、最小パスワード長、およびパスワード設定ポリシーは、system view、user group view、および local user view で設定できます。アプリケーションスコープが小さい範囲でのパスワードの設定が高い優先度を持ちます。ローカルユーザの場合は、local user view で設定されたパスワード設定が最も優先され、system view のグローバル設定が最も優先度が低くなります。

password-control login-attempt コマンドは、即座に適用され、パスワード管理ブラックリストにあるユーザに適用させることができます。他のパスワード管理設定は、既にログインしているユーザ、あるいは設定したパスワードに適用されません。

II. 設定手順

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. パスワードの有効期限を設定する	**password-control aging** *aging-time*	デフォルト：90日
3. パスワードアップデートの最小間隔を設定する	**password-control update-interval** *interval*	デフォルト：24時間
4. 最小パスワード長を設定する	**password-control length** *length*	デフォルト：10文字
5. パスワード設定ポリシーを設定する	**password-control composition type-number** *type-number* [**type-length** *type-length*]	デフォルト: パスワードは少なくとも2種類の文字と各タイプに1文字以上を含む必要があります。
6. パスワードの複雑性のポリシーを設定する	**password-control complexity** { **same-character** | **user-name** } **check**	デフォルト： **same-character**は無効、**user-name**は有効
7. 各ユーザのパスワード履歴の最大数を設定する	**password-control history** *max-record-number*	デフォルト：4
8. ユーザが試行回数後にログインに失敗したときのアクションとログイン最大試行回数を設定する	**password-control login-attempt** *login-times* [**exceed** { **lock** | **lock-time** *time* | **unlock** }]	デフォルト： 最大試行回数：3 アクション: ユーザが試行回数後にログインに失敗したとき、1分間ログインの試行をブロックします。
9. ユーザに通知されるパスワードの有効期限までの日数を設定する	**password-control alert-before-expire** *alert-time*	デフォルト：7日
10. パスワードの有効期限が終了した後､ユーザがログインできる最大日時と最大回数を設定する	**password-control expired-user-login delay** *delay* **times** *times*	デフォルト： 最大日時：30日 最大回数：3回
11. 最大アカウントアイドルタイムを設定する	**password-control login idle-time** *idle-time*	デフォルト：90日 ユーザアカウントがこの期間アイドル状態になると､アカウントは無効になり､装置へのログインに使用できなくなります｡アカウントのアイドルタイムの制限を無効にするには、アイドルタイムの値を0に設定します。
12. 初回ログイン時のパスワード変更機能を無効にする	**undo password-control change-password first-login enable**	デフォルト：有効

5.6 ユーザグループパスワード管理パラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ユーザグループを作成し、user group view に移行する	**user-group** *group-name*	デフォルト : ユーザグループは存在しません。ユーザグループを設定する方法については、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ*”*AAA*”を参照してください。
3. パスワードの有効期限を設定する	**password-control aging** *aging-time*	デフォルト : グローバルパスワードの有効期限と同一です。
4. 最小パスワード長を設定する	**password-control length** *length*	デフォルト : グローバル最小パスワード長と同一です。
5. パスワード設定ポリシーを設定する	**password-control composition type-number** *type-number* [**type-length** *type-length*]	デフォルト : グローバルパスワード設定ポリシーと同一です。
6. パスワードの複雑性のポリシーを設定する	**password-control complexity** { **same-character** | **user-name** } **check**	デフォルト : グローバルパスワードの複雑性のポリシーと同一です。
7. ユーザが試行回数後にログインに失敗したときのアクションとログイン最大試行回数を設定する	**password-control login-attempt** *login-times* [**exceed** { **lock** | **lock-time** *time* | **unlock** }]	デフォルト : グローバルパスワードのログイン試行ポリシーと同一です。

5.7 ローカルユーザパスワード管理パラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 装置管理ユーザを作成し、local user view に移行する	**local-user** *user-name* **class manage**	ローカルユーザパスワード管理は、ネットワークアクセスユーザではなく、装置管理ユーザに適用されます。 ローカルユーザを設定する方法については、オペレーションマニュアルのセクション9 *セキュリティ*”*AAA*”を参照してください。
3. パスワードの有効期限を設定する	**password-control aging** *aging-time*	デフォルト : ローカルユーザが属しているユーザグループの有効期限と同一です。 ユーザグループの有効期限が設定されていない場合、グローバルの設定が適用されます。
4. 最小パスワード長を設定する	**password-control length** *length*	デフォルト : ローカルユーザが属しているユーザグループの最小パスワード長と同一です。ユーザグループの最小パスワード長が設定されていない場合、グローバルの設定が適用されます。

操作	コマンド	補足
5. パスワード設定ポリシーを設定する	**password-control composition type-number** *type-number* [**type-length** *type-length*]	デフォルト: ローカルユーザが属しているユーザグループのパスワード設定ポリシーと同一です。ユーザグループのパスワード設定ポリシーが設定されていない場合、グローバルの設定が適用されます。
6. パスワードの複雑性のポリシーを設定する	**password-control complexity** { **same-character** | **user-name** } **check**	デフォルト: ローカルユーザが属しているユーザグループのパスワードの複雑性のポリシーと同一です。ユーザグループのパスワードの複雑性のポリシーが設定されていない場合、グローバルの設定が適用されます。
7. ユーザが試行回数後にログインに失敗したときのアクションとログイン最大試行回数を設定する	**password-control login-attempt** *login-times* [**exceed** { **lock** | **lock-time** *time* | **unlock** }]	ローカルユーザが所属するユーザグループの設定と同一です。ユーザグループでログイン試行ポリシーが設定されていない場合、グローバルの設定が適用されます。

5.8 superパスワード管理パラメータの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. パスワードの有効期限を設定する	**password-control super aging** *aging-time*	デフォルト：90日
3. 最小パスワード長を設定する	**password-control super length** *length*	デフォルト：10文字
4. パスワード設定ポリシーを設定する	**password-control super composition type-number** *type-number* [**type-length** *type-length*]	デフォルト: superパスワードは少なくとも2種類の文字と各タイプに1文字以上を含む必要があります。

5.9 パスワード管理関連の設定表示

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
パスワード管理の設定を表示する	**display password-control** [**super**]
パスワード管理ブラックリストのユーザ情報を表示する	**display password-control blacklist** [**user-name** *name* | **ip** *ipv4-address*]
パスワード管理ブラックリストからユーザを削除する	**reset password-control blacklist** [**user-name** *name*]
パスワード履歴を削除する	**reset password-control history-record** [**user-name** *user-name* | **super** [**role** *role-name*]]

🕮 **メモ:**

reset password-control history-record コマンドは、パスワード履歴機能が無効になったとき、1 つあるいはすべてのユーザのパスワード履歴を削除することができます。

5.10 パスワード管理の設定例

5.10.1 パスワード管理の設定例

I. ネットワーク要件

グローバルパスワード管理ポリシーを以下のように設定します。

- パスワードは少なくとも 16 文字が必要です。
- パスワードは少なくとも 4 種類以上の文字タイプが必要で各文字タイプに 4 文字以上が必要です。
- FTP あるいは VTY ユーザが 2 回連続してパスワードの試行に失敗すると、ログインの試行を恒久的に禁止します。
- ユーザはパスワードの有効期限後に、60 日内で 5 回ログインすることができます。
- パスワードの有効期限を 30 日に設定します。
- 最小パスワードアップデート間隔を 36 時間に設定します。
- 最大アカウントアイドルタイムを 30 日に設定します。
- パスワードはユーザ名、ユーザ名の逆の順番を含むことができません。
- パスワードに 3 回以上連続した文字を禁止します。

ユーザロール **network-operator** の super パスワード管理ポリシーを以下のように設定します。

- super パスワードは少なくとも 24 文字が必要です。
- super パスワードは少なくとも 4 種類以上の文字タイプが必要で各文字タイプに 5 文字以上が必要です。

ローカル Telnet ユーザ **test** のパスワード管理ポリシーを以下のように設定します。

- パスワードは少なくとも 24 文字が必要です。
- パスワードは少なくとも 4 種類以上の文字タイプが必要で各文字タイプに 5 文字以上が必要です。
- パスワードの有効期限を 20 日に設定します。

II. 設定手順

グローバルにパスワード管理機能を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] password-control enable
```

ユーザが 2 回連続してパスワードの試行に失敗すると、ログインの試行を恒久的に禁止します。

```
[AC] password-control login-attempt 2 exceed lock
```

パスワードの有効期限を 30 日に設定します。

```
[AC] password-control aging 30
```

グローバルの最小パスワード長を 16 に設定します。

```
[AC] password-control length 16
```

最小パスワードアップデート間隔を 36 時間に設定します。

```
[AC] password-control update-interval 36
```

パスワードの有効期限が終了した後、ユーザが 60 日内で 5 回ログインできるように設定します。

```
[AC] password-control expired-user-login delay 60 times 5
```

最大アカウントアイドルタイムを 30 日に設定します。

```
[AC] password-control login idle-time 30
```

ユーザ名、ユーザ名の逆の順番を含むパスワードを拒否するように設定します。

```
[AC] password-control complexity user-name check
```

パスワードに 3 回以上連続した文字を禁止するように指定します。

```
[AC] password-control complexity same-character check
```

グローバルのパスワードを、少なくとも 4 種類以上の文字タイプで、各文字タイプに 4 文字以上が含まれるように指定します。

```
[AC] password-control composition type-number 4 type-length 4
```

super パスワードの最小パスワード長を 24 に設定します。

```
[AC] password-control super length 24
```

super パスワードを、少なくとも 4 種類以上の文字タイプで、各文字タイプに 5 文字以上が含まれるように指定します。

```
[AC] password-control super composition type-number 4 type-length 5
```

ユーザロール **network-operator** に切り替える super パスワードをプレーンテキストで **123456789ABGFTweuix@#$%!**に設定します。

```
[AC] super password role network-operator simple 123456789ABGFTweuix@#$%!
```

装置管理ユーザ **test** を作成します。

```
[AC] local-user test class manage
```

ユーザのサービスタイプを **Telnet** に設定します。

```
[AC-luser-manage-test] service-type telnet
```

ローカルユーザの最小パスワード長を 24 に設定します。

```
[AC-luser-manage-test] password-control length 24
```

ローカルユーザのパスワードを、少なくとも 4 種類以上の文字タイプで各文字タイプに 5 文字以上が含まれるように指定します。

```
[AC-luser-manage-test] password-control composition type-number 4 type-length 5
```

ローカルユーザのパスワードの有効期限を 20 日に設定します。

```
[AC-luser-manage-test] password-control aging 20
```

ローカルユーザのパスワードをインタラクティブモードで設定します。

```
[AC-luser-manage-test] password
Password:
Confirm :
Updating user information. Please wait ... ...
[AC-luser-manage-test] quit
```

III. 設定の確認

グローバルパスワード管理の設定を表示します。

```
<AC> display password-control
Global password control configurations:
 Password control:                    Enabled
 Password aging:                      Enabled (30 days)
 Password length:                     Enabled (16 characters)
 Password composition:                Enabled (4 types, 4 characters per type)
 Password history:                    Enabled (max history record:4)
 Early notice on password expiration:7 days
 Maximum login attempts:              2
 Action for exceeding login attempts:Lock
 Minimum interval between two updates: 36 hours
 User account idle time:              30 days
 Logins with aged password:           5 times in 60 days
 Password complexity:                 Enabled (username checking)
                                      Enabled (repeated characters checking)
```

super パスワードのパスワード管理の設定を表示します。

```
<AC> display password-control super
 Super password control configurations:
 Password aging:                      Enabled (90 days)
 Password length:                     Enabled (24 characters)
 Password composition:                Enabled (4 types, 5 characters per type)
```

ローカルユーザ **test** のパスワード管理設定を表示します。

```
<AC> display local-user user-name test class manage
Total 1 local users matched.

Device management user test:
  State:                     Active
  Service type:              Telnet
  User group:                system
  Bind attributes:
  Authorization attributes:
    Work directory:          cfa0:
    User role list:          network-operator
  Password control configurations:
    Password aging:          Enable (20 days)
    Password length:         Enable (24 characters)
    Password composition:    Enable (4 types, 5 characters per type)
```

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

6章 公開鍵 6-1
6.1 概要 6-1
6.2 ローカル鍵ペアの作成 6-1
6.2.1 設定ガイドライン 6-1
6.2.2 設定手順 6-2
6.3 ローカルホスト公開鍵の配布 6-2
6.3.1 指定したフォーマットのホスト公開鍵のファイルへのエクスポート 6-3
6.3.2 ホスト公開鍵の表示 6-3
6.4 ローカル鍵ペアの削除 6-3
6.5 ピア公開鍵の設定 6-4
6.5.1 公開鍵ファイルからピアへのホスト公開鍵のインポート 6-4
6.5.2 ピアの公開鍵の入力 6-4
6.6 公開鍵の表示と維持 6-5
6.7 公開鍵の設定例 6-5
6.7.1 ピアのホスト公開鍵の入力例 6-5
6.7.2 公開鍵ファイルからの公開鍵のインポート例 6-7

6章 公開鍵

6.1 概要

この章では、以下の非対称鍵アルゴリズムの公開鍵の管理について記載します。

- RSA（Revest-Shamir-Adleman）アルゴリズム
- DSA（Digital Signature Algorithm）アルゴリズム

SSH、SSL を含む多くのセキュリティアプリケーションは、図 6-1に示すように 2 つの群の間でセキュリティの通信を行うため、非対称鍵アルゴリズムを使用します。暗号化と複号化を行うため、非対象鍵アルゴリズムは、2 つの分離した鍵（公開鍵と秘密鍵）を使用します。対称鍵は 1 つの鍵のみを使用します。

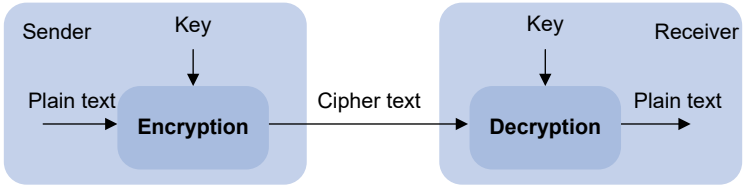


図 6-1 暗号化と複号化

鍵の所有者はプレーンテキスト（平文）で公開鍵を配布することができますが、秘密鍵を保持する必要があります。たとえ攻撃者がアルゴリズムと公開鍵を知っていたとしても秘密鍵を計算することは、数学上、実現不可能です。

セキュリティアプリケーションは以下の目的で非対象鍵アルゴリズムを使用します。

- **暗号化と複号化** – 公開鍵の受信者が情報を暗号化するために公開鍵を使用し、秘密鍵の所有者のみが情報を複号化できます。
- **デジタル署名** – 鍵の所有者は送信する”署名”情報に秘密鍵を使用します。受信者は情報が信頼できるか確認するため、送信者の公開鍵で情報を複号化します。

RSA、DSA はすべてのデジタル署名を実行できますが、RSA のみが暗号化と複号化を行うことができます。

非対称鍵アルゴリズムは、安全でないネットワークでセキュアな鍵の配布を行うことができます。

6.2 ローカル鍵ペアの作成

6.2.1 設定ガイドライン

ローカル鍵ペアを作成するとき、以下のガイドラインに従います。

- 鍵アルゴリズムはセキュリティアルゴリズムで要求されたアルゴリズムと同一にする必要があります。
- RSA または DSA 鍵ペアを作成する際に、鍵の長さは適切に設定してください。鍵の長さが長いと高いセキュリティとなりますが、鍵を作成する時間も長くなります。
- 鍵ペアの名前を割り当てない場合、システムは鍵ペアにデフォルトの名前を割り当て、鍵ペアを **default** としてマーキングします。デフォルトの名前を別の鍵ペアに割り当てることができますが、鍵ペアを **default** としてマーキングしません。鍵ペアの名前は、同じ鍵アルゴリズムを使用する鍵ペア間で一意にする必要があります。もし名前が重複している場合、存在する鍵ペアに上書きしていいか確認メッセージが表示されます。
- 鍵ペアは自動で保存され、装置の再起動が行われても削除されません。

表 6-1 非対称鍵ペアの異なるタイプの比較

タイプ	鍵ペアの数	鍵の長さ	推奨値
RSA	● 鍵ペアの名前を指定する場合、ホスト鍵ペアを作成します。 ● 鍵ペアの名前を指定しない場合、1つのサーバ鍵ペアと1つのホスト鍵ペアを作成します。鍵ペアの名前はデフォルト名です。	範囲 : 512～2048ビット デフォルト：1024ビット	少なくとも768ビットにしてください。
DSA	1つのホスト鍵ペアを作成します。	範囲 : 512～2048ビット デフォルト：1024ビット	少なくとも768ビットにしてください。

🕮 **メモ：**

SSH 1.5 のみが RSA サーバ鍵ペアを使用します。

6.2.2 設定手順

以下にローカル鍵ペアを作成する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ローカル DSA あるいは RSA 鍵ペアを作成する	**public-key local create** { **dsa** | **rsa** } [**name** *key-name*]	デフォルト：作成なし

6.3 ローカルホスト公開鍵の配布

ピアの装置が以下のことを行えるようにピアの装置にローカルホスト公開鍵を配布する必要があります。

- 公開鍵を使用して、ローカル装置に送信された情報を暗号化します。
- ローカル装置によって署名されたデジタル署名を認証します。

ローカルホスト公開鍵を配布するには最初に鍵をエクスポートあるいは表示します。

- ホスト公開鍵をエクスポートします。
  - ホスト公開鍵をファイルにエクスポートします。
  - ホスト公開鍵をモニタ画面に表示し、表示したデータをファイルに保存します。

  ホスト公開鍵をファイルにエクスポートした後、ピアの装置にファイルを転送します。ピアの装置ではファイルからホスト公開鍵をインポートします。
- ホスト公開鍵を表示します。

  ホスト公開鍵を表示した後、鍵を記録します。たとえば、フォーマットされていないファイルにコピーします。ピアの装置で鍵を正確に入力する必要があります。

6.3.1 指定したフォーマットのホスト公開鍵のファイルへのエクスポート

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. 指定したフォーマットのローカルホスト公開鍵をファイルへエクスポートする	• RSAホスト公開鍵をエクスポートする： **public-key local export rsa** [**name** *key-name*] { **openssh** | **ssh1** | **ssh2** } [*filename*] • DSAホスト公開鍵をエクスポートする： **public-key local export dsa** [**name** *key-name*] { **openssh** | **ssh2** } [*filename*]

6.3.2 ホスト公開鍵の表示

すべての view で **display** コマンドを実行することができます。

操作	コマンド
ローカルRSA公開鍵を表示する	**display public-key local rsa public** [**name** *key-name*]
ローカルDSA公開鍵を表示する	**display public-key local dsa public** [**name** *key-name*]

🕮 **メモ：**
ピアの装置に RSA サーバの公開鍵の serverkey（デフォルト）を配布しないでください。

6.4 ローカル鍵ペアの削除

以下の状況が発生した後、ローカル非対称鍵ペアを削除し、新しいペアを生成する必要があります。

- 不正侵入が発生した場合
- 装置の記憶媒体を交換した場合
- ローカル証明書の有効期限が切れた場合

以下にローカル鍵ペアを削除する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ローカル鍵ペアを削除する	**public-key local destroy** { **dsa** | **rsa** } [**name** *key-name*]	ー

6.5 ピア公開鍵の設定

以下の方法を用いてピアのホスト公開鍵を設定することができます。

- 公開鍵ファイルから公開鍵をインポートします。（推奨）
- 公開鍵を手動で設定します。（鍵データを入力またはコピー）

6.5.1 公開鍵ファイルからピアへのホスト公開鍵のインポート

ホスト公開鍵をインポートする前に、ピアの装置にホスト公開鍵がエクスポートされており、ピアの装置からファイルを取得していることを確認してください。ホスト公開鍵のエクスポートについては、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “公開鍵”* の *“ローカルホスト公開鍵の配布”* を参照してください。

鍵をインポートしたのち、システムは自動的に公開鍵を PKCS（Public Key Cryptography Standards）フォーマットの文字列へ変換します。

以下に公開鍵ファイルからピアへのホスト公開鍵のインポート手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 公開鍵ファイルからピアのホスト公開鍵をインポートする	**public-key peer** *keyname* **import sshkey** *filename*	デフォルト : ピアのホスト公開鍵は存在しません。

6.5.2 ピアの公開鍵の入力

ホスト公開鍵をインポートする前に、ピアの装置にホスト公開鍵が表示されており、ホスト公開鍵が記録されていることを確認してください。

display public-key local public コマンドを使用して、公開鍵を表示してください。他の方法で表示された公開鍵のフォーマットは、正確ではない場合があります。ホスト公開鍵が正しいフォーマットでない場合、システムはホスト公開鍵を廃棄し、エラーメッセージを表示します。ホスト公開鍵が正しいフォーマットである場合、システムはホスト公開鍵を保存します。

記録されたピアのホスト公開鍵のフォーマットをサポートしているか不明な場合、ピアのホスト公開鍵を入力する方法ではなく、ホスト公開鍵ファイルからインポートする方法を行ってください。

以下にピアの公開鍵の入力手順を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． ピアの公開鍵の名前を指定し、public key view に移行する	**public-key peer** *keyname*	デフォルト：ピアのホスト公開鍵は存在しません。
3． 鍵を入力あるいはコピーする	ー	空白と改行は使用できますが保存しません。
4． system view に戻る	**peer-public-key end**	public key viewから戻ると、自動的に公開鍵を保存します。

6.6 公開鍵の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ローカル公開鍵を表示する	**display public-key local** { **dsa** | **rsa** } **public**
ピアのホスト公開鍵を表示する	**display public-key peer** [**brief** | **name** *publickey-name*]

6.7 公開鍵の設定例

6.7.1 ピアのホスト公開鍵の入力例

I. ネットワーク要件

図 6-2に示すように、不正なアクセスを防止するため、AC はデジタル署名によって Device を認証します。AC 上で認証パラメータを設定する前に、AC 上で Device の公開鍵を設定します。

- Device の認証に RSA の非対称鍵アルゴリズムを使用するために AC を設定します。
- AC 上で、Device の公開鍵ペアのホスト公開鍵を手動で指定します。

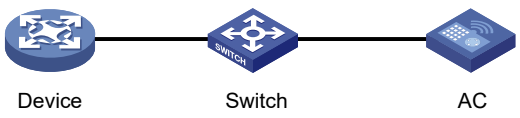


図 6-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　Device を設定します。

Device にデフォルト名のローカル RSA 鍵ペアを作成し、鍵の長さをデフォルトの 1024 ビットに設定します。

```
<Device> system-view
[Device] public-key local create rsa
The range of public key modulus is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.................++++++
.....................................++++++
.....++++++++
.............++++++++
Create the key pair successfully.
```

すべての RSA 鍵ペアの公開鍵を表示します。

```
[Device] display public-key local rsa public
=============================================
Key name: hostkey (default)
Key type: RSA
Time when key pair created: 16:48:31 2015/05/12
Key code:
   30819F300D06092A864886F70D010101050003818D0030818902818100DA3B90F59237347B
   8D41B58F8143512880139EC9111BFD31EB84B6B7C7A1470027AC8F04A827B30C2CAF79242E
   45FDFF51A9C7E917DB818D54CB7AEF538AB261557524A7441D288EC54A5D31EFAE4F681257
   6D7796490AF87A8C78F4A7E31F0793D8BA06FB95D54EBB9F94EB1F2D561BF66EA27DFD4788
   CB47440AF6BB25ACA50203010001
=============================================
Key name: serverkey (default)
Key type: RSA
Time when key pair created: 16:48:31 2015/05/12
Key code:
   307C300D06092A864886F70D0101010500036B003068026100C9451A80F7F0A9BA1A90C7BC
   1C02522D194A2B19F19A75D9EF02219068BD7FD90FCC2AF3634EEB9FA060478DD0A1A49ACE
   E1362A4371549ECD85BA04DEE4D6BB8BE53B6AED7F1401EE88733CA3C4CED391BAE633028A
   AC41C80A15953FB22AA30203010001
```

2) AC を設定します。

public key view で Device のホスト公開鍵を入力します。鍵は Device での表示と同一になるように、正確に入力してください。

```
<AC> system-view
[AC] public-key peer device
Enter public key view. Return to system view with "peer-public-key end" command.
[AC-pkey-public-key-device]30819F300D06092A864886F70D010101050003818D00308
18902818100DA3B90F59237347B
[AC-pkey-public-key-device]8D41B58F8143512880139EC9111BFD31EB84B6B7C7A147
0027AC8F04A827B30C2CAF79242E
[AC-pkey-public-key-device]45FDFF51A9C7E917DB818D54CB7AEF538AB261557524A
7441D288EC54A5D31EFAE4F681257
[AC-pkey-public-key-device]6D7796490AF87A8C78F4A7E31F0793D8BA06FB95D54EB
B9F94EB1F2D561BF66EA27DFD4788
[AC-pkey-public-key-device]CB47440AF6BB25ACA50203010001
```

system view に戻り、公開鍵を保存します。

```
[AC-pkey-public-key-device] peer-public-key end
```

III. 設定の確認

Device と同一の鍵であることを確認してください。

```
[AC] display public-key peer name device
=========================================
Key name: device
Key type: RSA
Key modulus: 1024
Key code:
   30819F300D06092A864886F70D010101050003818D0030818902818100DA3B90F59237347B
   8D41B58F8143512880139EC9111BFD31EB84B6B7C7A1470027AC8F04A827B30C2CAF79242E
   45FDFF51A9C7E917DB818D54CB7AEF538AB261557524A7441D288EC54A5D31EFAE4F681257
   6D7796490AF87A8C78F4A7E31F0793D8BA06FB95D54EBB9F94EB1F2D561BF66EA27DFD4788
   CB47440AF6BB25ACA50203010001
```

6.7.2 公開鍵ファイルからの公開鍵のインポート例

I. ネットワーク要件

図 6-3に示すように、AC は Device をデジタル署名によって認証します。AC 上で認証パラメータを設定する前に、AC 上で Device の公開鍵を設定します。

- Device の認証に RSA の非対称鍵アルゴリズムを使用するために AC を設定します。
- 公開鍵ファイルから AC へ、Device のホスト公開鍵をインポートします。

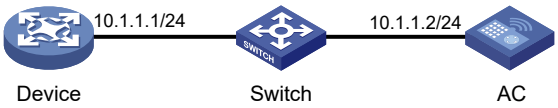


図 6-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　Device を設定します。

Device にデフォルト名のローカル RSA 鍵ペアを作成し、鍵の長さをデフォルトの 1024 ビットに設定します。

```
<Device> system-view

[Device] public-key local create rsa
The range of public key modulus is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
..............++++++
.....................................++++++
.....++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

すべてのローカル RSA 鍵ペアの公開鍵を表示します。

```
[Device] display public-key local rsa public
=============================================
Key name: hostkey (default)
Key type: RSA
Time when key pair created: 16:48:31 2015/05/12
Key code:
   30819F300D06092A864886F70D010101050003818D0030818902818100DA3B90F59237347B
   8D41B58F8143512880139EC9111BFD31EB84B6B7C7A1470027AC8F04A827B30C2CAF79242E
   45FDFF51A9C7E917DB818D54CB7AEF538AB261557524A7441D288EC54A5D31EFAE4F681257
   6D7796490AF87A8C78F4A7E31F0793D8BA06FB95D54EBB9F94EB1F2D561BF66EA27DFD4788
   CB47440AF6BB25ACA50203010001
=============================================
Key name: serverkey (default)
Key type: RSA
Time when key pair created: 16:48:31 2015/05/12
Key code:
   307C300D06092A864886F70D0101010500036B003068026100C9451A80F7F0A9BA1A90C7BC
   1C02522D194A2B19F19A75D9EF02219068BD7FD90FCC2AF3634EEB9FA060478DD0A1A49ACE
   E1362A4371549ECD85BA04DEE4D6BB8BE53B6AED7F1401EE88733CA3C4CED391BAE633028A
   AC41C80A15953FB22AA30203010001
```

RSA ホスト公開鍵をファイル **devicea.pub** にエクスポートします。

```
[Device] public-key local export rsa ssh2 device.pub
[Device] quit
```

FTP サーバ機能を有効にし、FTP ユーザをユーザ名 **ftp**、パスワード **123**、FTP のユーザロールを **network-admin** で作成します。

```
[Device] ftp server enable
[Device] local-user ftp
[Device-luser-manage-ftp] password simple 123
[Device-luser-manage-ftp] service-type ftp
[Device-luser-manage-ftp] authorization-attribute user-role network-admin
[Device-luser-manage-ftp] quit
```

2) AC を設定します。

Device から、公開鍵ファイル **devicea.pub** を FTP のバイナリモードで取得します。

```
<AC> ftp 10.1.1.1
Connected to 10.1.1.1 (10.1.1.1).
220 FTP service ready.
User(10.1.1.1:(none)):ftp
331 Password required for ftp.
Password:
230 User logged in.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp> binary
200 TYPE is now 8-bit binary
ftp> get device.pub
227 Entering Passive Mode (10,1,1,1,118,252)
150 Accepted data connection
226 File successfully transferred
301 bytes received in 0.003 seconds (98.0 kbyte/s)
ftp> quit
221-Goodbye. You uploaded 0 and downloaded 1 kbytes.
221 Logout.
```

鍵ファイル **devicea.pub** からホスト公開鍵をインポートします。

```
<AC> system-view
[AC] public-key peer device import sshkey device.pub
```

III. 設定の確認

ホスト公開鍵が Device の公開鍵と同一であることを確認します。

```
[AC] display public-key peer name device
=========================================
Key name: device
Key type: RSA
Key modulus: 1024
Key code:
   30819F300D06092A864886F70D010101050003818D0030818902818100DA3B90F59237347B
   8D41B58F8143512880139EC9111BFD31EB84B6B7C7A1470027AC8F04A827B30C2CAF79242E
   45FDFF51A9C7E917DB818D54CB7AEF538AB261557524A7441D288EC54A5D31EFAE4F681257
   6D7796490AF87A8C78F4A7E31F0793D8BA06FB95D54EBB9F94EB1F2D561BF66EA27DFD4788
   CB47440AF6BB25ACA50203010001
```

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

7 章 SSH.....7-1
7.1 概要.....7-1
7.1.1 SSH の動作.....7-1
7.1.2 SSH 認証方式.....7-2
7.2 SSH サーバの設定.....7-4
7.2.1 ローカル鍵ペアの作成.....7-4
7.2.2 Stelnet サーバ機能の有効化.....7-5
7.2.3 SFTP サーバ機能の有効化.....7-5
7.2.4 SSH ログインのユーザラインの設定.....7-5
7.2.5 クライアントのホスト公開鍵の設定.....7-6
7.2.6 SSH ユーザの設定.....7-7
7.2.7 SSH 管理パラメータの設定.....7-8
7.3 Stelnet クライアントの設定.....7-9
7.3.1 Stelnet クライアントの作業設定リスト.....7-9
7.3.2 ローカル鍵ペアの作成.....7-10
7.3.3 SSH パケットの送信元 IP アドレスの指定.....7-10
7.3.4 Stelnet サーバとの接続の確立.....7-11
7.4 SFTP クライアントの設定.....7-11
7.4.1 SFTP クライアントの設定作業リスト.....7-11
7.4.2 ローカル鍵ペアの作成.....7-11
7.4.3 SFTP パケットの送信元 IP アドレスの指定.....7-12
7.4.4 SFTP サーバとの接続の確立.....7-12
7.4.5 SFTP ディレクトリの操作.....7-13
7.4.6 SFTP ファイルの操作.....7-13
7.4.7 ヘルプ情報の表示.....7-14
7.4.8 SFTP サーバの接続の切断.....7-14
7.5 SSH の表示と維持.....7-14
7.6 Stelnet 設定例.....7-15
7.6.1 パスワード認証を有効にした Stelnet サーバ設定例.....7-15
7.6.2 公開鍵認証を有効にした Stelnet サーバの設定例.....7-17
7.6.3 パスワード認証を有効にした Stelnet クライアント設定例.....7-24
7.6.4 公開鍵認証を有効にした Stelnet クライアント設定例.....7-28
7.7 SFTP 設定例.....7-30
7.7.1 パスワード認証を有効にした SFTP サーバの設定例.....7-30
7.7.2 公開鍵認証を有効にした SFTP クライアント設定例.....7-33

7章 SSH

7.1 概要

SSH（Secure Shell）はネットワークセキュリティプロトコルです。暗号化と認証を使用して、安全にリモートアクセスを行い、ファイルを転送することができます。

一般的なクライアント／サーバモデルを適用して、SSH は TCP をもとにしてデータの転送を保護するチャネルを確立させます。

SSH は SSH1.x と SSH2.0 の 2 つのバージョンをサポートしています。（以降、SSH1 と SSH2 と記載します。）SSH1 と SSH2 では互換性がありません。SSH2 は SSH1 よりも性能とセキュリティを向上しています。

装置は SSH サーバあるいは SSH クライアントとして動作することができます。

- SSH サーバとして動作する場合、装置は SSH クライアントのサービスを提供し、以下のバージョンを SSH サポートします。
  - Stelnet（Secure Telnet）、SFTP（Secure File Transfer Protocol）で装置は SSH2、SSH1 の SSH バージョンをサポートします。
- SSH クライアントとして動作する場合、装置は SSH2 のみサポートします。ユーザが SSH サーバと SSH 接続を確立するために使用します。

装置は以下の SSH アプリケーションをサポートします。

- **Stelnet（Secure Telnet）** – Stelnet は安全で信頼性のあるネットワーク端末アクセスサービスを提供します。Stelnet を使用して、ユーザはリモートサーバに安全にログインすることができます。Stelnet は、IP スプーフィングやプレーンテキストのパスワードの傍受のような装置への攻撃を保護することができます。装置は Stelnet サーバあるいは Stelnet クライアントとして動作することができます。
- **SFTP（Secure File Transfer Protocol）** – SSH2 をもとにして SSH を使用した SFTP は安全なファイル転送を提供します。装置は SFTP サーバとして動作し、リモートユーザが安全なファイル管理と転送を行うため、SFTP サーバにログインできます。また装置は SFTP クライアントとして動作します。ユーザが装置からリモート装置にログインし、安全なファイル転送を行うことができます。

7.1.1 SSH の動作

この章では、SSH セッションの確立に関連するステージの例を、SSH2 を使用して示します。ステージの詳細は SSH の技術書を参照してください。

表 7-1 SSH セッションを確立するステージ

ステージ	説明
接続の確立	SSHサーバはポート番号22で接続リクエストを受け入れます。クライントが接続要求を初期化した後、サーバとクライントはTCP接続を確立します。
バージョンのネゴシエーション	2つの群（サーバとクライアント）間で使用するバージョンを決めます。

ステージ	説明
アルゴリズムのネゴシエーション	SSHは複数のアルゴリズムをサポートします。ローカルアルゴリズムにもとづいて、2つの群（サーバとクライアント）は、以下のアルゴリズムを決定します。 ● セッション鍵を作成するアルゴリズムの鍵交換アルゴリズム ● 暗号データ用の暗号アルゴリズム ● デジタル署名と認証のための公開鍵アルゴリズム ● データの完全性を保護するためのHMACアルゴリズム
鍵交換	2つの群（サーバとクライアント）は、セッション鍵とセッションIDを動的に作成するため、DH交換アルゴリズムを使用します。 ● セッション鍵はデータの転送を保護するために使用します。 ● セッションIDはSSH接続を認識するために使用します。 このステージでは、クライアントはサーバと同様に認証します。
認証	SSHサーバはクライアントからの認証要求に応答し、認証を実行します。
セッション要求	認証にパスした後、クライアントがセッション要求（あるいはStelnet、SFTPサービスのリクエスト）をサーバに送信します。
データ交換	サーバが要求に承諾した後、クライアントとサーバはセッションで互いに通信を行います。 このステージでは、テキストフォーマットでコマンドを貼り付け、CLIで実行することができます。一度に貼り付けることができるテキストは、2000バイトよりも少ない値としてください。コマンドを正常に実行するため同じviewで使用することを推奨します。 2000バイト以上のコマンドを実行する場合、設定ファイルにコマンドを保存し、SFTPを通してサーバにアップロードし、サーバを再起動してください。

7.1.2 SSH 認証方式

この章では装置を SSH サーバとして動作させるとき、サポートする認証方式について記載します。

I. パスワード認証

SSH サーバは、AAA を使用してクライアントを認証します。パスワード認証は以下のように処理します。

1) SSH クライアントは暗号化されたユーザ名とパスワードが含まれる認証要求をサーバに送信します。
2) SSH サーバは以下の処理を行います。

a) プレーンテキストのユーザ名とパスワードを取得するため要求を復号化します。

b) ローカル、あるいはリモートAAA認証によってユーザ名とパスワードが正しいか確認します。

c) 認証結果をクライアントに通知します。

セカンダリ認証のため AAA サーバがユーザのパスワードを必要とする場合、ユーザはプロンプトが運ばれる認証応答を SSH サーバに送ります。プロンプトは透過的にクライアントに送信され、ユーザに指定のパスワードを入力するように通知します。ユーザが正しいパスワードを入力したとき、AAA サーバ上でパスワードの妥当性をチェックします。

パスワードが有効である場合、SSH サーバはクライアントに認証成功メッセージを返します。

AAA についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "AAA"* を参照してください。

🕮 **メモ：**

SSH1 は AAA サーバによって開始されるセカンダリパスワード認証をサポートしていません。

II. 公開鍵認証

サーバは、クライアントのデジタル署名を使用してクライアントを認証します。公開鍵認証は以下のように処理します。

1) SSH クライアントはユーザ名、公開鍵、公開鍵アルゴリズム名が含まれる認証要求をサーバに送信します。

   クライアントのデジタル署名が認証で要求される場合、クライアントは認証要求のデジタル署名をカプセル化します。デジタル署名にはクライアントの公開鍵情報が含まれます。

2) サーバは公開鍵が有効かどうかを確認します。

- 公開鍵が無効である場合、認証が失敗します。サーバは認証が失敗したことをクライアントに通知します。
- 公開鍵が有効である場合、サーバはクライアントのデジタル署名を要求します。デジタル署名を受信したのち、サーバはデジタル署名を確認するために公開鍵を使用します。最後に認証結果をクライアントに送信します。

SSH サーバとして動作するとき、装置はデジタル署名を確認するため、公開鍵アルゴリズム RSA と DSA を使用します。

SSH クライアントとして動作するとき、装置はデジタル署名を作成するため、公開鍵アルゴリズム RSA と DSA を使用します。

公開鍵の設定についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ "公開鍵"* を参照してください。

III. パスワード-公開鍵認証

サーバは SSH2 クライアントに、パスワード認証と公開鍵認証の両方にパスするように要求します。SSH1 クライアントは、サーバの要求に関係なく、どちらか 1 つの認証のみ必要です。

IV. いずれかの認証

サーバはパスワード認証あるいは公開鍵認証のいずれかにパスするようにクライアントに要求します。

7.2 SSHサーバの設定

作業リスト	補足
（オプション設定項目） ローカル鍵ペアの作成	ー
（必須設定項目） Stelnetサーバ機能の有効化	Stelnetでのみ必須設定項目です。
（必須設定項目） SFTPサーバ機能の有効化	SFTPサーバでのみ必須設定項目です。
（必須設定項目）SSHログインのユーザラインの設定	Stelnetでのみ必須設定項目です。
（必須設定項目） クライアントのホスト公開鍵の設定	認証方法が公開鍵、パスワード-公開鍵認証あるいはいずれかの方法を使用する場合、必須設定項目です。
（必須設定項目/オプション設定項目） SSHユーザの設定	認証方法が公開鍵、パスワード-公開鍵認証あるいはいずれかの方法を使用する場合、必須設定項目です。 パスワード認証のみ使用するユーザでは、オプション設定項目です。
（オプション設定項目）SSH管理パラメータの設定	ー

7.2.1 ローカル鍵ペアの作成

DSA または RSA 鍵ペアは、鍵交換ステージのセッション鍵とセッション ID を作成するために必要です。DSA または RSA 鍵ペアは、クライアントがサーバを認証するために、クライアントによって使用されます。クライアントがサーバを認証するとき、サーバから受信した公開鍵を、ローカルに保存したサーバ公開鍵と比較します。鍵が一致している場合、クライアントはサーバから受信したデジタル署名を復号化するため、クライアントがローカルに保存したサーバの公開鍵を使用します。デジタル署名の復号化に成功した場合、認証は成功します。

SSH アプリケーションを実行させるため、装置で SSH コマンドを実行するとき、SSH サーバは自動で 1 つの RSA サーバ鍵ペアと 1 つの DSA サーバ鍵ペアの鍵ペアを作成します。2 つの鍵ペアはデフォルトの名前を使用します。

装置の DSA 鍵ペアあるいは RSA 鍵ペアを作成するため **public-key local create** コマンドを使用します。

I. 設定ガイドライン

ローカル鍵ペアを作成するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- SSH は、デフォルト名でローカルに作成された DSA と RSA の鍵ペアのみをサポートします。
- 鍵ペアの異なるタイプを使用する SSH クライアントをサポートするため、SSH サーバで DSA と RSA 鍵ペアの両方を作成します。
- **public-key local create rsa** コマンドは RSA のサーバ鍵ペアとホスト鍵ペアのみを作成します。SSH1 ではサーバ鍵ペアの公開鍵はセッション鍵の安全な転送を行うため暗号化するのに使用されます。SSH2 は、SSH サーバとクライアントの各セッション鍵を作成する DH アルゴリズムを使用するため、セッション鍵の転送は必要ありません。サーバ鍵ペアは SSH2 で使われません。

- **public-key local create dsa** コマンドは DSA ホスト鍵ペアのみを作成します。SSH1 は DSA アルゴリズムをサポートしません。SSH サーバで **public-key local create dsa** コマンドを使用するとき、鍵の長さは 2048 ビットよりも短くしてください。

II. 設定手順

以下に SSH サーバでローカル DSA あるいは RSA 鍵ペアを生成する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ローカル DSA または RSA 鍵ペアを作成する	**public-key local create** { **dsa** | **rsa** }	デフォルト : 鍵ペアは存在しません。

7.2.2 Stelnet サーバ機能の有効化

装置で Stelnet サーバ機能を有効にしたのち、クライアントは Stelnet を通して装置にログインすることができます。

以下に Stelnet サーバ機能の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Stelnet サーバ機能を有効にする	**ssh server enable**	デフォルト：無効

7.2.3 SFTP サーバ機能の有効化

装置で SFTP サーバ機能を有効にしたのち、クライアントは SFTP を通して装置にログインすることができます。

SFTP サーバとして動作する装置は SSH1 クライアントから開始された SFTP 接続をサポートしません。

以下に SFTP サーバ機能の有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. SFTP サーバ機能を有効にする	**sftp server enable**	デフォルト：無効

7.2.4 SSH ログインのユーザラインの設定

SSH アプリケーションに依存して、SSH クライアントは Stelnet クライアント、あるいは SFTP クライアントとなります。

Stelnet 接続を確立するため、Stelnet クライアントは VTY ユーザラインを通して装置にアクセスする必要があります。SSH クライアントが SSH ログインできるようにユーザラインを設定する必要があります。この設定は次回ログインしたときにのみ適用します。

SFTP クライアントは VTY ユーザラインを使用しないで装置にアクセスします。

以下に Stelnet クライアントのユーザラインの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. VTY line view に移行する	**line vty** *first-number2* [*last-number2*]	―
3. ログイン認証モードをスキームに設定する	**authentication-mode scheme**	デフォルト：**password** コマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション1 *はじめに“ログイン”*を参照してください。

7.2.5 クライアントのホスト公開鍵の設定

サーバがクライアントを認証するために公開鍵を使用する場合、サーバは SSH ユーザ名とクライアントから受信したホスト公開鍵をローカルに保存されている内容と比較します。内容が一致した場合、クライアントが送信したデジタル署名を確認します。クライアントはホスト公開鍵に関連する秘密鍵にもとづいてデジタル署名を作成します。

公開鍵認証、パスワード-公開鍵認証、あるいはあらゆる認証を使用する SSH サーバのために、以下の処理を行う必要があります。

1) サーバ上でクライアントの DSA あるいは RSA ホスト公開鍵を設定します。

   SSH サーバの SSH クライアントホスト公開鍵は 20 以下に設定することを推奨します。

2) デジタル署名を作成するため関連するクライアントのホスト秘密鍵を指定します。もし装置が SSH クライアントとして動作する場合、クライアントの公開鍵アルゴリズムを指定します。アルゴリズムは、デジタル署名を作成するため、関連する秘密鍵を決定します。

クライアントのホスト公開鍵の内容を入力する、あるいは公開鍵ファイルからクライアントのホスト公開鍵をインポートすることができます。クライアントのホスト公開鍵をインポートすることを推奨します。

I. クライアントのホスト公開鍵の入力

クライアントのホスト公開鍵を入力する前に、クライアントのホスト公開鍵を取得するため、クライアントで **display public-key local public** コマンドを使用してください。他の方法で取得したホスト公開鍵は正式な形式でない可能性があるため、サーバに保存することができません。

以下にクライアントのホスト公開鍵を入力する方法を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. public key view に移行する	**public-key peer** *keyname*	―

操作	コマンド	補足
3. クライアントのホスト公開鍵を設定する	ホスト公開鍵の内容を入力する	ホスト公開鍵は変換されないDER復号形式である必要があります。 ホスト公開鍵の内容を入力する場合、空白と改行を使用することができます。 ホスト公開鍵を保存するとき、空白と改行は自動で削除されます。 詳細は、オペレーションマニュアルのセクション9 *セキュリティ "公開鍵"* を参照してください。
4. system view に戻る	**peer-public-key end**	ー

II. 公開鍵ファイルからのクライアントのホスト公開鍵のインポート

ホスト公開鍵をインポートする前に、クライアントの公開鍵ファイル（バイナリ形式）を FTP あるいは TFTP を使用してサーバにアップロードします。インポートを行う間、サーバは自動的に公開鍵ファイルのホスト公開鍵を、PKCS 形式に変換します。

以下に公開鍵ファイルからクライアントのホスト公開鍵をインポートする設定を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. 公開鍵ファイルからクライアントの公開鍵をインポートする	**public-key peer** *keyname* **import sshkey** *filename*

7.2.6 SSH ユーザの設定

認証方式に依存して SSH ユーザとローカルユーザを設定します。

- 認証方式が公開鍵である場合、サーバに SSH ユーザとローカルユーザを作成する必要があります。SSH ユーザに正しい作業ディレクトリとユーザロールを割り当てることができるように、2 つのユーザは同一のユーザ名にする必要があります。
- 認証方式がパスワード認証である場合、以下の処理を実行する必要があります。
  - ローカル認証用に **local-user** コマンドを使用してローカルユーザアカウントを設定します。
  - リモート認証用に RADIUS サーバのようなリモート認証サーバで SSH ユーザを設定します。

  ssh user コマンドを使用して SSH ユーザあるいはローカルユーザを作成する必要はありません。しかし集中管理を行うため、パスワード認証のみの SSH ユーザを含むすべての SSH ユーザを表示する場合、SSH ユーザあるいはローカルユーザを作成するコマンドを使用することができます。そのような SSH ユーザが作成される場合、サービスタイプと認証方式が正しく指定されていることを確認してください。
- 認証方式がパスワード-公開鍵認証あるいはそれ以外の認証方式である場合、SSH ユーザを作成し、以下の処理を実行する必要があります。

- ローカル認証用に **local-user** コマンドを使用してローカルユーザアカウントを設定します。
- リモート認証用に RADIUS サーバのようなリモート認証サーバで SSH ユーザを設定します。

どちらの場合においても、ローカルユーザあるいはリモート認証サーバで設定される SSH ユーザは SSH ユーザと同じユーザ名にする必要があります。

I. 設定ガイドライン

SSH ユーザを設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- SSH サーバは 1024 の SSH ユーザをサポートします。
- SFTP ユーザの作業ディレクトリは認証方式に依存します。
  - パスワード認証が使用される場合、作業ディレクトリは AAA によって許可されます。
  - 認証方式が公開鍵あるいはパスワード-公開鍵認証である場合、作業ディレクトリは関連した local user view で **authorization-attribute** コマンドを使用して指定されます。
- SSH ユーザでは、ユーザロールは認証方式に依存します。
  - パスワード認証が使用される場合、ユーザロールはリモート AAA サーバあるいはローカル装置によって許可されます。
  - 認証方式が公開鍵あるいはパスワード-公開鍵認証である場合、ユーザロールは関連した local user view で **authorization-attribute** コマンドを使用して指定されます。
- すでにログインしている SSH ユーザの認証方式あるいは公開鍵を変更する場合、変更内容は次回ユーザがログインしたときに適用されます。
- パスワード認証を除いて、他の認証方式は、指定されたクライアントのホスト公開鍵が必要です。
  - クライアントが直接サーバにユーザの公開鍵の情報を送信する場合、サーバのクライアントの公開鍵を指定する必要があります。指定される公開鍵はすでに存在している必要があります。公開鍵の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “SSH” の “クライアントのホスト公開鍵の設定”* を参照してください。

II. 設定手順

以下に SSH ユーザを設定し、サービスタイプと認証方式を指定する手順を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. SSH ユーザを作成し、サービスタイプと認証方式を指定する	**ssh user** *username* **service-type** { **all** | **sftp** | **stelnet** } **authentication-type** { **password** | { **any** | **password-publickey** | **publickey** } [**assign publickey** *keyname*&<1-6>] }

7.2.7 SSH 管理パラメータの設定

以下に SSH 管理パラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. SSH1 クライアントのサポートを有効にする	**ssh server compatible-ssh1x enable**	デフォルト：無効
3. RSA サーバ鍵ペアの最小アップデート間隔を設定する	**ssh server rekey-interval** *hours*	デフォルト：RSAサーバ鍵ペアのアップデートを行いません。 このコマンドはSSH1ユーザのみ適用します。
4. SSH ユーザ認証タイムアウトタイマを設定する	**ssh server authentication-timeout** *time-out-value*	デフォルト：60秒 タイムアウトタイマが終了したとき、接続用の認証が終了していない場合、接続を確立することができません。
5. SSH 認証の最大試行回数を設定する	**ssh server authentication-retries** *times*	デフォルト：3
6. SSH ユーザの接続を管理する ACL を設定する	• SSHユーザのIPv4 ACLを設定する： **ssh server acl** { *basic-acl-number* | *advanced-acl-number* | **mac** *mac-acl-number* }	デフォルト：設定なし
7. SSH サーバが SSH クライアントに送信するパケットの DSCP を設定する	• IPv4パケットのDSCPを設定する： **ssh server dscp** *dscp-value*	デフォルト：48 DSCPはパケットのプライオリティを決定し、パケットを転送する優先度を決定します。DSCPの値が大きいほど優先度は高くなります。
8. SFTP 接続アイドルタイムアウトタイマを設定する	**sftp server idle-timeout** *time-out-value*	デフォルト：10分 アイドルタイマが指定したしきい値を超えたとき、システムは自動的に接続を切断します。
9. オンライン SSH ユーザの最大同時接続数を指定する	**aaa session-limit ssh** *max-sessions*	デフォルト：32 オンラインSSHユーザが上限に到達したとき、システムは新しいSSH接続要求を拒否します。オンラインSSHユーザには影響しません。

7.3 Stelnetクライアントの設定

7.3.1 Stelnet クライアントの作業設定リスト

設定リスト	補足
（必須設定項目） ローカル鍵ペアの作成	Stelnetサーバが**publickey**、**password-publickey**の認証方式を使用する際は必須です。

設定リスト	補足
（オプション設定項目） SSHパケットの送信元IPアドレスの指定	―
（必須設定項目） Stelnetサーバとの接続の確立	―

7.3.2 ローカル鍵ペアの作成

Stelnet サーバが **publickey**、**password-publickey**、あるいは **any** の認証方式を使用する際は、Stelnet クライアントでローカル鍵ペアを作成してください。

I. 設定ガイドライン

Stelnet クライアントでローカル鍵ペアを設定する際には、以下のガイドラインに従ってください。

- SSH のローカル DSA、ECDSA 及び RSA 鍵ペアはデフォルト名を使用します。鍵ペアに名前を割り当てることはできません。
- DSA 鍵ペアを作成するとき、鍵の長さは 2048 ビットよりも短くしてください。

II. 設定手順

以下に Stelnet クライアントでローカル鍵ペアを生成する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ローカル鍵ペアを作成する	**public-key local create** { **dsa** | **rsa** }	デフォルト : 鍵ペアは存在しません。

7.3.3 SSH パケットの送信元 IP アドレスの指定

以下のため、SSH パケットの送信元インタフェースとしてループバックインタフェースの IP アドレスを指定することを推奨します。

- Stelnet クライアントと Stelnet サーバが互いに通信できることを保証します。
- 認証サービスの Stelnet クライアントの管理を向上します。

以下に SSH パケットの送信元 IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． SSH パケットの送信元 IP アドレスを設定する	• SSHパケットの送信元IPv4アドレスを指定する: **ssh client source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address* }	デフォルト：設定なし IPv4 SSHパケットは送信元アドレスとしてルーティングエントリで指定された送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。

7.3.4 Stelnet サーバとの接続の確立

Stelnet サーバにアクセスするとき、装置はサーバを認証するためサーバのホスト公開鍵を使用します。装置でサーバのホスト公開鍵が設定されていない場合、装置はアクセスを継続するかどうかを確認するメッセージを表示します。

- アクセスを継続する場合、装置はサーバにアクセスし、サーバのホスト公開鍵をダウンロードします。
- アクセスを継続しない場合、接続は確立することができません。

安全でないネットワークでは装置でサーバのホスト公開鍵を設定することを推奨します。

以下に Stelnet サーバの接続を確立する設定を示します。

操作	コマンド	補足
Stelnetサーバの接続を確立する	• IPv4 Stelnetサーバの接続を確立する：**ssh2** *server* [*port-number*] [**identity-key** { **dsa** | **rsa** } | **prefer-compress zlib** | **prefer-ctos-cipher** { **3des-cbc** | **aes128-cbc** | **des-cbc** } | **prefer-ctos-hmac** { **md5** | **md5-96** | **sha1** | **sha1-96** } | **prefer-kex** { **dh-group-exchange-sha1** | **dh-group1-sha1** | **dh-group14-sha1** } | **prefer-stoc-cipher** { **3des-cbc** | **aes128-cbc** | **des-cbc** } | **prefer-stoc-hmac** { **md5** | **md5-96** | **sha1** | **sha1-96** }] * [**dscp** *dscp-value* | **escape** *character* | **public-key** *keyname* | **source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address* }] *	どちらか一方の設定を使用します。 user viewで実行できます。

7.4 SFTPクライアントの設定

7.4.1 SFTP クライアントの設定作業リスト

作業リスト	補足
（必須設定項目） ローカル鍵ペアの作成	Stelnetサーバが**publickey**、**password-publickey**の認証方式を使用する際は必須です。
（オプション設定項目）SFTPパケットの送信元IPアドレスの指定	—
（必須設定項目） SFTPサーバとの接続の確立	—
（オプション設定項目） SFTPディレクトリの操作	—
（オプション設定項目） SFTPファイルの操作	—
（オプション設定項目） ヘルプ情報の表示	—
（オプション設定項目） SFTPサーバの接続の切断	—

7.4.2 ローカル鍵ペアの作成

SFTP サーバが **publickey**、**password-publickey**、あるいは **any** の認証方式を使用する際は、SFTP クライアントでローカル鍵ペアを作成してください。

I. 設定ガイドライン

SFTP クライアントでローカル鍵ペアを設定する際には、以下のガイドラインに従ってください。

- SSH のローカル DSA、ECDSA 及び RSA 鍵ペアはデフォルト名を使用します。鍵ペアに名前を割り当てることはできません。
- DSA 鍵ペアを作成するとき、鍵の長さは 2048 ビットよりも短くしてください。

II. 設定手順

以下に SFTP クライアントでローカル鍵ペアを生成する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ローカル鍵ペアを作成する	**public-key local create** { **dsa** | **rsa** }	デフォルト : 鍵ペアは存在しません。

7.4.3 SFTP パケットの送信元 IP アドレスの指定

以下のため、SFTP パケットの送信元インタフェースとしてループバックインタフェースの IP アドレスを指定することを推奨します。

- SFTP クライアントと SFTP サーバが互いに通信できることを保証します。
- 認証サービスの SFTP クライアントの管理を向上します。

以下に SFTP パケットの送信元 IP アドレスの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. SFTP パケットの送信元 IP アドレスを指定する	• SFTPパケットの送信元IPv4アドレスを指定する: **sftp client source** { **ip** *ip-address* | **interface** *interface-type interface-number* }	デフォルト : 設定なし IPv4 SFTPパケットは送信元アドレスとしてルーティングエントリで指定された送信インタフェースのプライマリIPv4アドレスを使用します。

7.4.4 SFTP サーバとの接続の確立

SFTP サーバにアクセスするとき、装置はサーバを認証するためサーバのホスト公開鍵を使用します。装置でサーバのホスト公開鍵が設定されていない場合、装置はアクセスを継続するかどうかを確認するメッセージを表示します。

- アクセスを継続する場合、装置はサーバにアクセスし、サーバのホスト公開鍵をダウンロードします。
- アクセスを継続しない場合、接続は確立することができません。

安全でないネットワークでは装置でサーバのホスト公開鍵を設定することを推奨します。

接続が完了したのち、ディレクトリあるいはファイルのような操作を行うため、サーバの SFTP client view に直接移行することができます。

操作	コマンド	補足
SFTPサーバの接続を確立する	• IPv4 SFTPサーバの接続を確立する： **sftp** *server* [*port-number*] [**identity-key** { **dsa** | **rsa** } | **prefer-compress zlib** | **prefer-ctos-cipher** { **3des-cbc** | **aes128-cbc** | **des-cbc** } | **prefer-ctos-hmac** { **md5** | **md5-96** | **sha1** | **sha1-96** } | **prefer-kex** { **dh-group-exchange-sha1** | **dh-group1-sha1** | **dh-group14-sha1** } | **prefer-stoc-cipher** { **3des-cbc** | **aes128-cbc** | **des-cbc** } | **prefer-stoc-hmac** { **md5** | **md5-96** | **sha1** | **sha1-96** }] * [**dscp** *dscp-value* | **public-key** *keyname* | **source** { **interface** *interface-type interface-number* | **ip** *ip-address* }] *	user viewで実行できます。

7.4.5 SFTP ディレクトリの操作

操作	コマンド	補足
SFTPサーバの作業ディレクトリを変更する	**cd** [*remote-path*]	SFTP client viewで有効です。
上位のディレクトリに戻る	**cdup**	SFTP client viewで有効です。
SFTPサーバの現在の作業ディレクトリを表示する	**pwd**	SFTP client viewで有効です。
指定したディレクトリにあるファイルを表示する	• **dir** [**-a** | **-l**] [*remote-path*] • **ls** [**-a** | **-l**] [*remote-path*]	SFTP client viewで有効です。 **dir**コマンドは**ls**コマンドと同一です。
SFTPサーバの指定したディレクトリ名を変更する	**rename** *oldname newname*	SFTP client viewで有効です。
SFTPサーバで新しいディレクトリを作成する	**mkdir** *remote-path*	SFTP client viewで有効です。
SFTPサーバから1つ以上のディレクトリを削除する	**rmdir** *remote-path*	SFTP client viewで有効です。

7.4.6 SFTP ファイルの操作

操作	コマンド	補足
SFTPサーバの指定したディレクトリ名を変更する	**rename** *old-name new-name*	SFTP client viewで有効です。
SFTPサーバからファイルをダウンロードし、ローカルに保存する	**get** *remote-file* [*local-file*]	SFTP client viewで有効です。
SFTPサーバにローカルファイルをアップロードする	**put** *local-file* [*remote-file*]	SFTP client viewで有効です。
指定したディレクトリにあるファイルを表示する	• **dir** [**-a** | **-l**] [*remote-path*] • **ls** [**-a** | **-l**] [*remote-path*]	SFTP client viewで有効です。 **dir**コマンドは**ls**コマンドと同一です。
SFTPサーバから1つ以上のディレクトリを削除する	• **delete** *remote-file* • **remove** *remote-file*	SFTP client viewで有効です。 **delete**コマンドは**remove**コマンドと同一です。

7.4.7 ヘルプ情報の表示

コマンドのフォーマットやパラメータのような SFTP クライアントコマンドのヘルプ情報を表示することができます。

以下にヘルプ情報の表示を示します。

操作	コマンド	補足
SFTPクライアントコマンドのヘルプ情報を表示する	• **help** • **?**	どちらか一方のコマンドを使用します。 SFTP client viewで有効です。 2つのコマンドは同一機能です。

7.4.8 SFTP サーバの接続の切断

操作	コマンド	補足
SFTPサーバの接続を切断し、user viewに戻る	• **bye** • **exit** • **quit**	いずれか1つのコマンドを使用します。 SFTP client viewで有効です。 3つのコマンドは同一機能です。

7.5 SSHの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
SFTPクライアントの送信元IPアドレスを表示する	**display sftp client source**
Stelnetクライアントの送信元IPアドレスを表示する	**display ssh client source**
SSHサーバのステータス情報あるいはセッション情報を表示する	**display ssh server** { **session** | **status** }
SSHサーバのSSHユーザ情報を表示する	**display ssh user-information** [*username*]
ローカル鍵ペアの公開鍵を表示する	**display public-key local** { **dsa** | **rsa** } **public** [**name** *publickey-name*]
SSHピアの公開鍵を表示する	**display public-key peer** [**brief** | **name** *publickey-name*]

7.6 Stelnet設定例

7.6.1 パスワード認証を有効にした Stelnet サーバ設定例

I. ネットワーク要件

図 7-1に示すように設定します。

- 無線クライアントと AC 間のルートは到達可能です。
- AC は Stelnet サーバとして動作し、パスワード認証を使用します。
- Stelnet クライアントのユーザ名とパスワードは AC に保存されます。

クライアントと AC間の接続を確立しログインすることで設定を管理することができます。

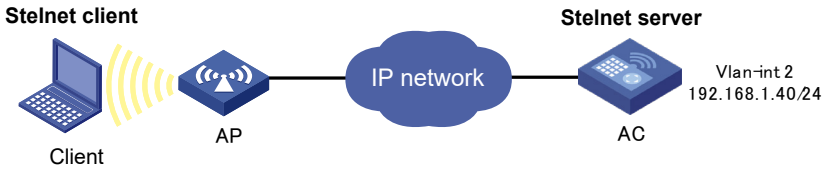


図 7-1 ネットワーク図

II. 設定手順

1) Stelnet サーバを設定します。

RSA 鍵ペアを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.....++++++
.....++++++
..++++++++
.....++++++++
Create the key pair successfully.
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[AC] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
.....+.....+.....+.....................................+
...+.................+.........+...+.
Create the key pair successfully.
```

SSH サーバ機能を有効にします。

```
[AC] ssh server enable
```

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。SSH 接続の宛先アドレスとして Stelnet クライアントは VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを使用します。

```
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.40 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
```

ユーザラインの認証モードを AAA に設定します。

```
[AC] line vty 0 15
[AC-line-vty0-15] authentication-mode scheme
[AC-line-vty0-15] quit
```

ローカル装置管理ユーザ **client001** を作成します。

```
[AC] local-user client001 class manage
```

ユーザのプレーンテキストのパスワードを **aabbcc**、サービスタイプを **ssh** に設定します。

```
[AC-luser-manage-client001] password simple aabbcc
[AC-luser-manage-client001] service-type ssh
```

ユーザにユーザロールを **network-admin** に割り当てます。

```
[AC-luser-manage-client001] authorization-attribute user-role network-admin
[AC-luser-manage-client001] quit
```

SSH ユーザ **client001** を作成します。ユーザのサービスタイプを **stelnet**、認証方式を **password** に設定します。SSH ユーザが作成されていない場合、デフォルトでパスワード認証が使用されます。

```
[AC] ssh user client001 service-type stelnet authentication-type password
```

2) Stelnet サーバとの接続を確立します。

Stelnet クライアントのソフトウェアは、PuTTY、OpenSSH など異なるタイプがあります。この例では PuTTY バージョン 0.58 を Stelnet クライアントとして使用します。

Stelnet サーバとの接続を確立します。

a) 図 7-2に示すようにPuTTY.exeを起動させ、インタフェースを入力します。

b) **Host Name**フィールド（あるいは**IP address**）で、StelnetサーバのIPアドレス192.168.1.40を入力します。

c) **Open**をクリックします。

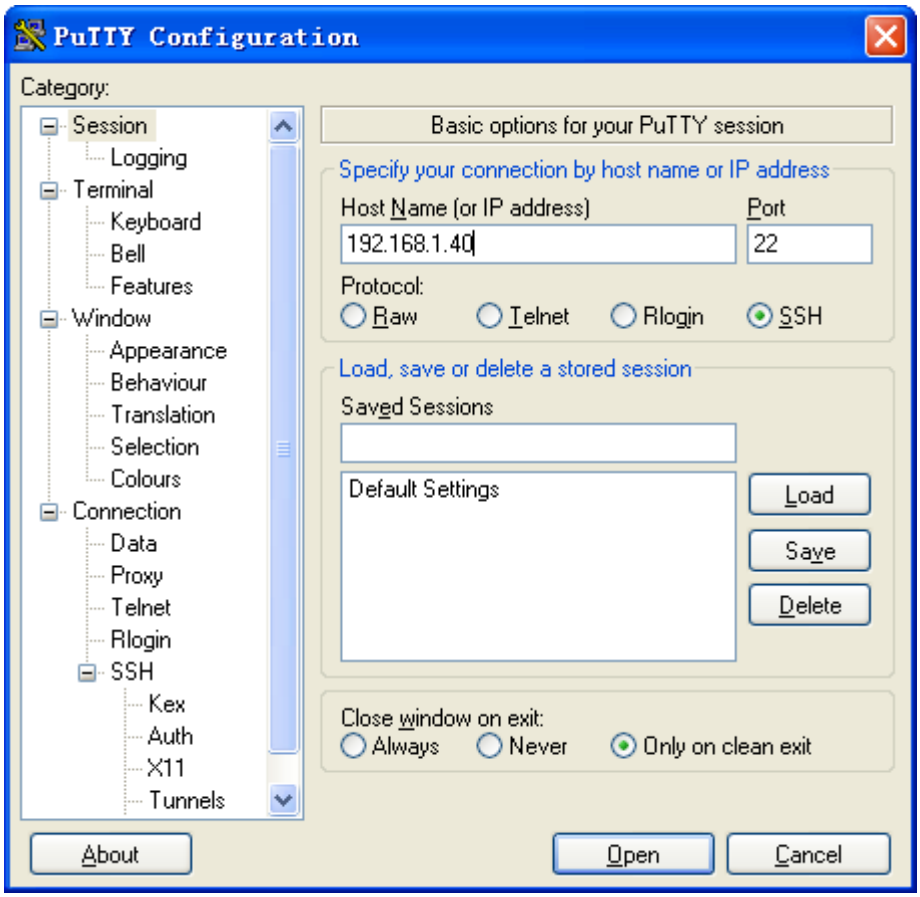


図 7-2 ホスト名（あるいは IP アドレス）の指定

接続が正常に確立されると、ユーザ名とパスワードを入力するようにシステムから通知されます。ユーザ名（この例では **client001**）とパスワード（この例では **aabbcc**）を入力してサーバにログインします。

7.6.2 公開鍵認証を有効にした Stelnet サーバの設定例

I. ネットワーク要件

図 7-3に示すように設定します。

- ワイヤレスクライアントと AC 間のルートは到達可能です。
- AC は Stelnet サーバとして動作し、パスワード認証と RSA 公開鍵アルゴリズムを使用します。

クライアントと AC 間の接続を確立しログインすることで設定を管理することができます。

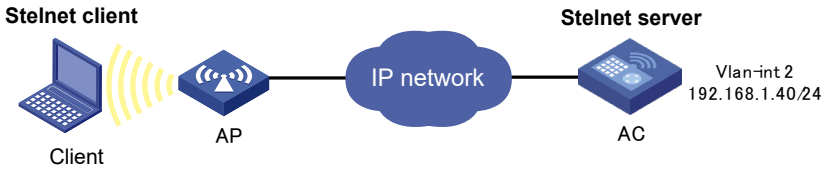


図 7-3 ネットワーク図

II. 設定手順

サーバの設定では、クライアントのホスト公開鍵が必要となります。Stelnet サーバを設定する前に、クライアントで RSA 鍵ペアを作成するため、クライアントソフトウェアを使用します。

Stelnet クライアントのソフトウェアは、PuTTY、OpenSSH など異なるタイプがあります。この例では PuTTY バージョン 0.58 を Stelnet クライアントとして使用します。

設定手順を以下に示します。

1) Stelnet クライアントで RSA 鍵ペアを作成します。

a) クライアントでPuTTY.exeを起動させ、SSH-2 RSAを選択し、Generateをクリックします。

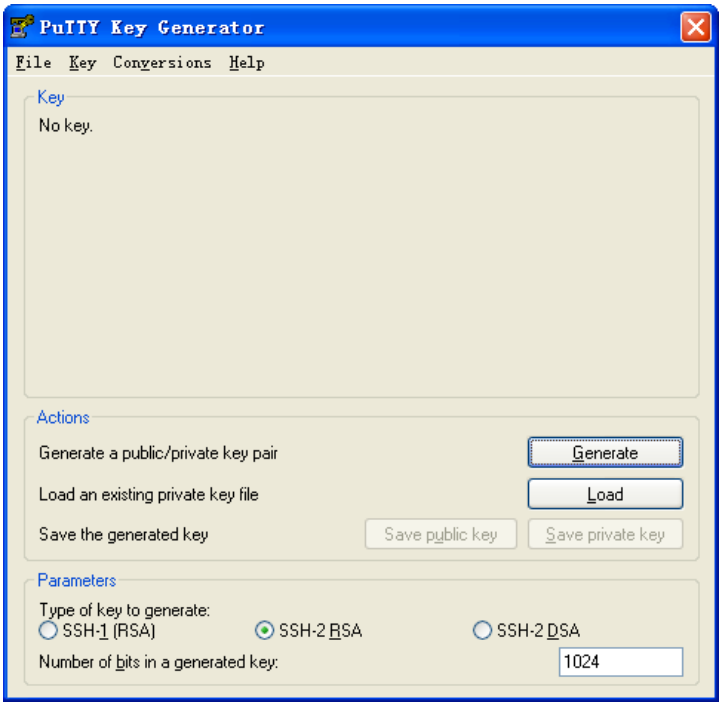


図 7-4 クライアントの鍵ペアの作成

b) 鍵ペアを作成しているとき、マウスを継続して動かしてください。図 7-5に示すように、緑の進捗バーの上にマウスを置かないでください。そうしなければ、進捗バーが動作をストップしてしまい、鍵ペアの作成をとめてしまいます。

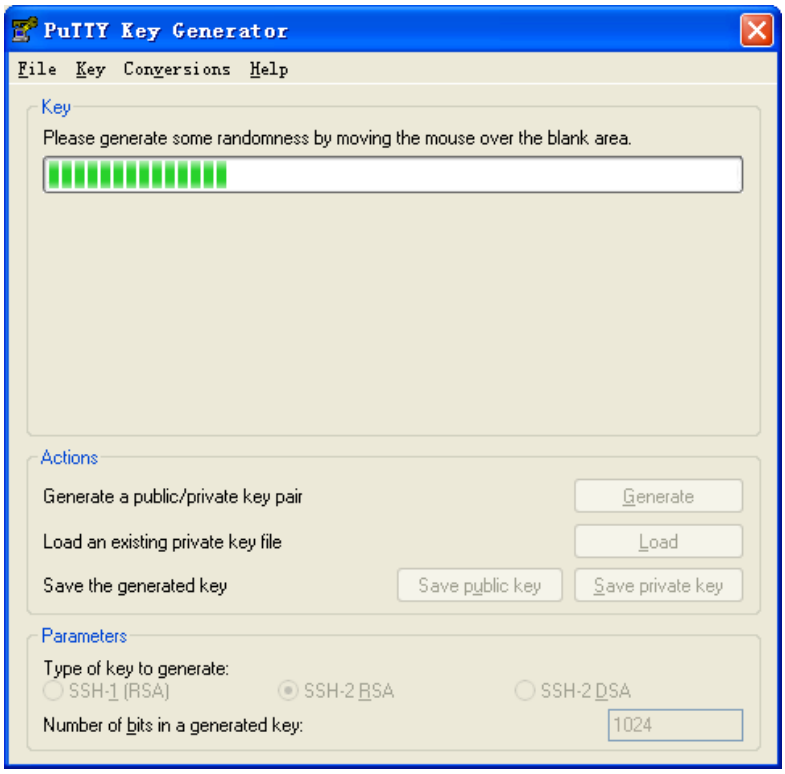


図 7-5 プロセスの作成

c) 鍵ペアが作成された後、**Save public key**をクリックし、ファイル名**key.pub**を入力し、**Save**をクリックします。ファイルの保存ウィンドウ画面が表示されます。

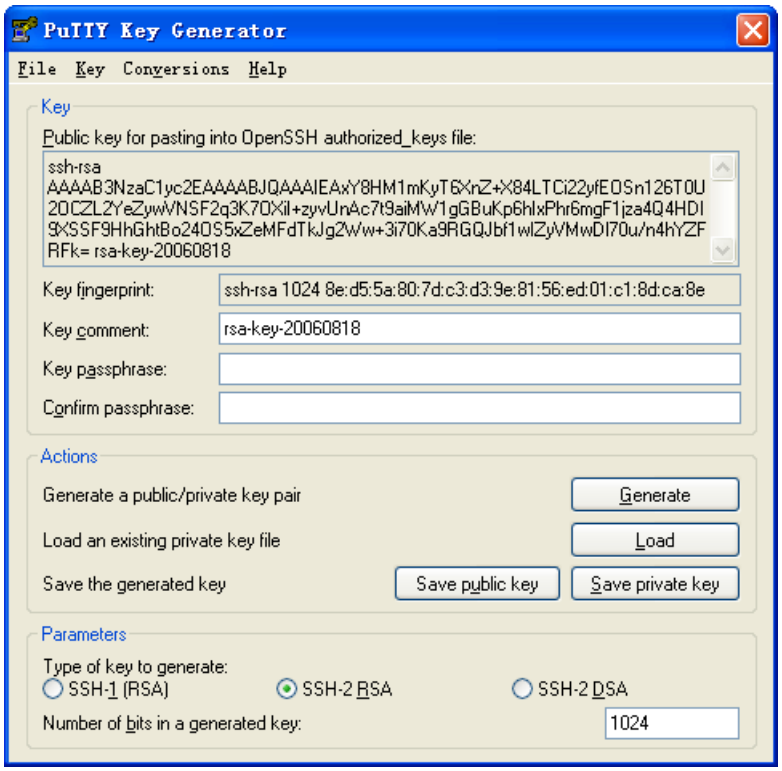


図 7-6 クライアントの鍵ペアの保存

d) ファイル名（この例では**key.pub**）を入力し、**Save**をクリックします。

e) 図 7-6に示すページで、秘密鍵を保存するため、**Save private key**をクリックします。確認ダイアログボックスが表示されます。

f) **Yes**をクリックします。ファイルの保存ウィンドウが表示されます。

g) ファイル名（この例では**private.ppk**）を入力し、**Save**をクリックします。

h) FTPあるいはTFTPを使用してサーバに公開鍵ファイルを転送します。（詳細は省略します）

2) Stelnet サーバを設定します。

RSA 鍵ペアを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.....................++++++
.................++++++
..++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[AC] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
.........+.......+.....+.....................................+
...+.................+..........+...+
Create the key pair successfully.
```

SSH サーバ機能を有効にします。

```
[AC] ssh server enable
```

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。SSH 接続の宛先アドレスとして Stelnet クライアントは VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを使用します。

```
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.40 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
```

ユーザラインの認証モードを AAA に設定します。

```
[AC] line vty 0 15
[AC-line-vty0-15] authentication-mode scheme
[AC-line-vty0-15] quit
```

ファイル **key.pub** からクライアントの公開鍵をインポートし、名前を **ackey** とします。

```
[AC] public-key peer ackey import sshkey key.pub
```

SSH ユーザ **client002** を作成します。ユーザの認証方式を公開鍵に指定します。公開鍵 **ackey** をユーザに割り当てます。

```
[AC] ssh user client002 service-type stelnet authentication-type publickey assign publickey ackey
```

ローカル装置管理ユーザ **client002** を作成します。ユーザのサービスタイプを **ssh**、ユーザロールを **network-admin** に設定します。

```
[AC] local-user client002 class manage
[AC-luser-manage-client002] service-type ssh
[AC-luser-manage-client002] authorization-attribute user-role network-admin
[AC-luser-manage-client002] quit
```

3) 秘密鍵ファイルを指定し、Stelnet サーバとの接続を確立します。

a) 図 7-7に示すようにStelnetクライアントでPuTTY.exeを起動させ、インタフェースに移行します。

b) **Host Name**フィールド（あるいは**IP address**）で、StelnetサーバのIPアドレス192.168.1.40を入力します。

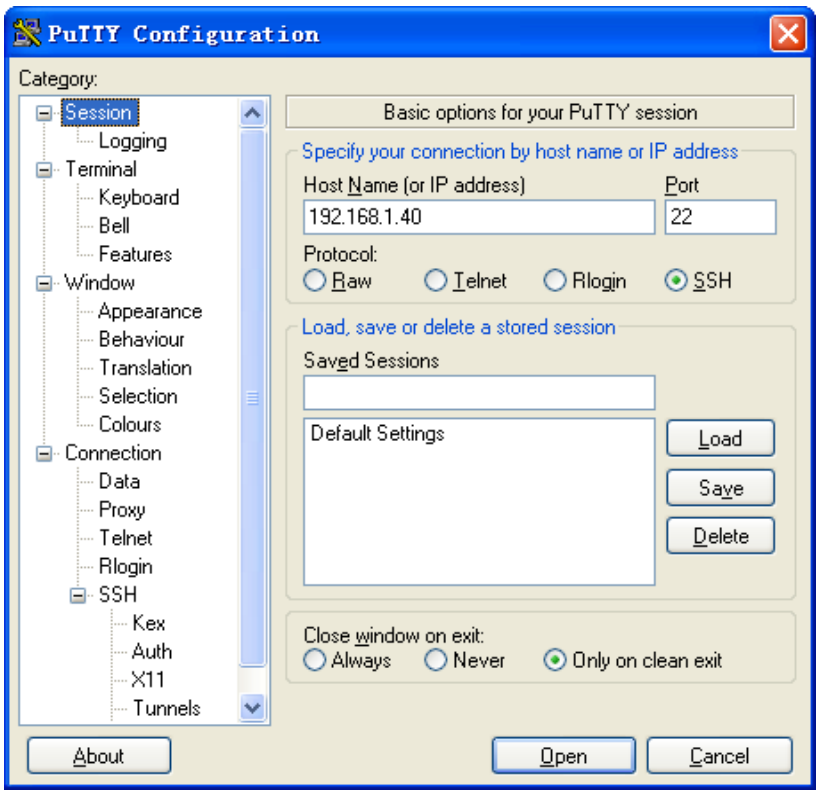


図 7-7 ホスト名（あるいは IP アドレス）の指定

c) ナビゲーションツリーから**Connection**を選択し、**SSH**を選択します。図 7-8に示すようにウィンドウ画面が表示されます。

d) **Protocol options**の**Preferred SSH protocol version**で**2**を選択します。

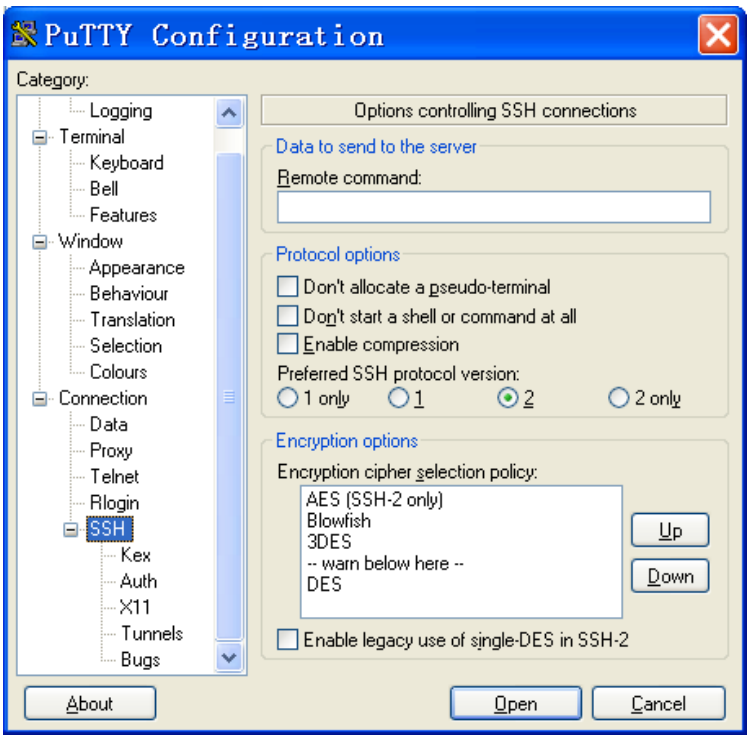


図 7-8 SSH バージョンの指定

e) ナビゲーションツリーから**Connection**を選択し、**SSH**を選択し、**Auth**を選択します。図 7-9に示すようにウィンドウ画面が表示されます。

f) ファイル選択画面から**Browse**をクリックし、秘密鍵ファイル（この例では**private.ppk**）を選択し、**OK**をクリックします。

g) **Open**をクリックします。

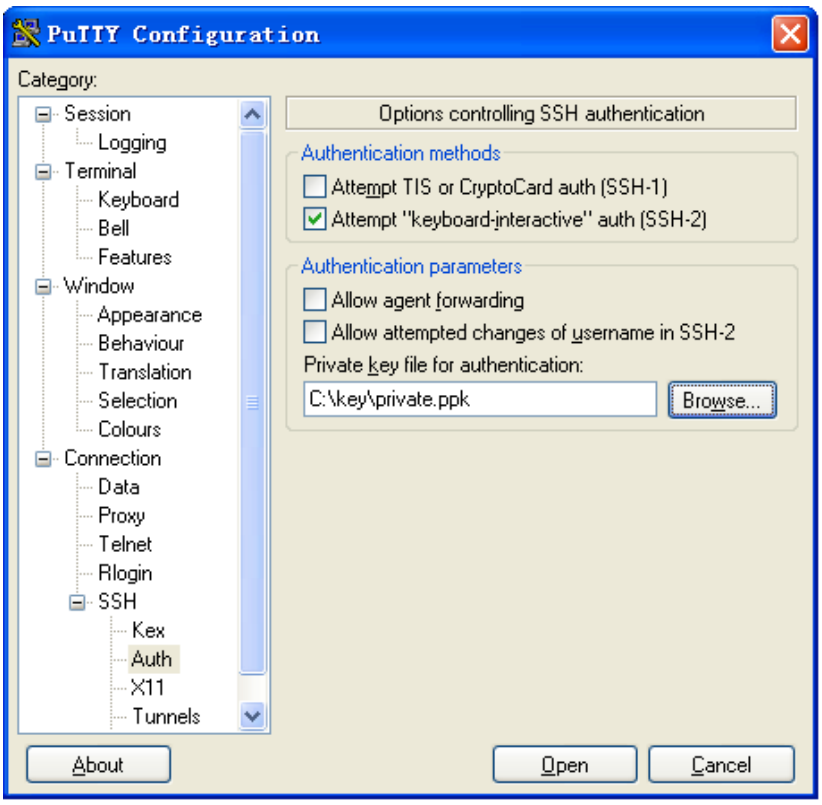


図 7-9 秘密鍵ファイルの指定

接続が正常に確立されると、ユーザ名を入力するようにシステムから通知されます。ユーザ名（**client002**）を入力し、Stelnet サーバにログインします。

7.6.3 パスワード認証を有効にした Stelnet クライアント設定例

I. ネットワーク要件

図 7-10に示すように設定します。

- スイッチは Stelnet サーバとして動作し、Stelnet クライアントを認証するためにパスワード認証を使用します。クライアントのユーザ名とパスワードはスイッチ B に保存されます。

AC とスイッチ間の接続を確立しスイッチにログインすることで設定を管理できます。

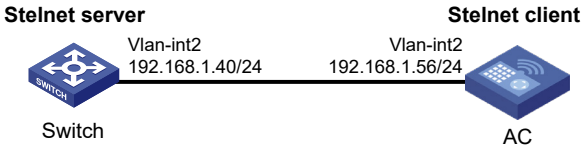


図 7-10 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　Stelnet サーバを設定します。

RSA 鍵ペアを作成します。

```
<Switch> system-view
[Switch] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.....................++++++
...................++++++
..++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[Switch] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
........+......+.....+.....................................+
...+.................+..........+...+
Create the key pair successfully.
```

SSH サーバ機能を有効にします。

```
[Switch] ssh server enable
```

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。SSH 接続の宛先アドレスとして Stelnet クライアントは VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを使用します。

```
[Switch] interface vlan-interface 2
[Switch-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.40 255.255.255.0
[Switch-Vlan-interface2] quit
```

ユーザラインの認証モードを AAA に設定します。

```
[Switch] line vty 0 15
[Switch-line-vty0-15] authentication-mode scheme
[Switch-line-vty0-15] quit
```

ローカル装置管理ユーザ **client001** を作成します。

```
[Switch] local-user client001 class manage
```

ユーザのプレーンテキストのパスワードを **aabbcc**、サービスタイプを **ssh** に指定します。

```
[Switch-luser-manage-client001] password simple aabbcc
[Switch-luser-manage-client001] service-type ssh
```

ユーザのユーザロールを **network-admin** と設定します。

```
[Switch-luser-manage-client001] authorization-attribute user-role network-admin
[Switch-luser-manage-client001] quit
```

SSH ユーザ **client001** を作成します。ユーザのサービスタイプを **stelnet**、認証方式を **password** に設定します。SSH ユーザが作成されていない場合、デフォルトでパスワード認証が使用されます。

```
[Switch] ssh user client001 service-type stelnet authentication-type password
```

2) Stelnet サーバ 192.168.1.40 との接続を確立します。

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.56 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
[AC] quit
```

サーバとの接続を確立する前に、クライアントでサーバのホスト公開鍵を設定するかどうかを決定することができます。

- クライアントでサーバのホスト公開鍵を設定する場合、以下の作業を行います。

サーバのホスト公開鍵を表示するため、サーバで **display public-key local dsa public** コマンドを使用します。（詳細は省略します。）

クライアントの public key view に移行し、サーバのホスト公開鍵をクライアントにコピーします。

```
[AC] public-key peer key1
```

public key view に移行します。**peer-public-key end** コマンドで system view に戻ります。

```
[AC-pkey-public-key-key1]308201B73082012C06072A8648CE3804013082011F0281810
0D757262C4584C44C211F18BD96E5F0
[AC-pkey-public-key-key1]61C4F0A423F7FE6B6B85B34CEF72CE14A0D3A5222FE08C
ECE65BE6C265854889DC1EDBD13EC8B274
[AC-pkey-public-key-key1]DA9F75BA26CCB987723602787E922BA84421F22C3C89CB
9B06FD60FE01941DDD77FE6B12893DA76E
[AC-pkey-public-key-key1]EBC1D128D97F0678D7722B5341C8506F358214B16A2FAC4
B368950387811C7DA33021500C773218C
```

```
[AC-pkey-public-key-key1]737EC8EE993B4F2DED30F48EDACE915F02818100822690
09E14EC474BAF2932E69D3B1F18517AD95
[AC-pkey-public-key-key1]94184CCDFCEAE96EC4D5EF93133E84B47093C52B20CD3
5D02492B3959EC6499625BC4FA5082E22C5
[AC-pkey-public-key-key1]B374E16DD00132CE71B020217091AC717B612391C76C1FB
2E88317C1BD8171D41ECB83E210C03CC9
[AC-pkey-public-key-key1]B32E810561C21621C73D6DAAC028F4B1585DA7F42519718
CC9B09EEF0381840002818000AF995917
[AC-pkey-public-key-key1]E1E570A3F6B1C2411948B3B4FFA256699B3BF871221CC9C
5DF257523777D033BEE77FC378145F2AD
[AC-pkey-public-key-key1]D716D7DB9FCABB4ADBF6FB4FDB0CA25C761B308EF5300
9F7101F7C62621216D5A572C379A32AC290
[AC-pkey-public-key-key1]E55B394A217DA38B65B77F0185C8DB8095522D1EF044B46
5E8716261214A5A3B493E866991113B2D
[AC-pkey-public-key-key1]485348
[AC-pkey-public-key-key1] peer-public-key end
[AC] quit
```

サーバへの SSH 接続を確立し、サーバのホスト公開鍵を指定します。

```
<AC> ssh2 192.168.1.40 public-key key1
Username: client001
Press CTRL+C to abort.
Connecting to 192.168.1.40 port 22.
client001@192.168.1.40's password:
Enter a character ~ and a dot to abort.

********************************************************************************
*                                                                              *
*                             BOOTROM, Version 101                             *
*                                                                              *
********************************************************************************
Copyright (c) 2004-2017 New H3C Technologies Co., Ltd.

<Switch>
```

正しいパスワードを入力した後、スイッチにログインすることができます。

- クライアントにサーバのホスト公開鍵がない場合、システムはサーバにアクセスするとき、アクセスを継続するかどうか確認する画面を表示します。サーバにアクセスするため、**Yes** を選択し、サーバのホスト公開鍵をダウンロードします。

```
<AC> ssh2 192.168.1.40
Username: client001
Press CTRL+C to abort.
Connecting to 192.168.1.40 port 22.
The server is not authenticated. Continue? [Y/N]:y
Do you want to save the server public key? [Y/N]:y
client001@192.168.1.40's password:
Enter a character ~ and a dot to abort.
```

```
********************************************************************************
*                                                                              *
*                           BOOTROM, Version 101                               *
*                                                                              *
********************************************************************************
Copyright (c) 2004-2017 New H3C Technologies Co., Ltd.

<Switch>
```

正しいパスワードを入力した後、スイッチにログインすることができます。サーバのホスト公開鍵はクライアントに保存されます。次回接続を行うとき、システムはサーバに認証するかどうか確認する画面を表示しません。

7.6.4 公開鍵認証を有効にした Stelnet クライアント設定例

I. ネットワーク要件

図 7-11に示すように設定します。

- スイッチは Stelnet サーバとして動作し、公開鍵認証と DSA 公開鍵アルゴリズムを使用します。

AC とスイッチ間に Stelnet 接続が確立しスイッチにログインすることで設定を管理できます。

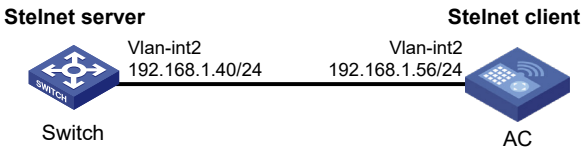


図 7-11 ネットワーク図

II. 設定手順

サーバの設定ではクライアント公開鍵が必要となります。Stelnetサーバを設定する前に、クライアントで DSA 鍵ペアを作成するためにクライアントソフトウェアを使用します。

1)　Stelnet クライアントを設定します。

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。

```
<AC> system-view
[AC] interface vlan-interface 2
[AC-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.56 255.255.255.0
[AC-Vlan-interface2] quit
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[AC] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
```

```
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
........+......+.....+.....................................+
...+.................+..........+...+
Create the key pair successfully.
```

DSA ホスト公開鍵をファイル **key.pub** にエクスポートします。

```
[AC] public-key local export dsa ssh2 key.pub
[AC] quit
```

FTP あるいは TFTP を使用して、サーバに公開鍵ファイル **key.pub** を転送します。（詳細は省略します）

2) Stelnet サーバを設定します。

RSA 鍵ペアを作成します。

```
<Switch> system-view
[Switch] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048)
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.......................++++++
.....................++++++
..++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[Switch] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
........+......+.....+.....................................+
...+.................+..........+...+
Create the key pair successfully.
```

SSH サーバ機能を有効にします。

```
[Switch] ssh server enable
```

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。SSH 接続の宛先アドレスとして Stelnet クライアントは VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを使用します。

```
[Switch] interface vlan-interface 2
[Switch-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.40 255.255.255.0
[Switch-Vlan-interface2] quit
```

ユーザラインの認証モードを AAA に設定します。

```
[Switch] line vty 0 15
[Switch-line-vty0-15] authentication-mode scheme
```

```
[Switch-line-vty0-15] quit
```

ファイル **key.pub** からピアの公開鍵をインポートし、名前を **ackey** とします。

```
[Switch] public-key peer ackey import sshkey key.pub
```

ローカル装置管理ユーザ **client002** を作成します。ユーザの認証方式を公開鍵に指定します。ユーザに公開鍵 **ackey** を割り当てます。

```
[Switch] ssh user client002 service-type stelnet authentication-type publickey assign publickey ackey
```

ローカル装置管理ユーザ **client002** を作成します。ユーザのサービスタイプを SSH に指定します。ユーザにユーザロール **network-admin** を割り当てます。

```
[Switch] local-user client002 class manage
[Switch-luser-manage-client002] service-type ssh
[Switch-luser-manage-client002] authorization-attribute user-role network-admin
[Switch-luser-manage-client002] quit
```

3) Stelnet サーバ 192.168.1.40 に SSH 接続を確立します。

```
<AC> ssh2 192.168.1.40
Username: client002
Press CTRL+C to abort.
Connecting to 192.168.1.40 port 22.
The server is not authenticated. Continue? [Y/N]:y
Do you want to save the server public key? [Y/N]:n
Enter a character ~ and a dot to abort.

****************************************************************************
*                                                                          *
*                          BOOTROM, Version 101                            *
*                                                                          *
****************************************************************************
Copyright (c) 2004-2017 New H3C Technologies Co., Ltd.

<Switch>
```

サーバにアクセスするため **Yes** を選択し、サーバのホスト公開鍵をダウンロードします。次回接続を行うとき、クライアントはクライアントで保存されたサーバのホスト公開鍵を使用してサーバを認証します。

7.7 SFTP設定例

7.7.1 パスワード認証を有効にした SFTP サーバの設定例

I. ネットワーク要件

図 7-12に示すように設定します。

- SFTP サーバとして AC 2 が動作し、SFTP クライアントを認証するためにパスワード認証を使用します。クライアントのユーザ名とパスワードは AC 2 に保存されます。

AC 1 と AC 2 間に SFTP 接続を確立し AC 2 にログインすることでファイルの管理および転送をすることができます。

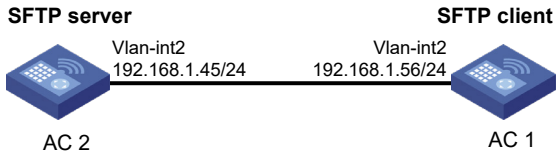


図 7-12 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　SFTP サーバを設定します。

RSA 鍵ペアを作成します。

```
<AC2> system-view
[AC2] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.....................++++++
.................++++++
..++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[AC2] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
........+......+.....+.....................................+
...+.................+..........+...+
Create the key pair successfully.
```

SFTP サーバ機能を有効にします。

```
[AC2] sftp server enable
```

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。SFTP クライアントは SSH 接続用の宛先アドレスとして VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを使用します。

```
[AC2] interface vlan-interface 2
[AC2-Vlan-interface2] ip address 192.168.1.45 255.255.255.0
[AC2-Vlan-interface2] quit
```

ローカル装置管理ユーザ **client002** を作成します。プレーンテキストのパスワードを **aabbcc** とし、サービスタイプを **ssh** とします。ユーザにユーザロール **network-admin** を割り当て、作業ディレクトリを **cfa0:/**に設定します。

```
[AC2] local-user client002 class manage
[AC2-luser-manage-client002] password simple aabbcc
```

```
[AC2-luser-manage-client002] service-type ssh
[AC2-luser-manage-client002] authorization-attribute user-role network-admin work-directory cfa0:/
[AC2-luser-manage-client002] quit
```

ローカル装置管理ユーザ **client002** を作成します。ユーザの認証モードを **password**、サービスタイプを **sftp** に設定します。SSH ユーザが作成されていない場合、デフォルトでパスワード認証が使用されます。

```
[AC2] ssh user client002 service-type sftp authentication-type password
```

2) SFTP クライアントとサーバ間の接続を確立します。

装置は SFTP クライアントソフトウェアの異なるタイプをサポートします。この例では PuTTY バージョン 0.58 の PSFTP を動作させる SFTP クライアントを使用します。

メモ：

PSFTP はパスワード認証のみサポートしています。

SFTP サーバへの接続を確立するために、以下を行います。

a) 図 7-13に示すようにクライアントインタフェースを起動させるため、**psftp.exe**を動作させ、以下のコマンドを入力します。

```
open 192.168.1.45
```

b) SFTPサーバにログインするため、ユーザ名**client002**、パスワード**aabbcc**を入力します。

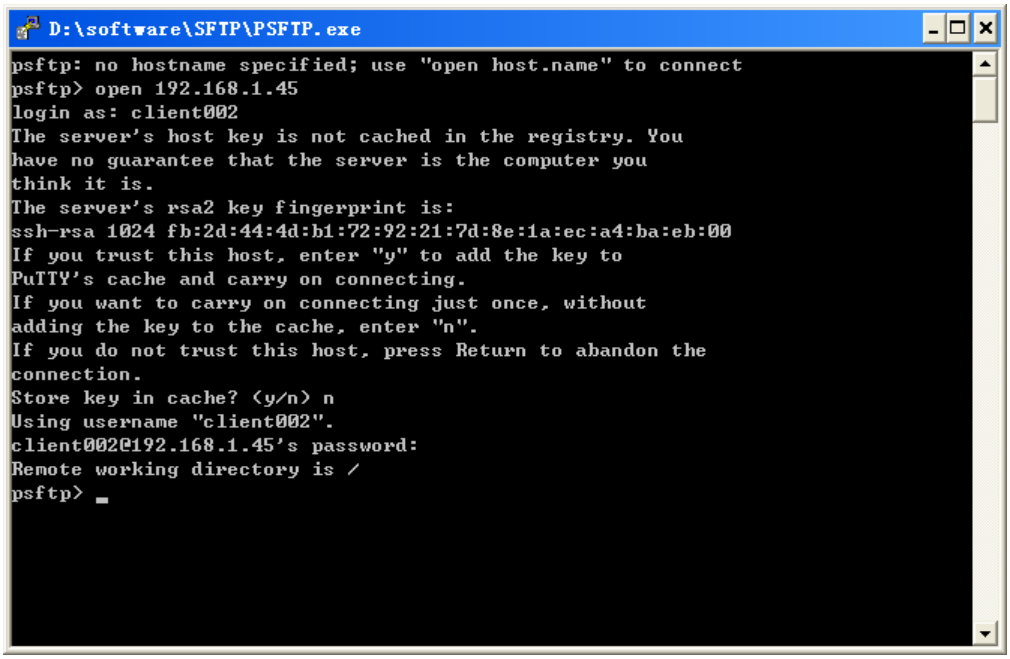


图 7-13 SFTP クライアントインタフェース

7.7.2 公開鍵認証を有効にした SFTP クライアント設定例

I. ネットワーク要件

図 7-14に示すように設定します。

- SFTP サーバとして AC 2 が動作し、公開鍵認証と RSA 公開鍵アルゴリズムを使用します。

AC 1 と AC 2 間に SFTP 接続を確立し AC 2 にログインすることでファイルの管理および転送することができます。

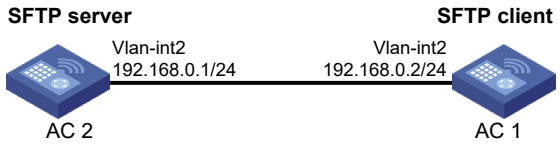


図 7-14 ネットワーク図

II. 設定手順

サーバの設定では、クライアントのホスト公開鍵が必要です。SFTP サーバを設定する前に、クライアントの RSA 鍵ペアを作成するため、クライアントソフトウェアを使用します。

1)　SFTP クライアントを設定します。

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを設定します。

```
<AC1> system-view
[AC1] interface vlan-interface 2
[AC1-Vlan-interface2] ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
[AC1-Vlan-interface2] quit
```

RSA 鍵ペアを作成します。

```
[AC1] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.....................++++++
.................++++++
..++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

ホスト公開鍵をファイル **pubkey** にエクスポートします。

```
[AC1] public-key local export rsa ssh2 pubkey
[AC1] quit
```

公開鍵ファイル **pubkey** を FTP あるいは TFTP を使用してサーバに転送します。（詳細は省略します）

2) SFTP サーバを設定します。

RSA 鍵ペアを作成します。

```
<AC2> system-view
[AC2] public-key local create rsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.....................++++++
...................++++++
..++++++++
............++++++++
Create the key pair successfully.
```

DSA 鍵ペアを作成します。

```
[AC2] public-key local create dsa
The range of public key size is (512 ~ 2048).
If the key modulus is greater than 512, it will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the modulus length [default = 1024]:
Generating Keys...
.++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++*
........+......+.....+.................................+
...+.................+..........+...+
Create the key pair successfully.
```

SFTP サーバ機能を有効にします。

```
[AC2] sftp server enable
```

VLAN インタフェース 2 に IP アドレスを割り当てます。SFTP クライアントは SSH 接続用の宛先アドレスとして VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを使用します。

```
[AC2] interface vlan-interface 2
[AC2-Vlan-interface2] ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
[AC2-Vlan-interface2] quit
```

ファイルからピアの公開鍵 **pubkey** をインポートし、名前を **ackey** とします。

```
[AC2] public-key peer ackey import sshkey pubkey
```

SSH ユーザ **client001** を作成し、サービスタイプを **sftp** とし、認証方式を **publickey** とし、公開鍵を **ackey** と設定します。

```
[AC2] ssh user client001 service-type sftp authentication-type publickey assign publickey ackey
```

ローカル装置管理ユーザ **client001** を作成します。

```
[AC2] local-user client001 class manage
```

ユーザのサービスタイプを **ssh** に指定します。

```
[AC2-luser-manage-client001] service-type ssh
```

ユーザにユーザロール **network-admin** を割り当て、作業ディレクトリを **cfa0:/**に設定します。

```
[AC2-luser-manage-client001] authorization-attribute user-role network-admin work-directory cfa0:/

[AC2-luser-manage-client001] quit
```

3) SFTP クライアントとの接続を確立します。

SFTP サーバと接続を確立し、SFTP client view に移行します。

```
<AC1> sftp 192.168.0.1 identity-key rsa
Username: client001
Press CTRL+C to abort.
Connecting to 192.168.0.1 port 22.
The server is not authenticated. Continue? [Y/N]:y
Do you want to save the server public key? [Y/N]:n
sftp>
```

サーバで現在の作業ディレクトリのファイルを表示し、ファイル名 **z** を削除し、正常に削除されているか確認します。

```
sftp> dir -l
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      1759 Aug 23 06:52 config.cfg
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Aug 24 08:01 pubkey2
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Aug 24 07:39 pubkey
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 01 06:22 new
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Sep 01 06:55 pub
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 01 08:00 z
sftp> delete z
Removing /z
sftp> dir -l
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      1759 Aug 23 06:52 config.cfg
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Aug 24 08:01 pubkey2
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Aug 24 07:39 pubkey
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 01 06:22 new
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Sep 01 06:55 pub
```

ディレクトリ名 **new1** を追加し、正常に作成されているか確認します。

```
sftp> mkdir new1

sftp> dir -l
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      1759 Aug 23 06:52 config.cfg
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Aug 24 08:01 pubkey2
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Aug 24 07:39 pubkey
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 01 06:22 new
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Sep 01 06:55 pub
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 02 06:30 new1
```

ディレクトリ **new1** を **new2** に名前を変換し､正常に変更されていることを確認します。

```
sftp> rename new1 new2

sftp> dir -l
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      1759 Aug 23 06:52 config.cfg
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Aug 24 08:01 pubkey2
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Aug 24 07:39 pubkey
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 01 06:22 new
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Sep 01 06:55 pub
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 02 06:33 new2
```

サーバからファイル **pubkey2** をダウンロードし、ローカルファイル **public** として保存します。

```
sftp> get pubkey2 public
Fetching / pubkey2 to public
```

```
/pubkey2                                      100% 225     1.4KB/s   00:00
```

ローカルファイル **pu** をサーバにアップロードし、**puk** として保存し、正常にアップロードされていることを確認します。

```
sftp> put pu puk
Uploading pu to / puk
sftp> dir -l
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      1759 Aug 23 06:52 config.cfg
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       225 Aug 24 08:01 pubkey2
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Aug 24 07:39 pubkey
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 01 06:22 new
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 Sep 02 06:33 new2
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Sep 02 06:35 pub
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup       283 Sep 02 06:36 puk
sftp>
```

SFTP client view から戻ります。

```
sftp> quit
<AC1>
```

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

8章 PKI 8-1
8.1 概要 8-1
8.1.1 PKI 用語 8-1
8.1.2 PKIのアーキテクチャ 8-2
8.1.3 PKIのアプリケーション 8-3
8.1.4 PKIの動作 8-3
8.2 PKI 設定手順リスト 8-4
8.3 エンティティのDNの設定 8-4
8.4 PKIドメインの設定 8-5
8.5 PKI証明書リクエストの提出 8-7
8.5.1 証明書リクエストの提出 8-8
8.6 手動での証明書の取得 8-9
8.7 PKI証明書の確認の設定 8-9
8.8 ローカルRSA鍵ペアの廃棄 8-11
8.9 証明書の削除 8-11
8.10 PKIの表示 8-12
8.11 PKI 設定例 8-12
8.11.1 CAからローカル証明書を手動で取得する 8-12
8.12 PKIのトラブルシューティング 8-15
8.12.1 CA証明書の取得に失敗 8-15
8.12.2 ローカル証明書のリクエストに失敗 8-15
8.12.3 CRLの取得に失敗 8-16

8章 PKI

8.1 概要

Public Key Infrastructure(PKI)は公開鍵技術を用いて、情報セキュリティを提供する一般的なセキュリティ方式です。

PKI は、非対称鍵方式とも呼ばれ、データの暗号化と復号化の鍵ペアを用います。鍵ペアは秘密鍵と公開鍵から構成されます。秘密鍵は秘密を保つ必要がありますが、公開鍵は分配する必要があります。2 つの鍵の 1 つを用いて暗号化されたデータはもう一方の鍵のみによって、復号化されます。

PKI の鍵の問題点は、公開鍵の管理方法です。この問題を解決するため、PKI はデジタル証明書を使用します。デジタル証明書のメカニズムは、公開鍵がオーナのものであることを結びつけ、安全で大規模なネットワークで公開鍵を配布できるようにします。

デジタル証明書において、PKI システムは、ユーザ認証、データ否認拒否、データの機密性、データの完全性のようなセキュリティサービスを行うネットワーク通信と e-コマースを提供します。

PKI システムは、Secure Sockets Layer (SSL)のため、証明書管理を提供します。

8.1.1 PKI 用語

I. デジタル証明書

デジタル証明書は、エンティティのため、認証局(CA)によってファイルの署名が行われます。主に認証情報、エンティティの公開鍵、CA 名、CA の署名、証明書の有効期間が含まれます。CA の署名が、証明書の有効性を保証します。デジタル証明書は、ITU-T X.509 の国際標準に準拠していなくてはいけません。一般的な標準は X.509 v3 です。

本文書で用いるローカル証明書と CA 証明書について説明します。ローカル証明書は、エンティティのため、CA によってデジタル証明書に署名されます。CA 証明書は CA が証明書に署名します。複数の CA が PKI システムの異なるユーザによって信頼されると、CA はトップレベルがルート CA となる CA ツリーの形となります。ルート CA はそれ自体 CA 証明書をもっており、低レベルの CA は次に高いレベルの CA によって、CA 証明書に署名されます。

II. CRL

発行されている証明書は、ユーザ名の変更、秘密鍵の漏洩、ユーザがビジネスを停止するときなどによって、取り消される必要があります。証明書の取り消しは、ユーザが正しいことを示す情報の公開鍵との結合を削除します。PKI において、取り消しは証明書失効リスト(CRL)によって行われます。証明書が取り消されるとき、CA は、すべての証明書が取り消されたということを示すため、ひとつあるいは複数の CRL を発行します。CRL はすべての取り消された証明書のシリアル番号を含んでおり、証明書が正しいかをチェックするのに効果的です。

CA は取り消された証明書の数が大きく、複数の CRL が配布されると、ネットワークに悪影響が起こる可能性があるときに、1 つのみ CRL が発行されます。CRL の URL を示すために、CRL 配布ポイントを使います。

III. CA ポリシー

CA ポリシーは CA が証明書リクエスト、失効証明書のプロセスや、CRL の配布を行うための基準です。一般的に CA は証明書実行ステート(CPS)の形式でポリシーを配布します。CA ポリシーは電話、ディスク、電子メールなどの通信外の方法を経由して取得できます。エンティティの公開鍵の結合をチェックする際、異なる CA は、異なる方法を使用します。そのため、信頼された CA を選択する前に、証明書リクエスト用の CA ポリシーを理解する必要があります。

8.1.2 PKI のアーキテクチャ

図 8-1に示すように PKI システムは、エンティティ、CA、登録局(RA)、PKI リポジトリ(repository)から構成されます。

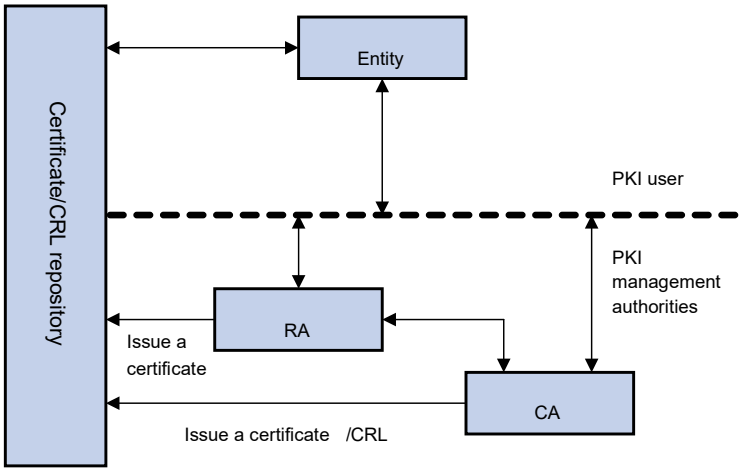


図 8-1 PKI アーキテクチャ

I. エンティティ

エンティティは、人や組織、ルータやスイッチやコンピュータで動作するプロセスのようなデバイスなどの PKI の製品やサービスのエンドユーザです。

II. CA

CA はデジタル証明書を発行したり管理したりするための、信頼された機関です。CA は CRL の配布に必要となるため、証明書の発行、証明書の有効期間を指定、失効証明書の取り消しを行います。

III. RA

登録局(RA)は CA の拡張機関、あるいは独立な機関です。CRL 管理、鍵ペア生成、鍵ペアのバックアップを含んだ機能を実装しています。PKI 標準では、アプリケーションシステ

ムの、より高度なセキュリティを実現するため、独立な RA が登録管理されることを推奨しています。

IV. PKI リポジトリ

PKI リポジトリは Lightweight Directory Access Protocol(LDAP)サーバや共通データベースで使われます。単一のクエリ機能を提供している間、証明書リクエスト、証明書、鍵、CRL、ログなどの情報を保存し、管理します。

LDAP は PKI 情報をアクセスし、管理するためのプロトコルです。LDAP サーバは、RA サーバからユーザ情報、デジタル証明書を保存します。ディレクトリナビゲーションサービスを提供します。エンティティは他のエンティティの証明書と同様に、そのローカル証明書と CA 証明書を取得することができます。

8.1.3 PKI のアプリケーション

PKI テクノロジーはオンライン処理のセキュリティ要求事項を満足させます。基盤として PKI は広い範囲のアプリケーションをもっています。ここではいくつかのアプリケーション例をあげます。

I. セキュア(安全)な email

Email は機密性、完全性、認証、非拒否性が必要とされます。PKI はこれらのニーズに取り組むことができます。安全な Email プロトコルは、Secure/Multipurpose Internet Mail Extensions (S/MIME)で、急速に発展しています。このプロトコルは PKI ベースを基にしており、署名に暗号化されたメールの転送を行うために使われます。

II. Web セキュリティ

Web セキュリティにおいて、トランスペアレントでセキュアな通信を行うために、アプリケーションレイヤで、最初に 2 つのピアが SSL 通信を確立できます。PKI において、SSL はブラウザとサーバ間で暗号化した通信を有効にします。通信グループの両方は、デジタル証明書を用いて、互いが正しいかアイデンティティを検証することができます。

8.1.4 PKI の動作

PKI が有効であるネットワークにおいて、エンティティは CA からローカル証明書をリクエストできます。デバイスは証明書が正しいかどうかをチェックします。以下に動作を示します。

1) エンティティは RA に証明書リクエストを提出します。
2) RA はエンティティが正しいかアイデンティティを再チェックし、アイデンティティ情報とデジタル署名の公開鍵を CA に送信します。
3) CA はデジタル署名をチェックします。アプリケーションを確認し、証明書を配布します。
4) RA は CA から証明書を受信し、ディレクトリナビゲーションサービスを提供するために LDAP サーバに証明書を送信します。証明書の発行に成功したことをエンティティに通知します。

5) エンティティは証明書を回収します。エンティティは、証明書を使用し、暗号化とデジタル署名によって、安全に他のエンティティと通信することができます。
6) 証明書の取り消しが必要なとき、エンティティは、CA にリクエストします。CA はリクエストを確認します。CRL をアップデートし、LDAP サーバの CRL を公表します。

8.2 PKI 設定手順リスト

以下に PKI を設定する手順を示します。

表 8-1 PKI 設定手順リスト

作業	補足
エンティティのDNの設定	必須設定項目
PKIドメインの設定	必須設定項目
PKI証明書リクエストの提出	必須設定項目
手動での証明書の取得	オプション設定項目
PKI証明書の確認の設定	オプション設定項目
ローカルRSA鍵ペアの廃棄	オプション設定項目
証明書の削除	オプション設定項目

8.3 エンティティのDNの設定

証明書は、公開鍵とエンティティのアイデンティティ情報を組み合わせます。そしてエンティティ識別名(DN)によって、アイデンティティ情報が、正常かどうか判断します。CA はエンティティ DN によって証明書申請者を独自に識別します。

エンティティ DN は以下のパラメータによって定義されます。

- エンティティの共通名
- 標準 2 文字で表されたエンティティのカントリーコード。たとえば CN は中国、US はアメリカ、JP は日本と表します。
- エンティティの完全修飾ドメイン名(FQDN)、ネットワーク上でエンティティの一意な識別子。ホスト名とドメイン名で構成され、IP アドレスに変換されます。たとえば www.whatever.com は FQDN、www はホスト名、whatever.com はドメイン名です。
- エンティティの IP アドレス
- エンティティがある所在地
- エンティティが所属している組織
- 組織内のエンティティのユニット
- エンティティがある州、県

🕮 **メモ：**

エンティティ DN の設定は、CA 証明書のポリシーに従う必要があります。たとえば、どのエンティティ DN パラメータが必須なのか、オプションなのかを決定する必要があります。そうでないと証明書は拒否されます。

以下にエンティティ DN を設定する手順を示します。

表 8-2 エンティティの DN の設定

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	ー
2. エンティティを作成し、その view に移行する	**pki entity** *entity-name*	デフォルト：なし
3. （オプション設定項目）エンティティの共通名を設定する	**common-name** *name*	デフォルト：なし
4. （オプション設定項目）エンティティのカントリーコードを設定する	**country** *country-code-str*	デフォルト：なし
5. （オプション設定項目）エンティティの FQDN を設定する	**fqdn** *name-str*	デフォルト：なし
6. （オプション設定項目）エンティティの IP アドレスを設定する	**ip** *ip-address*	デフォルト：なし
7. （オプション設定項目）エンティティの所在地を設定する	**locality** *locality-name*	デフォルト：なし
8. （オプション設定項目）エンティティの組織を設定する	**organization** *org-name*	デフォルト：なし
9. （オプション設定項目）エンティティのユニット名を設定する	**organization-unit** *org-unit-name*	デフォルト：なし
10. （オプション設定項目）エンティティの州あるいは県を設定する	**state** *state-name*	デフォルト：なし

🕮 **メモ：**

- Windows 2000 CA サーバは証明書リクエストのデータ長にいくつかの制限があります。もし証明書のエンティティ DN が、証明書のリクエストの制限を越える場合、サーバは証明書のリクエストに応答しません。

8.4 PKIドメインの設定

PKI 証明書のリクエストを行う前に、エンティティは登録情報の設定をする必要があります。登録情報は PKI ドメインとして参照されます。IKE、SSL のような他のアプリケーションにとって、PKI ドメインは参照を行う場合に役立ちます。デバイスに設定された PKI ドメインは、CA と他のデバイスには知られません。各 PKI ドメインはそれ自体のパラメータをもちます。

PKI ドメインは以下のパラメータで定義されます。

- trusted CAーエンティティは trusted CA.から証明書をリクエストします。

- エンティティー証明書アプリカント(申請者)は、CA にアイデンティティ情報を提供するためのエンティティを使用します。
- RAー一般的に独立した登録局(RA)は証明書リクエストマネジメントを管理しています。エンティティから登録リクエストを受信し、その資格をチェックします。デジタル証明書に署名するために CA に確認していいかどうかを決めます。RA はエンティティのアプリケーションの資格をチェックするだけで、いかなる証明書も発行しません。独立した RA が必要でない場合、登録の管理は CA が行いますが、独立した RA を配置すべきです。
- 登録サーバの URLーエンティティは、エンティティが CA と通信するために使われる SCEP (Simple Certification Enrollment Protocol)を通して、登録サーバに証明書リクエストを送信します。
- ポーリング間隔と総数ーアプリカントが証明書リクエストを作成した後、手動で証明書リクエストを確認する場合、CA は長い時間かかります。証明書の署名が行われた後、アプリカントができるだけ早く証明書を取得できるように、周期的にリクエストの状態を問い合わせする必要があります。ポーリング間隔と総数を設定することができます。
- LDAP サーバの IP アドレスーLDAP サーバは、普通、証明書と CRL を記録するのに使われます。このため、LDAP サーバの IP アドレスを設定する必要があります。
- ルート証明書が改ざんされていないための証明書データ(フィンガープリント)ーCA のルート証明書を取得した際、エンティティはルート証明書のフィンガープリントを検証する必要があります。これはルート証明書のデータのハッシュ値です。このハッシュ値は、証明書ごとに一意に決まります。ルート証明書のフィンガープリントが PKI ドメイン用に設定されたものと異なる場合、エンティティはルート証明書を拒否します。

PKI ドメインを設定する手順を以下に示します。

表 8-3 PKI ドメインの設定

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	ー
2. PKI ドメインを作成し、その view へ移行する	**pki domain** *domain-name*	デフォルト：なし
3. trusted CA を指定する	**ca identifier** *name*	デフォルト：なし
4. 証明書リクエスト用のエンティティを指定する	**certificate request entity** *entity-name*	デフォルト：なし 指定されたエンティティは必要です。
5. 証明書リクエスト用の機関を指定する	**certificate request from** { **ca** | **ra** }	デフォルト：なし
6. 証明書リクエスト用のサーバの URL を設定する	**certificate request url** *url-string*	デフォルト：なし
7. （オプション設定項目）証明書リクエスト問い合わせ用のポーリング間隔と総数を設定する	**certificate request polling** { **count** *count* | **interval** *minutes* }	デフォルト：ポーリングは20分の間隔で50回です。

操作	コマンド	補足
8. ルート証明書検証のためのフィンガープリントを設定する	**root-certificate fingerprint** { **md5** | **sha1** } *string*	証明書リクエストモードが自動の場合は必須設定項目です。 証明書リクエストモードが手動の場合はオプション設定項目。 証明書リクエストモードが手動で、このコマンドが設定されていない場合、ルート証明書のフィンガープリントは手動で検証する必要があります。 デフォルト：なし。
9. 証明書要求のためにキーペアを指定する	• RSAキーペア： **public-key rsa** { { **encryption name** *encryption-key-name* [**length** *key-length*] | **signature name** *signature-key-name* [**length** *key-length*] } * | **general name** *key-name* [**length** *key-length*] } • ECDSAキーペア： **public-key ecdsa name** *key-name* [**secp192r1** | **secp256r1** | **secp384r1** | **secp521r1**] • DSAキーペア **public-key dsa name** *key-name* [**length** *key-length*]	デフォルト：なし

🕮 **メモ：**

- CA 証明書を取得するときのみ、CA 名が要求されます。ローカル証明書リクエストの時には使われません。

8.5 PKI証明書リクエストの提出

証明書を要求する際、エンティティは、アイデンティティ情報と公開鍵を提供することによって、CA に通知します。その情報は証明書の重要な構成要素となります。証明書リクエストは、オンラインモードあるいはオフラインモードでも CA に提出できます。オフラインモードにおいて、証明書リクエストは、電話、ディスク、Email などのような通信外の手段によって、提供されます。

オンライン証明書リクエストは手動モードと自動モードに分けられます。しかし本装置では手動モードのみサポートしています。

8.5.1 証明書リクエストの提出

エンティティ用に、CA 証明書を取得し、ローカル RSA 鍵ペアを作成し、ローカル証明書リクエストを提出する必要があります。

CA 証明書の取得の目的は、ローカル証明書の確実性と妥当性を検証するためです。

RSA 鍵ペアの作成は、証明書リクエストの重要な手順です。鍵ペアは公開鍵と秘密鍵をもっています。秘密鍵はユーザによって保持され、公開鍵は他の情報と一緒に CA に転送されます。

証明書リクエストを提出する手順を以下に示します。

表 8-4 証明書リクエストの提出

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	―
2. PKI domain view へ移行する	**pki domain** *domain-name*	―
3. （オプション設定項目）証明書リクエストモードの手動設定を行う	**certificate request mode manual**	デフォルト：手動
4. system view へ戻る	**quit**	―
5. 手動での CA 証明書を取得する	手動での証明書の取得を参照してください。	―
6. ローカル RSA 鍵ペアを作成する	**public-key local create rsa**	デフォルト：なし
7. 手動のローカル証明書リクエストを提出する	**pki request-certificate domain** *domain-name* [*password*] [**pkcs10** [**filename** *filename*]]	―

🕮 **メモ：**

- PKI ドメインがすでにローカル証明書をもっている場合、RSA 鍵ペアの作成は、鍵ペアと証明書が矛盾します。新しい RSA 鍵ペアを作成するため、ローカル証明書を削除した後、**public-key local create** コマンドを実行します。
- 新しく作成された鍵ペアはすでに存在している鍵ペアに上書きされます。もしローカル RSA 鍵ペアを作成する際に、**public-key local create** コマンドを実行する場合、システムは上書きするかどうかの確認メッセージが表示されます。
- もし PKI ドメインがすでにローカル証明書をもっている場合､そのためにまた別の証明書を要求することはできません。これは設定の変更によって証明書と登録情報の間で矛盾が起こらないようにします。
- SCEP を通して、CA から証明書を要求することができないとき、**pki request-certificate domain** コマンドの pkcs10、ファイル名のキーワードを使用することによって、リクエスト情報を保存します。そして通信外の手段によって CA にファイルを送信します。
- エンティティと CA のクロックが同期されていることを確認してください｡同期していないと証明書期間が異常となります。
- PKI リクエスト証明書ドメイン設定は、コンフィグファイルに保存されません。

8.6 手動での証明書の取得

CA 証明書とローカル証明書をダウンロードし、それをローカルに保存することができます。オンラインモードやオフラインモードのどちらかで行います。オフラインモードではFTP、disk、Email のような通信外の手段を用いて証明書を取得する必要があります。ローカル PKI システムに、証明書を取り入れます。

証明書の取得は 2 つの目的に利用されます。

- 取得クエリの効率化とクエリ総数の削減を行うため、ローカルセキュリティドメインに関連した証明書をローカルに保存します。
- 証明書の確認用の準備を行います。

オンラインモードでローカル証明書の取得を行う前に、LDAP サーバの設定を行う必要があります。

手動証明書の取得の手順を以下に示します。

表 8-5 手動での証明書の取得

操作		コマンド	補足
1. system view へ移行する		**system-view**	ー
2. 手動証明書を取得する	オンライン	**pki retrieve-certificate domain** *domain-name* { **ca** | **local** }	どちらかのコマンドを使用します。
	オフライン	**pki import domain** *domain-name* { **der** { **ca** | **local** | **peer** } **filename** *filename* | **p12 local filename** *filename* | **pem** { **ca** | **local** | **peer** } [**filename** *filename*] }	

注意:

- PKI ドメインがすでに CA 証明書をもっている場合、また別の CA 証明書を取得することはできません。これは設定の変更ができないようにすることで証明書と登録情報が矛盾を生じないようにします。
- 新しい CA 証明書を取得するためには、**pki delete-certificate** コマンドを用い、存在する CA 証明書とローカル証明書を最初に削除します。
- PKI の取得と証明書の設定は、コンフィグファイルに保存されません。
- 証明書を有効とさせるため、デバイスのシステム時間が証明書の妥当な期間内にあることを確認してください。

8.7 PKI証明書の確認の設定

証明書は使用する前に確認する必要があります。証明書が CA によって署名されており、証明書の期限が切れていないことや無効でないことを確認します。

証明書の確認を行う前に、CA 証明書を取得する必要があります。

CRL のチェックは、証明書の確認で使うか指定することができます。もし CRL チェックを有効にした場合、CRL は証明書の確認に使われます。

I. CRL チェック機能有効時の PKI 証明書の確認の設定

CRL チェック有効時の PKI 証明書の確認の設定手順を以下に示します。

表 8-6 CRL チェック機能有効時の PKI 証明書の確認の設定

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	―
2. PKI domain view へ移行する	**pki domain** *domain-name*	―
3. （オプション設定項目）CRL 発行ポイントの URL を指定する	**crl url** *url-string*	デフォルト：指定なし
4. （オプション設定項目）CRL チェックを有効にする	**crl check enable**	デフォルト：有効
5. system view へ戻る	**quit**	―
6. CA 証明書を取得する	手動での証明書の取得を参照してください。	―
7. CRL を取得する	**pki retrieve-crl domain** *domain-name*	―
8. 証明書の有効性をチェックする	**pki validate-certificate domain** *domain-name* { **ca** | **local** }	―

II. CRL チェック機能無効時の PKI 証明書の確認の設定

CRL チェック無効時の PKI 証明書の確認の設定の手順を以下に示します。

表 8-7 CRL チェック機能無効時の PKI 証明書の確認の設定

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	―
2. PKI domain view へ移行する	**pki domain** *domain-name*	―
3. CRL チェックを無効にする	**undo crl check enable**	デフォルト：有効
4. system view へ戻る	**quit**	―
5. CA 証明書を取得する	手動での証明書の取得を参照してください。	―
6. 証明書の有効性をチェックする	**pki validate-certificate domain** *domain-name* { **ca** | **local** }	―

🕮 **メモ：**

- CRL アップデート期間は、エンティティが CRL サーバから CRL をダウンロードする間隔を参考にしています。CRL アップデート期間は、CRL で指定された期間よりも優先して設定されます。
- PKI 取得 CRL ドメインの設定は、設定ファイルに保存されません。
- CRL 発行ポイントの URL はドメイン名解決をサポートしていません。

8.8 ローカルRSA鍵ペアの廃棄

証明書はライフタイムをもっています。ライフタイムは CA によって決められます。秘密鍵が漏洩したり、証明書が期限切れとなったりする場合、古い RSA 鍵ペアの破棄を行います。そして新しい証明書を要求するリクエストのペアを作成します。

ローカル RSA ペアを廃棄する手順を以下に示します。

表 8-8 ローカル RSA 鍵ペアの廃棄

操作	コマンド	補足
1. system view への移行する	**system-view**	—
2. ローカル RSA 鍵ペアを廃棄する	**public-key local destroy rsa**	—

🕮 **メモ：**

古い RSA 鍵ペアを完全に削除するためには装置の再起動が必要です。新しい RSA 鍵ペアを作成する場合は再起動の必要はありません。

8.9 証明書の削除

手動でリクエストされた証明書が期限切れとなったり、新しい証明をリクエストしたりする場合、現在のローカル証明書あるいは CA 証明書を削除します。

証明書を削除する手順を以下に示します。

表 8-9 証明書の削除

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	—
2. 証明書を削除する	**pki delete-certificatedomain** *domain-name* { **ca** | **local** }	—

🕮 **メモ：**

証明書を完全に削除するためには装置の再起動が必要です。新しい証明書を取得する場合は再起動の必要はありません。

8.10 PKIの表示

表 8-10 PKI の表示

操作	コマンド	補足
証明書のコンテンツを表示する	**display pki certificate domain** *domain-name* { **ca** | **local** }	すべてのviewで実行可能です。
証明書リクエストステータスを表示する	**display pki certificate request-status**	すべてのviewで実行可能です。
CRLを表示する	**display pki crl domain** *domain-name*	すべてのviewで実行可能です。

8.11 PKI 設定例

⚠ **注意:**

SCEP アドオンは CA として Windows サーバを使用するときに必要となります。この場合、PKI ドメインの設定を行うとき、エンティティが RA から証明書をリクエストするために、ra コマンドで証明書リクエストを使用する必要があります。

8.11.1 CA からローカル証明書を手動で取得する

I. ネットワーク要件

CA サーバからローカル証明書をリクエストする AP の PKI エンティティを設定します。

AP で証明書要求を作成した後、手動で CA から証明書を取得し、AP にインポートします。

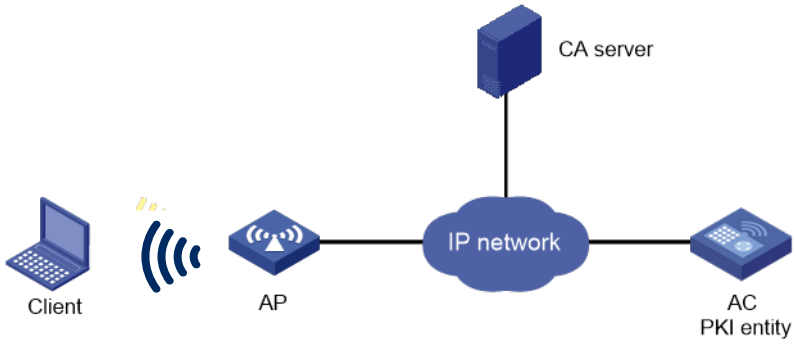


図 8-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1) AP の設定

- エンティティ DN の設定

エンティティ名を aaa、共通名を AP と設定します。

<AP> system-view

```
[AP] pki entity aaa
[AP-pki-entity-aaa] common-name AP
[AP-pki-entity-aaa] quit
```

- PKI ドメインの設定

#PKI ドメイン torsa を作成し、PKI ドメインに移行します。

```
[AP] pki domain torsa
```

trusted CA 名 myca を設定します。

```
[AC-pki-domain-torsa] ca identifier myca
```

CA に証明書機関を設定します。

```
[AC-pki-domain-torsa] certificate request from ca
```

証明書リクエスト用のエンティティ aaa を指定します。

```
[AC-pki-domain-torsa] certificate request entity aaa
```

#RSA を使用してローカル鍵ペア hostkey を作成します。

```
[AC] public-key local create rsa name hostkey
The range of public key size is (512 ~ 2048).
NOTES: If the key modulus is greater than 512,
It will take a few minutes.
Press CTRL+C to abort.
Input the bits in the modulus [default = 1024]:
Generating Keys...
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
++++++++++++++++++++++++++++++++++++
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
++++++++++++++++++++++
```

証明書リクエスト用のローカル鍵ペアとして hostkey を指定します。

```
[AC-pki-domain-torsa] public-key rsa general name hostkey
```

- CA 証明書、ローカル証明書の取得

#CA 証明書を取得し、FTP 等を用いて AP に保存します。(詳細は省略します。)

以降の手順では、Flash 直下に cacert.pem というファイル名で保存している前提で説明します。

#CA 証明書をインポートします。

```
[AC] pki import domain torsa pem ca filename cacert.pem
```

PKCS10 のローカル証明書要求を作成します。表示された文字列を CA に提出してローカル証明書を入手します。 (詳細は省略します。)

```
[AC] pki request-certificate domain torsa pkcs10
```

```
-----BEGIN CERTIFICATE REQUEST-----
（※内容は省略します）
-----END CERTIFICATE REQUEST-----
```

入手したローカル証明書を、FTP 等を用いて AP の Flash に格納します 。(詳細は省略します。)

以降の手順では、ローカル証明書は、”localcert.pem”というファイル名で、AP の Flash 直下に保存してあるものとして説明します。

#ローカル証明書をインポートします。

```
[AP] pki import domain torsa pem local filename localcert.pem
```

2) 設定の確認

#以下のコマンドを用いて、取得されたローカル証明書の情報を表示します。

[AC] display pki certificate domain torsa local

```
Certificate:
    Data:
        Version: 3 (0x2)
        Serial Number:
            48FA0FD9 00000000 000C
        Signature Algorithm: sha1WithRSAEncryption
        Issuer:
            CN=myca
        Validity
            Not Before: Nov 21 12:32:16 2007 GMT
            Not After : Nov 21 12:42:16 2008 GMT
        Subject:
            CN=AC
        Subject Public Key Info:
            Public Key Algorithm: rsaEncryption
            RSA Public Key: (1024 bit)
                Modulus (1024 bit):
                    00A6637A 8CDEA1AC B2E04A59 F7F6A9FE
                    5AEE52AE 14A392E4 E0E5D458 0D341113
                    0BF91E57 FA8C67AC 6CE8FEBB 5570178B
                    10242FDD D3947F5E 2DA70BD9 1FAF07E5
                    1D167CE1 FC20394F 476F5C08 C5067DF9
                    CB4D05E6 55DC11B6 9F4C014D EA600306
                    81D403CF 2D93BC5A 8AF3224D 1125E439
                    78ECEFE1 7FA9AE7B 877B50B8 3280509F
                    6B
                Exponent: 65537 (0x10001)
        X509v3 extensions:
            X509v3 Subject Key Identifier:
            B68E4107 91D7C44C 7ABCE3BA 9BF385F8 A448F4E1
            X509v3 Authority Key Identifier:
            keyid:9D823258 EADFEFA2 4A663E75 F416B6F6 D41EE4FE

            X509v3 CRL Distribution Points:
            URI:http://l00192b/CertEnroll/CA%20server.crl
            URI:file://\\l00192b\CertEnroll\CA server.crl

            Authority Information Access:
            CA Issuers - URI:http://l00192b/CertEnroll/l00192b_CA%20server.crt
            CA Issuers - URI:file://\\l00192b\CertEnroll\l00192b_CA server.crt

            1.3.6.1.4.1.311.20.2:
                .0.I.P.S.E.C.I.n.t.e.r.m.e.d.i.a.t.e.O.f.f.l.i.n.e
    Signature Algorithm: sha1WithRSAEncryption
        81029589 7BFA1CBD 20023136 B068840B
（省略）
```

他の display コマンドー**display pki certificate domain ca** コマンドを使用できます。CA 証明書の詳細な情報を表示します。

8.12 PKIのトラブルシューティング

8.12.1 CA 証明書の取得に失敗

I. 現象

CA 証明書の取得に失敗しました。

II. 解析

以下の原因が考えられます。

- ネットワーク接続が正しくありません。たとえばネットワークケーブルの損傷あるいは切断。
- trusted CA が指定されていません。
- 証明書リクエスト用の証明書サーバの URL が不正あるいは設定されていません。
- 証明書リクエスト用の機関が設定されていません。
- デバイスのシステムクロックが CA のシステムクロックと同期していません。

III. 解決方法

- ネットワーク接続が物理的に正しいか確認します。
- 必要とされるコマンドが正しく設定されたか確認します。
- ping コマンドを用いて、RA サーバに通信可能か確認します。
- 証明書リクエスト用の機関を指定します。
- デバイスのシステムクロックを CA のシステムクロックと同期させます。

8.12.2 ローカル証明書のリクエストに失敗

I. 現象

ローカル証明書のリクエストに失敗しました。

II. 解析

以下の原因が考えられます。

- ネットワーク接続が正しくありません。たとえばネットワークケーブルの損傷あるいは切断。
- CA 証明書が取得されていません。
- 現在の鍵ペアが証明書と関連付けられていません。
- trusted CA が指定されていません。
- 証明書リクエスト用の証明書サーバの URL が不正あるいは設定されていません。
- 証明書リクエスト用の機関が設定されていません。
- エンティティ DN の必要なパラメータが設定されていません。

III. 解決方法

- ネットワーク接続が物理的に正しいか確認します。
- CA 証明書を取得します。
- 鍵ペアを再度作成します。
- trusted CA を指定します。
- ping コマンドを用いて、RA サーバに通信可能か確認します。
- 証明書リクエスト用の機関を指定します。
- エンティティ DN の必要なパラメータを設定します。

8.12.3 CRL の取得に失敗

I. 現象

CRL の取得に失敗しました。

II. 解析

以下の原因が考えられます。

- ネットワーク接続が正しくありません。たとえばネットワークケーブルの損傷あるいは切断。
- CRL の取得をする前に、CA 証明書が取得されていません。
- LDAP サーバの IP アドレスが設定されていません。
- CRL 配布 URL が設定されていません。
- LDAP サーババージョンが間違っています。

III. 解決方法

- ネットワーク接続が物理的に正しいか確認します。
- CA 証明書を取得します。
- LDAP サーバの IP アドレスを指定します。
- CRL 配布 URL を指定します。
- LDAP バージョンの再設定を行います。

目次

このセクションのページは**9-x-x** です。

9章 SSL 9-1
9.1 SSL概要 9-1
9.1.1 SSLセキュリティメカニズム 9-1
9.1.2 SSLプロトコルスタック 9-2
9.2 SSL設定作業リスト 9-2
9.3 SSLサーバポリシーの設定 9-3
9.3.1 設定必要条件 9-3
9.3.2 設定手順 9-3
9.4 SSLサーバのSSLプロトコルバージョンの無効化 9-4
9.5 SSLネゴシエーション実行中におけるSSLサーバの完全な証明書チェーンのクライアントへの送信 9-4
9.6 SSLクライアントポリシーの設定 9-4
9.6.1 設定必要条件 9-5
9.6.2 設定手順 9-5
9.7 SSLの表示 9-5

9章 SSL

9.1 SSL概要

Secure Sockets Layer (SSL) は、HTTP のような TCP ベースのアプリケーションレイヤプロトコルのセキュアなコネクションサービスを提供するセキュリティプロトコルです。

SSL は、e ビジネスやインタネットでセキュアなデータ通信を保証する必要があるオンライン銀行などに広く使われます。

9.1.1 SSL セキュリティメカニズム

SSL によって提供されるセキュアな通信は以下の特徴があります。

- **機密性**－SSL はデータを暗号化する対称暗号アルゴリズムを使用しています。そして対称暗号アルゴリズムによって作成された鍵を暗号化するために、Rivest, Shamir, and Adelman (RSA)の非対称の鍵アルゴリズムを使用します。
- **認証**－SSL は証明書を基にした、デジタル署名に使われるサーバとクライアントの同一性を示す認証をサポートしています。SSL サーバとクライアントは、公開鍵基盤を用いて、認証局(CA)から証明書を取得します。
- **信頼性**－SSL は、メッセージの完全性をチェックするため、鍵を基にしたメッセージ認証コード(MAC)を使用します。MAC アルゴリズムは、可変長のメッセージを固定長に変更します。図 9-1にメッセージの完全性をチェックする MAC アルゴリズムを使用する SSL について示します。送信元は、鍵のために、メッセージの MAC の値を計算する MAC アルゴリズムを使用します。次に送信元は、MAC の値をメッセージに添付し、結果を宛先に送信します。宛先は同じ鍵を用い、受信したメッセージの MAC の値を計算する MAC アルゴリズムを使用し、受信された MAC の値とローカルに計算された値と比較します。それぞれの MAC の値が同じならば、宛先はメッセージが損なわれていないと判断します。MAC の値が異なる場合、転送中にメッセージが変更されたと認識し、メッセージを廃棄します。

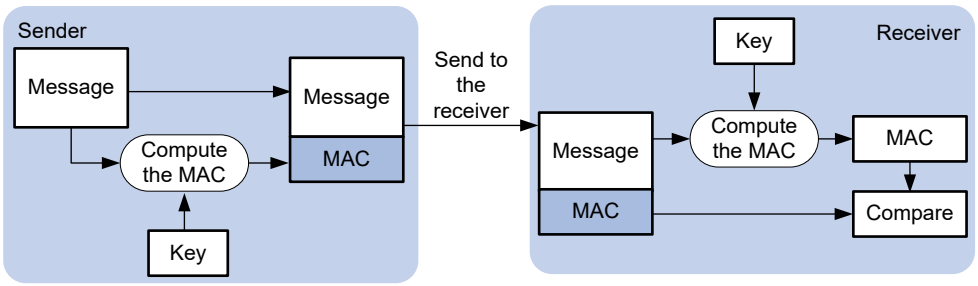


図 9-1 MAC アルゴリズムによるメッセージの完全性の検証

9.1.2 SSL プロトコルスタック

図 9-2に示すように、SSL は 2 つのレイヤのプロトコルから構成されます。低いレイヤの SSL レコードプロトコルと、上位の SSL ハンドシェイクプロトコル、SSL change cipher spec プロトコル、SSL alert プロトコルがあります。

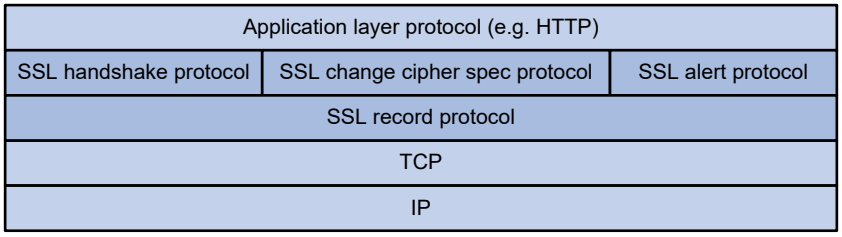


図 9-2 SSL プロトコルスタック

- **SSL レコードプロトコル**－転送されたデータをフラグメントし、データに MAC を追加し、計算します。対向先に転送する前にデータを暗号化します。
- **SSL ハンドシェイクプロトコル**－SSL プロトコルスタックの重要な部分です。信頼できるセキュアな通信に使われる暗号方式を決めます（非対称暗号アルゴリズム、鍵交換アルゴリズム、MAC アルゴリズムを含みます）。また、サーバとクライアント間の鍵交換をセキュアに行い、サーバとクライアントが、なりすましなどが行われていないことを示す同一性の認証を提供します。SSL ハンドシェイクプロトコルを通して、セッションがサーバとクライアント間で取得されます。セッションは、セッション ID、ピア証明書、暗号文、master secret を含んだパラメータから構成されます。
- **SSL 変更暗号文スペックプロトコル(SSL change cipher spec protocol)**－連続パケットを保護し、新規にネゴシエートされた暗号方式と鍵を基にして転送するためにクライアントとサーバ間でやりとりされるプロトコルです。
- **SSL 警告プロトコル(SSL alert protocol)**－SSL クライアントとサーバにお互いに警告メッセージを送信するプロトコルです。警告メッセージは、警告シビアリティレベルと説明文を含みます。

9.2 SSL設定作業リスト

SSL サーバの設定作業リストを以下に示します。

作業	補足
SSLサーバポリシーの設定	必須設定項目
SSLサーバポリシー用のPKIドメイン指定	必須設定項目
SSLサーバのSSLプロトコルバージョンの無効化	オプション設定項目
SSLネゴシエーション実行中におけるSSLサーバの完全な証明書チェーンのクライアントへの送信	オプション設定項目

SSL クライアントの設定作業リストを以下に示します。

作業	補足
SSLクライアントポリシーの設定	必須設定項目

作業	補足
SSLクライアントポリシー用のPKIドメイン指定	必須設定項目
SSLクライアントポリシーのSSLプロトコルバージョンを指定	オプション設定項目
デジタル証明書を使用したサーバの認証を設定する	オプション設定項目

9.3 SSLサーバポリシーの設定

SSL サーバポリシーは、サーバが立ち上がったときに使われる SSL パラメータです。SSL サーバポリシーは HTTP プロトコルのようなアプリケーションレイヤのプロトコルに関連している場合のみ効果があります。

9.3.1 設定必要条件

SSL サーバポリシーの PKI ドメインを設定します。PKI ドメインは、サーバ側の証明書を取得するのに使われます。

9.3.2 設定手順

以下に SSL サーバポリシーを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	―
2. SSL サーバポリシーを作成し、その view へ移行する	**ssl server-policy** *policy-name*	―
3. SSL サーバポリシー用の PKI ドメインを指定する	**pki-domain** *domain-name*	デフォルト：なし

🕮 **メモ：**

- クライアント認証を有効にした場合、クライアント用にローカル証明書を要求する必要があります。
- SSL は主に SSL3.0、TLS1.0、1.1、1.2 のバージョンを使用します。TLS1.0、1.1、1.2 は SSL3.1 に対応します。装置が SSL サーバとして動作するとき、SSL3.0 や TLS1.0、1.1、1.2 で動作するクライアントと通信することができます。そしてクライアントからの Hello パケットを識別することで、クライアントが SSL3.0、TLS1.0、1.1、1.2 をサポートすることを識別します。サーバは、クライアントに SSL3.0 あるいは TLS1.0、1.1、1.2 を使用して通信するということを通知します。

9.4 SSLサーバのSSLプロトコルバージョンの無効化

セキュリティを強化するために、SSL サーバがセッションネゴシエーションに特定の SSL プロトコルバージョンを使用しないようにすることができます。

SSL サーバは、SSL サーバポリシーの SSL プロトコルバージョンが有効になっているバージョンでのみ

以下に装置で SSL サーバの SSL プロトコルバージョンを無効にする手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	―
2. SSL サーバの SSL プロトコルバージョンを無効にする	**ssl version** { **ssl3.0** | **tls1.0** | **tls1.1** | **tls1.2** } **disable**	デフォルト：SSL3.0、TLS1.0、TLS1.1、TLS1.2が有効

9.5 SSLネゴシエーション実行中におけるSSLサーバの完全な証明書チェーンのクライアントへの送信

クライアントがサーバ証明書を確認するための完全な証明書チェーンを持っていない場合、SSL セッションが正常に確立されるようにするためにこの機能を設定します。

以下に SSL ネゴシエーションの実行中に SSL サーバが完全な証明書チェーンをクライアントに送信することを有効にする手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	―
2. SSL サーバポリシーの作成とその view へ移行する	**ssl server-policy** *policy-name*	―
3. SSL ネゴシエーションの実行中に SSL サーバが完全な証明書チェーンをクライアントに送信することを有効にする	**certificate-chain-sending enable**	デフォルト：SSLネゴシエーションの実行中、SSLサーバは、完全な証明書チェーンではなくサーバ証明書をクライアントに送信します

9.6 SSLクライアントポリシーの設定

SSL クライアントポリシーは、装置が SSL クライアントとして動作するときに使用される SSL パラメータセットです。SSL クライアントは、SSL クライアントポリシーの設定を使用してサーバへの接続を確立します。

SSL クライアントポリシーに設定する SSL パラメータには、PKI ドメイン、優先暗号スイートが含まれます。

9.6.1 設定必要条件

SSL クライアントポリシーの PKI ドメインを設定します。PKI ドメインは、クライアント側の証明書を取得するのに使われます。

9.6.2 設定手順

以下に SSL クライアントポリシーを設定する手順を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view へ移行する	**system-view**	ー
2. SSL クライアントポリシーを作成し、その view へ移行する	**ssl client-policy** *policy-name*	ー
3. SSL クライアントポリシー用の PKI ドメインを指定する	**pki-domain** *domain-name*	デフォルト：なし
4. SSL クライアントポリシーの SSL プロトコルバージョンを指定する	**version** { **ssl3.0** | **tls1.0** | **tls1.1** | **tls1.2** }	デフォルト：TLS1.0
5. デジタル証明書を使用したサーバの認証を設定する	**server-verify enable**	デフォルト：有効

9.7 SSLの表示

操作	コマンド	補足
SSLクライアントポリシー情報を表示する	**display ssl client-policy** [*policy-name*]	すべてのviewでコマンドを実行できます。
SSLサーバポリシー情報を表示する	**display ssl server-policy** [*policy-name*]	すべてのviewでコマンドを実行できます。

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

10章 接続制限の設定 10-1
10.1 概要 10-1
10.2 接続制限設定の設定作業リスト 10-1
10.3 接続制限ポリシーの作成 10-1
10.4 接続制限ポリシーの設定 10-2
10.5 接続制限ポリシーの適用 10-2
10.6 接続制限の表示および管理 10-3
10.7 接続制限の設定例 10-3
10.8 接続制限のトラブルシューティング 10-5
10.8.1 セグメントが重複している接続制限ルール内のACL 10-5

10章 接続制限の設定

10.1 概要

接続制限機能により、デバイスは確立された接続数を監視し制限することができます。

図 10-1に示すように、次の問題が存在する可能性があります。

- ホスト B が短時間に大量の接続を開始すると、システムリソースが使い尽くされ、ホスト A がインターネットにアクセスできなくなる可能性があります。
- 内部サーバが短時間に大量の接続要求を受信すると、サーバは他の要求を処理できません。

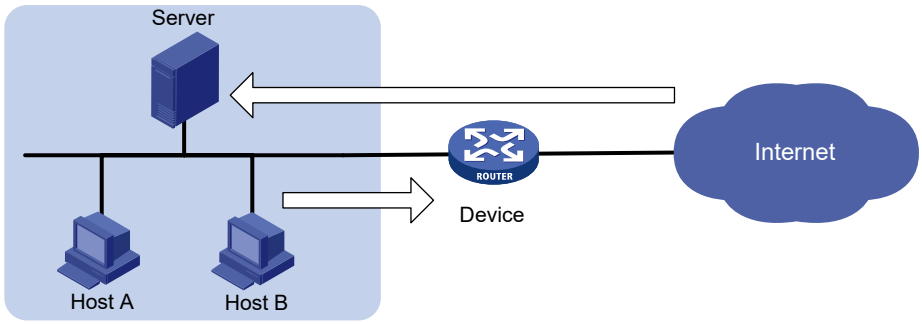


図 10-1 ネットワーク図

これらの問題を解決するには、作成した接続制限ポリシーをグローバルまたはインタフェースに適用し、すべてのインタフェースまたは単一インタフェースで接続制限を設定します。

10.2 接続制限設定の設定作業リスト

操作	補足
(必須設定項目)接続制限ポリシーの作成	—
(必須設定項目)接続制限ポリシーの設定	—
(必須設定項目)接続制限ポリシーの適用	—

10.3 接続制限ポリシーの作成

接続制限ポリシーには、一連の接続制限ルールが含まれており、それぞれの接続制限ルールは、接続の範囲と接続制限基準を定義します。

接続制限ポリシーを作成するためには、次の作業を実行します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. 接続制限ポリシーを作成し、その view に移行する	**connection-limit policy** *policy-id*	デフォルト：設定なし

10.4 接続制限ポリシーの設定

接続制限ポリシーを使用するには、ポリシーに接続制限ルールを追加する必要があります。接続制限ルールには、接続の範囲と接続制限基準を定義します。接続制限基準に基づいて範囲内の接続は制限されます。接続制限基準に一致する接続数が上限に達すると、接続数が下限値を下回るまで、デバイスは新しい接続を受け入れません。接続制限基準に一致しない接続は制限されません。

各接続制限ルールでは、ACL を使用して接続の範囲を定義します。さらに、この接続制限ルールでは、次のフィルタリング方法を使用して接続を制限することができます。

- **宛先毎**－宛先 IP アドレスによるユーザー接続を制限します。
- **サービス毎**－ユーザー接続をサービス（トランスポート層プロトコルとサービスポート）別に制限します。
- **送信元毎**－送信元 IP アドレスによるユーザー接続を制限します。

複数のフィルタリング方法を選択でき、選択した方法が同時に有効になります。たとえば、宛先毎とサービス毎の両方を指定した場合、同じサービスを使用し、同じ IP アドレス宛のユーザー接続が制限の対象となります。接続制限ルールでフィルタリング方法を指定しない場合、その範囲内のすべてのユーザー接続が制限の対象となります。

接続制限ポリシーが適用されると、デバイス上の接続は、ルール ID の昇順でポリシー内のすべての接続制限ルールとの照合を行います。ID の小さいルールほど接続の範囲は小さくし多くのフィルタリング方法を指定することを推奨します。

接続制限ポリシーを設定するためには、次の作業を実行します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. connection limit policy に移行する	**connection-limit policy** *policy-id*	—
3. 接続制限ルールを設定する	**limit** *limit-id* **acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* } [**per-destination** | **per-service** | **per-source**] * **amount** *max-amount min-amount* | **rate** *rate* } * [**description** *text*]	デフォルト：設定なし
4. (オプション設定項目) 接続制限ルールの説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし

10.5 接続制限ポリシーの適用

接続制限ポリシーを有効にするには、グローバルまたはインタフェースにポリシーを適用する必要があります。インタフェースに適用される接続制限ポリシーは、インタフェース

上の指定された接続に対してのみ有効です。グローバルに適用される接続制限ポリシーは、デバイス上の指定されたすべての接続に適用されます。

異なる接続制限ポリシーを、デバイス上のグローバルと個々のインタフェースのそれぞれに適用することもできます。この場合、デバイスは、受信インタフェースのポリシー、グローバルのポリシー、送信インタフェースのポリシーの順序で、接続を照合します。接続の数が定義されたポリシーのうち最も低い接続上限値に達している限り、新しい接続を受け入れることはできなくなります。

接続制限ポリシーを適用するためには、次の手順を実行します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	system-view	—
2. 接続制限ポリシーを適用する	• グローバルへの接続制限ポリシーの適用 **connection-limit apply global policy** *policy-id* • インタフェースへの接続制限ポリシーの適用 1. **interface** *interface-type interface-number* 2. **connection-limit apply policy** *policy-id*	デフォルト : 接続制限ポリシーは適用されていません。 IPv4接続制限ポリシーは1つずつのみグローバルまたはインタフェースに適用できます。新しいIPv4接続制限ポリシーを設定した場合、古いポリシーを上書きします。

10.6 接続制限の表示および管理

display コマンドはすべてのビューで実行し、**reset** コマンドは user view で実行できます。

操作	コマンド
接続制限ポリシー情報を表示する	**display connection-limit policy** { **all** | *policy-id* }
グローバルまたはインタフェース上の接続制限統計情報を表示する	**display connection-limit statistics** { **global** | **interface** *interface-type interface-number* }
グローバルまたはインタフェース上の接続制限ルールに一致するIP接続に関する統計情報を表示する	**display connection-limit stat-nodes** { **global** | **interface** *interface-type interface-number* } [**destination** *destination-ip* | **service-port** *port-number* | **source** *source-ip*] * [**count**]
グローバルまたはインタフェース上の接続制限統計情報をクリアする	**reset connection-limit statistics** { **global** | **interface** *interface-type interface-number* }

10.7 接続制限の設定例

I. ネットワーク要件

図 10-2に示すように、すべてのホストは、ワイヤレスネットワーク経由で Web サーバにアクセスします。 サービスリソースの可用性を確保するには、各ホストから Web サーバへの HTTP 接続は最大 100 まで許可するように AC を構成します。

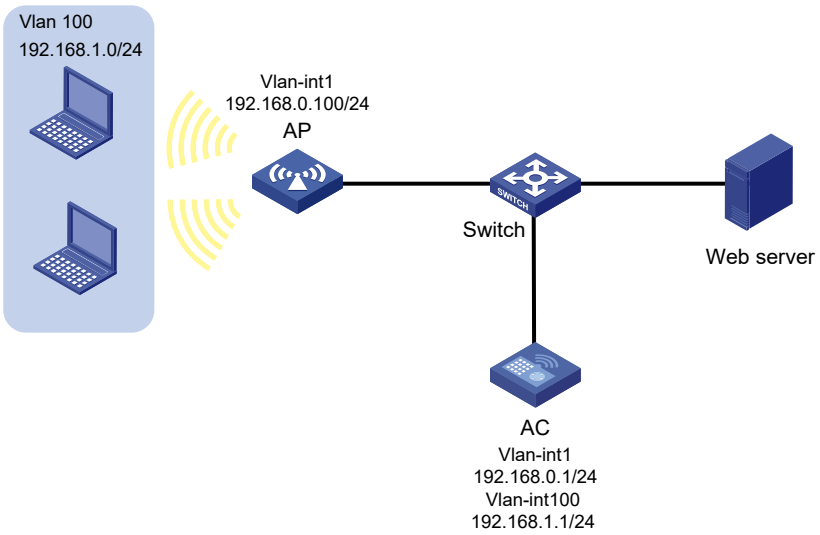


図 10-2 ネットワーク図

II. 設定手順

Web サーバへの HTTP 要求を許可するための ACL 3000 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] acl advanced 3000
[AC-acl-ipv4-adv-3000] rule permit tcp source 192.168.1.0 0.0.0.255 destination-port eq 80
[AC-acl-ipv4-adv-3000] quit
```

接続制限ポリシー1 を作成します。

```
[AC] connection-limit policy 1
```

ACL 3000 に一致する各ホストから最大 100 までの接続を許可するように接続制限ルール 1 を設定します。接続数が 100 を超えると、数が 50 を下回るまで新しい接続を確立できません。

```
[AC-connection-limit-policy-1] limit 1 acl 3000 per-source amount 100 50
[AC-connection-limit-policy-1] quit
```

#グローバルに接続制限ポリシー1 を適用します。

```
[AC] connection-limit apply global policy 1
```

III. 設定の確認

接続制限ポリシーに関する情報を表示します。

```
[AC] display connection-limit policy 1
IPv4 connection limit policy 1 has been applied 1 times, and has 1 limit rules.
Limit rule list:
 Policy  Rule     Stat Type  HiThres  LoThres  ACL
```

```
--------------------------------------------------------------------------------
      1     1           Src      100       50  3000
 Application list:
     Global
```

10.8 接続制限のトラブルシューティング

10.8.1 セグメントが重複している接続制限ルール内の ACL

I. 症状

対象の接続制限ポリシーには 2 つのルールがあります。ルール 1 は、セグメント 192.168.0.0/24 の各ホストからの接続の上限を 10 に設定します。ルール 2 は、192.168.0.100/24 からの接続の上限を 100 に設定します。

```
<AC> system-view
[AC] acl basic 2001
[AC-acl-ipv4-basic-2001] rule permit source 192.168.0.0 0.0.0.255
[AC-acl-ipv4-basic-2001] quit
[AC] acl basic 2002
[AC-acl-ipv4-basic-2002] rule permit source 192.168.0.100 0
[AC-acl-ipv4-basic-2002] quit
[AC] connection-limit policy 1
[AC-connection-limit-policy-1] limit 1 acl 2001 per-destination amount 10 5
[AC-connection-limit-policy-1] limit 2 acl 2002 per-destination amount 100 10
```

その結果、192.168.0.100 のホストは、外部ネットワークに対して最大 10 の接続しか開始できません。

II. 解決策

この問題を解決するには、

1)　ルール ID を交換して、2 つの接続制限ルールを再調整します。

問題が解決しない場合、販売店もしくは担当営業に問い合わせてください。

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

11章 IPソースガード 11-1
11.1 概要 11-1
11.2 設定手順 11-1
11.3 未知の送信元IPv4アドレスからのパケットの処理方法の設定 11-2
11.4 IPSGの設定例 11-2
11.4.1 ネットワーク要件 11-2
11.4.2 設定手順 11-3
11.4.3 設定の確認 11-4

11章 IP ソースガード

11.1 概要

IP ソースガード（IPSG）は、AP で受信するパケットをフィルタするための WLAN スヌーピングエントリを使用して、なりすまし攻撃を防止します。

WLAN スヌーピングは AP ではデフォルトで有効になっています。WLAN スヌーピングエントリは IP-MAC バインディングです。

- IPv4 ネットワークでは、WLAN スヌーピングはクライアントの IP-MAC バインディングを、AP を通過する ARP メッセージまたは DHCP パケットから読み取ります。IPSG は DHCP パケットから取得した WLAN スヌーピングエントリのみを使用します。
- IPv6 ネットワークでは、WLAN スヌーピングはクライアントの IP-MAC バインディングを、パケットは RA メッセージ、NS メッセージ、NA メッセージ、DHCP です。IPSG はパケットフィルタリングのために、すべての WLAN スヌーピングエントリを使用します。

DHCP については、オペレーションマニュアルのセクション 5 *IP サービス　“DHCP の概要”* を参照してください。

図 11-1に示すように、AP は DHCP サーバから IP アドレスを取得したクライアントについて、WLAN スヌーピングエントリを持っています。IPSG は、正当なクライアントからのパケットのみを転送します。

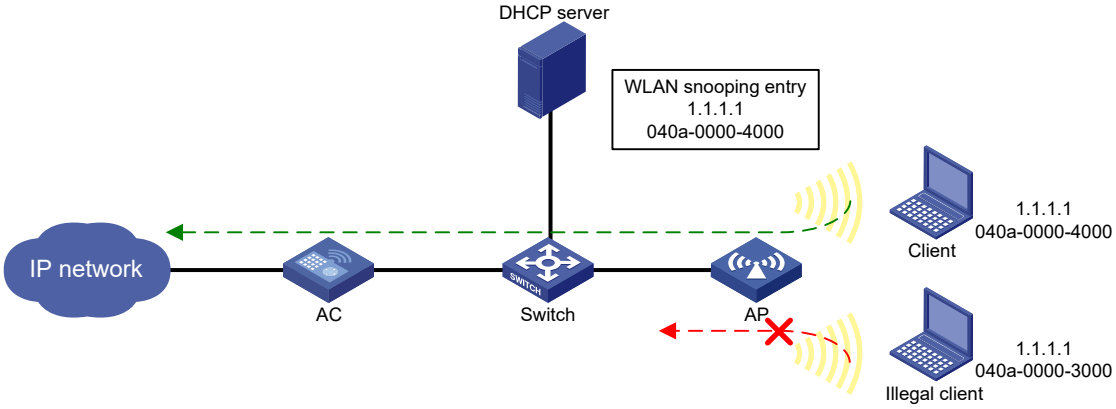


図 11-1 IPSG の適用

11.2 設定手順

サービサービステンプレートのために有効化された IPSG は、サービステンプレートに基づいて作成された BSS におけるクライアントからのパケットのみをフィルタします。他の BSS のクライアントには影響しません。

以下に IPSG 機能を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-number*	―
3. IPv4 の IPSG 機能を有効化する	**ip verify source**	デフォルト：無効

11.3 未知の送信元IPv4アドレスからのパケットの処理方法の設定

この機能は AC にのみ適用できます。

AC で IPSG 機能を有効にすると、DHCP パケットから AP が学習した IPv4 アドレスは、既知の送信元 IPv4 アドレスとみなされます。以下の IPv4 アドレスは未知の送信元 IPv4 アドレスとみなされます。

- AP を経由した ARP パケットから学習した IPv4 アドレス
- AP に学習していない IPv4 アドレス

以下の方法のいずれかを使用して、AP が未知の IPv4 アドレスから受信したパケットを処理できるように設定します。

- パケットの廃棄のみを実行します。
- パケットを廃棄し、送信元に認証拒否フレームを送信します。

未知の送信元 IPv4 アドレスからのパケットの処理方法の設定方法は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-number*	―
3. 未知の送信元 IPv4 アドレスからのパケットの処理方法を設定する	**ip verify unknown-ip** { **deauthenticate** | **drop** }	デフォルト：deauthenticate

11.4 IPSGの設定例

11.4.1 ネットワーク要件

図 11-2に示すように、クライアントは SSID サービス越しに WLAN にアクセスします。クライアント 1 とクライアント 2 は DHCP サーバ(スイッチ)越しに IP アドレスを取得します。

AP に到達するパケットをフィルタリングさせるために、AC 上でサービステンプレートの IPSG を有効化します。AP はクライアント 1 およびクライアント 2 からのパケットのみを転送します。

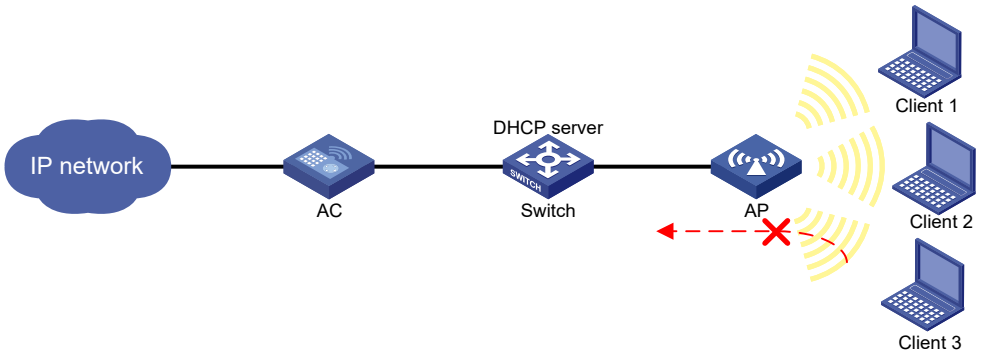


図 11-2 ネットワーク図

11.4.2 設定手順

サービステンプレート 1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template 1
```

サービステンプレートのための SSID を設定し、サービステンプレートを有効化します。

```
[AC-wlan-st-1] ssid service
[AC-wlan-st-1] service-template enable
```

IPv4 の IPSG 機能を有効化します。

```
[AC-wlan-st-1] ip verify source
[AC-wlan-st-1] quit
```

アクセスポイント ap1 を QX-W1020 モードで作成し、シリアル ID を 210235A29G007C000020 に設定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] serial-id 210235A29G007C000020
```

radio 2 の radio view に移行し、サービステンプレート 1 と radio 2 を関連付けます。

```
[AC-wlan-ap-ap1] radio 2
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] service-template 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-2] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

11.4.3 設定の確認

クライアント 1 とクライアント 2 が DHCP で IP アドレスを取得し、クライアント 3 には手動でクライアント 1 の IP アドレスをアサインします（詳細は示しません）。

クライアント 1 とクライアント 2 からのパケットが通過を許可されることを確認します（詳細は示しません）。

クライアント 3 からのパケットが廃棄されることを確認します（詳細は示しません）。

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

12 章 ARP アタックプロテクション 12-1
12.1 概要 12-1
12.2 ARP アタックプロテクション設定作業リスト 12-1
12.3 送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection の設定 12-1
12.3.1 設定手順 12-2
12.3.2 送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection の表示と維持 12-2
12.3.3 設定例 12-3
12.4 ARP パケット送信元 MAC アドレス正当性チェックの設定 12-4
12.5 ARP 確認応答の設定 12-4
12.6 ARP アタック detection の設定 12-4
12.6.1 ユーザの正当性の確認の設定 12-5
12.6.2 設定ガイドライン 12-5
12.6.3 設定手順 12-5
12.6.4 ARP パケット正当性の確認の設定 12-6
12.6.5 ARP 制限転送の設定 12-7
12.6.6 ARP アタック detection の表示と維持 12-7
12.6.7 ユーザの正当性の確認の設定例 12-7
12.7 ARP ゲートウェイプロテクションの設定 12-10
12.7.1 設定ガイドライン 12-10
12.7.2 設定手順 12-10
12.7.3 設定例 12-11
12.8 ARP フィルタリングの設定 12-12
12.8.1 設定ガイドライン 12-12
12.8.2 設定手順 12-12
12.8.3 設定例 12-12

12章 ARP アタックプロテクション

12.1 概要

ARP アタックとウイルスは LAN のセキュリティを脅かしています。この章では、そのような ARP アタックを発見、防御するための機能について記載します。

ARP は実装が容易ですが、セキュリティメカニズムを持っていないため、ネットワーク攻撃に対して脆弱です。攻撃者は ARP の脆弱性を悪用し、以下の方法でネットワーク装置を攻撃する可能性があります。

- 信頼されたユーザあるいは、ゲートウェイによるものとして見せかけた ARP パケットを送信し、装置は不正な ARP をエントリに追加します。
- 大量の宛先 MAC アドレス到達不能の IP パケットによって、受信装置の CPU が過負荷になるまで IP アドレスの解決処理を行います。ARP は到達不能の IP パケットに対応する MAC アドレスを検出することができません。
- 大量の ARP パケットによって、受信装置の CPU が過負荷になります。

ARP 攻撃の機能とタイプの詳細は ARP アタックプロテクションの技術資料を参照してください。

12.2 ARPアタックプロテクション設定作業リスト

作業リスト
フラッド防御の設定： • 送信元MACアドレスにもとづくARPアタックdetectionの設定（ゲートウェイで設定します。）
ユーザとゲートウェイのなりすましの防御： • ARPパケット送信元MACアドレス正当性チェックの設定（ゲートウェイで設定します。） • ARP 確認応答の設定（ゲートウェイで設定します。） • ARP アタックdetectionの設定（アクセス装置で設定します。） • ARPゲートウェイプロテクションの設定（アクセス装置で設定します。） • ARPフィルタリングの設定（アクセス装置で設定します。）

12.3 送信元MACアドレスにもとづくARPアタックdetectionの設定

この機能は CPU に送られる ARP パケットの数を確認します。5 秒間に同じ送信元からの ARP パケットの受信した数がしきい値を超えた場合、装置は、この MAC アドレスを ARP アタックエントリテーブルに追加します。エントリのエージングタイマが終了する前に、装置は以下の方法で攻撃に対応します。

- **モニタモード** － ログメッセージを作成します。

- **フィルタモード** – ログメッセージを作成し、攻撃する MAC アドレスからの後続の ARP パケットをフィルタします。

この機能ではゲートウェイやサーバの MAC アドレスを除外するように設定することができます。ゲートウェイやサーバの MAC アドレスを除外した場合、たとえ攻撃者からの ARP パケットだとしても、除外された ARP パケットの確認を行いません。

12.3.1 設定手順

以下に送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection を有効にし、モードを指定する	**arp source-mac** { **filter** | **monitor** }	デフォルト：無効
3. しきい値を設定する	**arp source-mac threshold** *threshold-value*	デフォルト：30
4. ARP アタックエントリのエージングタイマを設定する	**arp source-mac aging-time** *time*	デフォルト：300秒
5. （オプション設定項目）ARP アタック detection 機能から除外する MAC アドレスを設定する	**arp source-mac exclude-mac** *mac-address*&<1-10>	デフォルト：設定なし

🕮 **メモ：**

ARP アタックエントリのエージングタイマが終了したとき、エントリの MAC アドレスからの ARP パケットは正常に処理することができます。

12.3.2 送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
送信元MACアドレスにもとづくARPアタックdetectionで検出されたARPアタックエントリを表示する	**display arp source-mac interface** *interface-type interface-number*

12.3.3 設定例

I. ネットワーク要件

図 12-1 に示すように、Host はゲートウェイ（AC）を介してインターネットにアクセスします。悪意のあるユーザがゲートウェイに大量の ARP 要求を送信した場合、ゲートウェイがクラッシュする可能性があり、クライアントからの要求を処理できません。この問題を解決するために、ゲートウェイ上で送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection を設定します。

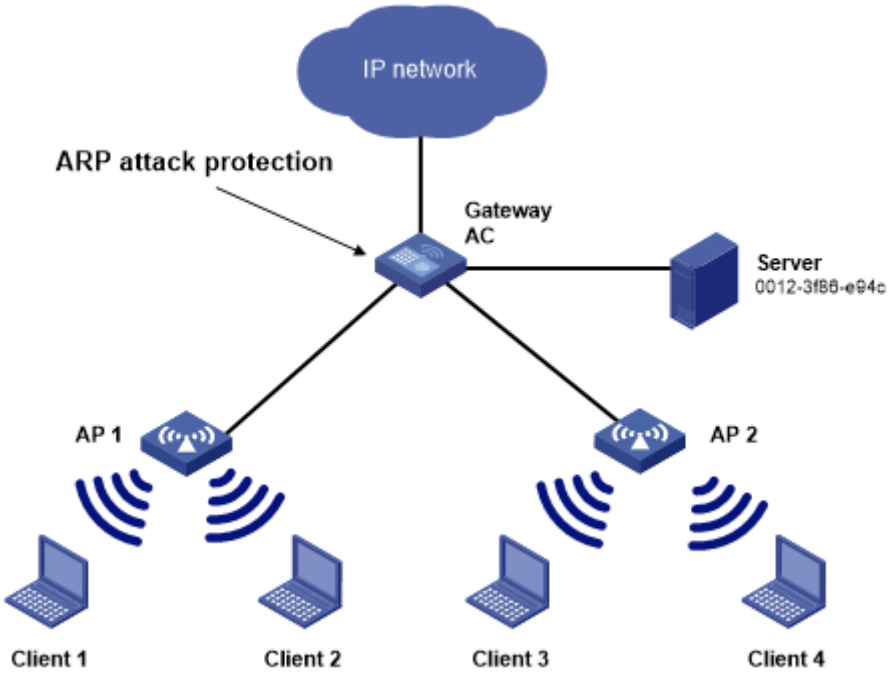


図 12-1 ネットワーク図

II. 設定要件

攻撃者は、有効な Host の MAC アドレスを送信元 MAC アドレスとして使用し、ARP パケットを大量に偽造することがあります。このような攻撃を防ぐために、次の手順でゲートウェイを設定します。

1) 送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection を有効にし、フィルタモードを指定します。
2) しきい値を設定します。
3) ARP アタックエントリのエージングタイマを設定します。
4) この機能からサーバの MAC アドレスを除外します。

III. 設定手順

送信元 MAC アドレスにもとづく ARP アタック detection を有効にし、フィルタモードを指定します。

```
<AC> system-view
[AC] arp source-mac filter
```

しきい値を 30 に設定します。

```
[AC] arp source-mac threshold 30
```

ARP アタックエントリのエージングタイマを 60 秒に設定します。

```
[AC] arp source-mac aging-time 60
```

MAC アドレス 0012-3f86-e94c を除外します。

```
[AC] arp source-mac exclude-mac 0012-3f86-e94c
```

12.4 ARPパケット送信元MACアドレス正当性チェックの設定

この機能を有効にすることで、ゲートウェイはイーサネットヘッダの送信元 MAC アドレスが ARP メッセージのメッセージ部分にある送信元 MAC アドレスと異なる場合、ARP パケットをフィルタします。これによりゲートウェイは正しい ARP エントリを学習します。

以下に ARP パケット送信元 MAC アドレス正当性チェックの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ARP パケット送信元 MAC アドレス正当性チェックを設定する	**arp valid-check enable**	デフォルト：無効

12.5 ARP確認応答の設定

ユーザのなりすましを防御するため、ARP 確認応答機能をゲートウェイで設定します。

ARP 確認応答機能は、ゲートウェイが不正な ARP エントリを作成することを防御します。

以下に ARP 確認応答機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． ARP 確認応答機能を有効にする	**arp active-ack enable**	デフォルト：無効

12.6 ARP アタックdetectionの設定

ARP アタック detection 機能は、ユーザやゲートウェイのなりすまし攻撃を防ぐため、許可されていないクライアントの ARP パケットをブロックするようにアクセス装置で有効

にします。ARP detection 機能は ARP トラステッドポートから受信した ARP パケットを確認しません。

ARP アタック detection 機能は、以下の特徴があります。

- ユーザの正当性確認
- ARP パケットの正当性の確認
- ARP 制限転送

ARP パケットの正当性とユーザの正当性の両方が有効である場合、最初に ARP パケットの正当性の確認を行い、次にユーザの正当性の確認を行います。

12.6.1 ユーザの正当性の確認の設定

以下の順に受信 ARP パケットの送信元 IP アドレスと送信元 MAC アドレスを比較します。

- ユーザの正当性確認のルール
  - □ 一致した場合、装置はルールに従って ARP パケットを処理します。
  - □ 一致するアドレスがない場合や、ユーザの正当性確認が設定されていない場合、以下の処理をします。
- 802.1X セキュリティエントリ
  - □ 一致した場合、装置は ARP パケットを転送します。
  - □ 一致するアドレスがなかった場合、装置は ARP パケットを廃棄します。

802.1X セキュリティエントリは、802.1X クライアントに IP と MAC のマッピングを記録します。クライアントが 802.1X 認証に成功し ARP アタック detection が有効となった装置に IP アドレスをアップロードした後、装置は自動的に 802.1X セキュリティエントリを作成します。802.1X クライアントは、装置に IP アドレスをアップロード可能にしておく必要があります。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “802.1X”* を参照してください。

12.6.2 設定ガイドライン

以下の 1 つ以上のアイテムが設定されていることを確認してください。

- ユーザの正当性確認ルール
- 802.1X

  どのアイテムも設定されていない場合、トラステッド ARP インタフェース上のすべての受信 ARP パケットは廃棄されます。

12.6.3 設定手順

以下にユーザの正当性の確認の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3． ARP detection を有効にする	**arp detection enable**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
4． system view に戻る	**quit**	—
5． Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
6． （オプション設定項目） ARP 検出を除外するトラステッドインタフェースとして設定する	**arp detection trust**	デフォルト：非トラステッドインタフェース

12.6.4 ARP パケット正当性の確認の設定

非トラステッドポートで受信された ARP パケットが正当かどうか確認を行い、以下のオブジェクトについて指定します。

- **src-mac**–ARP パケットのメッセージ部分にある送信元 MAC アドレスが、イーサネットヘッダの送信元 MAC アドレスと一致するかどうか確認します。一致する場合には通過、そうでなければパケットは廃棄されます。
- **dst-mac**–ARP 応答の宛先 MAC アドレスを確認します。宛先 MAC アドレスがすべて 0、すべて 1、あるいはイーサネットヘッダの宛先 MAC アドレスと矛盾する場合、パケットは無効と判断され廃棄されます。
- **ip**–ARP 応答の送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレスを確認します。すべて 0、すべて 1、あるいはマルチキャスト IP アドレスである場合、パケットは無効と判断して廃棄されます。

以下に ARP パケット正当性の確認の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	—
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	—
3． ARP detection を有効にする	**arp detection enable**	デフォルト：無効
4． system view に戻る	**quit**	—
5． ARP パケット正当性の確認を有効にし、オブジェクトを指定する	**arp detection validate** { **dst-mac** | **ip** | **src-mac** } *	デフォルト：無効
6． Ethernet interface view あるいは aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	—
7． （オプション設定項目） ARP 検出を除外するトラステッドインタフェースとして設定する	**arp detection trust**	デフォルト：非トラステッドインタフェース

12.6.5 ARP 制限転送の設定

🕮 **メモ：**

ARP 制限転送は宛先 MAC アドレスのようなマルチポート MAC アドレスの ARP パケットには適用されません。

ARP 制限転送は、非トラステッドインタフェースで受信され、ユーザの正当性の確認をパスした ARP パケットの転送を以下のように制御します。

- パケットが ARP 要求である場合、トラステッドインタフェースを通して転送されます。
- パケットが ARP 応答である場合、宛先 MAC アドレスに従って転送されます。MAC アドレステーブル内に一致するアドレスがない場合、トラステッドインタフェースを通して転送されます。

ARP 制限転送の設定をする前に、ユーザの正当性の確認の設定を行ってください。

以下に ARP 制限転送の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． VLAN view に移行する	**vlan** *vlan-id*	―
3． ARP 制限転送を有効にする	**arp restricted-forwarding enable**	デフォルト：無効

12.6.6 ARP アタック detection の表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行することができ、user view で **reset** コマンドを実行することができます。

操作	コマンド
ARP detectionが有効なVLANを表示する	**display arp detection**
ARP detectionの統計情報を表示する	**display arp detection statistics** [**interface** *interface-type interface-number*]

12.6.7 ユーザの正当性の確認の設定例

I. ネットワーク要件

図 12-2 に示すように、Client に対する 802.1X セキュリティエントリに基づき、ARP パケット正当性チェックとユーザ正当性チェックを実行するように AC を設定します。

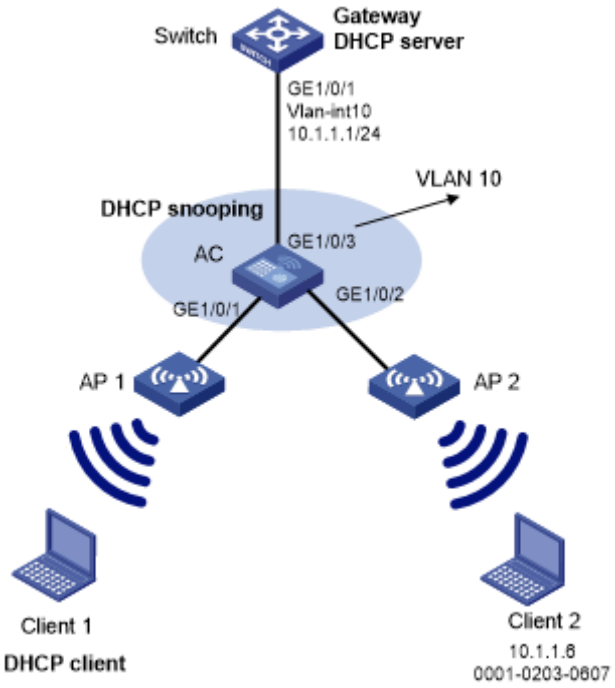


図 12-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1) AC のすべてのインタフェースに VLAN10 を追加し、Switch の VLAN インタフェース 10 の IP アドレスを設定します。（詳細は省略します。）
2) Switch の DHCP サーバを設定し、DHCP アドレスプール 0 を設定します。

```
<Switch> system-view
[Switch] dhcp enable
[Switch] dhcp server ip-pool 0
[Switch-dhcp-pool-0] network 10.1.1.0 mask 255.255.255.0
```

3) Client 1 と Client 2 を 802.1X クライアントに設定し、ARP アタック detection の IP アドレスをアップロードするよう設定します。（詳細は省略します。）
4) AC を設定します。

802.1X を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] dot1x authentication-method chap
```

ISP ドメイン local を作成し、ISP domain view に移行します。

```
[AC] domain local
```

#LAN クライアント用にローカル認証、許可、アカウンティングを ISP ドメインに設定します。

```
[AC-isp-local] authentication lan-access local
[AC-isp-local] authorization lan-access local
```

```
[AC-isp-local] accounting lan-access local
[AC-isp-local] quit
```

サービステンプレート wlas_local_chap を作成し、その view に移行します。

```
[AC] wlan service-template wlas_local_chap
```

認証モードを 802.1X に設定します。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] client-security authentication-mode dot1x
```

サービステンプレート local を設定します。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] dot1x domain local
```

wlas_local_chap に SSID を設定します。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] ssid wlas_local_chap
```

サービステンプレートを有効にします。

```
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] service-template enable
[AC-wlan-st-wlas_local_chap] quit
```

ap1 を作成し、AP モデル、シリアル ID を設定します。

```
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap 1] serial-id 210235A1BSC123000050
[AC-wlan-ap-ap 1] quit
```

AP の radio1 の動作チャネル 64 を設定し、radio 1 を有効にします。

```
[AC] wlan ap ap1
[AC-wlan-ap-ap1] radio 1
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] channel 64
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] radio enable
```

サービステンプレート wlas_local_chap を radio 1 に関連づけます。

```
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] service-template wlas_local_chap
[AC-wlan-ap-ap1-radio-1] quit
[AC-wlan-ap-ap1] quit
```

ネットワークアクセスユーザ test を追加します。

```
[AC] local-user test class network
[AC-luser-network-test] service-type lan-access
[AC-luser-network-test] password simple test
[AC-luser-network-test] quit
```

VLAN 10 の ARP アタック detection を有効にし、802.1X エントリをもとにしたユーザの正当性の確認を行います。

```
[AC] vlan 10
[AC-vlan10] arp detection enable
```

#ARP トラステッドインタフェースとして上流のインタフェースを設定します。デフォルトでインタフェースは非トラステッドインタフェースです。

```
[AC-vlan10] interface gigabitethernet 1/0/3
[AC-GigabitEthernet1/0/3] arp detection trust
[AC-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

設定を行った後、GigabitEthernet 1/0/1 and GigabitEthernet 1/0/2 で受信した ARP パケットが 802.1X エントリに対して確認を行います。

12.7 ARPゲートウェイプロテクションの設定

本機能は、ゲートウェイなりすまし攻撃を防止するためにゲートウェイに接続していないインタフェースで設定してください。そのインタフェースで ARP パケットを受信した際は、パケット内の送信元 IP アドレスが保護されたゲートウェイと一致しているかを確認します。一致していれば、パケットは廃棄します。一致していなければ、パケットをただしく処理します。

12.7.1 設定ガイドライン

ARP ゲートウェイプロテクションを設定する際は、以下のガイドラインに従ってください。

- 一つのインタフェースで最大 8 個のゲートウェイに ARP ゲートウェイプロテクションを有効にできます。
- インタフェースでは **arp filter source** コマンドと **arp filter binding** コマンドの両方を設定することはしないでください。
- ARP ゲートウェイプロテクションを ARP アタック detection と ARP snooping と一緒に使用する場合、最初に ARP ゲートウェイプロテクションが適用されます。

12.7.2 設定手順

以下に ARP ゲートウェイプロテクションの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. Ethernet interface view あるいはレイヤ 2aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. 指定のゲートウェイに ARP ゲートウェイプロテクションを設定する	**arp filter source** *ip-address*	デフォルト：無効

12.7.3 設定例

I. ネットワーク要件

図 12-3 に示すように、Client 2 は AC にゲートウェイなりすまし攻撃を始めます。結果として、AC が Switch に送信しようとしている通信は Client 2 に送信されます。

攻撃をブロックするように AC を設定します。

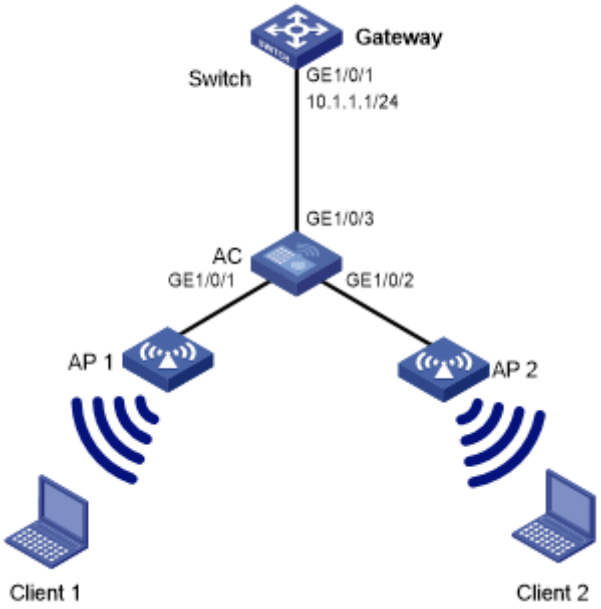


図 12-3 ネットワーク図

II. 設定手順

AC に ARP ゲートウェイプロテクションを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] arp filter source 10.1.1.1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[AC] interface gigabitethernet 1/0/2
[AC-GigabitEthernet1/0/2] arp filter source 10.1.1.1
```

III. 設定確認

送信元 IP アドレスがゲートウェイの IP アドレスになっている受信 ARP パケットを GigabitEthernet 1/0/1 と GigabitEthernet 1/0/2 ポートが廃棄していることを確認してください。

12.8 ARPフィルタリングの設定

ARP フィルタリング機能は、ゲートウェイなりすましとユーザなりすましの攻撃を防ぐことができます。

この機能を有効にしたインタフェースは、パーミットされたエントリに対して受信 ARP パケットの IP アドレスと MAC アドレスを確認します。一致した場合、パケットは正しく処理されます。一致しなかった場合、パケットは廃棄されます。

12.8.1 設定ガイドライン

ARP フィルタリングを設定する際は、以下のガイドラインに従ってください。

- 一つのインタフェースで最大 8 個の許可エントリを設定できます。
- インタフェースでは **arp filter source** コマンドと **arp filter binding** コマンドの両方を設定することはしないでください。
- ARP フィルタリングを ARP アタック detection、ARP snooping 、ARP fast-reply と一緒に使用する場合、最初に ARP フィルタリングが適用されます。

12.8.2 設定手順

以下に ARP ゲートウェイプロテクションの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． Ethernet interface view あるいはレイヤ 2aggregate interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． 指定のゲートウェイに ARP ゲートウェイプロテクションを設定する	**arp filter binding** *ip-address mac-address*	デフォルト：無効

12.8.3 設定例

I. ネットワーク要件

図 12-4 に示すように、Client 1 の IP アドレスと MAC アドレスはそれぞれ 10.1.1.2 と 000f-e349-1233 です。Client 2 の IP アドレスと MAC アドレスはそれぞれ 10.1.1.3 と 000f-e349-1234 です。

Client 1 と Client 2 からのみ ARP パケットをパーミットするために、AC の GigabitEthernet1/0/1 と GigabitEthernet1/0/2 に ARP フィルタリングを設定します。

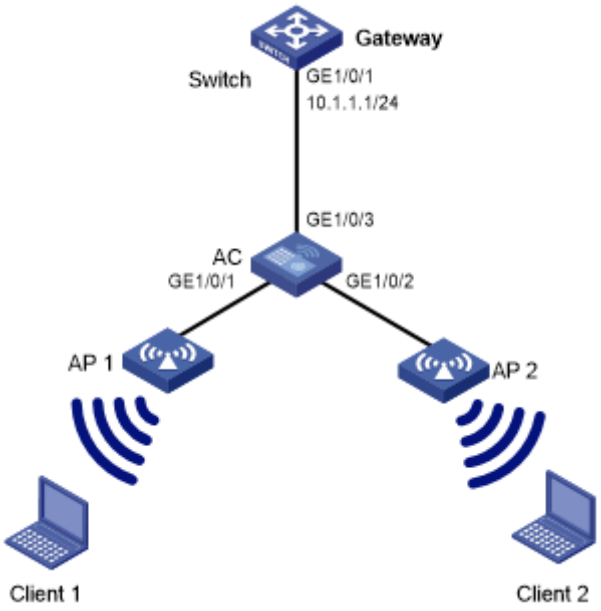


図 12-4 ネットワーク図

II. 設定手順

装置 B に ARP フィルタリングを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] arp filter binding 10.1.1.2 000f-e349-1233
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[AC] interface gigabitethernet 1/0/2
[AC-GigabitEthernet1/0/2] arp filter binding 10.1.1.3 000f-e349-1234
```

III. 設定確認

GigabitEthernet 1/0/1 が Client 1 からの ARP パケットを許可し、他の ARP パケットを廃棄していることを確認してください。

GigabitEthernet 1/0/2 が Client 2 からの ARP パケットを許可し、他の ARP パケットを廃棄していることを確認してください。

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

13章 ユーザアイソレーション 13-1
13.1 概要 13-1
13.2 SSIDベースユーザアイソレーション 13-1
13.2.1 中央転送モードのユーザアイソレーションメカニズム 13-1
13.2.2 ローカル転送モードのユーザアイソレーションメカニズム 13-2
13.3 VLANベースユーザアイソレーション 13-3
13.3.1 中央転送モードのユーザアイソレーションメカニズム 13-3
13.3.2 ローカル転送モードのユーザアイソレーションメカニズム 13-5
13.4 SSIDベースのユーザアイソレーションの有効化 13-7
13.5 VLANベースのユーザアイソレーションの設定 13-7
13.5.1 制限とガイドライン 13-7
13.5.2 設定手順 13-8
13.6 ユーザアイソレーションの表示と維持 13-8
13.7 ユーザアイソレーションの設定例 13-9
13.7.1 SSIDベースのユーザアイソレーションの設定例（中央転送モード） 13-9
13.7.2 SSIDベースのユーザアイソレーションの設定例（ローカル転送モード） 13-10
13.7.3 VLANベースのユーザアイソレーションの設定例（中央転送モード） 13-11
13.7.4 VLANベースのユーザアイソレーションの設定例（ローカル転送モード） 13-12

13章 ユーザアイソレーション

13.1 概要

ユーザアイソレーション(user isolation)機能は、ワイヤレスユーザのセキュリティを改善します。

ユーザアイソレーションが AP で有効化されると、同一 VLAN もしくは同一 SSID のワイヤレスユーザはレイヤ 2 で相互に接続できなくなります。AP はこれらのユーザに対し、レイヤ 2 ユニキャスト、マルチキャスト、ブロードキャストパケットを転送しません。

ユーザアイソレーションは以下のタイプがあります。

- **SSID ベースユーザアイソレーション**－同一 VLAN の同一 SSID を使用する無線ユーザを隔離します。
- **VLAN ベースユーザアイソレーション**－同一 VLAN の無線ユーザを隔離します。

13.2 SSIDベースユーザアイソレーション

SSID ベースユーザアイソレーションはローカル転送モードと中央転送モードの両方に適用します。

SSID ベースユーザアイソレーションのサービスを有効にしたとき、装置は、同一 VLAN のサービスを経由してネットワークにアクセスするすべての無線ユーザを隔離します。

13.2.1 中央転送モードのユーザアイソレーションメカニズム

図 13-1に示すように、AC はクライアントのトラフィックを中央で転送します。サービス service を使用して Client 1～Client 3 は AP1～AP3 を通して WLAN にアクセスします。Client 1、Client 2 は VLAN 100 に所属しています。Client 2 は VLAN 200 に所属しています。ユーザアイソレーションサービスを行うため、AC でユーザアイソレーションを有効にします。

- Client 1 は VLAN 100 のブロードキャストあるいはマルチキャストパケットを送信します。AC がパケットを受信すると、WLAN の各 AP にパケットを転送しません。AC は Switch の有線ポートのみパケットを転送します。
- Client 2 は VLAN 100 の Client 2 にユニキャストパケットを送信します。AC がパケットを受信すると、AP 2 に転送しないでパケットを廃棄します。

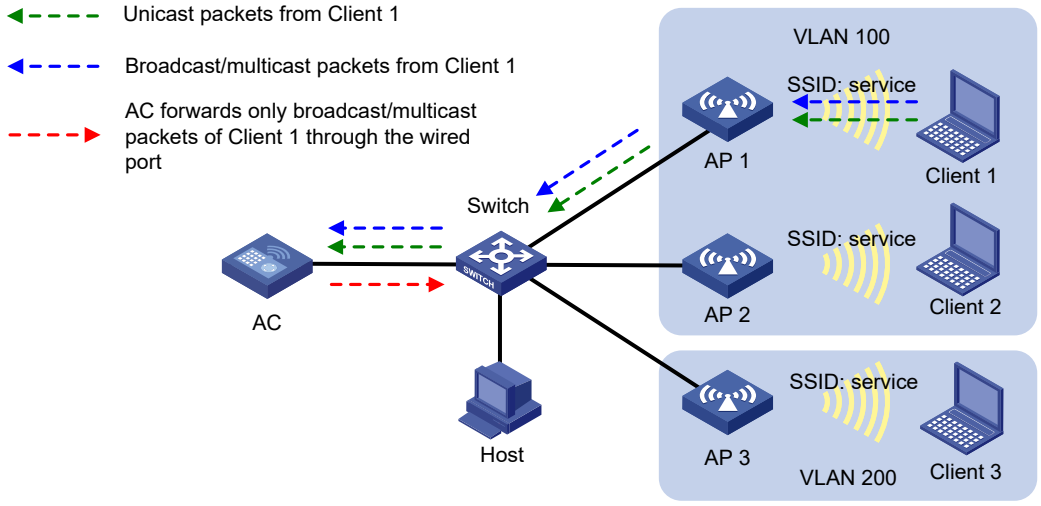


図 13-1 パケット転送パス

13.2.2 ローカル転送モードのユーザアイソレーションメカニズム

このメカニズムは同一 AP の無線クライアントを隔離します。

図 13-2に示すように、AP はクライアントのローカルトラフィックの転送を行います。Client 1～Client 4 はサービス service を使用して、AP1～AP3 を通して WLAN にアクセスします。Client 1～Client 3 は VLAN 100 に所属しています。Client 4 は VLAN 200 に所属しています。AP1 でユーザアイソレーションサービスを行うため SSID ベースのユーザアイソレーションを有効にします。

- Client 1 は VLAN 100 のブロードキャストあるいはマルチキャストパケットを送信します。
  - AP1 がパケットを受信すると、ユーザアイソレーションが有効のため、Client 2 にパケットを転送しません。AP は AP2、AP3、Host が含まれる同一 VLAN の無線装置に優先を経由してのみパケットを転送します。
  - AP2 がパケットを受信すると、ユーザアイソレーションが AP2 で無効であるため、Client 3 にパケットを転送します。
  - AP3 がパケットを受信すると、Client 1 と Client 4 は異なる VLAN に所属しているため、Client 4 にパケットを転送しません。
- Client 1 は VLAN 100 の Client 2 にユニキャストパケットを送信します。AP 1 がパケットを受信すると、Client 2 に転送しないでパケットを廃棄します。

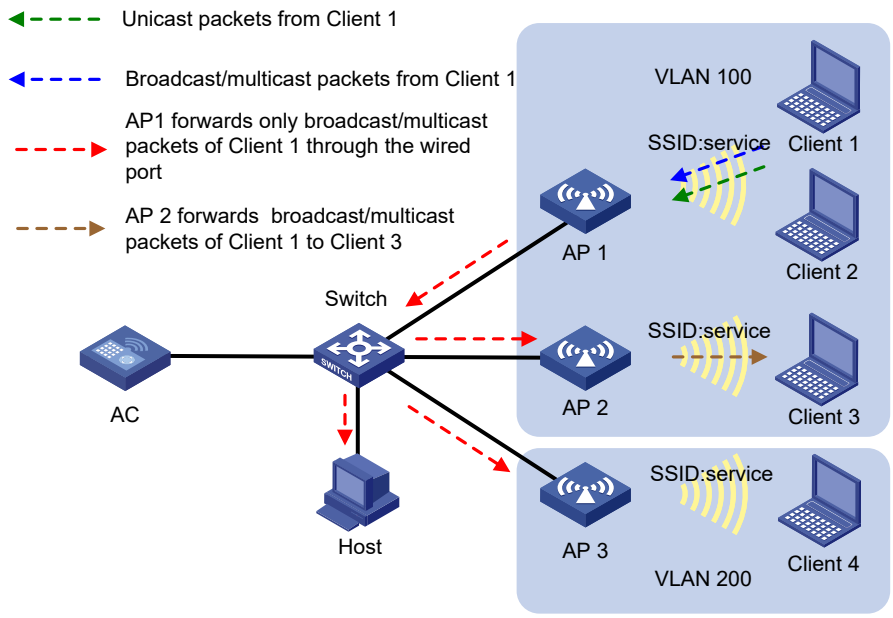


図 13-2 パケット転送パス

13.3 VLANベースユーザアイソレーション

VLAN ベースユーザアイソレーションはローカル転送モードと中央転送モードの両方に適用します。

転送モード	受信したユニキャストパケット	受信したブロードキャストキャストパケット、マルチキャストパケット
中央転送	APはパケットを廃棄します。	ACはVLANの有線ユーザに有線ポートのみパケットを転送します。VLANの無線ユーザにはパケットを転送しません。
ローカル転送	FITモードのAPはパケットを廃棄します。	FITモードのAPは有線ポートを通してVLANのユーザにパケットを転送します。 しかしAPはVLANのローカル無線ユーザにパケットを転送しません。

13.3.1 中央転送モードのユーザアイソレーションメカニズム

I. 無線ユーザから受信したパケット

図 13-3に示すように、AC は Client のトラフィックを中央で転送します。VLAN 100 の AC でユーザアイソレーションを有効にします。

- Client 1 は VLAN 100 のブロードキャストあるいはマルチキャストパケットを送信します。AC がパケットを受信すると、WLAN の各 AP にパケットを転送しません。AC は Switch の有線ポートにパケットを転送します。Switch は Host と Server にパケットを転送します。

- Client 1 は VLAN 100 の Client 3 にユニキャストパケットを送信します。AC がパケットを受信すると、AP 2 に転送しないでパケットを廃棄します。

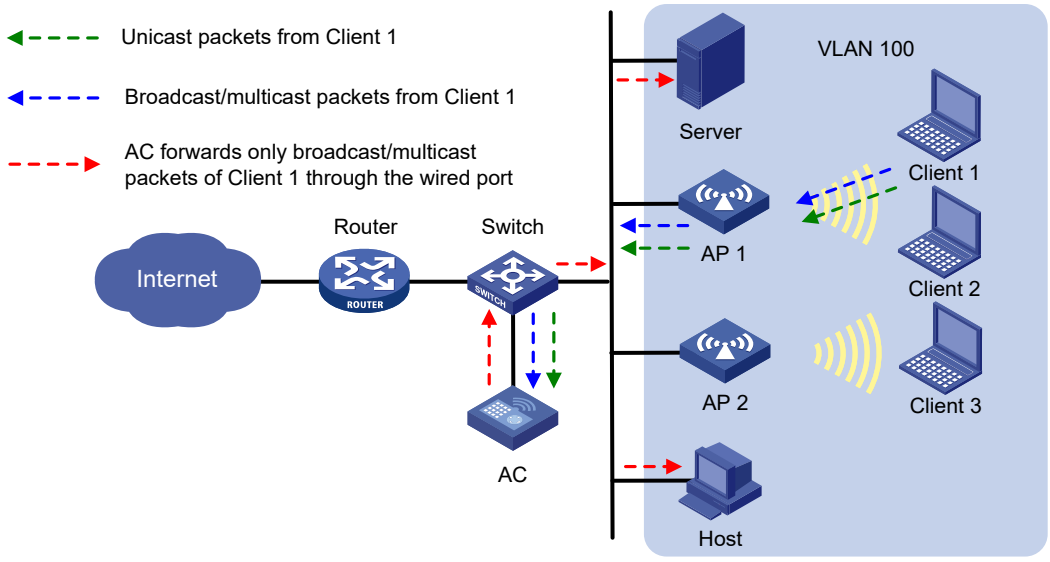


図 13-3 パケット転送パス

II. 有線ユーザから受信したパケット

図 13-4に示すように、AC は Client のトラフィックを中央で転送します。VLAN 100 の AC でユーザアイソレーションを有効にします。

- Host は VLAN 100 のブロードキャストあるいはマルチキャストパケットを送信します。サーバ、AC がパケットを受信することができます。AC がパケットを受信すると、WLAN の各 AP にパケットを転送しないで廃棄します。
- Host は VLAN 100 の Client 3 にユニキャストパケットを送信します。AC がパケットを受信すると、AP 2 に転送しないでパケットを廃棄します。

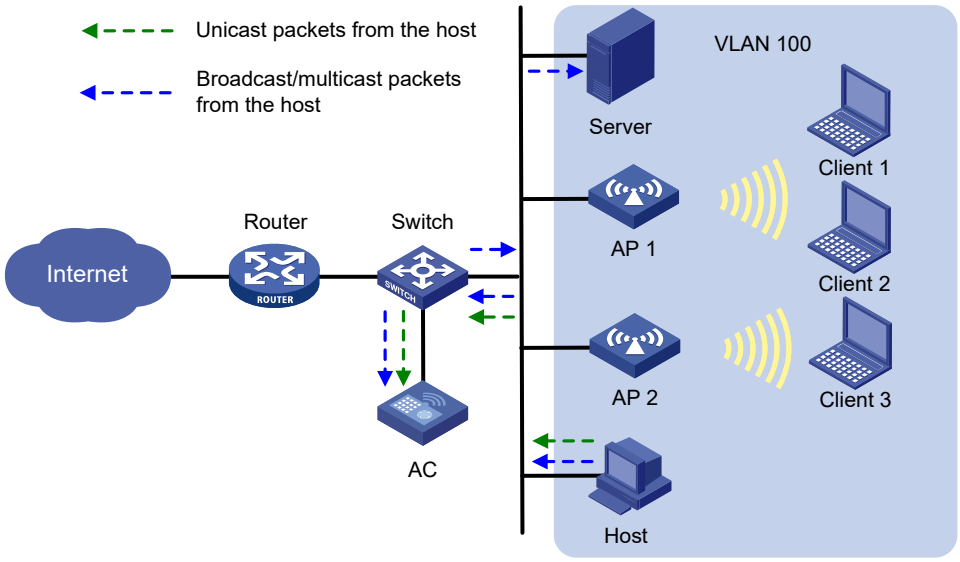


図 13-4 パケット転送パス

13.3.2 ローカル転送モードのユーザアイソレーションメカニズム

I. 無線ユーザから受信したパケット

図 13-5に示すように、AP1 はクライアントのローカルトラフィックの転送を行います。VLAN 100 の AP1 でユーザアイソレーションを有効にします。

- Client 1 は VLAN 100 のブロードキャストあるいはマルチキャストパケットを送信します。
  - AP1 がパケットを受信すると、有線ポートを経由して VLAN 100 の Server、AP2、Host にパケットを転送します。しかし、AP1 はユーザアイソレーションが有効のため、Client 2 にパケットを転送しません。
  - AP2 がパケットを受信すると、ユーザアイソレーションが AP2 で無効であるため、Client 3 にパケットを転送します。
- Client 1 は VLAN 100 の Client 3 にユニキャストパケットを送信します。AP 1 がパケットを受信すると、AP 2 に転送しないでパケットを廃棄します。

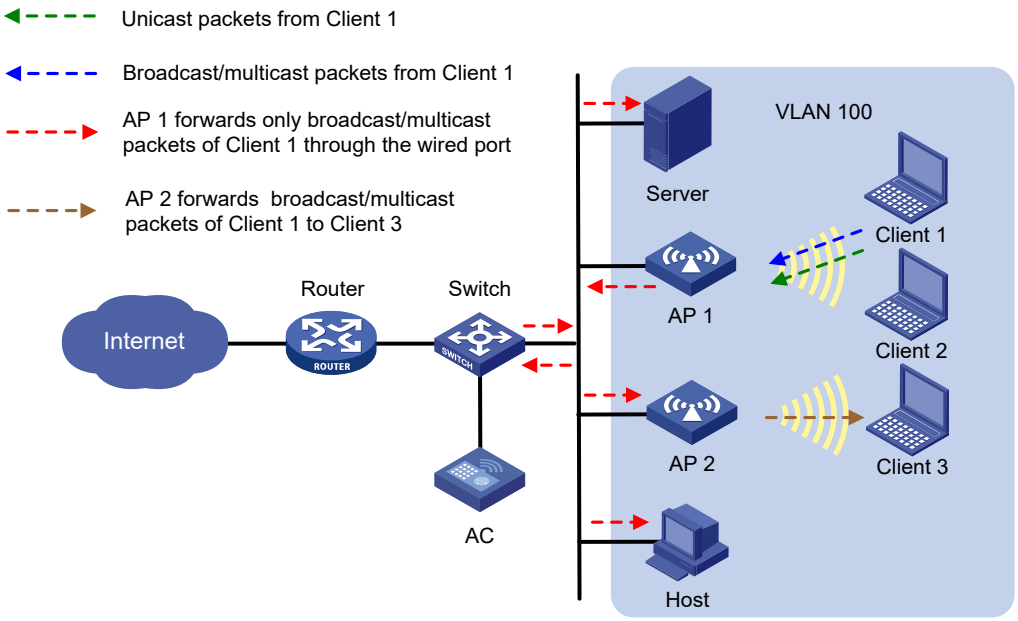


図 13-5 パケット転送パス

II. 有線ユーザから受信したパケット

図 13-6に示しように、AP1 はクライアントのローカルトラフィックの転送を行います。VLAN100 の AP1 でユーザアイソレーションを有効にします。

- Host は VLAN 100 のブロードキャストあるいはマルチキャストパケットを送信します。サーバ、AC、AP1、AP2 がパケットを受信することができます。
  - AP1 がパケットを受信すると、Client 1、Client 2 にパケットを転送しないで廃棄します。
  - AP2 がパケットを受信すると、ユーザアイソレーションが AP2 で無効であるため、Client 3 にパケットを転送します。
- Host は VLAN 100 の Client 1 にユニキャストパケットを送信します。AP 1 がパケットを受信すると、Client 1 に転送しないでパケットを廃棄します。

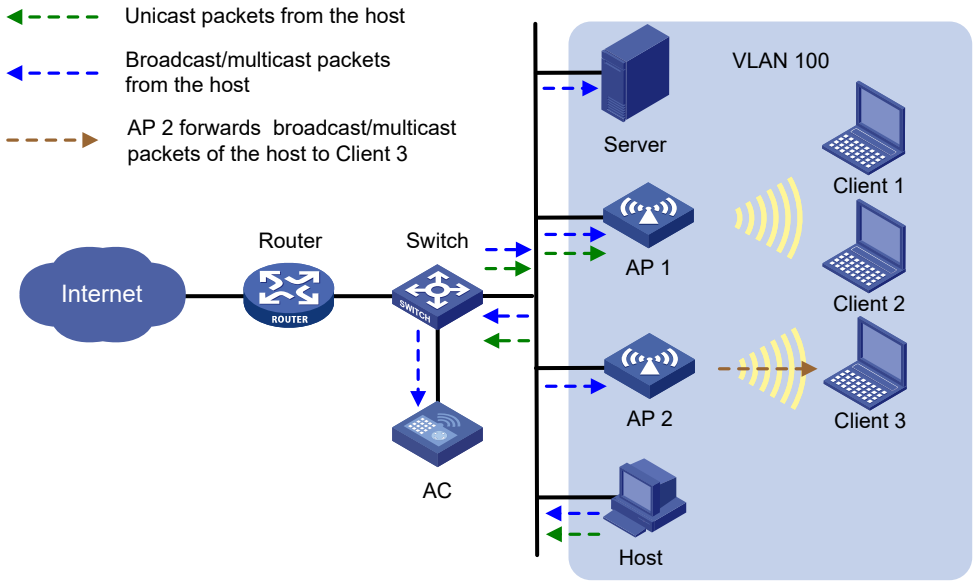


図 13-6 パケット転送パス

13.4 SSIDベースのユーザアイソレーションの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. service template view に移行する	**wlan service-template** *service-template-name*	—
3. ユーザアイソレーションを有効化する	**user-isolation enable**	デフォルト：無効 SSIDベースのユーザアイソレーションの状態を表示する場合、コマンドを使用します。詳細はコマンドマニュアルのセクション2 *WLAN “WLANアクセスの設定”* を参照してください。

13.5 VLANベースのユーザアイソレーションの設定

13.5.1 制限とガイドライン

VLAN ベースのユーザアイソレーションを設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- VLAN のユーザが外部ネットワークにアクセスできるようにするには、VLAN ベースのユーザアイソレーションを有効にする前に、VLAN ゲートウェイ MAC アドレスを許可された MAC アドレスリストに割り当てます。
- VLAN ベースのユーザアイソレーションを中央転送モードとローカル転送モードの両方に適用します。

- 中央転送モードでは、AC に直接この機能を設定します
- ローカル転送モードでは、この機能を有効にするために、**map-configuration** コマンドを使用してユーザアイソレーションコンフィグレーションを含むコンフィグレーションファイルを AP に展開する必要があります。詳細はコマンドマニュアルのセクション 2 *WLAN "WLAN アクセスの設定"* を参照してください。

13.5.2 設定手順

VLAN ベースのユーザアイソレーションの設定手順は以下の通りです。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. （オプション設定項目）VLAN リストで許可された MAC アドレスリストを設定する	**user-isolation vlan** *vlan-list* **permit-mac** *mac-list*	デフォルト：設定なし 装置は、許可されたMACアドレスのユーザから送信されたユニキャスト、マルチキャスト、ブロードキャストトラフィックを転送できます。また、他のユーザから送信されたユニキャストトラフィックを転送できます。
3. VLAN リストのユーザアイソレーションを有効にする	**user-isolation vlan** *vlan-list* **enable** [**permit-unicast**]	デフォルト：無効 指定されたVLANのすべてのユーザのユニキャストトラフィックを許可するには**permit-unicast**パラメータを指定します。
4. （オプション設定項目）有線のユーザから無線のユーザに送信されたブロードキャストとマルチキャストトラフィックを許可する	**user-isolation permit-broadcast**	デフォルト：ユーザアイソレーションが有効の場合、装置はトラフィックを転送しません。

13.6 ユーザアイソレーションの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
1つのVLANあるいはすべてのVLANでユーザアイソレーションの統計情報を表示する	**display user-isolation statistics** [**vlan** *vlan-id*] [**slot** *slot-number*] 🕮メモ：**slot**のパラメータはソフトウェアバージョン7.2.82を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
1つのVLANあるいはすべてのVLANでユーザアイソレーションの統計情報を削除する	**reset user-isolation statistics** [**vlan** *vlan-id*]

13.7 ユーザアイソレーションの設定例

13.7.1 SSID ベースのユーザアイソレーションの設定例（中央転送モード）

I. ネットワーク要件

図 13-7に示すように、Client 1、Client2 はインタネットに接続するため、同一 SSID を使用します。AC は Client のトラフィックを中央で転送します。

クライアントがインタネットにアクセスを行う際、クライアント間での通信を隔離するように、AC でユーザアイソレーションを設定します。

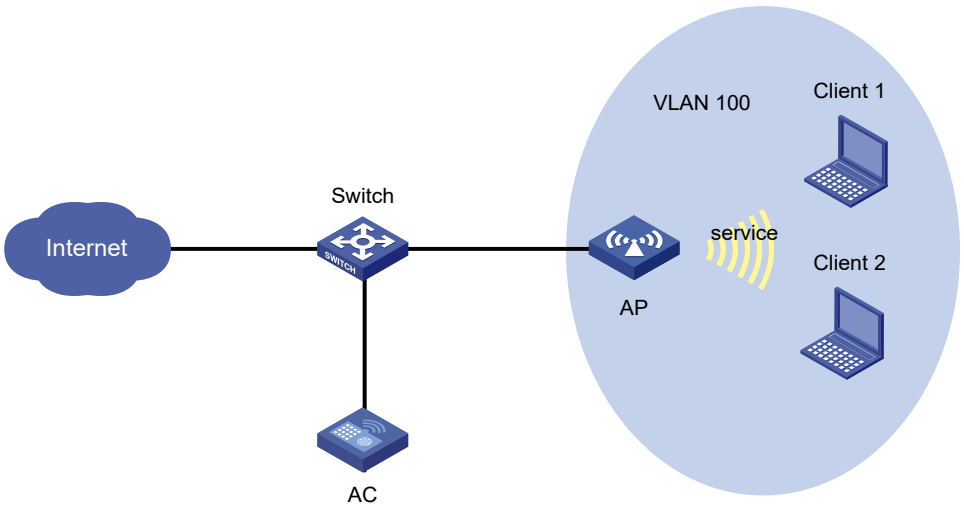


図 13-7 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート service を通してインタネットにアクセスするため、Client 1、Client 2 を設定します。（詳細は省略します。）

サービステンプレート service で SSID ベースのユーザアイソレーションを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service
[AC-wlan-st-service] user-isolation enable
[AC-wlan-st-service] quit
```

III. 設定の確認

Client 1、Client2 はインタネットに接続でき、互いに Client 間で通信ができないことを確認します。（詳細は省略します。）

13.7.2 SSID ベースのユーザアイソレーションの設定例（ローカル転送モード）

I. ネットワーク要件

図 13-8に示すように、Client 1、Client2 はインタネットに接続するため、同一 SSID を使用します。AC は Client のトラフィックをローカルで転送します。

クライアントがインタネットにアクセスを行う際、クライアント間での通信を隔離するように、AC1 でユーザアイソレーションを設定します。

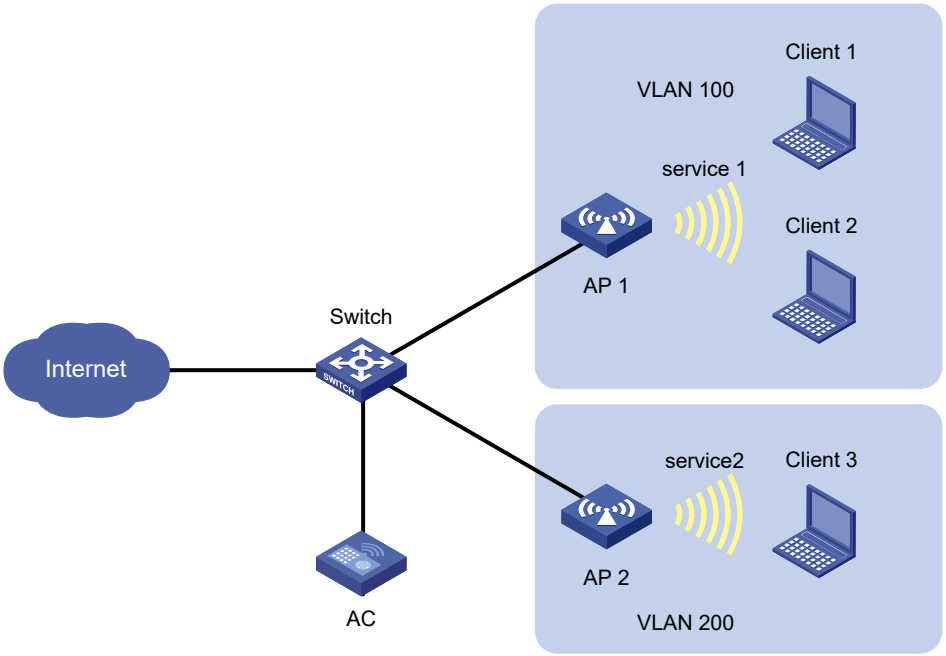


図 13-8 ネットワーク図

II. 設定手順

サービステンプレート service1 を通してインタネットにアクセスするため、Client 1、Client 2 を設定します。Client のローカルトラフィックの転送を行うため、AP を設定します。（詳細は省略します。）

サービステンプレート service1 で SSID ベースのユーザアイソレーションを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] wlan service-template service1
[AC-wlan-st-service1] user-isolation enable
[AC-wlan-st-service1] quit
```

III. 設定の確認

Client 1、Client2 はインタネットにアクセスするためサービス service1 を使用することができ、互いに Client 間で通信ができないことを確認します。（詳細は省略します。）

13.7.3 VLAN ベースのユーザアイソレーションの設定例（中央転送モード）

I. 設定の確認

図 13-9に示すように、AC は Client のトラフィックを中央で転送します。Router は VLAN2 の装置のゲートウェイとして動作します。

AC で VLAN 2 のユーザアイソレーションを設定します。Client 1、Client 2、Host、Server がインタネットにアクセスできるようにするため、許可する MAC アドレスを設定するため、ゲートウェイに MAC アドレスを追加します。

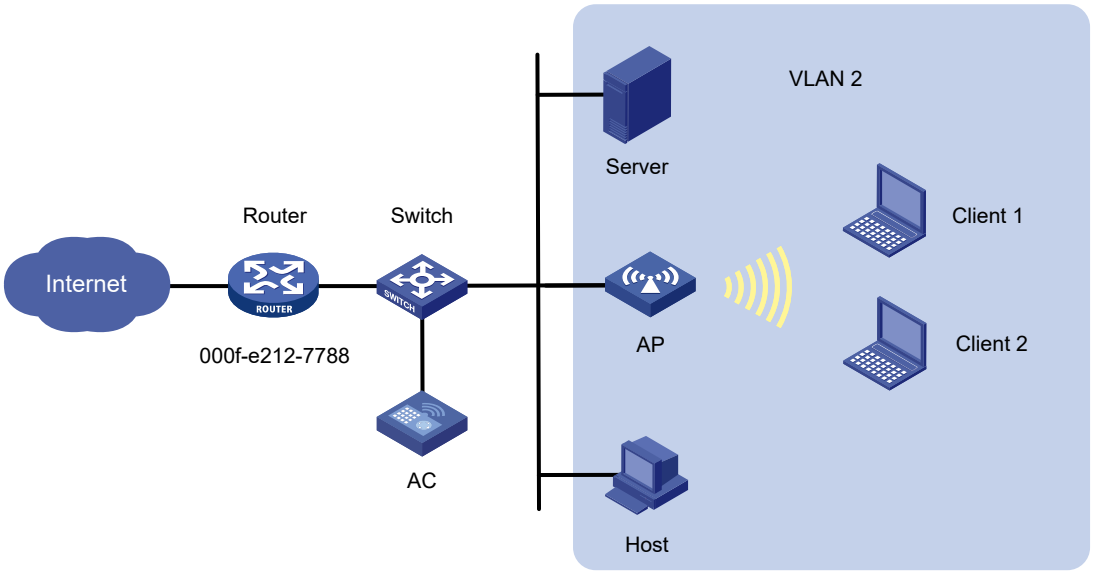


図 13-9 ネットワーク図

II. 設定手順

WLAN を通してインタネットにアクセスするため、Client 1、Client 2 を設定します。（詳細は省略します。）

許可する MAC アドレスのリストにゲートウェイの MAC アドレスを割り当てます。

```
<AC> system-view
[AC] user-isolation vlan 2 permit-mac 000f-e212-7788
```

VLAN 2 で VLAN ベースユーザアイソレーションを有効にします。

```
[AC] user-isolation vlan 2 enable
```

III. 設定の確認

Client 1、Client 2、Host、Server がインタネットにアクセスできることを確認します。（詳細は省略します。）

13.7.4 VLAN ベースのユーザアイソレーションの設定例（ローカル転送モード）

図 13-10に示すように、AC は Client のトラフィックをローカルで転送します。Router は VLAN100 の装置のゲートウェイとして動作します。ゲートウェイの MAC アドレスは 000f-e212-7788 です。

AP1 で VLAN 100 のユーザアイソレーションを設定します。Client 1、Client 2 がインタネットにアクセスできるようにするため、許可する MAC アドレスを設定するため、ゲートウェイに MAC アドレスを追加します。

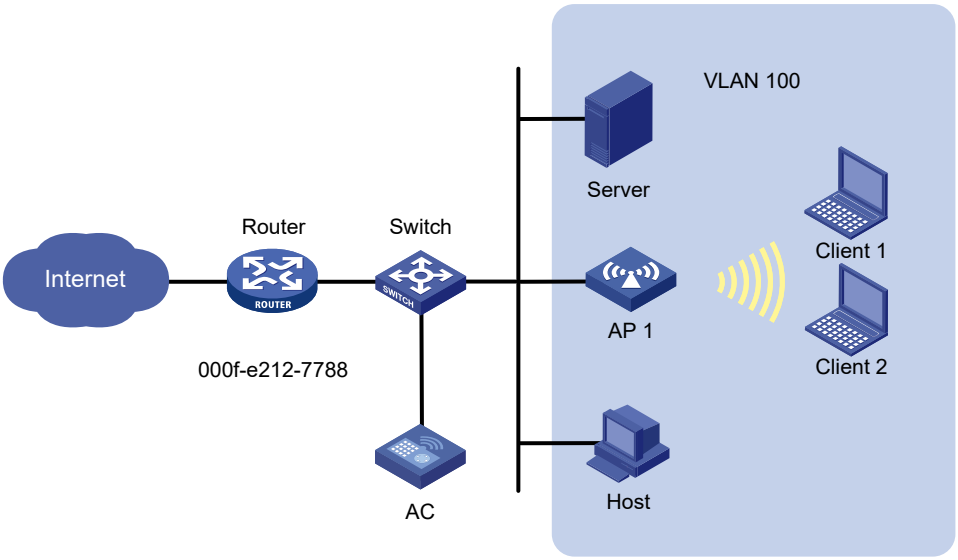


図 13-10 ネットワーク図

I. 設定手順

WLAN を通してインタネットにアクセスするため、Client 1、Client 2 を設定します。（詳細は省略します。）

コンフィグレーションファイル” apcfg.txt”を作成し、コンフィグレーションファイルにユーザアイソレーションコマンドを追加します。

ユーザアイソレーションを有効にする前に、許可する MAC アドレスリストにゲートウェイの MAC アドレスを追加するため、以下のコマンドを記載する必要があります。

```
system-view
user-isolation vlan 100 permit-mac 000f-e212-7788
user-isolation vlan 100 enable
```

AC にコンフィグレーションファイル apcfg.txt をアップロードします。(詳細は省略します。)

AP1 にコンフィグレーションファイル apcfg.txt を送信します。

```
<AC> system-view
[AC] wlan ap ap1 model QX-W1020
[AC-wlan-ap-ap1] map-configuration apcfg.txt
```

II. 設定の確認

VLAN100 の Client 1、Client 2 がインタネットにアクセスできることを確認します。(詳細は省略します。)

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

14 章 TCP フラグメントアタックプロテクション 14-1
14.1 概要 14-1
14.2 TCP フラグメントアタックプロテクション機能の設定 14-1

14章 TCP フラグメントアタックプロテクション

14.1 概要

装置は、アタック検出機能、アタックプロテクション機能により攻撃者からの調査パケットを検出し、パケット廃棄によってプライベートネットワークの保護を行います。

装置は TCP フラグメントアタックプロテクションのみサポートします。

14.2 TCPフラグメントアタックプロテクション機能の設定

TCP フラグメントアタックプロテクション機能は、従来のパケットフィルタで検出できない TCP フラグメント攻撃を防ぐため、装置で TCP フラグメント攻撃のパケットを廃棄します。RFC 1858 で定義されているように、TCP フラグメントは以下のフラグメントを調査します。

- TCP ヘッダが 20 バイトよりも小さい、最初のフラグメント
- 8 バイトのフラグメントオフセットの 2 番目以降のフラグメント

装置の従来のパケットフィルタは、送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレス、送信元ポート、宛先ポート、TCP パケットの最初のフラグメントのトランスポートレイヤプロトコルを検出します。最初のフラグメントが検出にパスした場合、残り全てのフラグメントパケットが透過することも許可してしまいます。

攻撃者は以下のような方法で TCP フラグメント攻撃を仕掛けることができてしまいます。

- TCP ヘッダの内、いくつかのフィールドを 2 番目のフラグメントに移動させ、2 番目のフラグメントの TCP フラグを不正にすることで、最初のフラグメントを十分に小さくします。
- フラグメントオフセットが 8 バイトになっている 2 番目以降のフラグメントを構成し、TCP フラグを最初のフラグメントとは異なる不正なものにします。フラグメントを受け取った装置はフラグメントから再構成するとき、2 番目以降の不正な TCP フラグで最初のフラグメントにある正常な TCP フラグを上書きしてしまいます。

従来のパケットフィルタでは、この最初のフラグメントでのフィルタができないために、2 番目以降のフラグメントも透過してしまいます。TCP フラグメントアタックは装置がフラグメントを再構成した後に起こります。

TCP フラグメント攻撃を防ぐため TCP フラグメントアタックプロテクションの設定を有効にします。

以下に TCP フラグメントアタックプロテクションの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. TCP フラグメントアタックプロテクションを有効にする	**attack-defense tcp fragment enable**	有効

目次

このセクションのページは **9-x-x** です。

15 章 ユーザプロファイル..... 15-1
15.1 概要..... 15-1
15.2 ユーザプロファイルの前提条件..... 15-1
15.3 ユーザプロファイルの設定..... 15-1
15.4 ユーザプロファイルの表示とメンテナンスコマンド..... 15-2

15章 ユーザプロファイル

15.1 概要

ユーザプロファイルは、ユーザまたはユーザのクラスに対して QoS ポリシーなどのパラメータを定義します。ユーザプロファイルは、ユーザが別のインタフェースのネットワークに接続したときに再利用できます。

ユーザプロファイルアプリケーションでは、ユーザごとに柔軟なトラフィックポリシングが可能です。ユーザが認証に合格するたびに、サーバはユーザに指定されたユーザプロファイルの名前をデバイスに送信します。デバイスは、ユーザプロファイルのパラメータをユーザに適用します。

デバイスは認証サーバと連携して、リモートユーザ認証を実行します。認証サーバ上のユーザに関連付けられたユーザプロファイルを指定する必要があります。

ユーザは、オンラインになった後、ユーザプロファイル関連付けの対象となります。ユーザプロファイルは、オンラインユーザのアクセス動作を制限します。ユーザがオンラインでない場合、ユーザプロファイルの設定は有効になりません。

ユーザプロファイルは、次の目的で使用できます。

- ユーザごとのシステムリソースの割り当て: インタフェースベースのトラフィックポリシングでは、ユーザグループが使用できる帯域幅の合計量が制限されます。ただし、ユーザプロファイルベースのトラフィックポリシングでは、1 人のユーザが使用できる帯域幅の量を制限できます。
- システムリソースへのアクセスを柔軟に制限する: インタフェースベースのトラフィックポリシングでは、ユーザが別のインタフェースでオンラインになった場合、トラフィックポリシング設定を削除し、新しいインタフェーストラフィックポリシングを再設定する必要があります。ユーザプロファイルベースのトラフィックポリシングの場合、トラフィックポリシング設定は、ユーザがオンラインになったときに自動的にユーザに発行されます。ユーザがオフラインになると、トラフィックポリシング設定は自動的に削除されます。

15.2 ユーザプロファイルの前提条件

ユーザプロファイルは認証方式で動作します。ユーザプロファイルの認証を設定する必要があります。サポートされている認証方式の詳細については、関連する認証モジュールの設定ガイドを参照してください。

15.3 ユーザプロファイルの設定

以下にユーザプロファイルの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2． ユーザプロファイルを作成し、user profile view に移行する	**user-profile** *profile-name*	設定なし

15.4 ユーザプロファイルの表示とメンテナンスコマンド

すべての View で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド	補足
指定したユーザプロファイルまたはすべてのユーザプロファイルの設定およびオンラインユーザ情報を表示します。	**display user-profile [name** *profile-name* **] [slot** *slot-number* **]**	—

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

10. 高可用性

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-Track

目次

このセクションのページは **10-x-x** です。

1章 Track..... 1-1
1.1 概要..... 1-1
1.1.1 コラボレーションの基本..... 1-1
1.2 Track設定作業リスト..... 1-2
1.3 Trackモジュールと検出モジュールの関連づけ..... 1-2
1.3.1 TrackとNQAの関連づけ..... 1-2
1.3.2 Trackとインタフェース管理モジュールの関連づけ..... 1-3
1.4 Trackモジュールとアプリケーションモジュールの関連づけ..... 1-4
1.4.1 Trackとスタティックルーティングの関連づけ..... 1-4
1.5 Trackエントリの表示と維持..... 1-5
1.6 Track設定例..... 1-5
1.6.1 スタティックルーティング-Track-NQAコラボレーション設定例..... 1-5

1章 Track

1.1 概要

Track モジュールは、図 1-1に示すようにアプリケーションと検出モジュール間で動作します。アプリケーションモジュールから、さまざまな検出モジュール間の相違点を保護します。

検出モジュールとアプリケーションモジュールの Track モジュールを連携した後、コラボレーションが有効となります。検出モジュールは、インタフェース状態、リンク状態、ネットワークの接続性、ネットワーク性能のような指定したオブジェクトを調査し、検出結果を Track モジュールに通知します。Track モジュールは関連したアプリケーションモジュールに検出結果を送信します。Track オブジェクトの変更を通知したとき、アプリケーションモジュールは通信の中断とネットワーク性能の低下を防ぐため、結果に対して対応することができます。

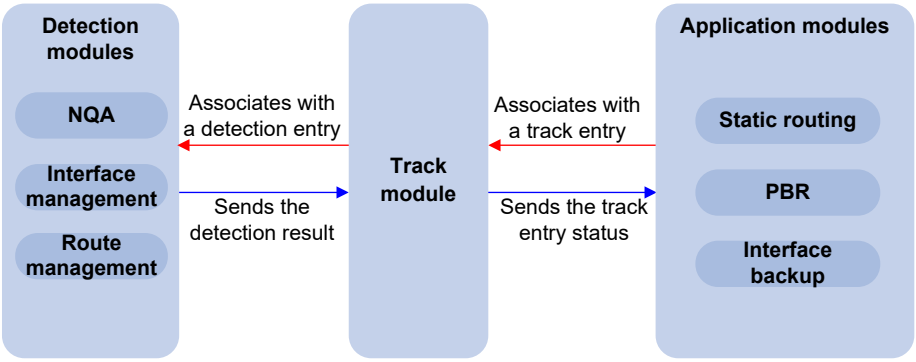


図 1-1 Track モジュールを介したコラボレーション

1.1.1 コラボレーションの基本

Track モジュールは、検出モジュールとアプリケーションモジュール間でコラボレーションします。

I. Track モジュールと検出モジュール間のコラボレーション

検出モジュールは、関連した Track 対象オブジェクトの検出結果を Track 対象モジュールに送信します。結果に依存して、Track モジュールは Track エントリの状態を変更します。

- Track 対象オブジェクト機能が正常の場合、Track エントリの状態は Positive になります。たとえば、以下のいずれかの状況の Track エントリの状態は Positive です。
  - ターゲットインタフェースがアップです。
  - ターゲットネットワークが到達可能です。
- Track 対象オブジェクト機能が正常でない場合、Track エントリの状態は Negative になります。たとえば、以下のいずれかの状況の Track エントリの状態は Negative です。

- ターゲットインタフェースがダウンです。
- ターゲットネットワークが到達不可能です。

- 検出結果が有効でない場合、Track エントリの状態は、NotReady になります。たとえば Track エントリに関連した NQA テストグループが存在しない場合、NotReady になります。

以下の検出モジュールが Track モジュールに関連づけることができます。

- NQA
- インタフェース管理モジュール
- ルート管理モジュール

II. Track モジュールとアプリケーションモジュール間のコラボレーション

以下のアプリケーションモジュールが Track モジュールに関連づけることができます。

- スタティックルーティング
- ポリシーベースルーティング
- インタフェースバックアップ

アプリケーションモジュールの Track エントリを設定するとき、状態の変化をすぐに通知することを防ぐため、通知する前に遅延時間を設定することができます。遅延時間を設定することで、ルートの収束がリンク状態の変更通知よりも遅いとき、通信が失敗することを防ぎます。

1.2 Track設定作業リスト

コラボレーション機能を動作させるため、Track モジュールと検出モジュール、および Track モジュールとアプリケーションモジュールを関連づけます。

以下に Track モジュールの設定作業リストを示します。

作業リスト
（必須設定項目) Trackモジュールと検出モジュールの関連づけ ● TrackとNQAの関連づけ ● Trackとインタフェース管理モジュールの関連づけ
（必須設定項目) Trackモジュールとアプリケーションモジュールの関連づけ: ● Trackとスタティックルーティングの関連づけ

1.3 Trackモジュールと検出モジュールの関連づけ

1.3.1 Track と NQA の関連づけ

NQA は、ネットワークのパフォーマンス、サービス、サービス品質を解析するために複数のテストタイプをサポートしています。たとえば、NQA テストでは、宛先へ到達可能かどうか、あるいは TCP サーバへ TCP 接続がアップであるかどうかを定期的に検出することができます。

NQA テストグループは、Track エントリに関連づけられている場合、以下のように機能します。

- エラーが連続して指定のしきい値に達した場合、NQA モジュールは、Track モジュールに Track 対象オブジェクトの異常を通知します。その後、Track モジュールは、Track エントリの状態を Negative に変更します。
- 指定したしきい値に達していない場合、NQA モジュールは、Track 対象オブジェクトが正常に機能していることを Track モジュールに通知します。Track モジュールは、Track エントリの状態を Positive に変更します。

NQA の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "NQA"* を参照してください。

以下に Track と NQA の関連づけの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Track エントリを生成し、NQA リアクションエントリと関連づけを行い、track entry view に移行する	**track** *track-entry-number* **nqa entry** *admin-name operation-tag* **reaction** *item-number*	デフォルト：設定なし もし指定したNQAテストグループあるいはTrackエントリのリアクションエントリが存在しない場合、Trackエントリの状態はNotReadyとなります。

1.3.2 Track とインタフェース管理モジュールの関連づけ

インタフェース管理モジュールは、インタフェースの物理的な状態やネットワーク層のプロトコルの状態を監視します。インタフェース管理モジュールは、Track エントリに関連づけられている場合、次のように機能します。

- インタフェースのリンクまたはネットワーク層のプロトコル状態がアップになると、インタフェース管理モジュールは、状態の変更を Track モジュールに通知し、Track モジュールは Track エントリの状態を Positive に変更します。
- インタフェースのリンクまたはネットワーク層のプロトコルの状態がダウンになると、インタフェース管理モジュールは、状態の変更を Track モジュールに通知し、Track モジュールは Track エントリの状態を Negative に変更します。

以下に Track とインタフェース管理モジュールの関連づけの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Track をインタフェース管理モジュールと関連づける	• インタフェースのリンクを監視するためにインタフェース管理モジュールと関連づける: **track** *track-entry-number* **interface** *interface-type interface-number* • インタフェースのレイヤ3プロトコル状態を監視するためにインタフェース管理モジュールと関連づける: **track** *track-entry-number* **interface** *interface-type interface-number* **protocol ipv4**	デフォルト：設定なし

1.4 Trackモジュールとアプリケーションモジュールの関連づけ

1.4.1 Track とスタティックルーティングの関連づけ

スタティックルートは手動でルートを設定します。スタティックルートが設定されたネットワークで、指定された宛先へのパケットは管理者によって指定されたパスを通って転送されます。スタティックルートについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 6 *ルーティングプロトコル “スタティックルーティング”* を参照してください。

スタティックルートの欠点は、ネットワークトポロジの変化に適応できないことです。そのため、ネットワークの障害やトポロジの変化が発生すると、ターゲットとの通信ができなくなることがあります。

この問題を回避するために、スタティックルートのバックアップをする別のルートを設定します。スタティックが到達可能であるとき、パケットはスタティックルートを通して転送されます。スタティックルートが到達不可能であるとき、パケットはバックアップルートを通して転送されます。

リアルタイムでスタティックルートの到達可能性をチェックするには、Track とスタティックルート間の関連づけをします。

スタティックルートを設定するときに、出力インタフェースでなくネクストホップを指定すると、スタティックルート、Track モジュール、宛先モジュール間でのコラボレーションを確立することができます。これにより、Track エントリの状態でスタティックルートの到達可能性をチェックすることができます。

- Track エントリの状態が Positive の場合、以下の状況となります。
  - スタティックルートのネクストホップが到達可能です。
  - 設定されたスタティックルートが有効です。
- Track エントリの状態が Negative の場合、以下の状況となります。
  - スタティックルートのネクストホップが到達不可能です。
  - 設定されたスタティックルートが無効です。
- Track エントリの状態が NotReady の場合、以下の状況となります。
  - スタティックルートのネクストホップの到達可能性が不明です。
  - スタティックルートが有効です。

Track をスタティックルーティングと関連づけるとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- スタティックルートのルートを復旧させる場合、関連する Track エントリはスタティックルートではなく復旧ルートのネクストホップを監視させる必要があります。そうでなければルートは無効とみなされます。

以下に Track とスタティックルーティングの関連づけの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ネクストホップの到達可能性をチェックするためにスタティックルーティングと Track エントリを関連づける	**ip route-static** *dest-address* { *mask-length* | *mask* } *next-hop-address* [**track** *track-entry-number*] [**permanent**] [**preference** *preference-value*] [**tag** *tag-value*] [*description description-text*]	デフォルト：設定なし

1.5 Trackエントリの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを表示することができます。

操作	コマンド
Trackエントリの情報を表示する	**display track** { *track-entry-number* | **all** }

1.6 Track設定例

1.6.1 スタティックルーティング-Track-NQA コラボレーション設定例

I. ネットワーク要件

図 1-2に示すように設定します。

- AC 1 はサブネット 20.1.1.0/24 内の Host のデフォルトゲートウェイです。
- AC 4 はサブネット 30.1.1.0/24 内の Host のデフォルトゲートウェイです。
- 2 つのサブネット内の Host はスタティックルートを通して互いに通信します。

ネットワークの信頼性を保証するため、ルートのバックアップを設定し、以下のように AC 1 と AC 4 のスタティックルーティング-Track-NQA コラボレーションを設定します。

- AC 1 上で、高い優先度、ネクストホップが AC 2、宛先が 30.1.1.0/24 のスタティックルートを割り当てます。このルートがマスタルートです。ネクストホップが AC 3、宛先が 30.1.1.0/24 へのスタティックルートはバックアップルートとして動作します。AC 1 は、AC 3 を通して 30.1.1.0/24 にパケットを転送します。
- AC 4 上で、高い優先度、ネクストホップが AC 2、宛先が 20.1.1.0/24 のスタティックルートを割り当てます。このルートがマスタルートです。ネクストホップが AC 3、宛先が 20.1.1.0/24 へのスタティックルートはバックアップルートとして動作します。マスタルートが到達不能であるとき、バックアップルートが適用されます。AC 4 は、
- AC 3 を通して 20.1.1.0/24 にパケットを転送します。

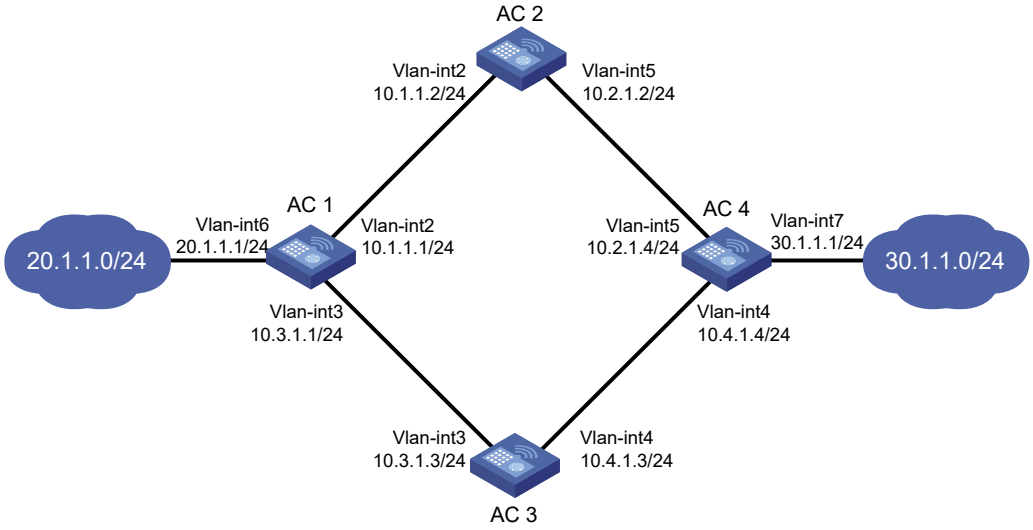


図 1-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1) VLAN を作成し、対応するポートを割り当てます。図 1-2に示すように各 VLAN インタフェースの IP アドレスを割り当てます。(詳細は省略します)
2) AC 1 を設定します。

ネクストホップのアドレスを 10.1.1.2、デフォルトの優先度を 60 のスタティックルート 30.1.1.0/24 を設定します。このスタティックルートを Track エントリ 1 に関連づけます。

```
<AC1> system-view
[AC1] ip route-static 30.1.1.0 24 10.1.1.2 track 1
```

ネクストホップのアドレスを 10.3.1.3、優先度を 80 のスタティックルート 30.1.1.0/24 を設定します。

```
[AC1] ip route-static 30.1.1.0 24 10.3.1.3 preference 80
```

ネクストホップのアドレスを 10.1.1.2 のスタティックルート 10.2.1.4 を設定します。

```
[AC1] ip route-static 10.2.1.4 24 10.1.1.2
```

管理者 admin、オペレータタグ test の NQA オペレーションを作成します。

```
[AC1] nqa entry admin test
```

オペレーションタイプを ICMP エコータイプとして設定します。

```
[AC1-nqa-admin-test] type icmp-echo
```

宛先アドレスを 10.2.1.4、ネクストホップのアドレスを 10.1.1.2 に設定します。

```
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 10.2.1.4
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] next-hop ip 10.1.1.2
```

100 ミリ秒の間隔で繰り返す ICMP エコーオペレーションを設定します。

```
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] frequency 100
```

リアクションエントリ 1 を設定し、Track モジュールのトリガーを 5 回連続して失敗するように指定します。

```
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type consecutive 5 action-type trigger-only
[AC1-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
```

NQA オペレーションを開始します。

```
[AC1] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
```

Track エントリ 1 を設定し、NQA オペレーションのリアクションエントリ 1 に関連づけます。

```
[AC1] track 1 nqa entry admin test reaction 1
```

3) AC 2 を設定します。

ネクストホップのアドレスが 10.2.1.4、宛先が 30.1.1.0/24 のスタティックルートを設定します。

```
<AC2> system-view
[AC2] ip route-static 30.1.1.0 24 10.2.1.4
```

ネクストホップのアドレスが 10.1.1.1、宛先が 20.1.1.0/24 のスタティックルートを設定します。

```
[AC2] ip route-static 20.1.1.0 24 10.1.1.1
```

4) AC 3 を設定します。

ネクストホップのアドレスが 10.4.1.4、宛先が 30.1.1.0/24 のスタティックルートを設定します。

```
<AC3> system-view
[AC3] ip route-static 30.1.1.0 24 10.4.1.4
```

ネクストホップのアドレスが 10.3.1.1、宛先が 20.1.1.0/24 のスタティックルートを設定します。

```
[AC3] ip route-static 20.1.1.0 24 10.3.1.1
```

5) AC 4 を設定します。

ネクストホップのアドレスが 10.2.1.2、宛先が 20.1.1.0/24 のスタティックルートを設定し、デフォルトの優先度を 60 に設定します。このスタティックルートを Track エントリ 1 に割り当てます。

```
<AC4> system-view
[AC4] ip route-static 20.1.1.0 24 10.2.1.2 track 1
```

ネクストホップのアドレスが 10.4.1.3、宛先が 20.1.1.0/24 のスタティックルートを設定し、デフォルトの優先度を 80 に設定します。

```
[AC4] ip route-static 20.1.1.0 24 10.4.1.3 preference 80
```

ネクストホップのアドレスが 10.2.1.2、宛先が 10.1.1.1/24 のスタティックルートを設定します。

```
[AC4] ip route-static 10.1.1.1 24 10.2.1.2
```

管理者 admin、オペレータタグ test の NQA オペレーションを作成します。

```
[AC4] nqa entry admin test
```

テストタイプを ICMP エコータイプとして設定します。

```
[AC4-nqa-admin-test] type icmp-echo
```

オペレーションの宛先 IP アドレスを 10.1.1.1、ネクストホップアドレスを 10.2.1.2 に設定します。

```
[AC4-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 10.1.1.1
[AC4-nqa-admin-test-icmp-echo] next-hop ip 10.2.1.2
```

ICMP エコーオペレーションのテスト間隔を 100ms に設定します。

```
[AC4-nqa-admin-test-icmp-echo] frequency 100
```

リアクションエントリ 1 を設定し、Track モジュールのトリガーを 5 回連続して失敗するように指定します。

```
[AC4-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type consecutive 5 action-type trigger-only
[AC4-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
```

NQA オペレーションを開始します。

```
[AC4] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
```

Track エントリ 1 を設定し、NQA オペレーションのリアクションエントリ 1 に関連づけます。

```
[AC4] track 1 nqa entry admin test reaction 1
```

III. 設定の確認

AC 1 の Track エントリの情報を表示します。

```
[AC1] display track all
Track ID: 1
  State: Positive
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test
    Reaction: 1
```

出力は、Track エントリの状態が Positive で、NQA オペレーションが成功し、マスタルートが有効であることを示します。

AC 1 のルーティングテーブルを表示します。

```
[AC1] display ip routing-table
```

```
Destinations : 10       Routes : 10

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
10.1.1.0/24         Direct 0    0            10.1.1.1        Vlan2
10.1.1.1/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.0/24         Static 60   0            10.1.1.2        Vlan2
10.3.1.0/24         Direct 0    0            10.3.1.1        Vlan3
10.3.1.1/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
20.1.1.0/24         Direct 0    0            20.1.1.1        Vlan6
20.1.1.1/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
30.1.1.0/24         Static 60   0            10.1.1.2        Vlan2
127.0.0.0/8         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
```

出力では、AC 1 は AC 2 を通して 30.1.1.0/24 にパケットを転送しています。

AC 2 で VLAN インタフェース 2 の IP アドレスを削除します。

```
<AC2> system-view
[AC2] interface vlan-interface 2
[AC2-Vlan-interface2] undo ip address
```

AC 1 の Track エントリの情報を表示します。

```
[AC1] display track all
Track ID: 1
  State: Negative
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test
    Reaction: 1
```

出力では、Track エントリの状態が Negative で、NQA オペレーションが失敗し、マスタルートが無効であることを示します。

AC 1 のルーティングテーブルを表示します。

```
[AC1] display ip routing-table

Destinations : 10       Routes : 10

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
10.1.1.0/24         Direct 0    0            10.1.1.1        Vlan2
10.1.1.1/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.0/24         Static 60   0            10.1.1.2        Vlan2
10.3.1.0/24         Direct 0    0            10.3.1.1        Vlan3
10.3.1.1/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
20.1.1.0/24         Direct 0    0            20.1.1.1        Vlan6
20.1.1.1/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
30.1.1.0/24         Static 80   0            10.3.1.3        Vlan3
127.0.0.0/8         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
```

出力では、AC 1 は AC 3 を通して 30.1.1.0/24 にパケットを転送しています。バックアップルートが適用されています。

マスタが故障したとき、20.1.1.0/24 内の Host が 30.1.1.0/24 内の Host と通信できることを確認してください。

```
[AC1] ping -a 20.1.1.1 30.1.1.1
Ping 30.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=2 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
```

```
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=2 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms

--- Ping statistics for 30.1.1.1 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.00% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1/1/2/1 ms
```

マスタが故障したとき、30.1.1.0/24 内の Host が 20.1.1.0/24 内の Host と通信できることを確認してください。

[AC2] ping -a 30.1.1.1 20.1.1.1

```
Ping 20.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=2 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms

--- Ping statistics for 20.1.1.1 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.00% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1/1/2/1 ms
```

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

11. システム管理

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-システムの保守とデバッグ

02-NQA

03-NTP

04-SNMP

05-RMON

06-NETCONF

07-プロセスモニタリングとメンテナンス

08-パケットキャプチャの設定

09-Information Center

10-ポートミラーリング

11-NetMeister

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

1 章 システムの保守とデバッグ 1-1
1.1 Ping 1-1
1.1.1 ping コマンドを使用したネットワークの接続試験 1-1
1.1.2 Ping 設定例 1-1
1.2 Tracert 1-3
1.2.1 設定要件 1-4
1.2.2 tracert コマンドを使用した故障の検出、ルートにあるすべてのノードの確認 1-4
1.2.3 Tracert 設定例 1-4
1.3 システムのデバッグ 1-6
1.3.1 スイッチのデバッグ情報の制御 1-6
1.3.2 システムデバッグの設定 1-6

1章 システムの保守とデバッグ

この章は ping、tracert を使用したシステムのデバッグ情報について記載します。

1.1 Ping

ping コマンドで、指定したアドレスに到達可能かどうかを確認したり、ネットワーク接続を試験したりすることができます。

ping は ICMP エコーリクエスト（ECHO-REQUEST）を宛先装置に送信します。リクエストを受信した、宛先リクエストは ICMP のリクエストに応答して送信元装置に ICMP エコーリプライ（ECHO-REPLY）を送信します。送信元装置は、パケット送信数、受信したパケットリプライ数、ラウンドトリップタイムの ping の統計情報を表示します。これらの統計情報を解析することによってネットワークの性能を測定することができます。

1.1.1 ping コマンドを使用したネットワークの接続試験

すべての view で **ping** コマンドを実行できます。

操作	コマンド	補足
指定したアドレスに到達可能かどうかを確認する	低速度ネットワークでpingコマンドを設定する場合、タイムアウトタイマには大きな値を設定してください。 • IPv4ネットワーク：**ping** [**ip**] [**-a** *source-ip* | **-c** *count* | **-f** | **-h** *ttl* | *-i interface-type interface-number* | **-m** *interval* | **-n** | **-p** *pad* | **-q** | **-r** | **-s** *packet-size* | **-t** *timeout* | **-tos** *tos* | **-v**] * *host*	低速ネットワークで**ping**コマンドを使用するとき、タイムアウトタイマの値を大きな値に設定してください。（コマンドの**-t**キーワードで示されます。）

1.1.2 Ping 設定例

I. ネットワーク要件

図 1-1 に示すように、AC と Device B 間で通信可能かどうか確認します。互いに通信可能である場合、AC から Device B のルートについての詳細な情報を取得します。

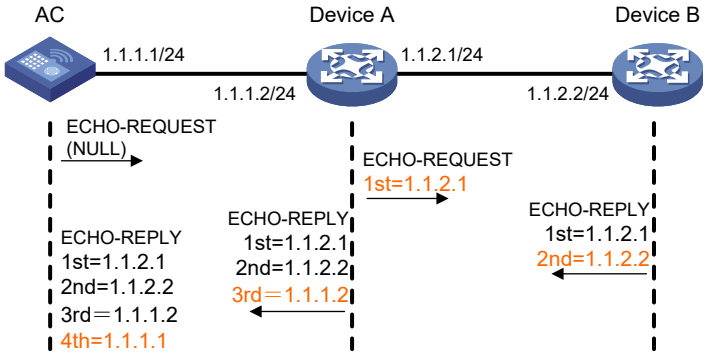


図 1-1 ネットワーク図

II. 設定手順

AC で **ping** コマンドを使用し、Device B と通信可能かどうか確認します。

```
Ping 1.1.2.2 (1.1.2.2): 56 data bytes, press CTRL_C to break
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=0 ttl=254 time=2.137 ms
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=1 ttl=254 time=2.051 ms
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=2 ttl=254 time=1.996 ms
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=3 ttl=254 time=1.963 ms
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=4 ttl=254 time=1.991 ms

--- Ping statistics for 1.1.2.2 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1.963/2.028/2.137/0.062 ms
```

出力は、以下の状態を示します。

- AC が Device B に 5 つの ICMP パケットを送信、AC は ICMP パケットを受信します。
- パケットの送信失敗がありません。
- ルートが到達可能です。

AC から Device B の詳細なルート情報を取得します。

```
<AC> ping -r 1.1.2.2
Ping 1.1.2.2 (1.1.2.2): 56 data bytes, press CTRL_C to break
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=0 ttl=254 time=4.685 ms
RR:      1.1.2.1
         1.1.2.2
         1.1.1.2
         1.1.1.1
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=1 ttl=254 time=4.834 ms  (same route)
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=2 ttl=254 time=4.770 ms  (same route)
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=3 ttl=254 time=4.812 ms  (same route)
56 bytes from 1.1.2.2: icmp_seq=4 ttl=254 time=4.704 ms  (same route)

--- Ping statistics for 1.1.2.2 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 4.685/4.761/4.834/0.058 ms
```

図 1-1 に示すように **ping -r** のテスト手順は以下となります。

1) 送信元（AC）は RR オプションを空で ICMP エコーリクエストを宛先（Device B）に対して送信します。
2) 中間デバイス（Device A）は ICMP エコーリクエストの RR オプションに出力インタフェースの IP アドレス（1.1.2.1）を追加し、転送します。

3) リクエストを受信した宛先デバイスはリクエストの RR オプションをコピーし、RR オプションに出力インタフェースの IP アドレス（1.1.2.2）を追加します。ICMP エコーリプライを送信します。
4) 中間デバイスは ICMP エコーリプライの RR オプションに出力インタフェースの IP アドレス（1.1.1.2）を追加し、リプライを転送します。
5) リプライを受信した送信元デバイスは RR オプションにインタフェースの IP アドレス（1.1.1.1）を追加します。最後に、1.1.1.1 <-> {1.1.1.2; 1.1.2.1} <-> 1.1.2.2 という AC～Device B 間の詳細な情報を取得します。

1.2 Tracert

Tracert（traceroute と呼ばれます）は、ネットワークが有効かどうか確認するために、送信元から宛先にパケットを伝送するレイヤ 3 デバイスの IP アドレスの追跡を行います。ネットワークに不具合があった場合に、tracert コマンドを使用して機能しなくなったノードを特定するのに有用です。

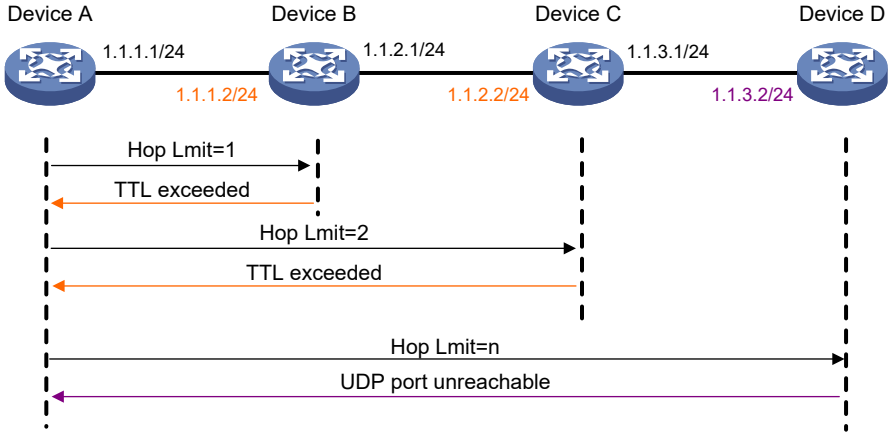


図 1-2 Tracert の動作

Tracert はデバイスの IP アドレスを取得するため、受信した ICMP エラーメッセージを使用します。図 1-2 に示すように、tracert が動作します。

1) 送信元デバイス（Device A）が宛先デバイス（Device D）に TTL 値が 1 のパケットを送信します。パケットの UDP 番号は宛先のアプリケーションで使用されないポート番号です。
2) 最初のホップ（Device B）（パケットを最初に受信するレイヤ 3 デバイス）は、1.1.1.2 の IP アドレスがカプセル化された TTL-expired ICMP エラーメッセージを送信元に返します。このように、送信元デバイスは最初のレイヤ 3 デバイスのアドレス（1.1.1.2）を受信します。
3) 送信元デバイスが宛先のデバイスに TTL 値が 2 のパケットを送信します。
4) 2 番目のホップ（Device C）が TTL-expired ICMP エラーメッセージで応答し、これで送信元デバイスは 2 番目のレイヤ 3 デバイスのアドレス（1.1.2.2）を取得します。
5) このプロセスは、最終宛先のデバイスに到達するまで続きます。宛先のアプリケーションは UDP ポートを使用していません。宛先は IP アドレス 1.1.3.2 の到達不能 ICMP エラーメッセージのリプライをします。
6) 送信元デバイスは以下のことを認識します。

- 到達不能 ICMP エラーメッセージを受信したとき、宛先に届いたことを認識します。

- 宛先デバイスまでのパスは 1.1.1.2 から、1.1.2.2 から、1.1.3.2 であると認識します。

1.2.1 設定要件

tracert コマンドを使用する前に、以下の作業を行ってください。

IPv4 ネットワーク：

- 中間デバイス（送信元デバイスと宛先デバイスの間のデバイス）で ICMP タイムアウトパケットの送信を有効にします。もし中間デバイスが QX シリーズの場合、デバイスで **ip ttl-expires enable** コマンドを実行してください。このコマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 5 *IP サービス "IP パフォーマンスの最適化"* を参照してください。
- 中間デバイス（送信元デバイスと宛先デバイスの間のデバイス）で ICMP 宛先到達不能パケットの送信を有効にします。もし中間デバイスが QX シリーズの場合、デバイスで **ip unreachables enable** コマンドを実行してください。このコマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 5 *IP サービス "IP パフォーマンスの最適化"* を参照してください。

1.2.2 tracert コマンドを使用した故障の検出、ルートにあるすべてのノードの確認

すべての view で **tracert** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
送信元から宛先のルートを表示する	• IPv4ネットワーク： **tracert** [**-a** *source-ip* | **-f** *first-ttl* | **-m** *max-ttl* | **-p** *port* | **-q** *packet-number* | **-t** *tos* | **-w** *timeout*] * *host*

1.2.3 Tracert 設定例

I. ネットワーク要件

図 1-3 に示すように、AC は Device B への Telnet が失敗しています。

AC と Device B 間でネットワークの接続性を確認します。互いに通信できない場合、ネットワークの故障したノードを特定できます。

図 1-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　図 1-3 に示すように Device に IP アドレスを設定します。
2)　AC でスタティックルートを設定します。

```
<AC> system-view
[AC] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.1.2
[AC] quit
```

3)　**ping** コマンドを使用して AC と Device B 間の接続性を確認します。

```
<AC> ping 1.1.2.2
Ping 1.1.2.2(1.1.2.2): 56 -data bytes, press CTRL_C to break
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out

--- Ping statistics for 1.1.2.2 ---
5 packet(s) transmitted,0 packet(s) received,100.0% packet loss
```

出力は、AC と Device B が通信不可能であることを示します。

4)　**tracert** コマンドを使用して、故障したノードを特定します。

Device A で ICMP タイムアウトパケットの送信を有効にします。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] ip ttl-expires enable
```

Device B で ICMP 到達不可能パケットの送信を有効にします。

```
<DeviceB> system-view
[DeviceB] ip unreachables enable
```

AC で **tracert** コマンドを実行します。

```
<AC> tracert 1.1.2.2
traceroute to 1.1.2.2 (1.1.2.2) 30 hops at most,40 bytes each packet, press
CTRL_C to break
 1  1.1.1.2 (1.1.1.2) 1 ms 2 ms 1 ms
 2  * * *
 3  * * *
 4  * * *
 5
<AC>
```

出力は、AC と Device A は互いに通信できますが、AC と Device B は通信できないことを示します。Device A と Device B 間の通信でエラーが発生していることを示します。

5)　問題を確認するため AC と Device B で以下のコマンドを実行します。

- **debugging ip icmp** コマンドを使用して AC と Device B で ICMP パケットの送受信ができるか確認を行います。
- **display ip routing-table** コマンドを使用して AC と Device B のルートがあるか確認します。

1.3 システムのデバッグ

装置は、さまざまなデバッグ機能があります。サポートしているプロトコルおよび機能の大半に対し、システムはユーザのエラー診断に役立つデバッグ情報を提供しています。

1.3.1 スイッチのデバッグ情報の制御

次の 2 つのスイッチがデバッグ情報の表示を制御します。

- **モジュールデバッグスイッチ** － モジュール特有のデバッグ情報を制御します。
- **画面出力スイッチ** － 所定の画面にデバッグ情報を表示するかを制御します。出力する画面上で **terminal monitor** コマンド、**terminal logging level** コマンドを使用します。これらのコマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 11 *システム管理 “Information center”* を参照してください。

図 1-4 に示すように、モジュールデバッグスイッチと画面出力スイッチの関係を示したものです。デバイスは、デバッグ情報をモジュール 1、2、3 に出力できると仮定します。両方に電源が入っているときのみ情報は端末に出力されます。

デバッグ情報は通常、コンソールに表示されます。他の宛先にデバッグ情報を送信することができます。詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “Information center”* を参照してください。

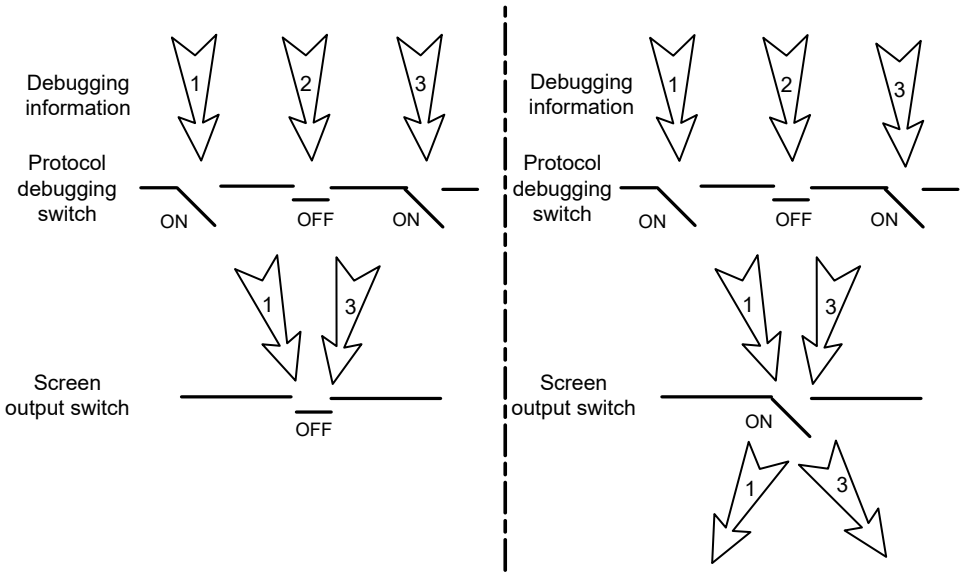


図 1-4 モジュールデバッグスイッチと画面出力スイッチの関係

1.3.2 システムデバッグの設定

デバッグコマンドの出力は、メモリ容量に影響します。システム性能を保証するため、異常な状況にあるプロトコルに関連したデバッグのみ有効にしてください。デバッグを行った後、**undo debugging all** コマンドを使用してすべてのデバッグ機能を無効にしてください。

以下にデバッグ機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. user view でプロトコルのデバッグを有効にする	**debugging** { **all** [**timeout** *time*] | *module-name* [*option*] }	デフォルト：無効
2. （オプション設定項目） すべての view で有効なデバッグ機能を表示する	**display debugging** [*module-name*]	—

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

2章 NQA 2-1
2.1 概要 2-1
2.1.1 NQAのテストタイプ 2-1
2.1.2 コラボレーション 2-2
2.1.3 しきい値監視機能 2-2
2.2 NQA設定作業リスト 2-3
2.3 NQAサーバの設定 2-3
2.4 NQAクライアントの有効化 2-4
2.5 NQAクライアントのNQAテストの設定 2-4
2.5.1 NQAテストの設定作業リスト 2-4
2.5.2 ICMPエコーテストの設定 2-5
2.5.3 DHCPテストの設定 2-6
2.5.4 DNSテストの設定 2-6
2.5.5 FTPテストの設定 2-7
2.5.6 HTTPテストの設定 2-8
2.5.7 UDPジッタテストの設定 2-9
2.5.8 SNMPテストの設定 2-11
2.5.9 TCPテストの設定 2-11
2.5.10 UDPエコーテストの設定 2-12
2.5.11 音声テストの設定 2-13
2.5.12 DLSwテストの設定 2-15
2.5.13 NQAテストのオプションパラメータの設定 2-16
2.5.14 コラボレーション機能の設定 2-17
2.5.15 しきい値監視機能の設定 2-17
2.5.16 NQA統計情報収集機能の設定 2-20
2.5.17 NQA履歴記録保存の設定 2-21
2.5.18 NQAクライアントにおけるNQAテストのスケジューリング 2-21
2.6 NQAの表示と維持 2-22
2.7 NQA設定例 2-22
2.7.1 ICMPエコーテスト設定例 2-22
2.7.2 FTPテスト設定例 2-24
2.7.3 UDPジッタテスト設定例 2-26
2.7.4 SNMPテスト設定例 2-28
2.7.5 HTTPテスト設定例 2-30
2.7.6 TCPテスト設定例 2-31
2.7.7 UDPエコーテスト設定例 2-32
2.7.8 NQAコラボレーショテスト設定例 2-34

2章 NQA

2.1 概要

NQA（Network quality analyzer）は、ネットワークの性能、IP サービスのサービスレベルとアプリケーションを確認し、ネットワークの問題を診断することができます。以下のタイプのテストをサポートしています。

- ICMP エコーテスト
- DHCP
- DLSw
- DNS
- FTP
- HTTP
- SNMP
- TCP
- UDP エコーテスト
- UDP ジッタ
- 音声

図 2-1に示すように、NQA 送信元装置（NQA クライアント）は、ネットワークパフォーマンスを測定するため、NQA 宛先装置に IP サービスとアプリケーションのシミュレーションを行うデータを送信します。取得した性能の測定基準は、1 方向の遅延、ジッタ、音声品質、アプリケーション性能、サーバ応答時間が含まれます。

NQA のすべてのタイプは NQA クライアントが必要ですが、TCP、UDP エコー、UDP ジッタ、音声は NQA サーバのみ必要です。FTP のように、すでに宛先装置でサービスが提供されている場合、NQA サーバは必要ではありません。

さまざまなテストのニーズを満たすため、特定の IP アドレスとポートをリスニングし、応答する NQA サーバを設定することができます。

図 2-1 ネットワーク図

2.1.1 NQA のテストタイプ

以下に異なる NQA テストタイプを示します。

- TCP あるいは DLSw テストは接続をセットアップします。
- UDP ジッタや音声テストは指定した数のプローブパケットを送信します。プローブパケット数は **probe packet-number** コマンドで設定可能です。
- FTP テストはファイルのアップロードあるいはダウンロードを行います。
- HTTP テストは Web ページを取得します。
- DHCP テストは DHCP を通して IP アドレスを取得します。

- DNS テストは IP アドレスにドメイン名を変換します。
- ICMP エコーテストは ICMP エコーリクエストを送信します。
- UDP エコーテストは UDP ペットを送信します。
- SNMP テストは SNMPv1 パケット、SNMPv2c パケット、SNMPv3 パケットを送信します。

2.1.2 コラボレーション

NQA は、アプリケーションモジュールがあらかじめ定義されたアクションを行うことができるようにするため、アプリケーションモジュールの状態あるいはパフォーマンスの変更を通知するようにトラックモジュールとコラボレーションすることができます。

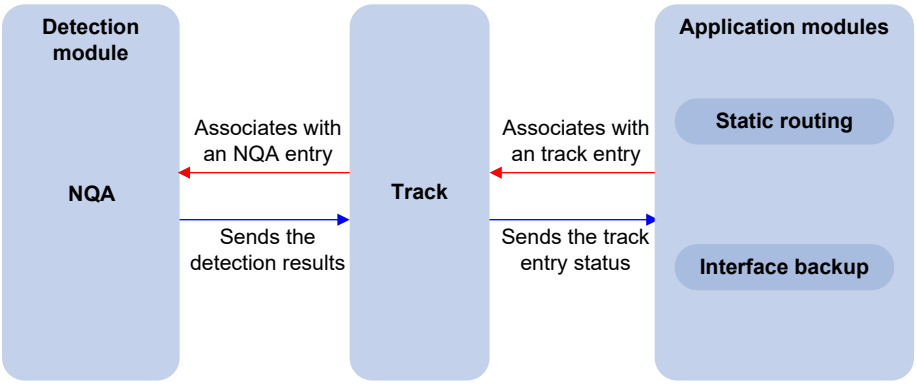


図 2-2 コラボレーション

以下に、コラボレーションを使用して、192.168.0.88 のスタティックルートの動作をモニタする方法を示します。

1) NQA は 192.168.0.88 の到達可能性をモニタします。
2) 192.168.0.88 が到達不可能となったとき、NQA はその変化をトラックモジュールに通知します。
3) トラックモジュールは、スタティックルーティングモジュールに状態の変化を通知します。
4) スタティックルーティングモジュールはスタティックルートを無効にします。

コラボレーションについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 10 *高可用性 “Track”* を参照してください。

2.1.3 しきい値監視機能

しきい値監視機能は、NQA が指定したしきい値を越えたとき、指定されたアクションを実行します。

表 2-1に監視対象とサポートするテストタイプの関係について示します。

表 2-1 監視対象とサポートするテストタイプの関係

監視対象	サポートするテストタイプ
プローブ期間	UDPジッタ、音声を除くすべてのNQAテスト

監視対象	サポートするテストタイプ
検査失敗回数	UDPジッタ、音声を除くすべてのNQAテスト
廃棄パケット数	UDPジッタ、音声テスト
1方向のジッタ（送信元から宛先、宛先から送信元）	UDPジッタ、音声テスト
1方向の遅延（送信元から宛先、宛先から送信元）	UDPジッタ、音声テスト
ICPIF（Calculated Planning Impairment Factor）（詳細はオペレーションマニュアルのセクション11 *システム管理 “NQA”の“音声テストの設定”*を参照してください。）	音声テスト
MOS（Mean Opinion Scores） （詳細はオペレーションマニュアルのセクション11 *システム管理 “NQA”の“音声テストの設定”*を参照してください。）	音声テスト

2.2 NQA設定作業リスト

作業リスト	補足
NQAサーバの設定	TCP、UDP、UDPジッタ、音声テストでは必須設定項目
（必須設定項目）NQAクライアントの有効化	ー
（必須設定項目）NQAクライアントのNQAテストの設定	ー

2.3 NQAサーバの設定

TCP、UDP エコー、UDP ジッタ、音声テストを実行するため、宛先装置で NQA サーバを有効にする必要があります。NQA サーバは。指定されたアドレスとポート番号で NQA クライアントからの要求に応答します。IP アドレスとポート番号は NQA クライアントが設定したものと一致する必要があります。また現在リスニングしているものとは別にする必要があります。

NQA サーバ上で、各 IP アドレスとポート番号に対応した複数の TCP、UDP リスニングサービスを設定することができます。リスニングサービスは NQA サーバで固有にする必要があります。IP アドレスとポート番号は NQA クライアントで設定された IP アドレスとポート番号と同一にする必要があります。

以下に NQA サーバの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NQA サーバを有効にする	**nqa server enable**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
3. TCP、UDP リスニングサービスを設定する	• TCPリスニングサービスを設定する： **nqa server tcp-connect** *ip-address port-number* [**tos** *tos*] • UDPリスニングサービスを設定する： **nqa server udp-echo** *ip-address port-number* [**tos** *tos*]	NQAサーバによって送信された応答パケットのIPパケットヘッダのToS値を指定することができます。 デフォルトのToS値：0

2.4 NQAクライアントの有効化

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA クライアントを有効にする	**nqa agent enable**	デフォルト：有効 NQAクライアントを有効にしたのちNQAの設定が適用されます。

2.5 NQAクライアントのNQAテストの設定

2.5.1 NQA テストの設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目） 少なくとも1つを設定してください。 • ICMPエコーテストの設定 • DHCPテストの設定 • DNSテストの設定 • FTPテストの設定 • HTTPテストの設定 • UDPジッタテストの設定 • SNMPテストの設定 • TCPテストの設定 • UDPエコーテストの設定 • 音声テストの設定 • DLSwテストの設定
（オプション設定項目） NQAテストのオプションパラメータの設定
（オプション設定項目） しきい値監視機能の設定
（オプション設定項目） NQA統計情報収集機能の設定
（オプション設定項目） NQA履歴記録保存の設定
（必須設定項目）NQAクライアントにおけるNQAテストのスケジューリング

2.5.2 ICMP エコーテストの設定

ICMP エコーテストは宛先装置の到達可能性をテストします。ICMP エコーテストは **ping** コマンドと同等の機能ですが、さらに詳細な情報が得られます。送信元と宛先間で複数のパスがある場合、ICMP エコーテストでネクストホップを指定できます。

以下に ICMP エコーテストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. ICMP エコータイプを指定し、その view に移行する	**type icmp-echo**	ー
4. ICMP エコーリクエストの宛先アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）各 ICMP エコーリクエストのペイロードサイズを指定する	**data-size** *size*	デフォルト：100バイト
6. （オプション設定項目）各 ICMP エコーリクエストのペイロードに入る文字列を指定する	**data-fill** *string*	デフォルト：00010203040506070809（16進数表示）
7. （オプション設定項目）ICMP エコーリクエストの送信元 IP アドレスを指定する	• 送信元インタフェースを指定する：**source interface** *interface-type interface-number* • 送信元IPアドレスを指定する：**source ip** *ip-address*	デフォルト：ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 指定されていない場合、送信元IPアドレスとして出力インタフェースのプライマリIPアドレスが適用されます。 **source ip**コマンドと**source interface**コマンドの両方が設定された場合、最後に設定したコマンドが適用されます。 指定した送信元インタフェースはアップ状態でなくてはいけません。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスで、アップ状態でなくてはいけません。そうでなければICMPエコーテストに失敗します。
8. （オプション設定項目）ICMP エコーリクエストのネクストホップを指定する	**next-hop** *ip-address*	デフォルト：設定なし

2.5.3 DHCP テストの設定

DHCP テストは、DHCP サーバが DHCP クライアントリクエストに応答できるかどうかをテストします。また DHCP サーバから IP アドレスを取得する時間を計測することができます。

NQA クライアントは、DHCP サーバから IP アドレスを取得するために DHCP リクエストを転送する DHCP リレーエージェントをテストします。DHCP テストを実行するインタフェースはインタフェースの IP アドレスを変更しません。DHCP テストを完了したとき、取得した IP アドレスを解放するため、NQA クライアントはパケットを送信します。

以下に DHCP テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. DHCP タイプを指定し、その view に移行する	**type dhcp**	―
4. DHCP パケットの宛先 IP アドレスとして DHCP サーバの IP アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）DHCP リクエストパケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 指定する送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、プローブパケットを送信できません。 NQAクライアントはDHCPサーバに送信するDHCP要求の**giaddr**フィールドに送信元IPアドレスを追加します。 詳細はオペレーションマニュアルのセクション5 *IPサービス “DHCPリレー”*を参照してください。

2.5.4 DNS テストの設定

DNS テストは DNS クライアントが DNS サーバを通してドメイン名を IP アドレスに変換する時間を測定します。

DNS テストは DNS 解決をテストします。取得した DNS エントリは保存しません。

以下に DNS テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. DNS タイプを指定し、その view に移行する	**type dns**	―
4. DNS パケットの宛先アドレスとして DNS サーバの IP アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5. 変換に必要なドメイン名を指定する	**resolve-target** *domain-name*	デフォルト：設定なし

2.5.5 FTP テストの設定

FTP テストは NQA クライアントが FTP サーバからファイルを転送するかダウンロードする時間をテストします。

FTP テストを設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- **filename** コマンドが設定され、**put** オペレーションが行われるとき、NQA クライアントにファイルが存在することを確認してください。
- FTP サーバからファイルを取得するために **get** オペレーションを行う場合、FTP サーバの指定した URL にファイルが存在することを確認してください。
- NQA クライアントは FTP サーバから取得したファイルを保存しません。
- FTP テストを行う場合、小さいサイズのファイルを使用してください。大きいサイズのファイルは、タイムアウトでテストが失敗したり、ネットワークの帯域幅以上を独占して他のサービスに影響を与えたりする可能性があります。

以下に FTP テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. FTP タイプを指定し、その view に移行する	**type ftp**	―
4. 宛先の FTP サーバの URL を指定する	**url** *url*	デフォルト：指定なし 以下のどちらかのフォーマットで URL を入力します。 ● ftp://*host*/*filename* ● ftp://*host*:*port*/*filename* **get** オペレーションを行うとき、ファイル名が必要です。

操作	コマンド	補足
5. （オプション設定項目）FTP リクエストパケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、FTPは送信できません。
6. FTP のオペレーションタイプを指定する	**operation** { **get** | **put** }	デフォルト：**get** FTPサーバからファイルを取得します。
7. FTP ログインユーザ名を指定する	**username** *username*	デフォルト：設定なし
8. FTP ログインパスワードを指定する	**password** { **cipher** | **simple** } *string*	デフォルト：設定なし
9. （オプション設定項目）転送されるファイル名を指定する	**filename** *file-name*	デフォルト：設定なし この操作は**put**オペレーションが行われるときに必要です。

2.5.6 HTTP テストの設定

HTTP テストは NQA クライアントが HTTP サーバからデータを取得する時間をテストします。

以下に HTTP テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. HTTP タイプを指定し、その view に移行する	**type http**	ー
4. 宛先の HTTP サーバの URL を指定する	**url** *url*	デフォルト：指定なし 以下のどちらかのフォーマットでURLを入力します。 ● http://*host*/*resource* ● http://*host*:*port*/*resource*
5. HTTP ログインユーザ名を指定する	**username** *username*	デフォルト：設定なし
6. HTTP ログインパスワードを指定する	**password** { **cipher** | **simple** } *password*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
7. （オプション設定項目）リクエストパケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、リクエストは送信できません。
8. （オプション設定項目）HTTP オペレーションタイプを指定する	**operation** { **get** | **post** }	デフォルト：**get** HTTPサーバからファイルを取得します。
9. （オプション設定項目）HTTP バージョンを指定する	**version** { **v1.0** | **v1.1** }	デフォルト：HTTP 1.0

2.5.7 UDP ジッタテストの設定

注意：
UDP ジッタテストをポート番号 1～1023 で行わないでください。1～1023 を使用した場合 NQA テストは失敗するか、このポートに該当するサービスが動作しなくなります。

ジッタは相互のパケット遅延の変動値を意味します。UDP ジッタテストはネットワークで音声サービスやビデオサービスなどのジッタに敏感なリアルタイムサービスを行えるかどうか確認するため、片方向、双方向のジッタをテストします。

UDP ジッタテストは以下のように動作します。

1) NQA クライアントは通常の間隔で宛先ポートに UDP パケットを送信します。
2) 宛先装置は、受信した各パケットにタイムスタンプを追加し、NQA クライアントにパケットを送り返します。
3) 応答を受信すると、NQA クライアントは、タイムスタンプに従ってジッタを計算します。

UDP ジッタテストは、NQA サーバと NQA クライアントの両方が必要です。UDP ジッタテストを実行する前に、NQA サーバで UDP リスニングサービスの設定を行う必要があります。UDP リスニングサービスの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NQA”の “NQA サーバの設定”*を参照してください。

以下に UDP ジッタテストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. UDP ジッタタイプを指定し、その view に移行する	**type udp-jitter**	ー
4. UDP パケットの宛先アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし 宛先アドレスはNQAサーバでリスニングサービスを行っているIPアドレスと同一です。
5. UDP パケットの宛先ポートを指定する	**destination port** *port-number*	デフォルト：設定なし 宛先ポートはNQAサーバでリスニングサービスを行っているポートと同一です。
6. （オプション設定項目）UDP パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト：ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、UDPパケットは送信できません。
7. （オプション設定項目）UDP パケットの送信元ポート番号を指定する	**source port** *port-number*	デフォルト：設定なし
8. （オプション設定項目）各 UDP パケットのペイロードサイズを指定する	**data-size** *size*	デフォルト：100バイト
9. （オプション設定項目）各 UDP パケットのペイロードで使われる文字列を指定する	**data-fill** *string*	デフォルト：00010203040506070809（16進数表示）
10. （オプション設定項目）UDP ジッタテストで送信する UDP パケット数を指定する	**probe packet-number** *packet-number*	デフォルト：10
11. （オプション設定項目）UDP パケットを送信する間隔を設定する	**probe packet-interval** *interval*	デフォルト：20ミリ秒
12. （オプション設定項目）NQA クライアントの UDP パケットの受信待ち時間を指定する	**probe packet-timeout** *timeout*	デフォルト：3000ミリ秒

🕮 **メモ：**

display nqa result コマンドあるいは **display nqa statistics** コマンドを使用して UDP ジッタテストを確認してください。**display nqa history** コマンドは、UDP ジッタテストの結果や統計情報を表示しません。

2.5.8 SNMP テストの設定

SNMP テストは NQA クライアントが SNMP パケットを SNMP エージェントに送信し、SNMP エージェントから応答パケットを受信する時間を測定します。

以下に SNMP テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. SNMP タイプを指定し、その view に移行する	**type snmp**	ー
4. SNMP パケットの宛先アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）SNMP パケットの送信元ポート番号を指定する	**source port** *port-number*	デフォルト：設定なし
6. （オプション設定項目）SNMP パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、SNMPパケットは送信できません。

2.5.9 TCP テストの設定

TCP テストは、NQA クライアントと NQA サーバ上のポート間で TCP 接続が確立される時間を測定するために使われます。これにより指定したサーバのポートの有効性と能力を判断します。

TCP テストは NQA サーバと NQA クライアントの両方が必要です。TCP テストを実行する前に、NQA サーバで TCP リスニングサービスの設定を行う必要があります。TCP リスニングサービスの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NQA” の “NQA サーバの設定”* を参照してください。

以下に TCP テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. TCP タイプを指定し、その view に移行する	**type tcp**	ー
4. TCP パケットの宛先アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし 宛先アドレスはNQAサーバでリスニングサービスを行っているIPアドレスです。
5. TCP パケットの宛先ポート番号を指定する	**destination port** *port-number*	デフォルト：設定なし 宛先ポート番号はNQAサーバでリスニングサービスを行っているポート番号です。
6. （オプション設定項目）TCP パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、TCPパケットは送信できません。

2.5.10 UDP エコーテストの設定

UDP エコーテストはクライアントと NQA サーバの UDP ポート間のラウンドトリップ時間をテストします。

UDP エコーテストは、NQA サーバと NQA クライアントの両方が必要です。UDP エコーテストを行う前に、NQA サーバで UDP をリスニングするサービスを設定してください。UDP リスニングサービスの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NQA”の “NQA サーバの設定”*を参照してください。

以下に UDP エコーテストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. UDP エコータイプを指定し、その view に移行する	**type udp-echo**	ー

操作	コマンド	補足
4. UDP パケットの宛先アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし 宛先アドレスは、NQAサーバでリスニングサービスが設定されたIPアドレスと同一でなくてはいけません。
5. UDP パケットの宛先ポートを指定する	**destination port** *port-number*	デフォルト：設定なし 宛先ポート番号は、NQAサーバでリスニングサービスが設定されたポート番号と同一でなくてはいけません。
6. （オプション設定項目）各 UDP パケットのペイロードサイズを指定する	**data-size** *size*	デフォルト：100バイト
7. （オプション設定項目）各 UDP パケットのペイロードに入る文字列を指定する	**data-fill** *string*	デフォルト： 00010203040506070809（16進数表示
8. （オプション設定項目）UDP パケットの送信元ポートを指定する	**source port** *port-number*	デフォルト：設定なし
9. （オプション設定項目）UDP パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト：ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスは、ローカルインタフェースのIPアドレスで、アップ状態でなくてはいけません。 そうでなければUDPパケットが送信できません。

2.5.11 音声テストの設定

注意：

音声テストでポート 1～1023 を使用しないでください。1～1023 を使用した場合、このポートに関連したサービスが使えなくなります。

音声テストは VoIP ネットワーク性能を測定します。

音声テストは以下のように動作します。

1) NQA クライアントは指定した間隔で音声パケットを宛先装置（NQA サーバ）に送信します。

   音声パケットは以下のコーデックタイプがあります。

   - G.711 A-law
   - G.711 μ-law
   - G.729 A-law

2) 宛先装置は、受信した各音声パケットにタイムスタンプを追加し、NQA クライアントにパケットを送り返します。
3) 応答を受信すると、NQA クライアントは、タイムスタンプに従ってジッタと 1 方向遅延を計算します。

VoIP ネットワーク性能に反映される以下のパラメータは、音声テストによって収集されたメトリックを使用して計算することができます。

- **ICPIF（Calculated Planning Impairment Factor）**－パケットのロスや遅延による VoIP ネットワークの音声データの減衰を測定します。高い値は低いサービス品質を表します。
- **MOS（Mean Opinion Scores）**－ICPIF を使用して得られた 1～5 の MOS の値です。高い値は高いサービス品質を表します。

音声品質の評価は、ユーザの音声品質の許容度に依存します。音声品質に高い許容度を持つユーザの場合、アドバンテージファクタの設定を行う **advantage-factor** コマンドを使用します。システムが ICPIF 値を計算する場合、音声品質の評価用に ICPIF と MOS の値を修正するため、アドバンテージファクタが取りはずされます。

音声テストは、NQA サーバと NQA クライアントの両方が必要です。音声テストを実行する前に、NQA サーバで UDP リスニングサービスの設定を行う必要があります。UDP リスニングサービスの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NQA” の “NQA サーバの設定”* を参照してください。

1 回の音声テストで 1 回のテストが行われます。

以下に音声テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	－
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. 音声タイプを指定し、その view に移行する	**type voice**	－
4. 音声パケットの宛先アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし 宛先アドレスは、NQAサーバでリスニングサービスが設定されたIPアドレスと同一でなくてはいけません。
5. 音声パケットの宛先ポートを指定する	**destination port** *port-number*	デフォルト：設定なし 宛先ポートはNQAサーバでリスニングサービスを行っているポートです。
6. （オプション設定項目）コーデックタイプを指定する	**codec-type** { **g711a** | **g711u** | **g729a** }	デフォルト：G.711 A-law
7. （オプション設定項目）計算される MOS と ICPIF 値のアドバンテージファクタを設定する	**advantage-factor** *factor*	デフォルト：0

操作	コマンド	補足
8. （オプション設定項目）音声パケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、音声パケットは送信できません。
9. （オプション設定項目）音声パケットの送信元ポート番号を指定する	**source port** *port-number*	デフォルト：設定なし
10. （オプション設定項目）音声パケットのペイロードサイズを指定する	**data-size** *size*	デフォルト : コーデックタイプによって異なります。G.711A-law、G.711 μ-lawは172バイト、G.729 A-lawは32バイトです。
11. （オプション設定項目）各 UDP パケットのペイロードで使われる文字列を指定する	**data-fill** *string*	デフォルト：00010203040506070809（16進数表示）
12. （オプション設定項目）音声テストで送信する UDP パケット数を指定する	**probe packet-number** *packet-number*	デフォルト：1000
13. （オプション設定項目）音声パケットを送信する間隔を設定する	**probe packet-interval** *interval*	デフォルト：20ミリ秒
14. （オプション設定項目）NQA クライアントの音声パケットの受信待ち時間を指定する	**probe packet-timeout** *timeout*	デフォルト：5000ミリ秒

🕮 **メモ：**

display nqa result コマンドあるいは **display nqa statistics** コマンドを使用して音声テストを確認してください。**display nqa history** コマンドは、音声テストの結果や統計情報を表示しません。

2.5.12 DLSw テストの設定

DLSw テストは DLSw 装置の応答時間を測定します。

以下に DLSw テストの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. DLSw タイプを指定し、その view に移行する	**type dlsw**	ー
4. プローブパケットの宛先 IP アドレスを指定する	**destination ip** *ip-address*	デフォルト：設定なし
5. （オプション設定項目）プローブパケットの送信元 IP アドレスを指定する	**source ip** *ip-address*	デフォルト : ICMPエコー要求パケットは送信元IPアドレスとして送信インタフェースのプライマリIPアドレスを使用します。 送信元IPアドレスはローカルインタフェースのIPアドレスにする必要があります。またローカルインタフェースはアップ状態にする必要があります。そうでない場合、プローブパケットは送信できません。

2.5.13 NQA テストのオプションパラメータの設定

テストグループを指定しない場合、パラメータはすべてのテストタイプに適用されます。

NQA テストのオプションパラメータは 1 回のテストのみ有効です。

以下に NQA テストのオプションパラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. NQA テストタイプを指定し、その view に移行する	**type** { **dhcp** | **dlsw** | **dns** | **ftp** | **http** | **icmp-echo** | **snmp** | **tcp** | **udp-echo** | **udp-jitter** | **voice** }	ー
4. 説明を設定する	**description** *text*	デフォルト：設定なし
5. NQA テストを連続して行う間隔を指定する	**frequency** *interval*	デフォルト： 音声テストは6000ミリ秒、他のテストは0msです。 1回のテストで1回のテストが実行されます。 間隔が終了したとき、テストが完了していない場合、次のテストは開始しません。
6. 1 回の NQA テストの検査回数を指定する	**probe count** *times*	デフォルト：1回 音声テストでは無効です。1回のテストで1回のテストが実行されます。

操作	コマンド	補足
7. NQA テストのタイムアウト時間を指定する	**probe timeout** *timeout*	デフォルト：3000ms UDPジッタテストと音声テストでは無効です。
8. テストパケットの TTL を指定する	**ttl** *value*	デフォルト：20 DHCPテストでは無効です。
9. NQA テストパケットの IP パケットヘッダの ToS 値を設定する	**tos** *value*	デフォルト：0
10. ルーティングテーブルバイパス機能を有効にする	**route-option bypass-route**	デフォルト：無効 DHCPテストでは無効です。

2.5.14 コラボレーション機能の設定

コラボレーションは、NQA テストのリアクションエントリをトラックエントリと関連付けることで行うことができます。リアクションエントリは NQA テストを監視します。連続した検出失敗回数がしきい値に達した場合、設定された動作が行われます。

以下にコラボレーション機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. NQA テストタイプを指定し、その view に移行する	**type** { **ftp** | **http** | **icmp-echo** | **snmp** | **tcp** | **udp-echo** }	UDPジッタテストと音声テストは無効です。
4. リアクションエントリを設定する	**reaction** *item-number* **checked-element probe-fail threshold-type consecutive** *consecutive-occurrences* **action-type trigger-only**	デフォルト：設定なし 存在するリアクションエントリを修正することはできません。
5. system view に戻る	**quit**	―
6. トラックと NQA を関連付ける	オペレーションマニュアルのセクション10 *高可用性 "Track"* を参照してください。	―
7. トラックとアプリケーションモジュールを関連付ける	オペレーションマニュアルのセクション10 *高可用性 "Track"* を参照してください。	―

2.5.15 しきい値監視機能の設定

I. しきい値タイプ

NQA テストは以下のしきい値タイプをサポートします。

- **平均** – モニタリングされた性能の平均値が、上限あるいは下限を超えた場合、しきい値違反が発生します。
- **合計** – テストのモニタデータがしきい値を違反した回数の合計を監視します。回数の合計数が特定の値に達するか超えた場合、しきい値違反が発生します。
- **連続** – テストグループを開始してからのモニタデータのしきい値違反の連続回数を監視します。モニタデータのしきい値違反の連続回数が特定の回数になった場合、しきい値違反が発生します。

平均、合計のしきい値タイプは NQA テストごとにカウントされますが、連続タイプはテストグループが開始されてからの時間となります。

II. トリガー動作

以下のアクションがトリガー動作となります。

- **none** – NQA は端末画面にのみ結果を表示します。NMS にトラップを送信しません。
- **trap-only** – NQA は端末画面に結果を表示します。NMS にトラップを送信します。
- **trigger-only** – NQA は端末画面に結果を表示します。コラボレーションに関連づけられたほかのモジュールにトラップを送信します。

QX シリーズはトリガー動作 **trigger-only** をサポートしていません。

DNS テストは、トラップメッセージの送信動作をサポートしません。

III. リアクションエントリ

リアクションエントリでは、しきい値監視を行うため、監視対象、しきい値タイプ、トリガー動作を実装します。

リアクションエントリの状態には、無効、しきい値超過、しきい値未満があります。

- NQA のテストグループが開始する前は、リアクションエントリは無効の状態です。
- しきい値が違反している場合、エントリの状態はしきい値超過に設定されます。それ以外の場合、エントリの状態はしきい値未満に設定されています。

リアクションエントリの動作が trap-only の場合、トラップメッセージはエントリの状態が変化したときに NMS に送信されます。

IV. 設定手順

しきい値監視の設定を行う前に、**snmp-agent target-host** コマンドを使用してトラップメッセージの宛先アドレスを設定してください。このコマンドの詳細は、コマンドマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

以下にしきい値監視機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	–
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし

操作	コマンド	補足
3． NQA operation view に移行する	**type** { **dhcp** | **dlsw** | **dns** | **ftp** | **http** | **icmp-echo** | **snmp** | **tcp** | **udp-echo** | **udp-jitter** | **voice** }	―
4． 指定状況下になったときネットワーク管理サーバにトラップを送信する	**reaction trap** { **probe-failure** *consecutive-probe-failures* | **test-complete** | **test-failure** [*cumulate-probe-failures*] }	デフォルト：設定なし UDPジッタテストと音声テストは**test-complete**キーワードのみサポートしています。
5． しきい値監視機能を設定する	● 故障回数を監視する（UDPジッタテストと音声テストは未サポート）： **reaction** *item-number* **checked-element probe-fail threshold-type** { **accumulate** *accumulate-occurrences* | **consecutive** *consecutive-occurrences* } [**action-type none**] ● オペレーション期間を監視する（UDPジッタテストと音声テストでは未サポート） **reaction** *item-number* **checked-element probe-duration threshold-type** { **accumulate** *accumulate-occurrences* | **average** | **consecutive** *consecutive-occurrences* } **threshold-value** *upper-threshold lower-threshold* [**action-type** { **none** | **trap-only** }] ● 往復時間を監視する（UDPジッタテストと音声テストでのみサポート） **reaction** *item-number* **checked-element rtt threshold-type** { **accumulate** *accumulate-occurrences* | **average** } **threshold-value** *upper-threshold lower-threshold* [**action-type** { **none** | **trap-only** }] ● パケットロスを監視する（UDPジッタテストと音声テストでのみサポート） **reaction** *item-number* **checked-element packet-loss threshold-type accumulate** *accumulate-occurrences* [**action-type** { **none** | **trap-only** }] ● 一方向ジッタを監視する（UDPジッタテストと音声テストでのみサポー	―

操作	コマンド	補足
	ト） **reaction** *item-number* **checked-element** { **jitter-ds** | **jitter-sd** } **threshold-type** { **accumulate** *accumulate-occurrences* | **average** } **threshold-value** *upper-threshold lower-threshold* [**action-type** { **none** | **trap-only** }] • 一方向遅延を監視する（UDPジッタテストと音声テストでのみサポート） **reaction** *item-number* **checked-element** { **owd-ds** | **owd-sd** } **threshold-value** *upper-threshold lower-threshold* • ICPIF値を監視する（音声テストでのみサポート） **reaction** *item-number* **checked-element icpif threshold-value** *upper-threshold lower-threshold* [**action-type** { **none** | **trap-only** }] • MOS 値を監視する（音声テストでのみサポート） **reaction** *item-number* **checked-element mos threshold-value** *upper-threshold lower-threshold* [**action-type** { **none** | **trap-only** }]	

2.5.16 NQA 統計情報収集機能の設定

NQA は統計情報グループとして同一の収集間隔で統計情報を収集します。統計情報グループについて情報を表示するには、**display nqa statistics** コマンドを使用します。

NQA は、1 回のみの NQA テストの統計情報グループを作成しません。**frequency** コマンドを使用し、テスト間隔を 0 に設定した場合、NQA は統計情報グループを作成しません。

以下に NQA 統計情報収集機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3． NQA テストタイプを指定し、その view に移行する	**type** { **dhcp** | **dlsw** | **dns** | **ftp** | **http** | **icmp-echo** | **snmp** | **tcp** | **udp-echo** | **udp-jitter** | **voice** }	ー

操作	コマンド	補足
4. （オプション設定項目）統計情報を収集する間隔を指定する	**statistics interval** *interval*	デフォルト：60分
5. （オプション設定項目）保持する統計情報グループ数の最大値を設定する	**statistics max-group** *number*	デフォルト：2グループ 最大値を0に設定すると統計情報を収集しません。 統計グループが最大数となったとき、新しい統計情報グループを保存するため、一番古い統計情報グループが削除されます。
6. （オプション設定項目）統計情報グループの保持時間を指定する	**statistics hold-time** *hold-time*	デフォルト：120分 保持時間が終了したとき、統計グループは削除されます。

2.5.17 NQA 履歴記録保存の設定

NQA 履歴記録保存機能は、UDP ジッタテストおよび音声テストでは利用できません。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NQA テストを作成し、NQA operation view に移行する	**nqa entry** *admin-name operation-tag*	デフォルト：設定なし
3. NQA テストタイプを指定し、その view に移行する	**type** { **dhcp** | **dlsw** | **dns** | **ftp** | **http** | **icmp-echo** | **snmp** | **tcp** | **udp-echo** | **udp-jitter** | **voice** }	UDPジッタテストと音声テストは無効です。
4. NQA テストの履歴記録の保存を有効にする	**history-record enable**	デフォルト：無効
5. （オプション設定項目）履歴記録の保存期間を設定する	**history-record keep-time** *keep-time*	デフォルト：120分 保存期間が満了したとき記録が削除されます。
6. （オプション設定項目）履歴記録を保存できる最大数を指定する	**history-record number** *number*	デフォルト：50 もし最大数を超過した場合、一番古い履歴が削除されます。
7. （オプション設定項目）履歴記録を表示する	**display nqa history**	―

2.5.18 NQA クライアントにおける NQA テストのスケジューリング

指定した開始時間と終了時間（開始時間＋テスト間隔）を設定することにより、NQA テストグループをスケジューリングできます。指定した開始時間がシステム時間を過ぎていた場合、NQA テストは即座に開始します。開始時間と終了時間が共にシステム時間を過ぎていた場合、NQA テストは行われません。**display clock** コマンドにより現在のシステム時間を確認することができます。

以下に NQA テストのスケジューリングを設定するときの制限とガイドラインを示します。

- NQA operation view あるいはスケジュールされた NQA テストの view に移行することはできません。
- システム時間を調整しても、開始されたあるいは終了した NQA テストには影響しません。開始する前の NQA テストはシステム時間の調整のみが適用されます。

以下に NQA クライアントにおける NQA テストをスケジューリングする設定を示します。

操作	コマンド
1. system view に移行する	**system-view**
2. NQA テストのスケジューリングのパラメータを指定する	**nqa schedule** *admin-name operation-tag* **start-time** { *hh:mm:ss* [*yyyy/mm/dd* | *mm/dd/yyyy*] | **now** } **lifetime** { *lifetime* | **forever** } [**recurring**]

2.6 NQAの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
NQAテストの履歴記録を表示する	**display nqa history** [*admin-name operation-tag*]
NQAテストの最新の結果を表示する	**display nqa result** [*admin-name operation-tag*]
NQAテストの統計情報を表示する	**display nqa statistics** [*admin-name operation-tag*]
NQAサーバ状態を表示する	**display nqa server**

2.7 NQA設定例

2.7.1 ICMP エコーテスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-3に示すように、ラウンドトリップ時間をテストするため、AC の NQA クライアントから Device A への ICMP エコーテストを設定します。AC のネクストホップは Device B です。

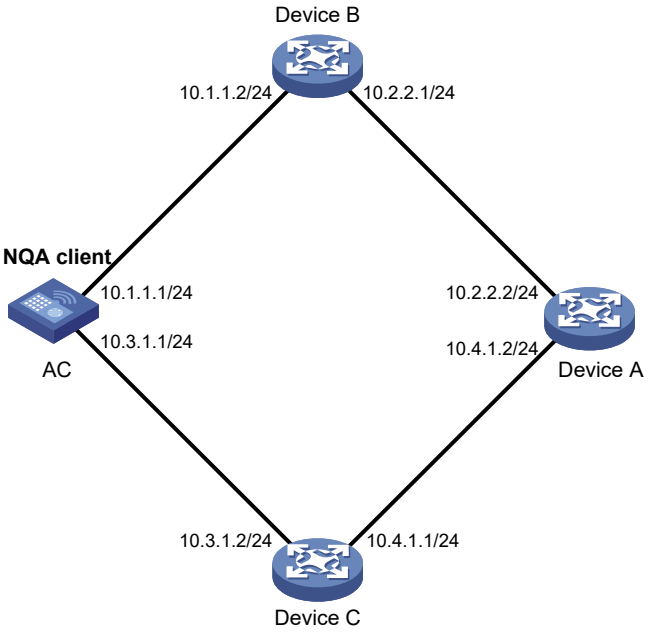


図 2-3 ネットワーク図

II. 設定手順

各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。

装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。

ICMP エコーテストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type icmp-echo
```

ICMP エコーリクエストの宛先 IP アドレスとして 10.2.2.2 を指定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] destination ip 10.2.2.2
```

ネクストホップとして 10.1.1.2 を設定します。ICMP エコーリクエストは Device B から Device A に送信されます。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] next-hop ip 10.1.1.2
```

ICMP エコーテスト検査を 10 回実行します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] probe count 10
```

ICMP エコーテストのタイムアウト時間を 500ms に指定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] probe timeout 500
```

NQA テストを連続して行う間隔を 5000ms に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] frequency 5000
```

NQA 履歴記録の保存を有効にします。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] history-record enable
```

NQA 履歴記録の保存できる最大数を 10 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] history-record number 10
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] quit
```

ICMP エコーテストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

ICMP エコーテスト開始から一定の時間が経過した後、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

ICMP エコーテストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
    Send operation times: 10              Receive response times: 10
    Min/Max/Average round trip time: 2/5/3
    Square-Sum of round trip time: 96
    Last succeeded probe time: 2011-08-23 15:00:01.2
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
```

ICMP エコーテストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa history admin test1
NQA entry (admin admin, tag test) history records:
  Index      Response     Status           Time
  370        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.2
  369        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.2
  368        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.2
  367        5            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.2
  366        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.2
  365        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.2
  364        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.1
  363        2            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.1
  362        3            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.1
  361        2            Succeeded        2007-08-23 15:00:01.1
```

出力は、AC からのパケットが Device B を通して Device A に送信できたことを示しています。NQA テスト中のパケットロスはありません。最小、最大、平均ラウンドトリップ時間はそれぞれ、2、5、3ms です。

2.7.2 FTP テスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-4に示すように、AC が FTP サーバにファイルをアップロードする時間を測定するために FTP テストを設定します。ログインユーザ名は admin、ログインパスワードは systemtest、FTP サーバに転送されるファイルは config.txt とします。

図 2-4 ネットワーク図

II. 設定手順

各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。

装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。

FTP テストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type ftp
```

FTP サーバの URL を指定します。

```
[AC-nqa-admin-test-ftp] url ftp://10.2.2.2
```

送信元 IP アドレス 10.1.1.1 を指定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-ftp] source ip 10.1.1.1
```

Device が FTP サーバにファイル config.txt をアップロードするように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-ftp] operation put
[AC-nqa-admin-test1-ftp] filename config.txt
```

FTP テストのユーザ名 admin を指定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-ftp] username admin
```

FTP テストのパスワード systemtest を指定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-ftp] password simple systemtest
```

履歴記録を保存するように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-ftp] history-record enable
[AC-nqa-admin-test1-ftp] quit
```

FTP テストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

FTP テストを一定期間実行したのち、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

FTP テストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
```

```
    Send operation times: 1              Receive response times: 1
    Min/Max/Average round trip time: 173/173/173
    Square-Sum of round trip time: 29929
    Last succeeded probe time: 2011-11-22 10:07:28.6
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to disconnect: 0
    Failures due to no connection: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
```

FTP テストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa history admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) history records:
  Index      Response     Status           Time
  1          173          Succeeded        2011-11-22 10:07:28.6
```

出力は、AC が FTP サーバへのファイルアップロードに 173 ミリ秒かかったことを示しています。

2.7.3 UDP ジッタテスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-5に示すように、AC と Device 間のジッタ、遅延、ラウンドトリップ時間を測定するため、UDP ジッタテストを設定します。

図 2-5 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。
2) 装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。
3) 各装置間で時刻が同期するように NTP を設定します（詳細は省略します）。
4) Device を設定します。

NQA サーバを有効にします。

```
<Device> system-view
[Device] nqa server enable
```

IP アドレス 10.2.2.2、UDP ポート 9000 でリスニングサービスを設定します。

```
[Device] nqa server udp-echo 10.2.2.2 9000
```

5) AC を設定します。

UDP ジッタテストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type udp-jitter
```

UDP ジッタテストの宛先 IP アドレス 10.2.2.2 を設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-udp-jitter] destination ip 10.2.2.2
```

宛先ポート 9000 を設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-udp-jitter] destination port 9000
```

1000 ミリ秒の間隔で UDP ジッタテストを繰り返すように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-udp-jitter] frequency 1000
[AC-nqa-admin-test1-udp-jitter] quit
```

UDP ジッタテストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

UDP ジッタテストを一定期間実行したのち、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

UDP ジッタテストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
    Send operation times: 10              Receive response times: 10
    Min/Max/Average round trip time: 15/32/17
    Square-Sum of round trip time: 3235
    Last packet received time: 2011-05-29 13:56:17.6
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
    Packets out of sequence: 0
    Packets arrived late: 0
  UDP-jitter results:
   RTT number: 10
    Min positive SD: 4                    Min positive DS: 1
    Max positive SD: 21                   Max positive DS: 28
    Positive SD number: 5                 Positive DS number: 4
    Positive SD sum: 52                   Positive DS sum: 38
    Positive SD average: 10               Positive DS average: 10
    Positive SD square-sum: 754           Positive DS square-sum: 460
    Min negative SD: 1                    Min negative DS: 6
    Max negative SD: 13                   Max negative DS: 22
    Negative SD number: 4                 Negative DS number: 5
    Negative SD sum: 38                   Negative DS sum: 52
    Negative SD average: 10               Negative DS average: 10
    Negative SD square-sum: 460           Negative DS square-sum: 754
  One way results:
    Max SD delay: 15                      Max DS delay: 16
    Min SD delay: 7                       Min DS delay: 7
    Number of SD delay: 10                Number of DS delay: 10
    Sum of SD delay: 78                   Sum of DS delay: 85
    Square-Sum of SD delay: 666           Square-Sum of DS delay: 787
    SD lost packets: 0                   DS lost packets: 0
    Lost packets for unknown reason: 0
```

UDP ジッタテストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa statistics admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test statistics:
  NO. : 1
    Start time: 2011-05-29 13:56:14.0
    Life time: 47 seconds
    Send operation times: 410            Receive response times: 410
    Min/Max/Average round trip time: 1/93/19
    Square-Sum of round trip time: 206176
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
    Packets out of sequence: 0
    Packets arrived late: 0
  UDP-jitter results:
   RTT number: 410
    Min positive SD: 3                    Min positive DS: 1
    Max positive SD: 30                   Max positive DS: 79
    Positive SD number: 186               Positive DS number: 158
    Positive SD sum: 2602                 Positive DS sum: 1928
    Positive SD average: 13               Positive DS average: 12
    Positive SD square-sum: 45304         Positive DS square-sum: 31682
    Min negative SD: 1                    Min negative DS: 1
    Max negative SD: 30                   Max negative DS: 78
    Negative SD number: 181               Negative DS number: 209
    Negative SD sum: 181                  Negative DS sum: 209
    Negative SD average: 13               Negative DS average: 14
    Negative SD square-sum: 46994         Negative DS square-sum: 3030
  One way results:
    Max SD delay: 46                      Max DS delay: 46
    Min SD delay: 7                       Min DS delay: 7
    Number of SD delay: 410               Number of DS delay: 410
    Sum of SD delay: 3705                 Sum of DS delay: 3891
    Square-Sum of SD delay: 45987         Square-Sum of DS delay: 49393
    SD lost packets: 0                   DS lost packets: 0
    Lost packets for unknown reason: 0
```

2.7.4 SNMP テスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-6に示すように、NQA クライアントが SNMP エージェントから応答を取得する時間を測定するため、SNMP テストを設定します。

図 2-6 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。
2) 装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。

3) SNMP エージェントを設定します。

SNMP のバージョンを all に設定します。

```
<Device> system-view
[Device] snmp-agent sys-info version all
```

read コミュニティを public に設定します。

```
[Device] snmp-agent community read public
```

write コミュニティを private に設定します。

```
[Device] snmp-agent community write private
```

4) AC を設定します。

SNMP テストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type snmp
```

SNMP テストの宛先 IP アドレスを 10.2.2.2 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-snmp] destination ip 10.2.2.2
```

履歴記録を保存するように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-snmp] history-record enable
[AC-nqa-admin-test1-snmp] quit
```

SNMP テストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

SNMP テストを一定期間実行したのち、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

SNMP テストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
    Send operation times: 1              Receive response times: 1
    Min/Max/Average round trip time: 50/50/50
    Square-Sum of round trip time: 2500
    Last succeeded probe time: 2011-11-22 10:24:41.1
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
```

SNMP テストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa history admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) history records:
  Index      Response     Status           Time
  1          50           Succeeded        2011-11-22 10:24:41.1
```

出力は、AC が SNMP エージェントから応答を受信するのに 50 ミリ秒かかったことを示します。

2.7.5 HTTP テスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-7に示すように、HTTP サーバからデータを取得する時間をテストするため、NQA クライアントに HTTP テストを設定します。

図 2-7 ネットワーク図

II. 設定手順

各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。

装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。

HTTP テストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type http
```

HTTP サーバの URL を指定します。

```
[AC-nqa-admin-test-http] url http://10.2.2.2/index.htm
```

HTTP サーバからデータを取得するように HTTP テストを設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-http] operation get
```

HTTP version 1.0 を使用するように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-http] version v1.0
```

履歴記録を保存するように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-http] history-record enable
[AC-nqa-admin-test1-http] quit
```

HTTP テストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

HTTP テストを一定期間実行したのち、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

HTTP テストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
    Send operation times: 1              Receive response times: 1
    Min/Max/Average round trip time: 64/64/64
    Square-Sum of round trip time: 4096
    Last succeeded probe time: 2011-11-22 10:12:47.9
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to disconnect: 0
    Failures due to no connection: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
```

HTTP テストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa history admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) history records:
  Index      Response     Status           Time
  1          64           Succeeded        2011-11-22 10:12:47.9
```

出力は、AP が HTTP サーバからのデータを取得に 64 ミリ秒かかったことを示します。

2.7.6 TCP テスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-8に示すように、AC と Device が TCP 接続を確立するまでの時間を測定するために TCP テストを設定します。

図 2-8 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。
2) 装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。
3) Device を設定します。

NQA サーバを有効にします。

```
<Device> system-view
[Device] nqa server enable
```

IP アドレス 10.2.2.2、TCP ポート 9000 でリスニングサービスを設定します。

```
[Device] nqa server tcp-connect 10.2.2.2 9000
```

4) AC を設定します。

TCP テストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type tcp
```

宛先 IP アドレスを 10.2.2.2 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-tcp] destination ip 10.2.2.2
```

宛先ポート番号を 9000 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-tcp] destination port 9000
```

履歴記録を保存するように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-tcp] history-record enable
[AC-nqa-admin-test1-tcp] quit
```

TCP テストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

TCP テストを一定期間実行したのち、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

TCP テストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
    Send operation times: 1              Receive response times: 1
    Min/Max/Average round trip time: 13/13/13
    Square-Sum of round trip time: 169
    Last succeeded probe time: 2011-11-22 10:27:25.1
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to disconnect: 0
    Failures due to no connection: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
```

TCP テストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa history admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) history records:
  Index      Response     Status           Time
  1          13           Succeeded        2011-11-22 10:27:25.1
```

出力は、AC の NQA サーバのポート 9000 との TCP 接続確立に 13 ミリ秒かかったことを示します。

2.7.7 UDP エコーテスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-9に示すように、AC と Device のラウンドトリップ時間をテストするために UDP エコーテストを設定します。宛先ポート番号は 8000 番です。

図 2-9 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。
2) 装置が互いに通信できるようにスタティックルートまたはルーティングプロトコルを設定します（詳細は省略します）。
3) Device を設定します。

NQA サーバを有効にします。

```
<Device> system-view
[Device] nqa server enable
```

IP アドレス 10.2.2.2、UDP ポート 8000 でリスニングサービスを設定します。

```
[Device] nqa server udp-echo 10.2.2.2 8000
```

4) AC を設定します。

UDP エコーテストを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] nqa entry admin test1
[AC-nqa-admin-test1] type udp-echo
```

宛先 IP アドレスを 10.2.2.2 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-udp-echo] destination ip 10.2.2.2
```

宛先ポート番号を 8000 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-udp-echo] destination port 8000
```

履歴記録を保存するように設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-udp-echo] history-record enable
[AC-nqa-admin-test1-udp-echo] quit
```

UDP エコーテストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

UDP エコーテストを一定期間実行したのち、テストを停止します。

```
[AC] undo nqa schedule admin test1
```

UDP エコーテストの最新の結果を表示します。

```
[AC] display nqa result admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) test results:
    Send operation times: 1              Receive response times: 1
    Min/Max/Average round trip time: 25/25/25
    Square-Sum of round trip time: 625
```

```
    Last succeeded probe time: 2011-11-22 10:36:17.9
  Extended results:
    Packet loss ratio: 0%
    Failures due to timeout: 0
    Failures due to internal error: 0
    Failures due to other errors: 0
```

UDP エコーテストの履歴記録を表示します。

```
[AC] display nqa history admin test1
NQA entry (admin admin, tag test1) history records:
  Index      Response     Status           Time
  1          25           Succeeded        2011-11-22 10:36:17.9
```

出力は、AC と Device のポート 8000 番との間でのラウンドトリップ時間が 25ms であったことを示します。

2.7.8 NQA コラボレーショテスト設定例

I. ネットワーク要件

図 2-10に示すように、AC のネクストホップとして Switch A と Switch B へのスタティックルートを設定します。スタティックルートの状態を監視するために、スタティックルート、トラックエントリ、ICMP エコーテストを関連付けます。

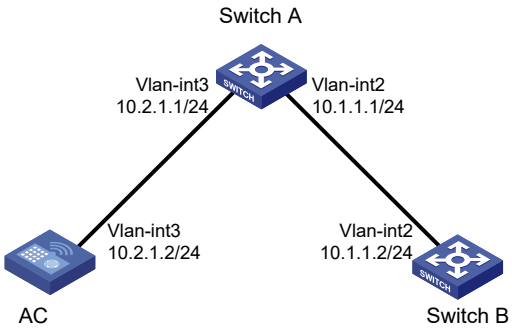


図 2-10 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 各インタフェースに IP アドレスを割り当てます（詳細は省略します）。
2) AC でスタティックルートを設定し、トラックエントリ 1 と関連付けます。

```
<AC> system-view
[AC] ip route-static 10.1.1.2 24 10.2.1.1 track 1
```

3) ICMP エコーテストを設定します。

管理者名 admin とオペレーションタグ test1 で NQA オペレーションを作成します。

```
[AC] nqa entry admin test1
```

NQA オペレーションのタイプを ICMP エコーに設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1] type icmp-echo
```

宛先 IP アドレスを 10.2.1.1 に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] destination ip 10.2.1.1
```

テスト間隔を 100 ミリ秒に設定します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] frequency 100
```

リアクションエントリ 1 を作成します。連続して 5 回失敗するとコラボレーションが起動します。

```
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail
threshold-type consecutive 5 action-type trigger-only
[AC-nqa-admin-test1-icmp-echo] quit
```

ICMP テストを開始します。

```
[AC] nqa schedule admin test1 start-time now lifetime forever
```

4) トラックエントリ 1 を作成し、NQA オペレーションのリアクションエントリ 1 と関連付けます。

```
[AC] track 1 nqa entry admin test1 reaction 1
```

III. 設定の確認

AC 上のすべてのトラックエントリについて情報を表示します。

```
[AC] display track all
Track ID: 1
  State: Positive
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 0 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test1
    Reaction: 1
```

AC のルーティングテーブルのうち、すべてのアクティブなルートについて情報を表示します。

```
[AC] display ip routing-table

Destinations : 13        Routes : 13

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
0.0.0.0/32          Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
10.1.1.0/24         Static 60   0            10.2.1.1        Vlan3
10.2.1.0/24         Direct 0    0            10.2.1.2        Vlan3
10.2.1.0/32         Direct 0    0            10.2.1.2        Vlan3
10.2.1.2/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.255/32       Direct 0    0            10.2.1.2        Vlan3
127.0.0.0/8         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.0/32        Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.255.255.255/32  Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
224.0.0.0/4         Direct 0    0            0.0.0.0         NULL0
224.0.0.0/24        Direct 0    0            0.0.0.0         NULL0
255.255.255.255/32  Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
```

出力は、ネクストホップ 10.2.1.1 のスタティックルートがアクティブで、トラックエントリの状態が有効であることを示しています。

スイッチ A の VLAN インタフェース 3 の IP アドレスを削除します。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] interface vlan-interface 3
[SwitchA-Vlan-interface3] undo ip address
```

AC 上のすべてのトラックエントリについて情報を表示します。

```
[AC] display track all
Track ID: 1
  State: Negative
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 0 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test1
    Reaction: 1
```

AC のルーティングテーブルのうち、アクティブなルートについての要約情報を表示します。

```
[AC] display ip routing-table

Destinations : 12        Routes : 12

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost         NextHop         Interface
0.0.0.0/32          Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.0/24         Direct 0    0            10.2.1.2        Vlan3
10.2.1.0/32         Direct 0    0            10.2.1.2        Vlan3
10.2.1.2/32         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.255/32       Direct 0    0            10.2.1.2        Vlan3
127.0.0.0/8         Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.0/32        Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
127.255.255.255/32  Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
224.0.0.0/4         Direct 0    0            0.0.0.0         NULL0
224.0.0.0/24        Direct 0    0            0.0.0.0         NULL0
255.255.255.255/32  Direct 0    0            127.0.0.1       InLoop0
```

出力は、スタティックルートが存在せず、トラックエントリの状態が無効であることを示しています。

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

3 章 NTP 3-1
3.1 概要 3-1
3.1.1 NTP の動作 3-1
3.1.2 NTP アーキテクチャ 3-2
3.1.3 運用モード 3-3
3.1.4 NTP セキュリティ 3-5
3.1.5 プロトコルと標準 3-7
3.2 設定の制限とガイドライン 3-7
3.3 設定作業リスト 3-7
3.4 NTP サービスの有効化 3-7
3.5 NTP 運用モードの設定 3-8
3.5.1 NTP クライアント/サーバモードの設定 3-8
3.5.2 NTP シンメトリックアクティブ/パッシブモードの設定 3-8
3.5.3 NTP ブロードキャストモードの設定 3-9
3.5.4 NTP マルチキャストモードの設定 3-9
3.6 NTP サービスアクセス制御権の設定 3-10
3.7 NTP 認証の設定 3-11
3.7.1 クライアント/サーバモードの NTP 認証の設定 3-11
3.7.2 シンメトリックアクティブ/パッシブモードの NTP 認証の設定 3-12
3.7.3 ブロードキャストモードの NTP 認証の設定 3-14
3.7.4 マルチキャストモードの NTP 認証の設定 3-16
3.8 NTP オプションパラメータの設定 3-17
3.8.1 NTP メッセージの送信元インタフェースの設定 3-17
3.8.2 インタフェースでの NTP メッセージ処理の無効化 3-18
3.8.3 ダイナミックアソシエーションの最大数の設定 3-18
3.8.4 NTP パケットの DSCP 値の設定 3-19
3.9 NTP の表示と維持 3-19
3.10 NTP 設定例 3-20
3.10.1 NTP クライアント/サーバモードの設定例 3-20
3.10.2 NTP シンメトリックアクティブ/パッシブモードの設定例 3-21
3.10.3 NTP 認証を使用したクライアント/サーバモードの設定例 3-22

3章 NTP

NTP（Network Time Protocol）を使用して、あるいはシステムクロックを変更することで、ネットワークで動作させる前に、信頼されたシステムクロックと同期を取ります。システムメッセージのタイムスタンプとログは、システム時刻を使用しているため、ネットワーク管理、チャージシステム、監査、分散コンピューティングなどを含む、さまざまなアプリケーションは正確なシステムクロックが必要となります。

3.1 概要

NTP はネットワーク装置間のシステムクロックを動的に同期させるため、一般的に大規模ネットワークで使用されます。手動でシステムクロックを設定するよりも、高いクロック精度が保証されます。NTP を有効にする変更することで、装置間のシステムクロックを同期させ続けることができます。

NTP は UDP の上位プロトコルで、UDP ポート 123 を使用します。

🕮 **メモ：**

NTP は、レイヤ 3 イーサネットインタフェースでサポートします。

3.1.1 NTP の動作

図 3-1 に示すように、Device A と Device B の 2 つの Device 間でシステム時間を同期させる NTP の基本的なワークフローを示します。以下のように仮定します。

- システムクロックの同期を行う前に、Device A の時刻は 10:00:00 am で Device B の時刻は 11:00:00 am と設定されています。
- Device B は NTP サーバとして使用されます。Device A は Device B に同期化されます。
- NTP メッセージが Device A から Device B あるいは Device B から Device A に送信されるまで 1 秒かかります。
- Device B で NTP メッセージを処理するのに 1 秒かかります。

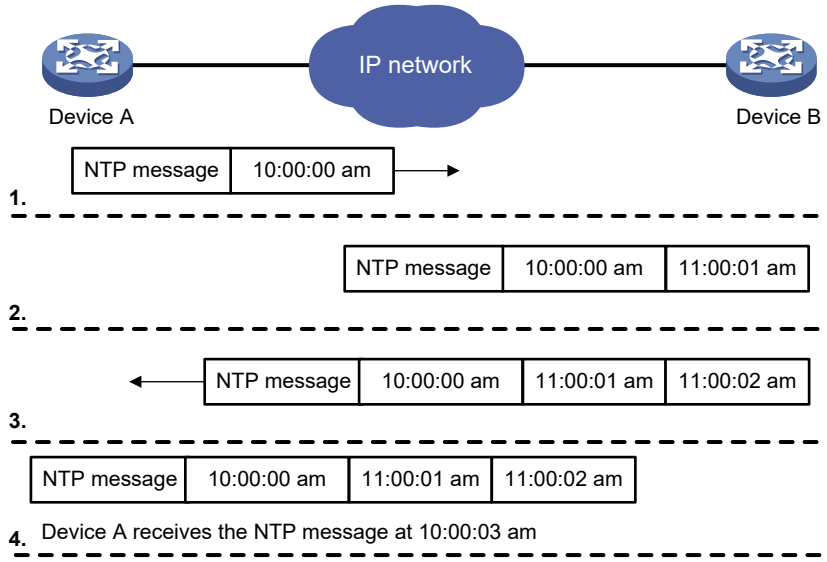


図 3-1 基本ワークフロー

以下に同期プロセスを示します。

1) Device A から Device B に NTP メッセージを送信します。メッセージは、Device A から発信されるときにタイムスタンプが与えられます。 タイムスタンプは 10:00:00 am （T1） です。
2) NTP メッセージが Device B に届くと、Device B によってタイムスタンプが与えられます。タイムスタンプは 11:00:01 am （T2） です。
3) NTP メッセージが Device B から発信されるときに、Device B はメッセージにタイムスタンプを与えます。タイムスタンプは 11:00:02 am （T3）です。
4) Device A が NTP メッセージを受信したとき、Device A の現地時刻は 10:00:03 am （T4）です。

Device A には以下の 2 つの重要なパラメータを計算するための情報があります。

- **NTP メッセージのラウンドトリップ遅延**：遅延＝（T4 － T1）－（T3 － T2）＝2 秒
- **Device A と Device B の間の時差**：オフセット＝（（T2 － T1）＋（T3 － T4））/2 ＝1 時間

これらのパラメータにもとづき、Device A の時計を Device B の時計に同期することができます。

上記は、NTP の動作メカニズムについての概要です。詳細については、関連するプロトコルと標準を参照してください。

3.1.2 NTP アーキテクチャ

NTP はクロックの正確さを定義するため、図 3-2 に示すように 1 から 16 の stratum（層）を使用します。stratum の値が小さいほど高い精度を持ちます。stratum 1 から 16 レベルのクロックは同期された時間で、stratum のレベル 16 のクロックは同期化されていないことを示します。

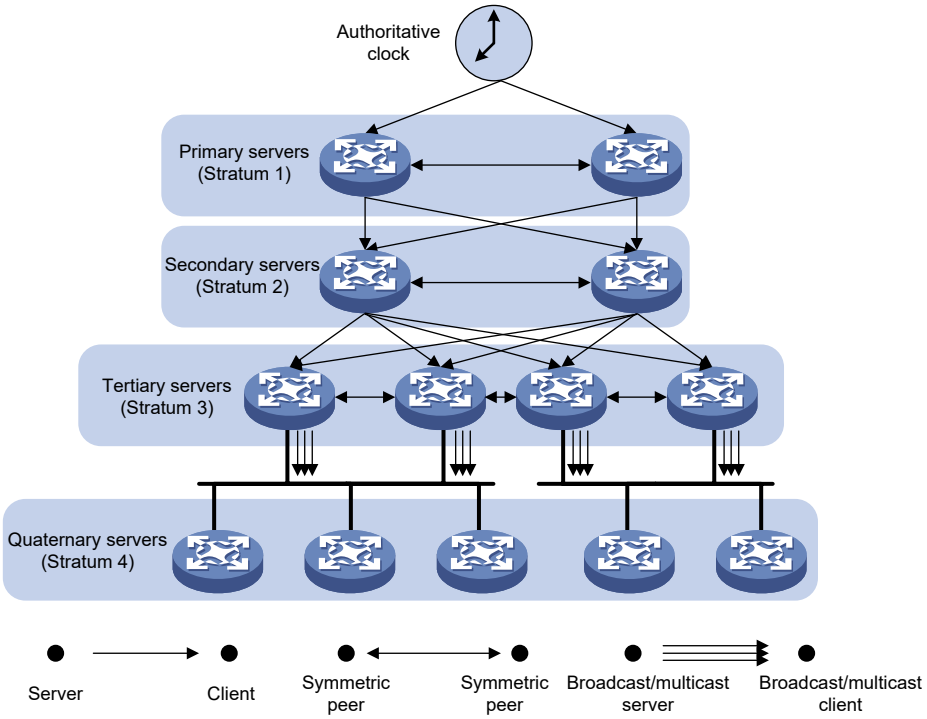


図 3-2 NTP アーキテクチャ

stratum レベル 1 の NTP サーバは、原子時計のような基準となるソースから時間を取得し、NTP サーバとして他の装置に時間を提供します。stratum レベル 2 のサーバは stratum レベル 1 のサーバなどから時間を取得します。

時間の正確性と有効性を保証するため、装置は複数の NTP サーバを指定することができます。装置は stratum のようなパラメータをもとにしてクロックソースとして最適な NTP サーバを選択します。装置が選択するクロックは参照ソースと呼ばれます。時計の選択の詳細は関連するプロトコルと標準を参照してください。

もしネットワークの装置がもっとも権威のあるサーバに同期することができない場合、以下の処理を行うことができます。

- ネットワークから相対的に精度のあるクロックを持つ装置を選択します。
- ネットワークのほかの装置と同期させるため、参照クロックとして相対的に精度のある装置のローカルクロックを使用します。

3.1.3 運用モード

NTP は以下の運用モードをサポートします。

- クライアント/サーバモード
- シンメトリックアクティブ/パッシブモード
- ブロードキャストモード
- マルチキャストモード

表 3-1 NTP 運用モード

モード	作業処理	原則	アプリケーションシナリオ
クライアント/サーバ	クライアントではNTPサーバのIPアドレスを指定します。 クライアントはクロック同期メッセージをNTPサーバに送信します。 メッセージを受信したサーバは自動的にサーバのモードで動作し、応答を返します。 クライアントはサーバに複数同期した場合、サーバからの応答を受信した後、最適なクロックを選択し、ローカルクロックを最適な参照ソースと同期させます。	クライアントはサーバと同期することができますが、サーバはクライアントと同期することができません。	図 3-2に示すように、このモードは高いstratumの装置が低いstratumの装置に同期します。
シンメトリックアクティブ/パッシブ	シンメトリックアクティブピア上で、シンメトリックパッシブピアのIPアドレスを指定します。 シンメトリックアクティブピアは周期的にシンメトリックパッシブピアにクロック同期メッセージを送信します。 シンメトリックパッシブピアは自動的にシンメトリックパッシブモードで動作し、応答を送信します。 シンメトリックアクティブピアがサーバに複数同期した場合、サーバからの応答を受信した後、最適なクロックを選択し、ローカルクロックを最適な参照ソースと同期させます。	シンメトリックアクティブピアとシンメトリックパッシブピアは互いに同期することができます。もし両方が同期された場合、低いstratumのピアが高いstratumのピアに同期します。	図 3-2に示すように、このモードはバックアップとして動作させるため、同じstratumの2つ以上のサーバ間で使われます。 高いstratumのすべてのサーバと通信できない場合、サーバは同じstratumのサーバと同期します。

モード	作業処理	原則	アプリケーションシナリオ
ブロードキャスト	サーバは周期的にブロードキャストアドレス255.255.255.255にクロック同期メッセージを送信します。 クライアントはサーバと同期するため、ブロードキャストメッセージに応答したサーバからブロードキャストメッセージを待ちます。 最初にブロードキャストメッセージを受信したとき、クライアントとサーバはネットワーク遅延を計算するため、メッセージの交換を開始します。ブロードキャストサーバのみがクロック同期メッセージを送信します。	ブロードキャストクライアントはブロードキャストサーバに同期することができますが、ブロードキャストサーバはブロードキャストクライアントに同期することができません。	ブロードキャストサーバはクロック同期メッセージを同じサブネットのクライアントに送信します。図 3-2に示すように、このモードは潜在的に1つあるいは少ないサーバで、多くのクライアントがある環境で使われます。 ブロードキャストモードは、ブロードキャストサーバのみがクロック同期メッセージを送信するため、クライアント/サーバモードやシンメトリックアクティブ/パッシブよりも精度が低くなります。
マルチキャスト	マルチキャストサーバは周期的にユーザが設定したマルチキャストアドレスにクロック同期メッセージを送信します。 クライアントはマルチキャストメッセージに応答したサーバからマルチキャストメッセージを待ちます。	マルチキャストクライアントはマルチキャストサーバに同期することができますが、マルチキャストサーバはマルチキャストクライアントに同期することができません。	マルチキャストサーバはクロック同期メッセージを同じあるいは異なるサブネットのクライアントに送信します マルチキャストモードは、クライアント/サーバモードやシンメトリックアクティブ/パッシブよりも精度が低くなります。

この章では、NTP サーバあるいはサーバとは、クライアント/サーバモードの NTP サーバとして動作する装置を示します。タイムサーバとは、NTP サーバ、NTP シンメトリックピア、ブロードキャストサーバ、マルチキャストサーバを含んだ、クロック同期を行うことができるすべての装置を示します。

3.1.4 NTP セキュリティ

クロック同期のセキュリティを向上させるため、装置は NTP サービスアクセス制御権と認証機能をサポートします。

I. NTP サービスアクセス制御権の設定

ACL を用いて NTP サービスアクセス制御権を設定することができます。アクセス制御権は以下となります。

- **Peer**ー時刻要求と NTP コントロールクエリ（アラーム、認証ステータス、時間サーバなどの情報）を受信し、ローカル装置が隣接装置に自身を同期させることを可能とします。
- **Server**ー時刻要求と NTP コントロールクエリを受信するが、ローカル装置が隣接装置に自身を同期させることを可能としません。
- **Synchronization**ーアドレスリストを通過したアドレスを持つシステムからの時刻要求のみ受信します。
- **Query**ー隣接装置からローカル装置への NTP コントロールクエリのみ受信します。

装置は以下のように NTP 要求を処理します。

- アクセス制御権が設定されていない場合、**peer** はローカル装置と隣接装置に与えられます。
- 隣接装置の IP アドレスが複数のアクセス制御権のための ACL にマッチし、**Permit** となる場合、もっとも制限の少ないアクセス制御権が隣接装置に与えられます。ACL にマッチしない、または **deny** となった場合、アクセス制御権は与えられません。
- アクセス制御権のために指定された ACL が作成されない場合、関連したアクセス制御権は与えられません。
- アクセス制御権のために指定された ACL が 1 つも作成されない場合、**peer** が与えられます。

この機能は、NTP を運用するシステムに最低限のセキュリティを提供します。より安全な方法としては NTP 認証があります。

II. NTP 認証

NTP 認証は、セキュリティのため、NTP メッセージを認証します。NTP メッセージが認証をパスしたとき、装置は、メッセージを受信し、クロック同期情報を取得します。もしパスしないとき、メッセージを廃棄します。この機能は、許可されていないサーバに同期をしないようにするために使われます。

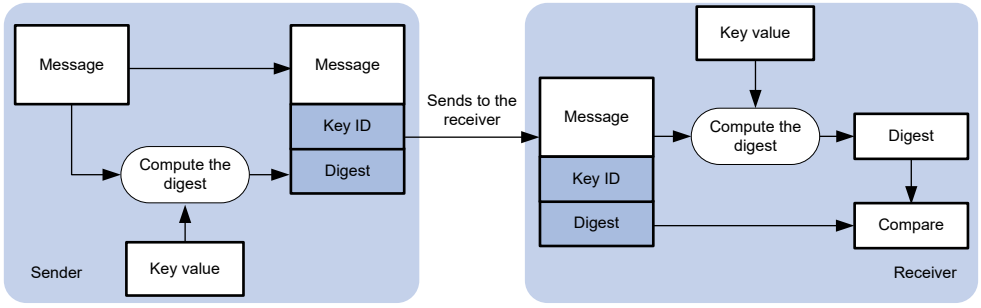


図 3-3 NTP 認証

図 3-3 に示すように NTP 認証は以下のように動作します。

1) Sender は、キーID によって識別されたキーに従って NTP メッセージを計算するため、MD5 アルゴリズムを使用します。NTP メッセージを計算したダイジェストとキーID を Receiver に送信します。
2) メッセージを受信すると Receiver は以下の処理を行います。

a) メッセージのキーIDに応じてキーを確認します。

b) ダイジェストを計算するため、MD5アルゴリズムを使用します。

c) NTPメッセージの計算したダイジェストとNTPメッセージに含まれているダイジェストと比較します。

- □ 計算したダイジェストと NTP メッセージに含まれているダイジェストが同一でない場合、Receiver はメッセージを廃棄します。
- □ 計算したダイジェストと NTP メッセージに含まれているダイジェストが同一である場合、ローカル装置は Sender が認証 ID を許可しているかどうか確認します。Sender が認証 ID を許可している場合、Receiver はメッセージを受信します。Sender が認証 ID を許可していない場合、Receiver はメッセージを廃棄します。

3.1.5 プロトコルと標準

- RFC 1305, *Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis*
- RFC 5905, *Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification*

3.2 設定の制限とガイドライン

以下の設定の制限とガイドラインに従って NTP を設定してください。

- アグリゲートメンバーポートで NTP を設定することはできません。
- 時間同期精度を保証するために、複数の reference source を指定することを推奨しません。reference source を複数指定した場合、頻繁にクロックが変更する、あるいは同期の失敗が発生する可能性があります。

3.3 設定作業リスト

作業リスト
（必須設定項目） NTPサービスの有効化
（必須設定項目） 以下のうちの1つを実行します。 • NTP運用モードの設定 • 参照ソース用ローカルクロックの設定
（オプション設定項目） NTPサービスアクセス制御権の設定
（オプション設定項目） NTP認証の設定
（オプション設定項目） NTPオプションパラメータの設定

3.4 NTPサービスの有効化

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NTP サービスを有効にする	**ntp-service enable**	デフォルト：無効

3.5 NTP運用モードの設定

この章は NTP 運用モードの設定方法について記載します。

3.5.1 NTP クライアント/サーバモードの設定

NTP クライアントを設定するとき、以下のガイドラインに従います。

- サーバは他の装置によって同期させる必要があります。あるいは NTP クライアントを同期する前に参照ソースとしてローカルクロックを使用する必要があります。そうでなければクライアントは NTP サーバに同期することができません。
- サーバの stratum レベルがクライアントと等しいあるいは高いレベルである場合クライアントはサーバに同期しません。
- **ntp-service unicast-server** コマンドを繰り返して設定することで複数のサーバを設定することができます。
- 装置がクライアント/サーバモードで動作するとき、クライアントの IP アドレスを指定します。

以下に NTP クライアントの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. 装置の NTP サーバを指定する	**ntp-service unicast-server** { *server-name* | *ip-address* } [**authentication-keyid** *keyid* | **priority** | **source** *interface-type interface-number* | **version** *number*] *	デフォルト：指定なし

3.5.2 NTP シンメトリックアクティブ/パッシブモードの設定

NTP シンメトリックアクティブピアを設定するとき、以下のガイドラインに従います。

- NTP を有効にするため、シンメトリックパッシブピアで **ntp-service enable** コマンドを実行してください。そうでなければシンメトリックパッシブピアはシンメトリックアクティブピアから NTP メッセージを処理しません。
- シンメトリックアクティブピアあるいはシンメトリックパッシブピアのどちらかあるいは、その両方は同期化された状態にする必要があります。そうでなければ同期化することができません。
- **ntp-service unicast-peer** コマンドを繰り返して設定することで複数のシンメトリックパッシブピアを設定することができます。
- シンメトリックアクティブ/パッシブモードで装置が動作するとき、シンメトリックパッシブピア用にシンメトリックアクティブピアの IP アドレスを指定します。

以下に NTP シンメトリックアクティブピアの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―

操作	コマンド	補足
2. シンメトリックパッシブピアを指定する	**ntp-service unicast-peer** { *peer-name* | *ip-address* } [**authentication-keyid** *keyid* | **priority** | **source** *interface-type interface-number* | **version** *number*] *	デフォルト：指定なし

3.5.3 NTP ブロードキャストモードの設定

ブロードキャストサーバは、ブロードキャストクライアントを同期する前に、他の装置によって同期させる必要があります。あるいは参照ソースとしてローカルクロックを使用する必要があります。そうでなければブロードキャストクライアントはブロードキャストサーバに同期させることができません。

ブロードキャストサーバとクライアントの両方でブロードキャストモードの NTP を設定します。

I. ブロードキャストクライアントの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	NTPブロードキャストメッセージを受信するインタフェースに移行します。
3. NTP ブロードキャストクライアントモードで動作するように装置を設定する	**ntp-service broadcast-client**	デフォルト：設定なし コマンドを実行した後、装置は指定したインタフェースからNTPブロードキャストメッセージを受信します。

II. ブロードキャストサーバの設定

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	NTPブロードキャストメッセージを送信するインタフェースに移行します。
3. NTP ブロードキャストサーバモードで動作するように装置を設定する	**ntp-service broadcast-server** [**authentication-keyid** *keyid* | **version** *number*] *	デフォルト：設定なし コマンドを実行した後、装置は指定したインタフェースからNTPブロードキャストメッセージを受信します。

3.5.4 NTP マルチキャストモードの設定

マルチキャストサーバは、マルチキャストクライアントを同期する前に、他の装置によって同期させる必要があります。あるいは参照ソースとしてローカルクロックを使用する必

要があります。そうでなければマルチキャストクライアントはマルチキャストサーバに同期させることができません。

マルチキャストサーバとクライアントの両方でマルチキャストモードの NTP を設定します。

I. マルチキャストクライアントの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	NTPマルチキャストメッセージを受信するインタフェースに移行します。
3． NTP マルチキャストクライアントモードで動作するように装置を設定する	**ntp-service multicast-client** [*ip-address*]	デフォルト：設定なし コマンドを実行した後、装置は指定したインタフェースからNTPマルチキャストメッセージを受信します。

II. マルチキャストサーバの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	NTPマルチキャストメッセージを送信するインタフェースに移行します。
3． NTP マルチキャストサーバモードで動作するように装置を設定する	**ntp-service multicast-server** [*ip-address*] [**authentication-keyid** *keyid* | **ttl** *ttl-number* | **version** *number*] *	デフォルト：設定なし コマンドを実行した後、装置は指定したインタフェースからNTPマルチキャストメッセージを送信します。

3.6 NTPサービスアクセス制御権の設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． 隣接装置がローカル装置にアクセスするための NTP サービスアクセス制御権を設定する	**ntp-service access** { **peer | query | server | synchronization** } **acl** *acl-number*	デフォルト：peer

NTP サービスアクセス制御権をローカル装置に設定する前にアクセス制御権に関連した ACL を作成、設定してください。詳細はコマンドマニュアルのセクション 8 *ACL and QoS “ACL”* を参照してください。

3.7 NTP認証の設定

この章は NTP 認証の設定手順について記載します。

3.7.1 クライアント/サーバモードの NTP 認証の設定

サーバとクライアントで設定されたキーID とキーの値は同じにする必要があります。そうでなければ NTP 認証は失敗します。

以下にクライアントの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし
5. NTP サーバとキーを関連づける	**ntp-service unicast-server** { *server-name* | *ip-address* } **authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

以下にサーバの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

クライアントとサーバで異なる設定が実行されると、NTP 認証の結果は異なります。詳細を表 3-2 に示します。（ーは相違がないことを示します。）

以下に NTP 認証の結果を示します。

表 3-2 NTP 認証の結果

クライアント			サーバ		認証結果
NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	NTP サーバにキーを関連づける	NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	認証は成功します。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
Yes	Yes	Yes	Yes	No	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	Yes	Yes	No	―	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	No	Yes	―	―	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	―	No	―	―	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
No	―	―	―	―	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。

3.7.2 シンメトリックアクティブ/パッシブモードの NTP 認証の設定

アクティブピアとパッシブピアで設定されたキーID とキーの値は同じにする必要があります。そうでなければ NTP 認証は失敗します。ピアの装置がローカル装置でキーID を使用することができることを確認してください。

以下にアクティブピアの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし
5. パッシブピアとキーを関連づける	**ntp-service unicast-peer** { *ip-address* | *peer-name* } **authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

以下にパッシブピアの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3． NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4． 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

アクティブピアとパッシブピアで異なる設定が実行されると、NTP 認証の結果は異なります。詳細を表 3-3 に示します。（ーは相違がないことを示します。）

以下に NTP 認証の結果を示します。

表 3-3 NTP 認証の結果

アクティブピア			パッシブピア		認証結果
NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	パッシブピアにキーを関連づける	NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	
アクティブピアとパッシブピアのstratumレベルは考慮しません。					
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	認証は成功します。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
Yes	Yes	Yes	Yes	No	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	Yes	Yes	No	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	ー	No	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	ー	No	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
No	ー	ー	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
No	ー	ー	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
アクティブピアはパッシブピアよりも高いstratumを持ちます。					

アクティブピア			パッシブピア		認証結果
NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	パッシブピアにキーを関連づける	NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	
Yes	No	Yes	ー	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
パッシブピアはアクティブピアよりも高いstratumを持ちます。					
Yes	No	Yes	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	No	Yes	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。

3.7.3 ブロードキャストモードの NTP 認証の設定

ブロードキャストクライアントとブロードキャストサーバで設定されたキーID とキーの値は同じにする必要があります。そうでなければ NTP 認証は失敗します。

以下にブロードキャストクライアントの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

以下にブロードキャストサーバの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし
5. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
6. ブロードキャストサーバとキーを関連づける	**ntp-service broadcast-server authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

ブロードキャストクライアントとブロードキャストサーバで異なる設定が実行されると、NTP 認証の結果は異なります。詳細を表 3-4 に示します。（ーは相違がないことを示します。）

以下に NTP 認証の結果を示します。

表 3-4 NTP 認証の結果

ブロードキャストサーバ			ブロードキャストクライアント		認証の結果
NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	ブロードキャストサーバとキーを関連づける	NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	認証は成功します。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
Yes	Yes	Yes	Yes	No	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	Yes	Yes	No	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	No	Yes	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	No	Yes	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
Yes	ー	No	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	ー	No	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
No	ー	ー	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
No	ー	ー	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。

3.7.4 マルチキャストモードの NTP 認証の設定

マルチキャストクライアントとマルチキャストサーバで設定されたキーID とキーの値は同じにする必要があります。そうでなければ NTP 認証は失敗します。ピアの装置がローカル装置でキーID を使用することができることを確認してください。

以下にマルチキャストクライアントの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証キーを設定する	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

以下にマルチキャストサーバの NTP 認証の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication enable**	デフォルト：無効
3. NTP 認証を有効にする	**ntp-service authentication-keyid** *keyid* **authentication-mode md5** { **cipher** | **simple** } *value*	デフォルト：設定なし
4. 認証キーをトラステッドキーとして設定する	**ntp-service reliable authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし
5. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
6. マルチキャストサーバとキーを関連づける	**ntp-service multicast-server** [*ip-address*] **authentication-keyid** *keyid*	デフォルト：設定なし

マルチキャストクライアントとマルチキャストサーバで異なる設定が実行されると、NTP 認証の結果は異なります。詳細を表 3-5 に示します。（ーは相違がないことを示します。）

以下に NTP 認証の結果を示します。

表 3-5 NTP 認証の結果

マルチキャストサーバ			マルチキャストクライアント		認証の結果
NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	マルチキャストサーバにキーを関連づける	NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	認証は成功します。NTPメッセージは正常に送受信することができます。

マルチキャストサーバ			マルチキャストクライアント		認証の結果
NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	マルチキャストサーバにキーを関連づける	NTP 認証を有効にする	キーをトラステッドキーとして設定する	
Yes	Yes	Yes	Yes	No	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	Yes	Yes	No	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	No	Yes	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	No	Yes	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
Yes	ー	No	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
Yes	ー	No	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。
No	ー	ー	Yes	ー	認証は失敗します。NTPメッセージは正常に送受信することができません。
No	ー	ー	No	ー	認証はありません。NTPメッセージは正常に送受信することができます。

3.8 NTPオプションパラメータの設定

この章はオプション作業設定項目について記載します。NTP セキュリティ、性能、信頼性を改善するために設定します。

3.8.1 NTP メッセージの送信元インタフェースの設定

インタフェースの状態の変更によって、NTP 通信の失敗を引き起こすことを防ぐため、常にアップ状態であるインタフェースの IP アドレスを使用するように設定します。たとえば常にアップ状態であるインタフェースはループバックインタフェースです。装置のイン

タフェースの状態の変更によって、NTP メッセージを受信できるようにするため、送信元インタフェースとしてループバックインタフェースを設定します。

装置が NTP リクエストに応答する場合、NTP 応答の送信元 IP アドレスは、NTP リクエストを受信したインタフェースの IP アドレスです。

以下に NTP メッセージの送信元インタフェースを指定するときのガイドラインを示します。

- **ntp-service unicast-server** コマンドあるいは **ntp-service unicast-peer** コマンドで、NTP メッセージの送信元インタフェースを指定した場合、**ntp-service unicast-server** コマンドあるいは **ntp-service unicast-peer** コマンドで指定したインタフェースは NTP メッセージの送信元インタフェースとして動作します。
- **ntp-service broadcast-server** コマンドあるいは **ntp-service multicast-server** コマンドが設定された場合、ブロードキャスト NTP メッセージあるいはマルチキャスト NTP メッセージの送信元インタフェースは、それぞれのコマンドで設定したインタフェースです。

以下に NTP メッセージの送信元インタフェースの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. NTP メッセージの送信元インタフェースを指定する	**ntp-service source** *interface-type interface-number*	デフォルト：設定なし

3.8.2 インタフェースでの NTP メッセージ処理の無効化

NTP が有効なとき、デフォルトですべてのインタフェースは NTP メッセージを受信することができます。セキュリティのため、インタフェースで NTP メッセージを受信しないようにすることができます。

以下に NTP メッセージの受信をインタフェースで無効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. インタフェースで NTP メッセージの処理を無効にする	**undo ntp-service inbound enable**	デフォルト：有効

3.8.3 ダイナミックアソシエーションの最大数の設定

NTP は以下のアソシエーションタイプがあります。

- **スタティックアソシエーション** ― 手動で作成したアソシエーション
- **ダイナミックアソシエーション** ― NTP を動作する間、システムによって作成された一時的なアソシエーションです。12 分以内にメッセージの交換が行われない場合、ダイナミックアソシエーションは削除されます。

以下に設定される異なるアソシエーションモードを示します。

- **クライアント/サーバモード** – NTP サーバを指定した後、システムはクライアントでスタティックアソシエーションを作成します。サーバはアソシエーション（スタティックあるいはダイナミック）を作成するのではなく、単に受信したメッセージに対して、受動的に応答します。
- **シンメトリックアクティブ/パッシブモード** – シンメトリックアクティブピアでシンメトリックパッシブピアを指定した後、シンメトリックアクティブピア上でスタティックアソシエーションが作成され、シンメトリックパッシブピアでダイナミックアソシエーションが作成されます。
- **ブロードキャスト/マルチキャストモード** – サーバでスタティックアソシエーションが作成され、クライアントでダイナミックアソシエーションが作成されます。

1 つの装置で、スタティックアソシエーション、ダイナミックアソシエーションを含み、共通で最大 128 のアソシエーションを作成することができます。

ダイナミックアソシエーションが多くのシステムリソースを占有しないように、制限させるため、ダイナミックアソシエーションの最大数を制限します。

以下にダイナミックアソシエーションの最大数の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	–
2. ダイナミックアソシエーションの最大数を設定する	**ntp-service max-dynamic-sessions** *number*	デフォルト：100

3.8.4 NTP パケットの DSCP 値の設定

パケットの DSCP 値は、パケットの優先度レベルを指定し、パケットの優先度に影響します。

以下に NTP パケットの DSCP 値の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	–
2. NTP パケットの DSCP 値を設定する	**ntp-service dscp** *dscp-value*	デフォルト：48

3.9 NTPの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
IPv4 NTPアソシエーションを表示する	**display ntp-service sessions** [**verbose**]
NTPサービスステータスの情報を表示する	**display ntp-service status**
ローカル装置からプライマリ参照ソースに戻ったNTPサーバの概要情報を表示する	**display ntp-service trace**

3.10 NTP設定例

3.10.1 NTP クライアント/サーバモードの設定例

I. ネットワーク要件

図 3-4 に示すように設定します。

- AC の stratum レベル 2 のローカルクロックを参照ソースとして設定します。
- Switch をクライアントモードで動作し、AC を Switch の NTP サーバとして設定します。

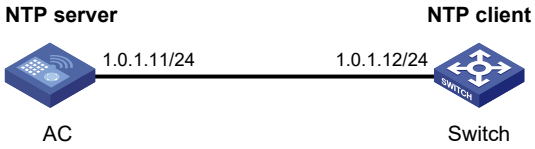


図 3-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 図 3-4 に示すように各インタフェースの IP アドレスを設定します。(詳細は省略します。)
2) AC を設定します。

NTP サービスを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] ntp-service enable
```

参照ソースとして stratum レベル 2 のローカルクロックを指定します。

ntp-service refclock-master コマンドは QX-W2230AC ではサポートしていません。

```
[AC] ntp-service refclock-master 2
```

3) Switch を設定します。

NTP サービスを有効にします。

```
<Switch> system-view
[Switch] ntp-service enable
```

Switch が AC に同期されるように、Switch の NTP サーバとして AC を指定します。

```
[Switch] ntp-service unicast-server 1.0.1.11
```

III. 設定の確認

Switch が AC に同期化され、Switch の stratum レベルが 3 であることを確認します。

```
[Switch] display ntp-service status
 Clock status: synchronized
 Clock stratum: 3
 System peer: 1.0.1.11
 Local mode: client
 Reference clock ID: 1.0.1.11
 Leap indicator: 00
 Clock jitter: 0.000977 s
 Stability: 0.000 pps
 Clock precision: 2^-10
 Root delay: 0.00383 ms
 Root dispersion: 16.26572 ms
 Reference time: d0c6033f.b9923965  Wed, Dec 29 2010 18:58:07.724
```

Switch と AC 間で NTP アソシエーションが確立されていることを確認します。

```
[Switch] display ntp-service sessions
      source           reference       stra reach poll  now offset  delay
disper
**************************************************************************
**
[12345]1.0.1.11         127.127.1.0        2     1    64    15    -4.0 0.0038
16.262
Notes:  1  source(master),  2  source(peer),  3  selected,  4  candidate,  5
configured.
 Total sessions: 1
```

3.10.2 NTP シンメトリックアクティブ/パッシブモードの設定例

I. ネットワーク要件

図 3-5 に示すように、設定します。

- 参照ソースとして AC のローカルクロックを stratum レベル 2 に設定します。
- シンメトリックアクティブモードで動作するように Switch を設定し、Switch のパッシブピアとして AC を指定します。

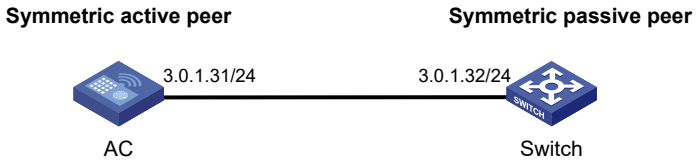


図 3-5 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 図 3-5 に示すように各インタフェースの IP アドレスを設定します。(詳細は省略します。)
2) Switch を設定します。

NTP サービスを有効にします。

```
<Switch> system-view
```

```
[Switch] ntp-service enable
```

3) AC を設定します。

NTP サービスを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] ntp-service enable
```

参照ソースとして stratum レベル 2 のローカルクロックを設定します。

ntp-service refclock-master コマンドは QX-W2230AC ではサポートしていません。

```
[AC] ntp-service refclock-master 2
```

シンメトリックパッシブピアとして Switch を設定します。

```
[AC] ntp-service unicast-peer 3.0.1.32
```

III. 設定の確認

Switch が AC に同期していることと、クロック stratum レベルが 3 であることを確認します。

```
[Switch] display ntp-service status
 Clock status: synchronized
 Clock stratum: 3
 System peer: 3.0.1.31
 Local mode: sym_passive
 Reference clock ID: 3.0.1.31
 Leap indicator: 00
 Clock jitter: 0.000916 s
 Stability: 0.000 pps
 Clock precision: 2^-19
 Root delay: 0.00609 ms
 Root dispersion: 1.95859 ms
 Reference time: 83aec681.deb6d3e5  Wed, Jan  8 2014 14:33:11.081
```

Switch と AC 間の IPv4 NTP アソシエーションが確立されていることを確認します。

```
[Switch] display ntp-service sessions
      source           reference       stra reach poll  now offset  delay
disper
**************************************************************************
**
   [12]3.0.1.31        127.127.1.0        2    62   64   34 0.4251 6.0882
1392.1
Notes:  1  source(master),  2  source(peer),  3  selected,  4  candidate,  5
configured.
 Total sessions: 1
```

3.10.3 NTP 認証を使用したクライアント/サーバモードの設定例

I. ネットワーク要件

- 図 3-6 に示すように、AC の stratum レベル 2 のローカルクロックは参照ソースとして使われます。

- Switch はクライアントモードで動作し、AC は Switch の NTP サーバとして使用されます。
- AC と Switch の両方で NTP 認証を設定します。

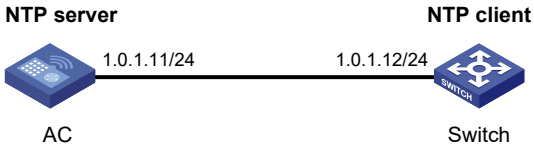


図 3-6 ネットワーク図

II. 設定手順

1) 図 3-6 に示すように各インタフェースの IP アドレスを設定します。(詳細は省略します。)
2) AC を設定します。

NTP サービスを有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] ntp-service enable
```

参照ソースとして stratum レベル 2 のローカルクロックを指定します。

ntp-service refclock-master コマンドは QX-W2230AC はサポートしていません。

```
[AC] ntp-service refclock-master 2
```

3) Switch を設定します。

NTP サービスを有効にします。

```
<Switch> system-view
[Switch] ntp-service enable
```

Switch で NTP 認証を有効にします。

```
[Switch] ntp-service authentication enable
```

認証キーを設定し、プレーンテキストでキーを入力します。

```
[Switch] ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 simple aNiceKey
```

キーをトラステッドキーとして指定します。

```
[Switch] ntp-service reliable authentication-keyid 42
```

Switch の NTP サーバとして Device A を指定し、キーID を 42 としてサーバと関連づけます。

```
[Switch] ntp-service unicast-server 1.0.1.11 authentication-keyid 42
```

Switch が AC のクロックの同期を行う前に、AC の NTP 認証を有効にします。

4) AC で NTP 認証を設定します。

NTP 認証を有効にします。

```
[AC] ntp-service authentication enable
```

認証キーを設定し、プレーンテキストでキーを入力します。

```
[AC] ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 simple aNiceKey
```

キーをトラステッドキーとして指定します。

```
[AC] ntp-service reliable authentication-keyid 42
```

III. 設定の確認

Switch が AC に同期化され、Switch の stratum レベルが 3 であることを確認します。

```
[Switch] display ntp-service status
 Clock status: synchronized
 Clock stratum: 3
 System peer: 1.0.1.11
 Local mode: client
 Reference clock ID: 1.0.1.11
 Leap indicator: 00
 Clock jitter: 0.005096 s
 Stability: 0.000 pps
 Clock precision: 2^-10
 Root delay: 0.00655 ms
 Root dispersion: 1.15869 ms
 Reference time: d0c62687.ab1bba7d  Wed, Dec 29 2010 21:28:39.668
```

Switch と AC 間で NTP アソシエーションが確立されていることを確認します。

```
[Switch] display ntp-service sessions
       source            reference        stra reach poll  now offset  delay
disper
**************************************************************************
**
 [1245]1.0.1.11         127.127.1.0         2     1    64  519    -0.0 0.0065
0.0
Notes: 1 source(master),2 source(peer),3 selected,4 candidate,5 configured.
 Total sessions: 1
```

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

4章 SNMP 4-1
4.1 概要 4-1
4.1.1 SNMPの構造 4-1
4.1.2 MIBとviewベースのMIBアクセス管理 4-1
4.1.3 SNMPの動作 4-2
4.1.4 プロトコルバージョン 4-2
4.1.5 アクセスコントロールモード 4-3
4.2 SNMP基本パラメータの設定 4-3
4.2.1 SNMPv1あるいはSNMPv2c基本パラメータの設定 4-3
4.2.2 SNMPv3基本パラメータの設定 4-5
4.3 SNMPロギングの設定 4-6
4.4 SNMP通知の設定 4-7
4.4.1 SNMP notificationの有効化 4-7
4.4.2 ホストへnotificationを送信するSNMPエージェントの設定 4-8
4.5 SNMP通知の送信シミュレーション 4-9
4.6 SNMPの表示と維持 4-10
4.7 設定例 4-11
4.7.1 SNMPv1/SNMPv2cの設定例 4-11
4.7.2 SNMPv3の設定例 4-13

4章 SNMP

4.1 概要

SNMP（Simple Network Management Protocol）はネットワークで装置にアクセスし、操作させるための管理システムとして、ベンダ、物理的な特徴、相互接続技術に関係なく、広く使われているインタネット標準プロトコルです。

SNMP を使用することで、装置の状態のモニタリング、トラブルシューティング、コリジョンの統計情報やほかの情報の管理を行うため、ネットワーク管理者が、装置の情報を確認し、設定することができます。

4.1.1 SNMP の構造

SNMP は以下の機能で構成されています。

- **SNMP マネジャー** – NMS（network management system）上で動作し、ネットワーク内の SNMP-capable デバイスをモニタし管理します。
- **SNMP エージェント** – 管理対象デバイス上で動作し、NMS からのリクエストを受信し操作します。インタフェースの状態の変化などのイベント発生時に NMS に Trap を送信します。
- **MIB（Management Information Base）** – SNMP **マネジャー**が読み取り、設定するために、SNMP エージェントによって保持されているインタフェース状態や CPU 使用率などの変数を指定します。

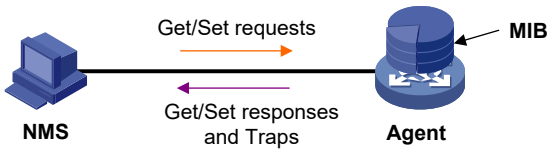


図 4-1 NMS、エージェント、MIB の関係

4.1.2 MIB と view ベースの MIB アクセス管理

MIB はツリー構造の「ノード」「オブジェクト」と呼ばれる変数を保存し、各ノードを固有の OID で区別します。OID はルートノードからリーフノードへのパスを示す番号列です。図 4-2では、オブジェクト B は OID {1.2.1.1}で区別されます。

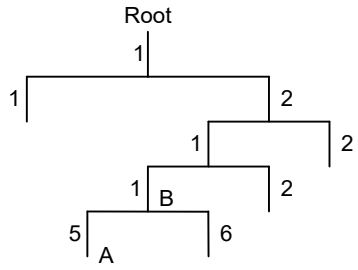


図 4-2 MIB ツリー

MIB view は、アクセス制限のある MIB オブジェクトの集合（あるいは MIB オブジェクト階層）を表し、view 名によって識別されます。MIB view に含まれる MIB オブジェクトはアクセス可能ですが、MIB view から除外されている MIB オブジェクトはアクセスできません。

MIB view は複数の view を持つことができます。複数の view は、*view-name oid-tree* の組み合わせで識別されます。

SNMP グループあるいはコミュニティに MIB view を割り当てることによって、MIB のアクセスを管理することができます。

4.1.3 SNMP の動作

SNMP は以下の基本的な動作を提供します。

- **Get** – エージェント MIB の SNMP オブジェクトノードを取得します。
- **Set** – エージェント MIB のオブジェクトノードの値を変更します。
- **Notification** – SNMP エージェントが NMS にイベントを通知するため、trap あるいは inform があります。Notification の 2 つのタイプの違いは、inform では ack（確認応答）が必要ですが、trap では必要ありません。trap は SNMPv1、SNMPv2c、SNMPv3 で有効ですが、inform は SNMPv2c、SNMPv3 でのみ有効です。

4.1.4 プロトコルバージョン

NMS と SNMP エージェントは相互に通信するため、同じ SNMP バージョンを使用する必要があります。

- **SNMPv1** – 認コミュニティ名で認証を行います。SNMP エージェントにアクセスするために、NMS は SNMP エージェントでセットしたものと同じコミュニティ名を使わなければなりません。NMS が使用するコミュニティ名がエージェントでセットしたものと違う場合、NMS はエージェントにアクセスするための SNMP セッションを構築することができない、もしくはエージェントからの Trap と Notification を受信することができません。
- **SNMPv2c** – コミュニティ名で認証を行います。SNMPv1 と互換を取り、より多くの動作モード、データ タイプ、エラーコードをサポートします。

- **SNMPv3** – USM （User-Based Security Model） を使ってセキュアな SNMP 通信を実現します。整合性、信頼性、および機密保持のために SNMP パケットを認証し暗号化する、認証とプライバシーのメカニズムを設定できます。

4.1.5 アクセスコントロールモード

SNMP は MIB オブジェクトにアクセスするため、以下のモードを使用します。

- VACM（View-based Access Control Model）モデルーVACM モードは MIB view を SNMP コミュニティやユーザに割り当てることで、MIB オブジェクトへのアクセスを制御します。

もし同じ SNMP コミュニティやユーザに複数回割り当てた場合、最後に作成した設定が適用されます。

VACM モードは NMS から MIB オブジェクトにアクセスする権限のみ必要です。

4.2 SNMP基本パラメータの設定

SNMPv3 は SNMPv1、SNMPv2c と多くの点で異なります。章を分けて設定方法について説明します。

4.2.1 SNMPv1 あるいは SNMPv2c 基本パラメータの設定

以下に SNMPv1 あるいは SNMPv2c 基本パラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. （オプション設定項目） SNMP エージェントを有効にする	**snmp-agent**	デフォルト：無効 **snmp-agent calculate-password** コマンドを除いた**snmp-agent** で始まるいずれかのコマンドで SNMP エージェントを有効にできます。 IPアドレスを設定するまで SNMPポートは開きません。
3. （オプション設定項目） システム連絡先を設定する	**snmp-agent sys-info contact** *sys-contact*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目） システム所在地を設定する	**snmp-agent sys-info location** *sys-location*	デフォルト：設定なし
5. SNMPv1 あるいは SNMPv2c を有効にする	**snmp-agent sys-info version** { **all** | { **v1** | **v2c** } * }	デフォルト：SNMPv3が有効

操作	コマンド	補足
6. （オプション設定項目） ローカルエンジン ID を変更する	**snmp-agent local-engineid** *engineid*	デフォルト：ローカルエンジン ID はCompany ID＋ device ID
7. （オプション設定項目） MIB view を作成または更新する	**snmp-agent mib-view** { **excluded** | **included** } *view-name oid-tree* [**mask** *mask-value*]	デフォルト：**ViewDefault** このviewは**iso**サブツリーのすべてのオブジェクトが対象ですが、**snmpUsmMIB**と**snmpVacmMIB**と**snmpModules.18**はアクセス可能です。 *view-name*、*old-tree*のペアはそれぞれviewのレコードを表します。別のMIBサブツリーマスクに同じレコード名を複数回指定した場合、最後の設定が有効です。デフォルトMIBビューの4つのサブツリーを除いて、最大16の一意のMIBビューレコードを作成できます。

8. SNMP アクセス権を設定する	• （アプローチ1） SNMPコミュニティを作成する：**snmp-agent community** { **read** | **write** } [**simple** | **cipher**] *community-name* [**mib-view** *view-name*] [**acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* }] *
	• （アプローチ2） SNMPv1/SNMPv2cグループを作成し、グループにユーザを追加する：
	  • **snmp-agent group** { **v1** | **v2c** } *group-name* [**read-view** *view-name*] [**write-view** *view-name*] [**notify-view** *view-name*] [**acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* }] *
	  • **snmp-agent usm-user** { **v1** | **v2c** } *user-name group-name* [**acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* }] *
		どちらか一方のアプローチを使用します。
		デフォルト：SNMPグループあるいはSNMPコミュニティは設定なし
		アプローチ2の*user-name*はアプローチ1のコミュニティ名と同じで、NMBで設定されるコミュニティ名と同じでなければなりません。

9. （オプション設定項目） SNMP エージェントが送受信できる SNMP パケットの最大バイトサイズ（バイト）を設定する	**snmp-agent packet max-size** *byte-count*	デフォルト：1500バイト

4.2.2 SNMPv3 基本パラメータの設定

SNMPv3 ユーザはグループで管理されます。グループのすべての SNMPv3 ユーザは同じセキュリティモデルを共有しますが、異なる認証、プライバシーキーの設定を使用することができます。ユーザのセキュリティモデルを設定し、SNMP 間の通信が失敗しないようにするため、グループのセキュリティモデルの設定とセキュリティキーは、表 4-1に従い、NMS の設定に合わせる必要があります。

表 4-1 異なるセキュリティモデルの基本セキュリティの設定要件

セキュリティモデル	グループのセキュリティモデルキーワード	ユーザのセキュリティキー設定	補足
プライバシーあり、認証あり	privacy	認証キー、プライバシーキー	認証キーあるいはプライバシーキーが設定されていない場合、SNMP 間の通信は失敗します。
プライバシーなし、認証あり	authentication	認証キー	認証キーが設定されていない場合、SNMP間の通信は失敗します。ユーザのプライバシーキー（ある場合）は影響しません。
認証なし、プライバシーなし	authentication あるいはprivacyのいずれもありません。	なし	認証キー、プライバシーキーが設定されても適用されません。

以下に SNMPv3 基本パラメータの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. （オプション設定項目） SNMP エージェントを有効にする	**snmp-agent**	デフォルト：無効 **snmp-agent calculate-password** コマンドを除いた**snmp-agent** で始まるいずれかのコマンドで SNMP エージェントを有効にできます。
3. （オプション設定項目） システム連絡先を設定する	**snmp-agent sys-info contact** *sys-contact*	デフォルト：設定なし
4. （オプション設定項目） システム所在地を設定する	**snmp-agent sys-info location** *sys-location*	デフォルト：設定なし
5. SNMPv3 を有効にする	**snmp-agent sys-info version v3**	デフォルト：有効

操作	コマンド	補足
6. （オプション設定項目） ローカルエンジン ID を設定する	**snmp-agent local-engineid** *engineid*	デフォルト：ローカルエンジン ID はCompany ID＋ device ID です。 ⚠ **重要：** ローカルエンジンIDの変更後、既存のSNMPv3ユーザと暗号キーは無効になります。SNMPv3ユーザと暗号キーを再設定してください。
7. （オプション設定項目） MIB view を作成または更新する	**snmp-agent mib-view** { **excluded** | **included** } *view-name oid-tree* [**mask** *mask-value*]	デフォルト：**ViewDefault** このview は**iso**サブツリーのすべてのオブジェクトが対象ですが、**snmpUsmMIB**と**snmpVacmMIB**と**snmpModules.18**はアクセス可能です。 *view-name*、*old-tree*のペアはそれぞれviewのレコードを表します。別のMIBサブツリーマスクに同じレコード名を複数回指定した場合、最後の設定が有効です。デフォルトMIBビューの4つのサブツリーを除いて、最大16の一意のMIBビューレコードを作成できます。
8. （オプション設定項目）SNMPv3 グループを作成する	**snmp-agent group v3** *group-name* [**authentication** | **privacy**] [**read-view** *view-name*] [**write-view** *view-name*] [**notify-view** *view-name*] [**acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* }] *	デフォルト：設定なし
9. （オプション設定項目） 平文テキストキーを暗号キーに変換する	**snmp-agent calculate-password** *plain-password* **mode** { **3desmd5** | **3dessha** | **md5** | **sha** } { **local-engineid** | **specified-engineid** *engineid* }	―
10. SNMPv3 ユーザを作成する	**snmp-agent usm-user v3** *user-name group-name* [{ **cipher** | **simple** } **authentication-mode** { **md5** | **sha** } *auth-password* [**privacy-mode** { **3des** | **aes128** | **des56** } *priv-password*]] [**acl** { *acl-number* | **name** *acl-name* }] *	**cipher**キーワードが指定されると、*auth-password*と*priv-password*は暗号キーとして使用されます。
11. （オプション設定項目） SNMP エージェントが送受信できる SNMP パケットの最大バイトサイズ（バイト）を設定する	**snmp-agent packet max-size** *byte-count*	デフォルト：1500バイト

4.3 SNMPロギングの設定

必要なときのみ SNMP ロギングを設定してください。SNMP ロギングを設定するとメモリに負担をかけ、装置の性能に影響を与える可能性があります。

SNMP エージェントは、GET リクエスト、SET リクエスト、SET 応答、SNMP 通知、SNMP 認証失敗をロギングしますが、GET 応答はロギングしません。

- **GET オペレーション** – エージェントは NMS の IP アドレス、アクセスノード名、ノード OID をロギングします。
- **SET オペレーション** – エージェントは NMS の IP アドレス、アクセスノード名、ノード OID、変数値、エラーコード、エラーインデックスをロギングします
- **通知トラッキング** – NMS に SNMP 通知を送信したのち、エージェントをロギングします。
- **SNMP 認証失敗** – エージェントは SNMP 認証の失敗をロギングします。

SNMP モジュールは Information Center にログを送信します。

コンソールやログバッファなどの特定の宛先にメッセージを出力するため、Information Center を設定することができます。各ログエントリのノードフィールド（MIB ノード名）と値フィールド（MIB ノードの値）の合計最大サイズは 1024 バイトです。最大サイズを超過した場合、Information Center はフィールドのデータを切り捨てます。Information Center の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “Information Center”* を参照してください。

以下に SNMP ロギングの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	–
2. （オプション設定項目）SNMP ロギングを有効にする	**snmp-agent log** { **all** | **authfail** | **get-operation** | **set-operation** }	デフォルト：無効
3. （オプション設定項目）SNMP 通知ロギングを有効にする	**snmp-agent trap log**	デフォルト：無効

4.4 SNMP通知の設定

SNMP エージェントはリンク状態の変更やユーザログイン、ログアウトなどの重要なイベントの notification （trap、inform）を NMS に通知します。特に説明がない限り、コマンドラインの **trap** キーワードは trap と inform を含みます。

4.4.1 SNMP notification の有効化

必要なときのみ SNMP notification を有効にしてください。SNMP notification はメモリに負担をかけ、装置の性能に影響を与える可能性があります。

インタフェースのリンク状態が変更したとき、以下を行ってください。

- **snmp-agent trap enable standard** [**linkdown** \| **linkup**] *コマンドを設定し、グローバルで linkUp あるいは linkDown notification を有効にしてください。
- インタフェースで **enable snmp trap updown** コマンドを設定し、インタフェースで linkUp あるいは linkDown notification を有効にしてください。

モジュールで notification を有効にした後、notification がモジュールの設定に依存して作成されます。詳細は、各モジュールの設定ガイドを参照してください。

以下に SNMP notification を有効にする設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. notification を有効にする	**snmp-agent trap enable** [**configuration** | *protocol* | **standard** [**authentication** | **coldstart** | **linkdown** | **linkup** | **warmstart**] * | **system**]	デフォルト：**configuration**、**standard**、**system**が有効です。ほかのSNMP notificationはモジュールによって変わります。
3. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
4. リンク状態の notification を有効にする	**enable snmp trap updown**	デフォルト：有効

4.4.2 ホストへ notification を送信する SNMP エージェントの設定

ホストに trap あるいは inform する notification を送信する SNMP エージェントを設定することができます。一般的にホストは NMS で、解析や管理に使われます。trap を受信したとき、NMS は trap を受信するとき確認応答を送信しないため、trap は inform よりも少ないリソースで使用することができます。

I. 設定ガイドライン

ネットワークの輻輳が発生する、あるいは宛先に到達できないとき、SNMP エージェントはキューに notification をバッファします。キューのサイズと notification の保持時間（キューに保持できる最大時間）を設定することができます。notification は保持時間が満了したとき削除されます。notification のキューが一杯になったとき、もっとも古い notification が自動的に削除されます。

インタフェースの説明やインタフェースタイプを追加させるため、標準 linkUp/linkDown notification を拡張することができますが、NMS が拡張 SNMP メッセージをサポートしていることを確認する必要があります。

inform を送信するために、以下を確認してください。

- SNMP エージェントと NMS は SNMPv2c あるいは SNMPv3 を使用します。
- SNMPv3 が使用される場合、SNMPv3 基本設定を行う際に NMS の SNMP エンジン ID を設定してください。また SNMPv3 ユーザを作成するとき、SNMP エンジンの IP アドレスを指定してください。

II. 設定要件

- NMS として基本 SNMP の設定と同じように SNMP エージェントを設定してください。SNMPv1 あるいは SNMPv2c を使用する場合、コミュニティ名を設定してください。SNMPv3 を使用する場合、notification の SNMPv3 ユーザ、MIB view を設定してください。
- SNMP エージェントと NMS が互いに到達可能であるようにしてください。

III. 設定手順

以下にホストに notification を送信する SNMP エージェントの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	–
2. 宛先ホストを設定する	• （アプローチ1）宛先ホストにtrapを送信する： **snmp-agent target-host trap address udp-domain** { *address* } [**udp-port** *port-number*] **params securityname** *security-string* [**v1** | **v2c** | **v3** [**authentication** | **privacy**]] • （アプローチ2）宛先ホストにinformを送信する： **snmp-agent target-host inform address udp-domain** { *address* } [**udp-port** *port-number*] **params securityname** *security-string* { **v2c** | **v3** [**authentication** | **privacy**] }	どちらか一方を使用します。 デフォルト：設定なし
3. （オプション設定項目） notification の送信元アドレスを設定する	**snmp-agent** { **inform** | **trap** } **source** *interface-type* { *interface-number* }	デフォルト: SNMPは送信元IPアドレスとして出力インタフェースのIPアドレスを使用します。
4. （オプション設定項目） 拡張 linkUp/linkDown notification を有効にする	**snmp-agent trap if-mib link extended**	デフォルト：標準 linkUp/linkDown notificationを使用します
5. （オプション設定項目） notification キューサイズを設定する	**snmp-agent trap queue-size** *size*	デフォルト：100
6. （オプション設定項目） notification ライフタイムを設定する	**snmp-agent trap life** *seconds*	デフォルト：120秒

4.5 SNMP通知の送信シミュレーション

🕮 **メモ：**

simulate snmp-trap コマンドはソフトウェアバージョン 7.2.75 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. SNMP 通知の送信シミュレーションについて

1) アプリケーションシナリオ
この機能は SNMP 通知機能が正常かどうか、通知設定が正しいか、NMS が通知を受信し正常に解析できるかどうかをテストできます。NMS が SNMP 通知を受信できない場合、問題を特定し、解決するためのトラブルシューティングを実施します。
2) 動作メカニズム

この機能を設定すると、装置は各ノードのメッセージを含む SNMP 通知を生成し、生成した通知を SNMP モジュールから送信します。

生成された SNMP 通知で送信されるノードは、以下のような値が割り当てられます。

- **数字タイプノード**—ノードの範囲の最小値を指定します。値の範囲がないノードには、0 が割り当てられます。
- **文字タイプノード**—値は Test です。文字数の指定要件がある場合、要件を満たすまで“Test”を切り捨てるか、繰り返します。
- **タイムスタンプタイプノード**—現在のシステム時刻を指定します。
- **IPv4 アドレスタイプノード**—“127.0.0.1”を指定します。
- **ビットタイプノード**—ノードのデフォルト値を使用します。デフォルト値がないノードの場合、ノードの設定範囲の最小値を使用します。
- **パスワードタイプノード**—値は“*******”です。
- **オブジェクト識別子ノード**—値は通知の OID です。

同じイベントの通知とリカバリ通知は順番に送信されます。

通知ノードに同じ名前の変数が複数含まれている場合、同一の変数と値を順番に指定してください。変数に値を指定しない場合、上記の規則に基づいて値が割り当てられます。

II. 前提条件

この機能を有効にする前に、SNMP を有効にする必要があります。また、通知が送信されるようにするために、**snmp-agent target-host** コマンドを実行し、SNMP 通知のターゲットホストを指定してください。必要に応じて別の SNMP パラメータを設定してください。

III. 設定方法

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	—
2. SNMP 通知の送信シミュレートする	● すべてのSNMP通知をシミュレートする： **simulate snmp-trap all** [**ifindex** *ifindex*] ● 特定のSNMP通知をシミュレートする： **simulate snmp-trap trap-node** *name-string* [**context** *context-name*] [**variable-binding** { *variable-binding-name* { **hex** *hex-value* | **null-string** | *variable-binding-value* } }&<1-n>]	変数は通知ノードにより異なります。*n* の値は通知ノードの仕様に依存します。

4.6 SNMPの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
連絡先、所在地、SNMP のバージョンを含むSNMPエージェントのシステム情報を表示する	**display snmp-agent sys-info** [**contact** | **location** | **version**] *

操作	コマンド
SNMPエージェント統計情報を表示する	**display snmp-agent statistics**
ローカルエンジンIDを表示する	**display snmp-agent local-engineid**
SNMPグループ情報を表示する	**display snmp-agent group** [*group-name*]
notificationキューの基本情報を表示する	**display snmp-agent trap queue**
notificationを送信できるモジュールおよびnotificationの状態（有効あるいは無効）を表示する	**display snmp-agent trap-list**
SNMPv3ユーザ情報を表示する	**display snmp-agent usm-user** [**engineid** *engineid* | **group** *group-name* | **username** *user-name*] *
SNMP v1またはSNMP v2c のコミュニティ情報を表示する	**display snmp-agent community** [**read** | **write**]
MIB view情報を表示する	**display snmp-agent mib-view** [**exclude** | **include** | **viewname** *view-name*]

4.7 設定例

4.7.1 SNMPv1/SNMPv2c の設定例

SNMPv1 の設定手順は SNMPv2c 設定手順と同一です。この設定例は SNMPv1 を使用します。

I. ネットワーク要件

図 4-3に示すように、NMS（1.1.1.2/24）は SNMPv1 で SNMP エージェント（1.1.1.1/24）を管理します。エージェントはイベントを報告する notification を NMS に自動的に送信します。

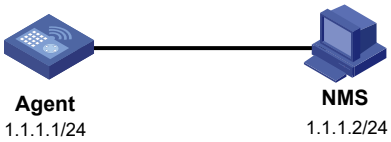


図 4-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1) SNMP エージェントを設定します。

エージェントの IP アドレスを設定し、NMS と通信可能であることを確認します。（詳細は省略します。）

SNMPv1 を指定し、読み込みのみのコミュニティ **public** と読み書き可能なコミュニティ **private** を生成します。

```
<AC> system-view
[AC] snmp-agent sys-info version v1
[AC] snmp-agent community read public
[AC] snmp-agent community write private
```

エージェントの連絡先と所在地情報を設定します。

```
[AC] snmp-agent sys-info contact NEC
[AC] snmp-agent sys-info location Tokyo
```

SNMP notification を有効にし、SNMP trap の宛先として IP アドレスが 1.1.1.2 の NMS を設定し、コミュニティ名として **public** を使用します。（NMS が trap を受信できること確認するため、**snmp-agent target-host** コマンドで設定されている SNMP のバージョンを NMS と同一に指定します。）

```
[AC] snmp-agent trap enable
[AC] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.2 params securityname public v1
```

2) SNMP NMS を設定します。
   - □ SNMPv1 を指定します。
   - □ 読み込みのみのコミュニティ **public** と読み書き可能なコミュニティ **private** を作成します。
   - □ 必要に応じて、タイムアウト時間と再トライを行う最大数を設定します。

NMS の設定についての詳細は、NMS のマニュアルを参照してください。

メモ：

エージェントと NMS の SNMP 設定は同一にする必要があります。

III. 設定の確認

エージェントから Null0 インタフェースの MTU 値を取得します。取得に成功します。

```
Send request to 1.1.1.1/161 ...
Protocol version: SNMPv1
Operation: Get
Request binding:
1: 1.3.6.1.2.1.2.2.1.4.135471
Response binding:
1: Oid=ifMtu.135471 Syntax=INT Value=1500
Get finished
```

エージェントの MIB ノードの値を取得するため、wrong コミュニティ名を使用します。NMS で trap の認証に失敗していることがわかります。

```
1.1.1.1/2934 V1 Trap = authenticationFailure
SNMP Version = V1
Community = public
Command = Trap
Enterprise = 1.3.6.1.4.1.43.1.16.4.3.50
GenericID = 4
```

```
SpecificID = 0
Time Stamp = 8:35:25.68
```

4.7.2 SNMPv3 の設定例

I. ネットワーク要件

図 4-4に示すように、NMS（1.1.1.2/24）は SNMPv3 でエージェント（1.1.1.1/24）のインタフェース状態をモニタし管理します。エージェントはイベントを通知する notification を NMS に自動的に送信します。

NMS とエージェントは SNMP セッションを構成するときに認証を行います。認証アルゴリズムは SHA-1 で、認証キーは **123456TESTauth&!**です。NMS とエージェント間のパケットは、AES アルゴリズム、プライバシーキー**123456TESTencr&!**で暗号化されます。

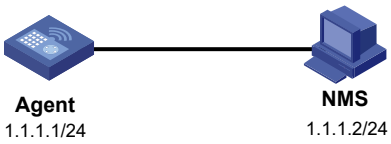


図 4-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1) SNMP エージェントを設定します。

エージェントの IP アドレス 1.1.1.1/24 を設定し、NMS と通信可能であることを確認します。（詳細は省略します。）

SNMPv3 グループ **managev3group** を作成します。test view の SNMPv3 グループ **managev3group** に、アクセス権限を設定します。snmpMIB ノード（OID：1.3.6.1.2.1.11）下のオブジェクトを読み込みおよび書き込みができるように設定し、ほかの MIB オブジェクトはアクセスできないようにします。

```
AC> system-view
[AC] undo snmp-agent mib-view ViewDefault
[AC] snmp-agent mib-view included test snmp
[AC] snmp-agent group v3 managev3group privacy read-view test write-view test
```

SNMPv3 グループ **managev3group** にアクセス権限を設定します。test view のシステムノード（OID：1.3.6.1.2.1.1）とインタフェースノード（OID：1.3.6.1.2.1.2）下のオブジェクトを読み込みのみができるように設定します。

```
[AC] snmp-agent mib-view included test 1.3.6.1.2.1.1
[AC] snmp-agent mib-view included test 1.3.6.1.2.1.1
[AC] snmp-agent group v3 managev3group privacy read-view test
```

ユーザ **managev3user** を、SNMPv3 グループ **managev3group** に追加し、認証アルゴリズム **sha**、認証キー**123456TESTauth&!**、暗号化アルゴリズム **aes128**、プライバシーキー**123456TESTencr&!**を設定します。

```
[AC] snmp-agent usm-user v3 managev3user managev3group simple authentication-mode sha 123456TESTauth&! privacy-mode aes128 123456TESTencr&!
```

エージェントの連絡先と所在地情報を設定します。

```
[AC] snmp-agent sys-info contact NEC

[AC] snmp-agent sys-info location Tokyo
```

エージェントで notifications を有効にします。Trap の宛先として 1.1.1.2 の NMS を指定し、Trap のユーザ名を VACMtest に設定します。

```
[AC] snmp-agent trap enable

[AC] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.2 params securityname VACMtest v3 privacy
```

2) SNMP NMS を設定します。
   - □ SNMPv3 を指定します。
   - □ SNMPv3 ユーザ **VACMtest** を作成します。
   - □ 認証機能とプライバシー機能の両方を有効にしてください。
   - □ 認証に **SHA-1** を使用し、暗号化に **AES** を設定してください。
   - □ 認証キー**123456TESTauth&!**とプライバシーキー**123456TESTencr&!**を設定してください。
   - □ 必要に応じて、タイムアウト時間と再トライを行う最大数を設定します。

NMS の設定についての詳細は、NMS のマニュアルを参照してください。

🕮 **メモ：**

エージェントと NMS の SNMP 設定は同一にする必要があります。

III. 設定の確認

エージェントから sysName を取得します。取得に成功します。値 Agent が戻ります。

Sysname に sysName ノードの値を設定します。取得に成功します。

エージェントでインタフェースをシャットダウンあるいはアップにします。NMS は linkUP （OID：1.3.6.1.6.3.1.1.5.4） あるいは linkDown （OID：1.3.6.1.6.3.1.1.5.3）の notification を受信します。

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

5章 RMON 5-1
5.1 概要 5-1
5.1.1 RMONグループ 5-1
5.1.2 アラームグループとプライベートアラームグループのサンプルタイプ 5-3
5.1.3 プロトコルと標準 5-4
5.2 RMON統計機能の設定 5-4
5.2.1 RMONイーサネット統計機能エントリの作成 5-4
5.2.2 RMON履歴管理エントリの作成 5-4
5.2.3 RMONアラーム機能の設定 5-5
5.3 RMONの表示と維持 5-6
5.4 RMON設定例 5-7
5.4.1 イーサネット統計情報グループの設定例 5-7
5.4.2 履歴グループの設定例 5-8
5.4.3 アラーム機能の設定例 5-9

5章 RMON

5.1 概要

RMON（Remote Monitoring）は、SNMP を拡張した機能です。リモートモニタリングとネットワーク装置とサブネットの管理を行います。RMON モニタ（ネットワーク装置に組み込まれた RMON エージェント）は定期的に、または継続的に、ポートに接続されたネットワークのトラフィック統計情報を収集します。統計情報がアラームのしきい値を超えたとき、管理対象装置は、自動的にトラップを送信することができます。NMS は、常に MIB 変数をポーリングし結果を比較する必要はありません。

RMON は、例外条件の NMS を通知するために SNMP トラップを使用しています。RMON SNMP トラップは、ブロードキャストトラフィックのしきい値を超過したトラフィックイベントなど、様々なイベントを報告します。対照的に、SNMP 標準トラップは、リンクアップ、リンクダウン、モジュールの障害などの装置の動作状態の変化を報告します。

SNMP の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

NEC は、RMON モニタとして、組み込み RMON エージェントの機能を提供しています。NMS は RMON MIB にアクセスすることで基本的な SNMP の動作を行うことができます。

5.1.1 RMON グループ

標準 RMON グループのうち、NEC では、統計情報グループ、履歴グループ、イベントグループ、アラームグループ、プローブ設定グループ、およびユーザ履歴グループをサポートします。プローブ設定グループとユーザ履歴グループは CLI から設定できません。設定を行うために MIB にアクセスする必要があります。

I. 統計情報グループ

統計情報グループは、モニタされたイーサネットインタフェースのトラフィック情報の統計情報を取得し、イーサネット統計情報テーブル（ethernetStatsTable）の統計情報を記録します。統計情報は以下があります。

- ネットワークの衝突数
- CRC アライメントエラー
- アンダーサイズ/オーバーサイズパケット
- ブロードキャスト数
- マルチキャスト数
- 受信バイト数
- 受信パケット数

イーサネット統計情報テーブルの統計情報は統計情報の総数です。

II. 履歴グループ

履歴グループは、定期的にインタフェース上のトラフィック情報の統計情報を収集し、履歴レコードテーブル（ethernetHistoryTable）の統計情報を記録します。統計情報は以下があります。

- 帯域幅使用率
- エラーパケット数
- パケットの合計数

履歴レコードテーブルは各サンプリング間隔でインタフェースに受信されたトラフィックの統計情報を記録します。

III. イベントグループ

イベントグループは、アラームグループとプライベートアラームグループで定義されているアラームによって発生したイベントの作成と通知を制御します。RMON アラームイベントは以下の方法で処理されます。

- **Log**－イベントログテーブル内のイベント情報（発生したイベント時間、イベントの内容を含みます。）をロギングします。管理デバイスは、SNMP Get 操作によってログを収集することができます。
- **Trap**－イベントが発生したとき、NMS に SNMP 通知を送信します。
- **Log-Trap**－イベントログテーブルのイベント情報をロギングし、イベントが発生したときに、SNMP 通知を送信します。
- **None**－処理を行いません。

IV. アラームグループ

RMON アラームグループは、インタフェース上の受信パケット（etherStatsPkts）のカウントなどのアラーム変数をモニタします。アラームエントリを作成したのち、RMON エージェントは指定した間隔でモニタアラーム変数の値を取得します。モニタ対象の変数の値が増加方向のしきい値を超えると、増加方向のイベントが発生します。変数の値が減少方向のしきい値を下回ると、減少方向のイベントが発生します。その後イベントは、イベントグループで定義したように処理されます。

アラームエントリがしきい値を連続して複数回交差する場合、RMON エージェントは、最初のしきい値が交差したときにアラームイベントを発生します。サンプリングされた値が増加方向あるいは減少方向のしきい値を超えた時点で 1 つのイベントが発生します。反対方向のしきい値を超えるまで次のイベントは発生しません。たとえば、図 5-1に示すように、増加方向のしきい値を超えると 1 つのイベントが発生し、減少方向のしきい値を超えるまで次のイベントは発生しません。

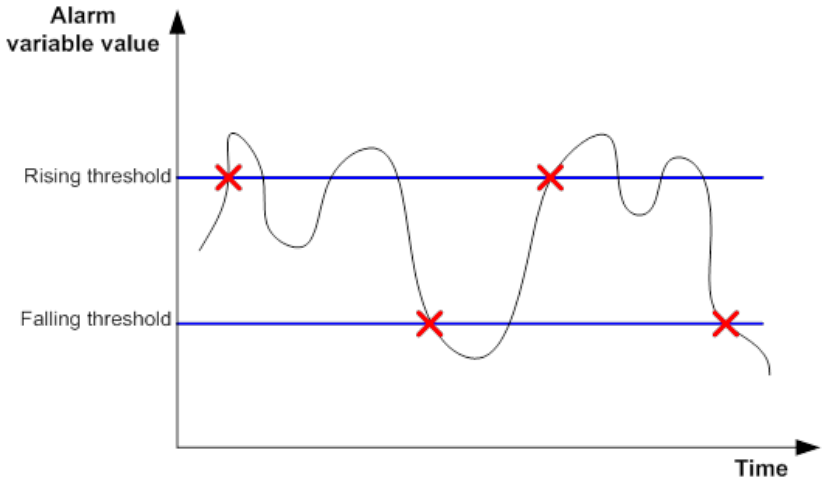


図 5-1 増加方向と減少方向のアラームイベント

V. プライベートアラームグループ

プライベートアラームグループは複数のアラーム変数の値を計算し、計算結果を定義済みの増加方向と減少方向のしきい値と比較します。

RMON エージェントは変数をサンプリングし、プライベートアラームにもとづいたアラームアクションを以下のように行います。

1) ユーザ定義した形式のプライベートアラーム変数をサンプリングします。
2) 定義した形式にもとづいてサンプリングした値を計算します。
3) 定義されたしきい値と計算した値を比較し、以下のいずれかのアクションを行います。
   - 比較結果が増加方向のしきい値以上である場合、増加方向のアラームイベントに関するイベントをトリガします。
   - 比較結果が減少方向のしきい値以下である場合、減少方向のアラームイベントに関するイベントをトリガします。

アラームエントリがしきい値を連続して複数回交差する場合、RMON エージェントは、最初のしきい値が交差したときにアラームイベントを発生します。サンプリングされた値が増加方向あるいは減少方向のしきい値を超えた時点で 1 つのイベントが発生します。反対方向のしきい値を超えるまで次のイベントは発生しません。たとえば、増加方向のしきい値を超えると 1 つのイベントが発生し、減少方向のしきい値を超えるまで次のイベントは発生しません。

5.1.2 アラームグループとプライベートアラームグループのサンプルタイプ

RMON エージェントは以下のサンプルタイプをサポートします。

- **absolute**– RMON は、サンプル値をしきい値と直接比較します。増加方向のしきい値と減少方向のしきい値の変数を、サンプリングした後に比較します。
- **delta**– RMON は現在のサンプル値を最後に取得したサンプル値から引き、その差を増加方向のしきい値と減少方向のしきい値と比較します。

5.1.3 プロトコルと標準

- RFC 4502, *Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2*
- RFC 2819, *Remote Network Monitoring Management Information Base Status of this Memo*

5.2 RMON統計機能の設定

RMON 統計機能はイーサネット統計グループと履歴グループによって実装されます。統計機能は、レイヤ 2 およびレイヤ 3 イーサネットインタフェースでのみ使用できます。

イーサネット統計グループはイーサネット統計情報テーブルで定義された変数であり、記録されたコンテンツは、統計エントリが現在時刻に作成された時点からの変数の合計です。設定の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “RMON”の “RMON イーサネット統計機能エントリの作成”*を参照してください。

ヒストリグループは、各サンプリング間隔の変数で収集された統計情報を提供します。ヒストリグループは収集を管理するため、履歴管理テーブルを使用し、履歴テーブルに収集された統計情報を記録します。設定の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “RMON”の “RMON 履歴管理エントリの作成”*を参照してください。

5.2.1 RMON イーサネット統計機能エントリの作成

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
3. RMON 統計情報テーブルにインタフェースのエントリを作成する	**rmon statistics** *entry-number* [**owner** *text*]	デフォルト：設定なし 1つのイーサネットインタフェースに1つの統計エントリを作成でき、デバイス上に最大で100の統計エントリを作成できます。エントリ制限に達すると、新しいエントリを作成することができなくなります。

5.2.2 RMON 履歴管理エントリの作成

1 つのインタフェースに複数の履歴管理エントリを設定することができますが、エントリ数とサンプリング間隔は同一にしてはいけません。

指定したバケットサイズが有効な履歴テーブルサイズを超過しても、履歴管理エントリを作成することができます。RMON はバケットサイズを可能な限り予期したサイズに設定します。

以下に RMON 履歴管理エントリの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	ー
3. RMON 履歴管理テーブルにインタフェースのエントリを作成する	**rmon history** *entry-number* **buckets** *number* **interval** *sampling-interval* [**owner** *text*]	デフォルト：設定なし 最大で100の履歴管理エントリを作成できます。

5.2.3 RMON アラーム機能の設定

RMON アラーム機能を設定するときに、以下のガイドラインに従ってください。

- RMON アラーム機能の設定を行う前、アラームが発生したとき NMS に通知するため、SNMP エージェントを設定してください。SNMP エージェントについてはオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "SNMP"* を参照してください。
- 新しいイベント、アラーム、プライベートアラームを作成するために以下の条件が必要です。
  - 新しいエントリのパラメータは、すでに存在するエントリと同じにすることはできません。
  - エントリ数が最大になっていないこと。

表 5-1に比較されるパラメータとエントリの制限を示します。

表 5-1 RMON の設定制限

エントリ	比較パラメータ	エントリの最大数
イベント	• イベント記述（**description** *string*） • イベントタイプ（**log**、**trap**、**logtrap**、**none**） • コミュニティ名（*security-string*）	60
アラーム	• アラーム変数（*alarm-variable*） • サンプリング間隔（*sampling-interval*） • サンプルタイプ（**absolute**、**delta**） • 増加方向のしきい値（*threshold-value1*） • 減少方向のしきい値 （*threshold-value2*）	60
プライベートアラーム	• アラーム変数式（*prialarm-formula*） • サンプリング間隔（*sampling-interval*） • サンプルタイプ（**absolute**、**delta**） • 増加方向のしきい値（*threshold-value1*） • 減少方向のしきい値 （*threshold-value2*）	50

以下に RMON アラーム機能の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2.　（オプション設定項目）イベントテーブルにイベントエントリを作成する	**rmon event** *entry-number* [**description** *string*] { **log** | **log-trap** *security-string* | **none** | **trap** *security-string* } [**owner** *text*]	デフォルト：設定なし
3.　アラームテーブルあるいはプライベートアラームテーブルにエントリを作成する	• アラームテーブルにエントリを作成する： **rmon alarm** *entry-number alarm-variable sampling-interval* { **absolute** | **delta** } [**startup-alarm** { **falling** | **rising** | **rising-falling** }] **rising-threshold** *threshold-value1 event-entry1* **falling-threshold** *threshold-value2 event-entry2* [**owner** *text*] • プライベートアラームテーブルにエントリを作成する： **rmon prialarm** *entry-number prialarm-formula prialarm-des sampling-interval* { **absolute** | **delta** } [**startup-alarm** { **falling** | **rising** | **rising-falling** }] **rising-threshold** *threshold-value1 event-entry1* **falling-threshold** *threshold-value2 event-entry2* **entrytype** { **forever** | **cycle** *cycle-period* } [**owner** *text*]	デフォルト：設定なし アラームを作成されていないイベントと関連付けることができますが、イベントを設定したのち、アラームが動作します。

5.3 RMONの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
RMON統計情報を表示する	**display rmon statistics** [*interface-type interface-number*]
RMON履歴管理エントリと履歴サンプルを表示する	**display rmon history** [*interface-type interface-number*]
RMONアラームエントリを表示する	**display rmon alarm** [*entry-number*]
RMONプライベートアラームエントリを表示する	**display rmon prialarm** [*entry-number*]
RMONイベントエントリを表示する	**display rmon event** [*entry-number*]
イベントエントリのログ情報を表示する	**display rmon eventlog** [*entry-number*]

5.4 RMON設定例

5.4.1 イーサネット統計情報グループの設定例

I. ネットワーク要件

図 5-2に示すように、GigabitEthernet 1/0/1 のトラフィックの統計情報の合計を収集するため、AC 上で RMON イーサネット統計情報グループエントリを作成します。

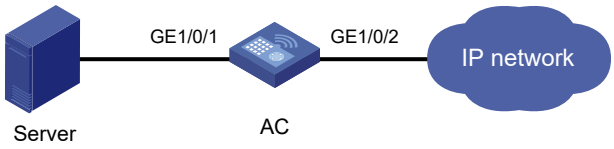


図 5-2 ネットワーク図

II. 設定手順

GigabitEthernet 1/0/1 の RMON イーサネット統計情報エントリを作成します。

```
<AC> system-view
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] rmon statistics 1 owner user1
```

GigabitEthernet 1/0/1 の RMON エージェントで収集された統計情報を表示します。

```
<AC> display rmon statistics gigabitethernet 1/0/1
EtherStatsEntry 1 owned by user1 is VALID.
  Interface : GigabitEthernet1/0/1<ifIndex.3>
  etherStatsOctets          : 21657     , etherStatsPkts           : 307
  etherStatsBroadcastPkts   : 56        , etherStatsMulticastPkts  : 34
  etherStatsUndersizePkts   : 0         , etherStatsOversizePkts   : 0
  etherStatsFragments       : 0         , etherStatsJabbers        : 0
  etherStatsCRCAlignErrors  : 0         , etherStatsCollisions     : 0
  etherStatsDropEvents (insufficient resources): 0
  Incoming packets by size:
  64      : 235       ,  65-127   : 67        ,  128-255   : 4
  256-511: 1          ,  512-1023: 0          ,  1024-1518: 0
```

NMS から SNMP Get 操作を行いトラフィックの統計情報を取得します。（詳細は省略します。）

5.4.2 履歴グループの設定例

I. ネットワーク要件

図 5-3に示すように、1 分ごとの GigabitEthernet 1/0/1 のトラフィックの統計情報をサンプリングするため、AC 上で RMON 履歴管理エントリを作成します。

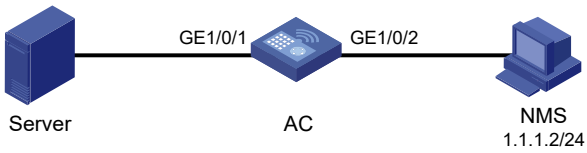


図 5-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1 分ごとの GigabitEthernet 1/0/1 のトラフィックの統計情報をサンプリングするため、RMON 履歴管理エントリを作成します。履歴統計テーブルに最大 8 つのインタフェース用のサンプルを記録します。

```
<AC> system-view
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] rmon history 1 buckets 8 interval 60 owner user1
```

GigabitEthernet 1/0/1 で収集された履歴統計情報を表示します。

```
[AC-GigabitEthernet1/0/1] display rmon history
HistoryControlEntry 1 owned by user1 is VALID
  Sampled interface     : GigabitEthernet1/0/1<ifIndex.3>
  Sampling interval     : 60(sec) with 8 buckets max
  Sampling record 1 :
    dropevents        : 0         , octets               : 834
    packets           : 8         , broadcast packets    : 1
    multicast packets : 6         , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0         , oversize packets     : 0
    fragments         : 0         , jabbers              : 0
    collisions        : 0         , utilization          : 0
  Sampling record 2 :
    dropevents        : 0         , octets               : 962
    packets           : 10        , broadcast packets    : 3
    multicast packets : 6         , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0         , oversize packets     : 0
    fragments         : 0         , jabbers              : 0
    collisions        : 0         , utilization          : 0
  Sampling record 3 :
    dropevents        : 0         , octets               : 830
    packets           : 8         , broadcast packets    : 0
    multicast packets : 6         , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0         , oversize packets     : 0
    fragments         : 0         , jabbers              : 0
    collisions        : 0         , utilization          : 0
  Sampling record 4 :
    dropevents        : 0         , octets               : 933
    packets           : 8         , broadcast packets    : 0
    multicast packets : 7         , CRC alignment errors : 0
```

```
    undersize packets : 0          , oversize packets     : 0
    fragments         : 0          , jabbers              : 0
    collisions        : 0          , utilization          : 0
  Sampling record 5 :
    dropevents        : 0          , octets               : 898
    packets           : 9          , broadcast packets    : 2
    multicast packets : 6          , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0          , oversize packets     : 0
    fragments         : 0          , jabbers              : 0
    collisions        : 0          , utilization          : 0
  Sampling record 6 :
    dropevents        : 0          , octets               : 898
    packets           : 9          , broadcast packets    : 2
    multicast packets : 6          , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0          , oversize packets     : 0
    fragments         : 0          , jabbers              : 0
    collisions        : 0          , utilization          : 0
  Sampling record 7 :
    dropevents        : 0          , octets               : 766
    packets           : 7          , broadcast packets    : 0
    multicast packets : 6          , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0          , oversize packets     : 0
    fragments         : 0          , jabbers              : 0
    collisions        : 0          , utilization          : 0
  Sampling record 8 :
    dropevents        : 0          , octets               : 1154
    packets           : 13         , broadcast packets    : 1
    multicast packets : 6          , CRC alignment errors : 0
    undersize packets : 0          , oversize packets     : 0
    fragments         : 0          , jabbers              : 0
    collisions        : 0          , utilization          : 0
```

NMS から SNMP Get 操作を行いトラフィックの統計情報を取得します。（詳細は省略します。）

5.4.3 アラーム機能の設定例

I. ネットワーク要件

図 5-4に示すように、GigabitEthernet 1/0/1 の入力トラフィックの入力トラフィックの統計情報をモニタし、以下のイベントが発生するとき、SNMP でアラームを送信します。

- サンプリング間隔の値が 5 秒で、増加方向のしきい値（100）を超えます。
- サンプリング間隔の値が 5 秒で、減少方向のしきい値（50）を下回ります。

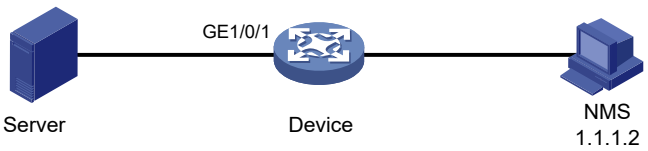


図 5-4 ネットワーク図

II. 設定手順

1.1.1.2 の NMS の SNMP 設定と同様に、SNMP エージェント（AC）の設定を行います。この例では SNMPv1、public コミュニティの読み込み、プライベートコミュニティの書き込みの設定を使用します。

```
<AC> system-view
[AC] snmp-agent
[AC] snmp-agent community read public
[AC] snmp-agent community write private
[AC] snmp-agent sys-info version v1
[AC] snmp-agent trap enable
[AC] snmp-agent trap log
[AC] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.2 params securityname public
```

GigabitEthernet 1/0/1 の RMON イーサネット統計情報エントリを作成します。

```
[AC] interface gigabitethernet 1/0/1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] rmon statistics 1 owner user1
[AC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

ノード 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.4.1 の delta サンプル値が 100 を超えた場合、あるいは 50 を下回った場合、SNMP 通知を送信するために RMON イベントエントリ、RMON アラームエントリを作成します。

```
[AC] rmon event 1 trap public owner user1
[AC] rmon alarm 1 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.4.1 5 delta rising-threshold 100 1 falling-threshold 50 1 owner user1
```

🕮 **メモ：**

1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.4.1 は GigabitEthernet 1/0/1 のオブジェクトインスタンスです。ここで 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.4 は入力トラフィックの合計オブジェクトを示し、1 は GigabitEthernet 1/0/1 の RMON イーサネット統計情報エントリインデックスです。

RMON アラームエントリを表示します。

```
<AC> display rmon alarm 1
AlarmEntry 1 owned by user1 is VALID.
  Sample type          : delta
  Sampled variable     : 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.4.1<etherStatsOctets.1>
  Sampling interval (in seconds)    : 5
  Rising threshold      : 100(associated with event 1)
  Falling threshold     : 50(associated with event 1)
  Alarm sent upon entry startup  : risingOrFallingAlarm
  Latest value          : 0
```

GigabitEthernet 1/0/1 の統計情報を表示します。

```
<AC> display rmon statistics gigabitethernet 1/0/1
EtherStatsEntry 1 owned by user1 is VALID.
  Interface : GigabitEthernet1/0/1<ifIndex.3>
  etherStatsOctets         : 57329     , etherStatsPkts          : 455
  etherStatsBroadcastPkts  : 53        , etherStatsMulticastPkts : 353
  etherStatsUndersizePkts  : 0         , etherStatsOversizePkts  : 0
  etherStatsFragments      : 0         , etherStatsJabbers       : 0
  etherStatsCRCAlignErrors : 0         , etherStatsCollisions    : 0
  etherStatsDropEvents (insufficient resources): 0
  Incoming packets by size :
  64     : 7         ,  65-127  : 413       ,  128-255  : 35
  256-511: 0         ,  512-1023: 0         ,  1024-1518: 0
```

NMS でアラームイベントを照会します。（詳細は省略します。）

AC では、イベントが発生するとアラームイベントメッセージが表示されます。 以下に、アラームイベントメッセージの例を示します。

```
[AC] % Apr  6 09:23:53:357 2013 sysname SNMP/6/SNMP_NOTIFY: Notification fallingA
larm(1.3.6.1.2.1.16.0.2) with alarmIndex(1.3.6.1.2.1.16.3.1.1.1.1)=1;alarmVariab
le(1.3.6.1.2.1.16.3.1.1.3.1)=1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.4.1;alarmSampleType(1.3.6.1.2.
1.16.3.1.1.4.1)=2;alarmValue(1.3.6.1.2.1.16.3.1.1.5.1)=0;alarmFallingThreshold(1
.3.6.1.2.1.16.3.1.1.8.1)=50.
```

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

6章 NETCONF 6-1
6.1 概要 6-1
6.1.1 NETCONFの構成 6-1
6.1.2 NETCONFメッセージフォーマット 6-2
6.1.3 NETCONFの使用方法 6-3
6.1.4 プロトコルと標準 6-4
6.2 NETCONFの設定作業リスト 6-4
6.3 NETCONF over SOAP の有効化 6-4
6.4 NETCONFロギング の有効化 6-5
6.5 NETCONFセッションの確立 6-5
6.5.1 NETCONFセッションアイドルタイムアウト時間の設定 6-5
6.5.2 xml viewへの移行 6-6
6.5.3 capabilityの交換 6-6
6.6 イベント通知の設定 6-6
6.6.1 登録手順 6-7
6.6.2 イベント通知の登録例 6-8
6.7 設定のロック/ロック解除 6-9
6.7.1 コンフィグレーションのロック 6-9
6.7.2 コンフィグレーションのロック解除 6-9
6.7.3 コンフィグレーションのロック例 6-10
6.8 サービスオペレーションの実行 6-11
6.8.1 get/get-bulkの実行 6-11
6.8.2 get-config/get-bulk-configの実行 6-13
6.8.3 edit-configオペレーションの実行 6-13
6.8.4 全てのモジュールのコンフィグレーション取得例 6-14
6.8.5 シスログのコンフィグレーション取得例 6-15
6.8.6 インタフェーステーブルのデータ取得例 6-16
6.8.7 パラメータ値の変更例 6-17
6.9 コンフィグレーションの保存、ロールバックと読み込み 6-18
6.9.1 コンフィグレーションの保存 6-18
6.9.2 コンフィグレーションファイルからのロールバック 6-19
6.9.3 ロールバックポイントからのロールバック 6-19
6.9.4 コンフィグレーションの読み込み 6-23
6.9.5 コンフィグレーションの保存例 6-24
6.10 データのフィルタリング 6-24
6.10.1 テーブルベースフィルタリング 6-25
6.10.2 コラムベースフィルタリング 6-25
6.10.3 正規表現によるデータのフィルタリング例 6-27
6.10.4 条件一致によるデータのフィルタリング例 6-29
6.11 NETCONF経由のCLI実行 6-30
6.11.1 実行手順 6-30
6.11.2 CLI実行例 6-30
6.12 NETCONFセッション情報の取得 6-31
6.13 他のNETCONFセッション排除 6-32

6.13.1 実行例 6-33
6.14 CLIへの復帰 6-33
6.15 付録 6-34
6.15.1 NETCONFサポートオペレーション 6-34

6章 NETCONF

6.1 概要

NETCONF (Network Configuration Protocol)は、XML ベースの、フィルタリング機能を持ったネットワーク管理プロトコルです。NETCONF は、ネットワークデバイスを管理、運用する為の、プログラマブルなメカニズムを提供します。NETCONF を使用して、デバイスのパラメータ設定、パラメータ値や統計情報を取得できます。

NETCONF メッセージでは、それぞれのデータは固定の要素として包含されています。これにより、同じベンダの異なるデバイスにおいて、同一のアクセス方法と結果出力を提供することが可能になります。異なるベンダのデバイスにおいても、NETCONF メッセージの XML マッピングにより、同一の効果を得ることも可能になります。異なるベンダの異なるデバイスにより構築されるネットワーク環境において、デバイスの設定と管理をシンプルで能率的に行う為の、NETCONF をベースにした NMS システムを開発することができます。

6.1.1 NETCONF の構成

NETCONF は 4 つのレイヤ(content レイヤ、operations レイヤ、RPC レイヤと transport protocol レイヤ)から構成されます。

表 6-1 NETCONF レイヤと XML レイヤ

NETCONF レイヤ	XML レイヤ	説明
Content	コンフィグレーションデータ、状態と統計情報	Contentレイヤは、コンフィグレーションデータ、状態と統計情報からなる管理オブジェクトを含んでいます。
Operations	<get>,<get-config>,<edit-config>…	Operationsレイヤは、XMLでエンコードされたパラメータにより記述されたRPC処理として実行される、基本的なオペレーションセットを定義します。NETCONFの基本動作には、データ取得、コンフィグレーション、ロックとセッション処理があります。デバイスがサポートするオペレーションについては、表6-4を参照してください。
RPC	<rpc>,<rpc-reply>	RPCレイヤは、シンプルでトランスポート層に依存しない、RPCエンコードのフレーミングメカニズムを提供します。<rpc>要素と<rpc-rely>要素は、NETCONFの要求と応答のデータ(operationsレイヤとcontentレイヤ)を囲む為に使用されます。

NETCONF レイヤ	XML レイヤ	説明
Transport Protocol	Console/Telnet/SSH/HTTP/HTTPS/TLS	transport protocolレイヤは、信頼ある、コネクション型のシリアルデータリンクを提供します。TELNET、SSHやコンソールポートからCLIにログインし、NETCONFを操作できます。また、HTTPやHTTPSでログインし、NETCONF や NETCONF over SOAPを操作できます。

6.1.2 NETCONF メッセージフォーマット

I. NETCONF

⚠ 注意:

XML view で NETCONF を操作する際、XML メッセージの最後に終端文字列”]]>]]”を追加する必要があります。終端文字列を追加しないと、デバイスはメッセージを認識できません。本章での例では、終端文字が省略されています。実際の操作には終端文字を追加してください。

全ての NETCONF メッセージは XML ベースであり、RFC4741 に準拠しています。デバイスが受信する全ての NETCONF メッセージは、実際に処理される前に XML スキーマのチェックをパスしなければなりません。もし XML スキーマチェックに失敗すると、デバイスはクライアントにエラーメッセージを送信します。

NETCONF メッセージに半角カナが含まれていると、XML 変換が失敗し、文字が疑問符（？）に置き換えられた応答が返されます。

以下の例は、デバイスの全インタフェースの全パラメータを取得する NETCONF メッセージです。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rpc message-id ="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get-bulk>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Ifmgr>
          <Interfaces>
                 <Interface/>
          </Interfaces>
        </Ifmgr>
      </top>
    </filter>
  </get-bulk>
</rpc>
```

II. NETCONF over SOAP

全ての NETCONF-over-SOAP メッセージは XML ベースで、RFC4741 準拠です。NETCONF メッセージは SOAP メッセージ中の<BODY>要素で包含されます。また、NETCONF over SOAP メッセージは、以下のルールに従います。

- SOAP メッセージは、SOAP エンベロープの名前空間を使用しなければなりません。

- SOAP メッセージは、SOAP エンコーディングの名前空間を使用しなければなりません。
- SOAP メッセージは、以下の情報を含むことができません。
  - DTD 参照
  - XML 処理命令

以下の例は、デバイスの全インタフェースの全てのパラメータを取得するNETCONF-over-SOAP メッセージです。

```
<env:Envelope xmlns:env="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
  <env:Header>
    <auth:Authentication env:mustUnderstand="1"
xmlns:auth="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
      <auth:AuthInfo>800207F0120020C</auth:AuthInfo>
    </auth:Authentication>
  </env:Header>
  <env:Body>
    <rpc message-id ="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <get-bulk>
        <filter type="subtree">
          <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
            <Ifmgr>
              <Interfaces>
                     <Interface/>
              </Interfaces>
            </Ifmgr>
          </top>
        </filter>
      </get-bulk>
    </rpc>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```

6.1.3 NETCONF の使用方法

NETCONF の表 6-2に示した方法で、デバイスの運用と設定が可能です。

表 6-2 NETCONF のデバイス設定方法

設定ツール	ログイン方法	補足
CLI	• Consoleポート • SSH • Telnet	NETCONFを実行するには、適切なNETCONFメッセージをCLIのXML viewにコピーします。この方法は、開発とテスト目的です。
デバイスの標準Webインタフェース	• HTTP • HTTPS	システムは自動的にWebインタフェースの設定操作をNETCONFメッセージに変換し、NETCONF操作を実装するためにデバイスに送信します。 この方法は、最も一般的に使用される方法です。
専用設定ツール	–	この方法を使用するには、NETCONF over SOAPを有効にする必要があります。 初期値では、デバイスは専用設定ツールのURLを解釈できません。デバイスにこれらのURLを解釈させる為には、専用設定ツールから送信するSOAP （Simple Object Access Protocol）のNETCONFメッセージをエンコードする必要があります。

6.1.4 プロトコルと標準

- RFC 3339, *Date and Time on the Internet: Timestamps*
- RFC 4741, *NETCONF Configuration Protocol*
- RFC 4742, *Using the NETCONF Configuration Protocol over Secure SHell (SSH)*
- RFC 4743, *Using NETCONF over the Simple Object Access Protocol (SOAP)*
- RFC 5277, *NETCONF Event Notifications*
- RFC 5381, *Experience of Implementing NETCONF over SOAP*
- RFC 5539, *NETCONF over Transport Layer Security (TLS)*
- RFC 6241, *Network Configuration Protocol*

6.2 NETCONFの設定作業リスト

作業リスト
(オプション設定項目) NETCONF over SOAP の有効化
(オプション設定項目) NETCONFロギングの有効化
(必須設定項目) NETCONFセッションの確立
(オプション設定項目) イベント通知の設定
(オプション設定項目) 設定のロック/ロック解除
(オプション設定項目) get/get-bulkの実行
(オプション設定項目) get-config/get-bulk-configの実行
(オプション設定項目) edit-configオペレーションの実行
(オプション設定項目) コンフィグレーションの保存、ロールバックと読み込み
(オプション設定項目) データのフィルタリング
(オプション設定項目) NETCONF経由のCLI実行
(オプション設定項目) NETCONFセッション情報の取得
(オプション設定項目) 他のNETCONFセッション排除
(オプション設定項目) CLIへの復帰

6.3 NETCONF over SOAP の有効化

NETCONF メッセージは SOAP メッセージでカプセル化され、HTTP または HTTPS 上で転送されます。NETCONF over SOAP の有効後、NETCONF を操作する為の設定インタフェースを開発できます。

以下の方法で、NETCONF over SOAP を有効化します。

手順	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NETCONF over SOAP を有効化する	• NETCONF over SOAP over HTTP を有効化する： **netconf soap http enable** • NETCONF over SOAP over HTTPS を有効化する： **netconf soap https enable**	デフォルトは、NETCONF over SOAPが無効です。

6.4 NETCONFロギング の有効化

本機能は、異なる NETCONF オペレーション元と NETCONF オペレーションによる NETCONF ログ出力を有効化します。

手順	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NETCONF ロギングを有効化する	**netconf log source** { { **soap** | **web** } * } { { **protocol-operation** { **all** | { **action** | **config** | **get** | **set** | **session** | **syntax** | **others** } * } } | **verbose** }	デフォルトは、NETCONF ロギングが無効です。

6.5 NETCONFセッションの確立

クライアントは、デバイスに要求を処理させる前に hello メッセージを送信し、capability 交換を完了させる必要があります。

aaa session-limit コマンドを使用して、デバイスがサポートできる NETCONF セッションの最大数を設定できます。もし上限に達すると、新しいユーザはデバイスにアクセスできません。このコマンドの詳細については、オペレーションマニュアルのセクション 9 *セキュリティ “AAA”* を参照してください。

NETCONF 操作を実行する前に、他のユーザが装置を設定または管理していないことを確認してください。複数のユーザが同時に装置を設定または管理する場合、期待と異なる結果になる可能性があります。

6.5.1 NETCONF セッションアイドルタイムアウト時間の設定

NETCONF パケットが、NETCONF セッションアイドルタイムアウト時間内に NETCONF セッションに変換されない場合、装置はセッションを終了します。

NETCONF セッションアイドルタイムアウト時間の設定方法は以下の通りです。

手順	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. NETCONF セッションアイドルタイムアウト時間を設定する	**netconf** { **soap** | **agent** } **idle-timeout** *minute*	デフォルト：NETCONFセッションアイドルタイムアウト時間は以下の通りです。 ● NETCONFのSOAP over HTTPセッションとNETCONF over HTTPSセッションは10分です。 ● NETCONF over SSHセッション、NETCONF over Telnetセッション、NETCONF overコ

手順	コマンド	補足
		ンソールセッションはタイムアウトしません。

6.5.2 xml view への移行

操作	コマンド	補足
XML viewに移行する	**xml**	user viewで使用可能です。

6.5.3 capability の交換

XML view に移行し、クライアントとデバイスがそれぞれの capability を交換すると、その後の NETCONF オペレーションが実行できるようになります。デバイスが hello メッセージの中で通知する capability は、以下のとおりです。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><hello
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"><capabilities><capability
>urn:ietf:params:netconf:base:1.1</capability><capability>urn:ietf:params
:netconf:writable-running</capability><capability>urn:ietf:params:Netconf
:capability:notification:1.0</capability><capability>urn:ietf:params:netc
onf:capability:validate:1.1</capability><capability>urn:ietf:params:netco
nf:capability:interleave:1.0</capability><capability>urn:nec:params:netco
nf:capability:nec-netconf-ext:1.0</capability></capabilities><session-id>
1</session-id></hello>]]>]]>
```

- <capabilities>パラメータは、デバイスがサポートする capability を表します。
- <session-id>パラメータは、現在のセッションに割り当てられたユニークな ID を表します。

デバイスから hello メッセージを受信後、以下のメッセージをコピーして、クライアントがサポートする capability(ユーザ変更可能)をデバイスに通知します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <capabilities>
    <capability>
     capability-set
    </capability>
  </capabilities>
</hello>
```

capability-set はクライアントがサポートする capability を表します。

<capability>と</capability>タグで囲む必要があります。

6.6 イベント通知の設定

注意：

イベント通知は、NETCONF over CLI でのみサポートします。NETCONF over SOAP ではサポートしていません。

イベント通知を登録後、設定されたイベントがデバイスで発生すると、デバイスはNETCONF クライアントにイベント通知を送信します。通知には、code、group、severity、start time とイベントの説明が含まれます。デバイスはログサブスクリプションのみをサポートします。 どのイベント通知を登録できるかについては、デバイスのシステムログメッセージリファレンスを参照してください。

イベント登録は、現在のセッションにのみ有効です。セッション終了後は、イベント登録は自動的に解除されます。

複数のイベント通知登録メッセージを送信し、複数のイベント通知を設定することも可能です。

6.6.1 登録手順

クライアントからイベント通知を登録するには、以下のメッセージをコピーします。

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <create-subscription
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:notification:1.0">
         <stream>NETCONF</stream>
         <filter>
             <event xmlns="http://www.nec.com/netconf/event:1.0">
                 <Code>code</Code>
                 <Group>group</Group>
                 <Severity>severity</Severity>
             </event>
         </filter>
         <startTime>start-time</startTime>
         <stopTime>stop-time</stopTime>
    </create-subscription>
</rpc>
```

- <stream>パラメータは、デバイスがサポートするストリームタイプを表します。NETCONF のみサポートです。
- <event>パラメータは、設定するイベントを表します。
- <code>パラメータは、ニーモニックシンボルを表します。
- <group>パラメータは、モジュール名を表します。
- <severity>パラメータは、イベントレベルの重要度を表します。
- <start-time>パラメータは、通知の開始時刻を表します。
- <stop-time>パラメータは、通知の終了時刻を表します。

クライアントから登録要求を受信後、登録成功すれば、デバイスは以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns:netconf="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <ok/>
</rpc-reply>
```

登録が失敗すると、デバイスは以下のフォーマットでエラーメッセージを返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
<rpc-error>
   <error-type>error-type</error-type>
   <error-tag>error-tag</error-tag>
   <error-severity>error-severity</error-severity>
   <error-message xml:lang="en">error-message</error-message>
</rpc-error>
```

```
</rpc-reply>
```

エラーメッセージについての詳細は、RFC4741 を参照してください。

6.6.2 イベント通知の登録例

I. ネットワーク要件

時刻の制限無しで、全てのイベントを登録します。登録成功後、デバイスとクライアント間のセッションが切断されない限り、デバイスでの全てのイベントがクライアントに送信されます。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

時刻の制限無しで、全てのイベントを設定します。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <create-subscription xmlns
="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:notification:1.0">
        <stream>NETCONF</stream>
    </create-subscription>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下の応答を受信すれば、設定は成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
message-id="101">
    <ok/>
</rpc-reply>
```

もしデバイスの fan 1 で異常発生すると、全てのイベントが設定されているので、デバイスは以下のテキストをクライアントに送信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<notification xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:notification:1.0">
    <eventTime>2011-01-04T12:30:46</eventTime>
    <event xmlns="http://www.nec.com/netconf/event:1.0">
        <Group>DEV</Group>
        <Code>FAN_DIRECTION_NOT_PREFERRED</Code>
        <Slot>6</Slot>
        <Severity>Alert</Severity>
        <context>Fan 1 airflow direction is not preferred on slot 6, please
check it.</context>
    </event>
</notification>
```

他のクライアント(192.168.100.130)がデバイスにログインすると、全てのイベントが設定されているので、デバイスはクライアントに通知します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<notification xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:notification:1.0">
    <eventTime>2011-01-04T12:30:52</eventTime>
    <event xmlns="http://www.nec.com/netconf/event:1.0">
        <Group>SHELL</Group>
        <Code>SHELL_LOGIN</Code>
        <Slot>6</Slot>
        <Severity>Notification</Severity>
        <context>VTY logged in from 192.168.100.130.</context>
    </event>
</notification>
```

6.7 設定のロック/ロック解除

デバイスは、最大 32 個の NETCONF セッションをサポートします。最大 32 のユーザは同時に、NETCONF を使用してデバイスの運用や監視を行うことができます。デバイスの設定や保守中、あるはネットワーク障害対応中、ユーザはコンフィグをロックして、他のユーザから変更されないようにすることもできます。コンフィグロック後は、ロックを保持しているユーザだけが、設定を変更可能です。他のユーザはコンフィグ取得のみ可能です。

さらに、ロックを保持しているユーザだけが、ロックを解除できます。ロック解除後は、他のユーザも現在のコンフィグを変更、または、コンフィグのロックが可能です。ロックを保持しているユーザのセッションが終了すると、システムは自動的にロックを解放します。

6.7.1 コンフィグレーションのロック

クライアントからコンフィグレーションをロックするには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <lock>
      <target>
        <running/>
      </target>
    </lock>
  </rpc>
```

ロックリクエスト受信後、ロックが成功すると、デバイスは以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
     <ok/>
  </rpc-reply>
```

6.7.2 コンフィグレーションのロック解除

クライアントからコンフィグレーションのロックを解除するには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <unlock>
```

```
      <target>
        <running/>
      </target>
    </unlock>
  </rpc>
```

ロック解除リクエストを受信後、ロック解除が成功すると、デバイスは以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
    <rpc-reply message-id="101"
    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <ok/>
    </rpc-reply>
```

6.7.3 コンフィグレーションのロック例

I. ネットワーク要件

デバイスのコンフィグレーションをロックし、他のユーザが変更できないようにします。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

コンフィグレーションをロックします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <lock>
      <target>
        <running/>
      </target>
    </lock>
  </rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下の応答を受信すれば、ロック設定は成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
    <rpc-reply message-id="101"
    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <ok/>
    </rpc-reply>
```

もし他のクライアントがロックを要求すると、デバイスは以下の応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <rpc-error>
    <error-type>protocol</error-type>
    <error-tag>lock-denied</error-tag>
```

```
    <error-severity>error</error-severity>
    <error-message xml:lang="en">Lock failed because the NETCONF lock is held
by another session.</error-message>
    <error-info>
      <session-id>1</session-id>
    </error-info>
  </rpc-error>
</rpc-reply>
```

応答出力では、セッション ID 1 のクライアントがロックを保持していることが示され、ロックを保持しているクライアントのみロック解除することができます。

6.8 サービスオペレーションの実行

NETCONF を使用してデバイスのサービスオペレーションを実行し、特定の情報を変更したり取得したりできます。基本的なオペレーションには、get、get-bulk、get-config、get-bulk-config と edit-config があり、全てのデータ取得、コンフィグレーション取得や特定のモジュールのデータ変更を行う際に使用されます。

メモ：

get、get-bulk、get-config、get-bulk-config の操作中、NETCONF は取得したデータの識別不可能な文字を疑問符（？）で置き換えてから、クライアントにデータを送信します。

6.8.1 get/get-bulk の実行

get オペレーションは、条件に一致するデバイスのコンフィグレーションや状態の情報を取得する際に使用されます。いくつかのケースでは、このオペレーションの効率は良くありません。

get-bulk オペレーションは、最初のデータから、指定したインデックスまでのエントリを取得する際に使用されます。データは、デバイスのコンフィグレーションや状態といった情報のエントリです。取得するデータの数は count 属性で指定し、インデックスは index 属性で指定します。返信される出力には、インデックス情報は含まれません。index 属性を指定しないと、デフォルトの 1 が使用されます。

以下どちらかの条件が揃った場合、get-bulk オペレーションは最初のデータから指定したインデックスまで全てのデータを取得します。

- count 属性を指定しない場合。
- 一致したデータエントリの数が、count 属性で指定した値より小さい場合。

クライアントから get オペレーションを実行するには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <getoperation>
    <filter>
      <top xmlns=" http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
          Specify the module, submodule, table name, and column name
      </top>
    </filter>
  </getoperation>
</rpc>
```

<getoperation>は<get>、または<get-bulk>です。<filter>要素はデータのフィルタリングに使用され、モジュール名、サブモジュール名、テーブル名やコラム名が使用されます。

- モジュール名やサブモジュール名が指定されないと、オペレーションは全てのモジュールとサブモジュールを取得します。モジュール名またはサブモジュール名が指定されると、オペレーションは指定されたモジュールまたはサブモジュールについて取得します。
- テーブル名が指定されないと、オペレーションは全てのテーブルについて取得します。テーブル名が指定されると、オペレーションは指定されたテーブルの全てについて取得します。
- インデックスのコラムが指定されないと、オペレーションは全てのコラムのデータを取得します。コラムと他のコラムが指定されると、オペレーションはインデックスのコラムと指定されたコラムのデータを取得します。

<get>と<get-bulk>メッセージは似ています。<get-bulk>メッセージは count 属性と index 属性を伝達します。以下は、<get-bulk>メッセージの例です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:xc="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
  <get-bulk>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns=http://www.nec.com/netconf/data:1.0
mlns:base="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
        <Syslog>
            <Logs xc:count="5">
                   <Log>
                      <Index>10</Index>
                   </Log>
            </Logs>
        </Syslog>
      </top>
    </filter>
  </get-bulk>
</rpc>
```

count 属性は、以下のルールに従います。

- count 属性は、モジュールノードとテーブルノードで指定できます。他のノードでは解釈されません。
- count 属性がモジュールノードで指定されると、子ノードに count 属性が含まれない場合は、count 属性は引き継がれます。

I. 結果確認

get-bulk 要求を受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0"?>
<rpc-reply message-id="100"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <data>
     Device state and configuration data
  </data>
</rpc-reply>
```

6.8.2 get-config/get-bulk-config の実行

get-config と get-bulk-config オペレーションは、CLI、MIB、Web で設定された、デフォルトではないコンフィグレーションの取得に使用されます。<get-config> と <get-bulk-config>メッセージは、データのフィルタリング用に<filter>要素が使用できます。

<get-config>と<get-bulk-config>メッセージは似ています。以下は、<get-config>メッセージの例です。

```
<?xml version="1.0"?>
<rpc message-id="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get-config>
    <source>
      <running/>
    </source>
    <filter>
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0">
          Specify the module name, submodule name, table name, and column name
      </top>
    </filter>
  </get-config>
</rpc>
```

I. 結果確認

get-config 要求を受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0"?>
<rpc-reply message-id="100"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <data>
    All data matching the specified filter
  </data>
</rpc-reply>
```

6.8.3 edit-config オペレーションの実行

edit-config オペレーションは、merge、create、replace、remove、delete、default-operation、error-option と test-option 属性をサポートします。属性についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “NECONF” の “付録” の “NETCONF サポートオペレーション”* を参照してください。

<edit-config>オペレーションを実行するには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0"?>
<rpc message-id="100"  xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <edit-config>
    <target><running></running></target>
<error-option>
   Default operation when an error occurs
</error-option>
    <config>
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0">
        Specify the module name, submodule name, table name, and column name
      </top>
    </config>
  </edit-config>
</rpc>
```

error-option は、操作中に発生したエラーに応答して実行されるアクションを示します。値については以下の通りです。

- stop-on-error—操作を停止します。
- continue-on-error—操作を続行します。
- rollback-on-error—edit-config 操作が実行される前に、設定をロールバックします。デフォルトでは、装置が設定をロールバックしている間は、edit-config 操作を実行することはできません。ロールバック時間がクライアントの待機できる最大時間を超えた場合、クライアントは edit-config 操作が失敗したと判断し、操作を再度実行します。以前のロールバックは完了していないため、操作によって別のロールバックがトリガーされます。このプロセスが繰り返されると、CPU とメモリのリソースがなくなり、装置が再起動します。装置が設定をロールバックしているときに edit-config 操作を実行できるようにするには、action 操作を実行して DisableEditConfigWhenRollback 属性の値を false に変更します。

edit-config 要求を受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0">
<rpc-reply message-id="100"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <ok/>
</rpc-reply>
```

get オペレーションを実行し、現在のパラメータ値と、edit-config オペレーションで指定したパラメータが同じ事を確認します(詳細は省略します)。

6.8.4 全てのモジュールのコンフィグレーション取得例

I. ネットワーク要件

全てのモジュールのコンフィグレーションを取得します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

全てのモジュールのコンフィグレーションを取得します。

```
<rpc message-id="100"
     xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get-config>
    <source>
      <running/>
    </source>
  </get-config>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すれば、get-config オペレーションは成功です。

```
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:web="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0" message-id="101">
    <data>
        <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0">
            <Ifmgr>
                <Interfaces>
                    <Interface>
                        <IfIndex>1307</IfIndex>
                        <Shutdown>1</Shutdown>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>1308</IfIndex>
                        <Shutdown>1</Shutdown>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>1309</IfIndex>
                        <Shutdown>1</Shutdown>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>1311</IfIndex>
                            <VlanType>2</VlanType>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>1313</IfIndex>
                            <VlanType>2</VlanType>
                    </Interface>
                </Interfaces>
            </Ifmgr>
            <Syslog>
                <LogBuffer>
                    <BufferSize>120</BufferSize>
                </LogBuffer>
            </Syslog>
            <System>
                <Device>
                    <SysName>NEC</SysName>
                    <TimeZone>
                        <Zone>+11:44</Zone>
                        <ZoneName>beijing</ZoneName>
                    </TimeZone>
                </Device>
            </System>
        </top>
    </data>
</rpc-reply>
```

6.8.5 シスログのコンフィグレーション取得例

I. ネットワーク要件

シスログモジュールのコンフィグレーションを取得します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:bat7uuse:1.0">
```

```
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

シスログモジュールのコンフィグレーションを取得します。

```
<rpc message-id="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get-config>
    <source>
      <running/>
    </source>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0">
        <Syslog/>
      </top>
    </filter>
  </get-config>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すれば、get-config オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
message-id="101">
    <data>
        <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0">
            <Syslog>
                    <LogBuffer>
                        <BufferSize>120</BufferSize>
                    </LogBuffer>
            </Syslog>
        </top>
    </data>
</rpc-reply>
```

6.8.6 インタフェーステーブルのデータ取得例

I. ネットワーク要件

インタフェーステーブルのデータを取得します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>urn:ietf:params:netconf:base:1.0</capability>
    </capabilities>
</hello>
```

インタフェーステーブルのデータを取得します。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:web="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
```

```
    <get-bulk>
        <filter type="subtree">
            <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0"
xmlns:web="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
                <Ifmgr>
                    <Interfaces web:count="1">
                    </Interfaces>
                </Ifmgr>
            </top>
        </filter>
    </get-bulk>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すれば、get-bulk オペレーションは成功です。

```
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:web="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0" message-id="101">
  <data>
    <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
      <Ifmgr>
        <Interfaces>
          <Interface>
            <IfIndex>3</IfIndex>
            <Name>FortyGigE1/0/2</Name>
            <AbbreviatedName>FGE1/0/2</AbbreviatedName>
            <PortIndex>3</PortIndex>
            <ifTypeExt>22</ifTypeExt>
            <ifType>6</ifType>
            <Description>FortyGigE1/0/2 Interface</Description>
            <AdminStatus>2</AdminStatus>
            <OperStatus>2</OperStatus>
            <ConfigSpeed>0</ConfigSpeed>
            <ActualSpeed>100000</ActualSpeed>
            <ConfigDuplex>3</ConfigDuplex>
            <ActualDuplex>1</ActualDuplex>
          </Interface>
        </Interfaces>
      </Ifmgr>
    </top>
  </data>
</rpc-reply>
```

6.8.7 パラメータ値の変更例

I. ネットワーク要件

シスログモジュールのログバッファサイズを 512 に変更します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>urn:ietf:params:netconf:base:1.0</capability>
    </capabilities>
</hello>
```

シスログモジュールのログバッファサイズを 512 に変更します。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:web="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
<edit-config>
    <target>
        <running/>
    </target>
    <config>
        <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"
web:operation="merge">
            <Syslog>
                <LogBuffer>
                    <BufferSize>512</BufferSize>
                </LogBuffer>
            </Syslog>
        </top>
    </config>
</edit-config>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すれば、edit-config オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="100"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <ok/>
</rpc-reply>
```

6.9 コンフィグレーションの保存、ロールバックと読み込み

NETCONF でコンフィグレーションの保存、ロールバックと読み込みを行います。

save、rollback、load 操作を実行すると、多くのシステムリソースが消費されます。システムリソースが大量に占有されている場合は、これらの操作を実行しないでください。

デフォルトでは、装置が設定をロールバックしているときに edit-config 操作を実行することはできません。装置が設定をロールバックしているときに edit-config 操作を実行するには、action 操作を実行して DisableEditConfigWhenRollback 属性の値を false に変更します。

6.9.1 コンフィグレーションの保存

クライアントから指定ファイルにコンフィグレーションを保存するには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save OverWrite="false">
    <file>Specify the configuration file name</file>
  </save>
</rpc>
```

指定するコンフィグレーションファイル名は、ストレージのメディア名で始まり、拡張子”.cfg”で終わる必要があります。保存するパス名とファイル名の合計は、191 文字を超えてはいけません。テキストに file コラムを含める場合はファイル名を指定する必要があり、指定したファイルは next-startup コンフィグレーションファイルとなります。もし

file コラムを含めない場合、コンフィグレーションは自動的にデフォルトのメイン next-startup コンフィグレーションファイルに保存されます。

OverWrite 属性は、指定されたコンフィグレーションファイルがすでに存在する場合にのみ有効です。 属性でデフォルト値の true を使用すると、現在の設定が保存され、元のファイルが上書きされます。 属性値が false に設定されている場合、現在の構成を保存することができず、システムはエラーメッセージを表示します。

save 要求の受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <ok/>
</rpc-reply>
```

6.9.2 コンフィグレーションファイルからのロールバック

クライアントからコンフィグレーションをロールバックするには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <rollback>
    <file>Specify the configuration file name</file>
  </rollback>
</rpc>
```

指定するコンフィグレーションファイル名は、ストレージのメディア名で始まり、拡張子”.cfg”で終わる必要があります。保存するパス名とファイル名の合計は、191 文字を超えてはいけません。

rollback 要求の受信後、デバイスはオペレーション成功すると以下のフォーマットを返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <ok/>
</rpc-reply>
```

6.9.3 ロールバックポイントからのロールバック

本機能は、下記条件何れかが発生した際、デバイスのカレントコンフィグレーションをロールバックポイントにロールバックします。

- NETCONF クライアントがロールバック要求を送信。
- NETCONF セッションのアイドルタイムがロールバックアイドルタイムアウト時間より長い。
- NECONF クライアントが意図せずデバイスから切断された。

ロールバックポイントのコンフィグレーションにロールバックするには、以下のタスクを行います。

1) システムのロック

複数のユーザが同時に NETCONF を使用して、デバイス設定を行っているかもしれません。他のユーザからのカレントコンフィグ変更を防ぐ為、コンフィグレーションをロールバックする前にシステムをロックする事を推奨します。

2) ロールバックオペレーションの開始をマークします。詳細は、 *"save-point/begin オペレーションの実行"* を参照してください。
3) デバイスのコンフィグレーション編集。詳細は、*"edit-config オペレーションの実行"* を参照してください。
4) ロールバックポイントの設定。詳細は、 *"save-point/commit オペレーションの実行"* を参照してください。
5) ロールバックポイントからのコンフィグレーションロールバック。詳細は、*"save-point/rollback オペレーションの実行"* を参照してください。
6) コンフィグレーションのロールバック終了。詳細は、 *"save-point/end オペレーションの実行"* を参照してください。
7) ロックを解放します。

I. save-point/begin オペレーションの実行

#クライアントからロールバックポイントからのロールバク開始をマークするには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <save-point>
        <begin>
          <confirm-timeout>100</confirm-timeout>
        </begin>
      </save-point>
</rpc>
```

<confirm-timeout>で、ロールバックのアイドルタイムアウト値を 1 から 65535 秒(デフォルト 600 秒)の範囲で指定します。

save-point/begin リクエスト受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <data>
    <save-point>
       <commit>
          <commit-id>1</commit-id>
       </commit>
    </save-point>
  </data>
</rpc-reply>
```

II. save-point/commit オペレーションの実行

システムは最大 50 のロールバックポイントをサポートします。上限に達した場合、force 属性を指定して、最も古いロールバックポイントを上書きする必要があります。

#クライアントからロールバックポイントを設定するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <commit>
      <label>SUPPORT VLAN<label>
      <comment>vlan 1 to 100 and interfaces. Each vlan used for different
custom as follows: ……</comment>
    </commit>
  </save-point>
```

```
</rpc>
```

<label>と<comment>パラメータはオプションです。

save-point/commit リクエスト受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <data>
    <save-point>
       <commit>
          <commit-id>2</commit-id>
       </commit>
    </save-point>
  </data>
</rpc-reply>
```

III. save-point/rollback オペレーションの実行

#クライアントからコンフィグレーションをロールバックするには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <rollback>
      <commit-id/>
      <commit-index/>
      <commit-label/>
    </rollback>
  </save-point>
</rpc>
```

- <commit-id>パラメータは、ロールバックポイントの一意の識別子です。
- <commit-index>パラメータで、最大 50 のロールバックポイントを指定します。0 は直近の編集ポイント、49 は最古の編集ポイントを示します。
- <commit-label>パラメータで、ロールバックポイントへ排他的につけられるラベルを指定します。ラベルはロールバックポイントに必須ではありません。

save-point/rollback リクエスト受信後、デバイスはロールバックオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <ok></ok>
</rpc-reply>
```

IV. save-point/end オペレーションの実行

#クライアントからロールバックを終了するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <end/>
  </save-point>
</rpc>
```

save-point/end リクエスト受信後、デバイスは end オペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<rpc-reply message-id="100"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
   <ok/>
</rpc-reply>
```

V. save-point/get-commits オペレーションの実行

#クライアントからロールバックポイントのコンフィグレーション情報を取得するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <get-commits>
      <commit-id/>
      <commit-index/>
      <commit-label/>
    </get-commits>
  </save-point>
</rpc>
```

ロールバックポイントのコンフィグレーションを取得するには、<commit-id>、<commit-index>か<commit-label>パラメータ何れか一つを指定します。何れのパラメータも指定されない場合、全てのロールバックポイントのコンフィグレーションとして動作します。以下は<save-point>/<get-commit>リクエストの例です。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <get-commits>
      <commit-label>SUPPORT VLAN</commit-label>
    </get-commits>
  </save-point>
</rpc>
```

save-point/get-commits リクエスト受信後、デバイスは get-commits オペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <data>
    <save-point>
         <commit-information>
           <CommitID>2</CommitID>
           <TimeStamp>Thu Oct 30 11:30:28 1980</TimeStamp>
           <UserName>test</UserName>
           <Label>SUPPORT VLAN</Label>
         </commit-information>
    </save-point>
  </data>
</rpc-reply>
```

VI. save-point/get-commit-information オペレーションの実行

#クライアントからロールバックポイントに対応するコンフィグレーションを取得するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <get-commit-information>
      <commit-information>
         <commit-id/>
         <commit-index/>
         <commit-label/>
      </commit-information>
      <compare-information>
         <commit-id/>
         <commit-index/>
         <commit-label/>
      </compare-information
    </get-commit-information>
```

```
  </save-point>
</rpc>
```

指定するロールバックポイントのコンフィグレーションを取得するには、<commit-id>、<commit-index> か <commit-label> パラメータの何れか 1 つを指定します。<compare-information>パラメータはオプションです。何れのパラメータも指定されない場合、直近で設定されたロールバックポイントを取得します。以下は、<save-point>/<get-commit-information>リクエストの例です。

```
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <save-point>
    <get-commit-information>
               <commit-information>
                  <commit-label>SUPPORT VLAN</commit-label>
               </commit-information>
    </get-commit-information>
  </save-point>
</rpc>
```

save-point/get-commit-information リクエスト受信後、デバイスは get-commit-information オペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
   <data>
     <save-point>
        <commit-information>
           <content>
              …
              interface vlan 1
              …
           </content>
        </commit-information>
     </save-point>
   </data>
</rpc-reply>
```

6.9.4 コンフィグレーションの読み込み

load オペレーションの実行以後、読み込まれたコンフィグレーションは現在のコンフィグレーションにマージされます。

- 新しいコンフィグレーションは、そのまま読み込まれます。
- コンフィグレーションが既に存在する場合、読み込まれたコンフィグレーションで上書きします。

コンフィグレーションファイルの一部の設定は、既存の設定と競合する可能性があります。ファイル内の設定を有効にするには、既存の競合する設定を削除して、コンフィグレーションファイルを読み込みます。

#クライアントからコンフィグレーションを読み込むには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <load>
     <file>Specify the configuration file name</file>
  </load>
</rpc>
```

指定するコンフィグレーションファイル名は、ストレージのメディア名で始まり、拡張子”.cfg”で終わる必要があります。保存するパスとファイル名の合計は、191 文字を超えてはいけません。

load 要求の受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <ok/>
</rpc-reply>
```

6.9.5 コンフィグレーションの保存例

I. ネットワーク要件

現在のコンフィグレーションを、コンフィグレーションファイル my_config.cfg に保存します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

現在のコンフィグレーションを、コンフィグレーションファイル my_config.cfg に保存します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <save>
      <file>my_config.cfg</file>
    </save>
  </rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下の応答を受信すれば、save オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <ok/>
  </rpc-reply>
```

6.10 データのフィルタリング

get、get-bulk、get-config や get-bulk-config オペレーション実行時、情報をフィルタするために filter を定義できます。データフィルタリングには以下があります。

- テーブルベースフィルタリング—テーブル情報のフィルタリング

- コラムベースフィルタリング—単一コラムのフィルタリング

テーブルベースフィルタリングは、コラムベースフィルタリングを設定した後に有効です。

6.10.1 テーブルベースフィルタリング

filter 属性にマッチ条件を指定する事で、テーブルベースのフィルタリングを実行可能です。例えば IP アドレスのフィルタリングを行う事ができます。ネームスペースは http://www.nec.com/netconf/base:1.0 です。

#クライアントから IPv4 ルーティングテーブルで IP アドレス 1.1.1.0、マスク長 24 に最も合致するデータを取得するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:nec="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
  <get>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Route>
          <Ipv4Routes>
            <RouteEntry nec:filter=”IP 1.1.1.0 MaskLen 24 longer”/>
          </Ipv4Routes>
        </Route>
      </top>
    </filter>
  </get>
</rpc>
```

6.10.2 コラムベースフィルタリング

コラムベースのフィルタリングには、全一致、正規表現や条件指定があります。全一致フィルタリングは最高優先で、条件指定は最低優先です。複数のフィルタ条件が指定された場合、最も優先度の高いものが有効です。

- 全一致

  XML メッセージの要素指定で全一致が使用できます。複数の要素が指定されると、システムは指定された要素の全てに一致するデータを応答します。

  # クライアントから、UP している全てのインタフェースのコンフィグレーションを取得するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Ifmgr>
          <Interfaces>
            <Interface>
              <AdminStatus>2</AdminStatus>
            </Interface>
          </Interfaces>
        </Ifmgr>
      </top>
    </filter>
  </get>
</rpc>
```

現在のテーブルのコラム名と同じ属性名を同じ行に指定して、全一致が行えます。システムは、属性名に一致するコンフィグレーションデータのみを応答します。上記の要素指定と同等の、全一致による XML メッセージは以下のとおりです。

```
<rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0"xmlns:data="
http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Ifmgr>
          <Interfaces>
            <Interface data:AdminStatus="2"/>
          </Interfaces>
        </Ifmgr>
      </top>
    </filter>
  </get>
</rpc>
```

要素指定と属性指定による全一致の例で、両方とも等しく UP 状態の全インタフェースのコンフィグレーションを取得できることが示されています。

- 正規表現

  文字列による複雑な正規表現を行うには、要素に regExp 属性を指定します。

  サポートされるデータ型には、整数、日付と時刻、文字列、IPv4 アドレス、IPv4 マスク、MAC アドレス、OID、タイムゾーンが含まれます。

  # クライアントから、全て A から Z の大文字のインタフェースディスクリプションを取得するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="1-0" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:nec="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
  <get-config>
    <source>
      <running/>
    </source>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0">
        <Ifmgr>
          <Interfaces>
            <Interface>
              <Description nec:regExp="^[A-Z]*$"/>
            </Interface>
          </Interfaces>
        </Ifmgr>
      </top>
    </filter>
  </get-config>
</rpc>
```

- 条件一致

  数字や文字列で複雑なデータフィルタリングを行うには、要素に match 属性を追加します。表 6-3は条件一致のオペレーション一覧です。

表 6-3 条件一致の演算子

オペレーション	演算子	補足
More than	match="more:value"	指定値より大きいです。サポートするデータのタイプは、日付、数字と文字列です。
Less than	match="less:value"	指定値より小さいです。サポートするデータのタイプは、日付、数字と文字列です。

オペレーション	演算子	補足
Not less than	match="notLess:value"	指定値より小さくないです。サポートするデータのタイプは、日付、数字と文字列です。
Not more than	match="notMore:value"	指定値より大きくないです。サポートするデータのタイプは、日付、数字と文字列です。
Equal	match="equal:value"	指定値と等しいです。サポートするデータのタイプは、日付、数字、文字列、OIDとBOOLです。
Not equal	match="notEqual:value"	指定値と等しくありません。サポートするデータのタイプは、日付、数字、文字列、OIDとBOOLです。
Include	match="include:string"	指定文字列を含みます。サポートするデータのタイプは文字列のみです。
Not include	match="exclude:string"	指定文字列を含みません。サポートするデータのタイプは文字列のみです。
Start with	match="startWith:string"	指定文字で始まります。サポートするデータのタイプは文字列とOIDです。
End with	match="endWith:string"	指定文字で終わります。サポートするデータのタイプは文字列のみです。

クライアントから CPU 使用率が 50%より大きい拡張情報のエンティティを取得するには、以下のテキストをコピーします。

```
<rpc message-id="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:nec="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
  <get>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Device>
          <ExtPhysicalEntities>
            <Entity>
                <CpuUsage nec:match="more:50"></CpuUsage>
            </Entity>
          </ExtPhysicalEntities>
        </Device>
      </top>
    </filter>
  </get>
</rpc>
```

6.10.3 正規表現によるデータのフィルタリング例

I. ネットワーク要件

Ifmgr モジュール配下のインタフェーステーブルで、ディスクリプションにコロンを含むデータを取得します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
```

```
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

Ifmgr モジュール配下のインタフェーステーブルで、ディスクリプションにコロンを含むデータを取得します。

```
<?xml version="1.0"?>
<rpc message-id="100"
     xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:reg="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
  <get>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Ifmgr>
          <Interfaces>
            <Interface>
                <Description  reg:regExp=":"/>
            </Interface>
          </Interfaces>
        </Ifmgr>
      </top>
    </filter>
  </get>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すれば、オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:reg="http://www.nec.com/netconf/base:1.0" message-id="100">
    <data>
        <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
            <Ifmgr>
                <Interfaces>
                    <Interface>
                        <IfIndex>2681</IfIndex>
                        <Description>FortyGigE1/0/1
Interface</Description>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>2682</IfIndex>
                        <Description>FortyGigE1/0/2
Interface</Description>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>2683</IfIndex>
                        <Description>FortyGigE1/0/3
Interface</Description>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>2684</IfIndex>
                        <Description>FortyGigE1/0/4
Interface</Description>
                    </Interface>
                 <Interface>
            </Ifmgr>
        </top>
    </data>
</rpc-reply>
```

6.10.4 条件一致によるデータのフィルタリング例

I. ネットワーク要件

lfmgr モジュール配下のインタフェーステーブルにおいて、ifindex 値が 5,000 より小さくないコラムを取得します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

lfmgr モジュール配下のインタフェーステーブルにおいて、ifindex 値が 5,000 より小さくないコラムを取得します。

```
<rpc message-id="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:nc="http://www.nec.com/netconf/base:1.0">
  <get>
    <filter type="subtree">
      <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
        <Ifmgr>
          <Interfaces>
            <Interface>
                <IfIndex nc:match="more:5000"/>
                <Name/>
            </Interface>
          </Interfaces>
        </Ifmgr>
      </top>
    </filter>
  </get>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すれば、オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns:nc="http://www.nec.com/netconf/base:1.0" message-id="100">
    <data>
        <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0">
            <Ifmgr>
                <Interfaces>
                    <Interface>
                        <IfIndex>7241</IfIndex>
                        <Name>NULL0</Name>
                    </Interface>
                    <Interface>
                        <IfIndex>7243</IfIndex>
                        <Name>Register-Tunnel0</Name>
                    </Interface>
                </Interfaces>
            </Ifmgr>
```

```
        </top>
    </data>
</rpc-reply>
```

6.11 NETCONF経由のCLI実行

XML メッセージにコマンドラインを内包し、デバイスのコンフィグレーションが行えます。

6.11.1 実行手順

クライアントからコマンドを実行するには、以下のテキストをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <CLI>
        <Execution>
          Commands
        </Execution>
      </CLI>
</rpc>
```

<Execution>で一行一コマンドを指定することにより、複数のコマンドを実行できます。

CLI オペレーション要求の受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <CLI>
    <Execution>
      <![CDATA[Responses to the commands]]>
    </Execution>
  </CLI>
</rpc-reply>
```

6.11.2 CLI 実行例

I. 設定要件

デバイスに、**display current-configuration** コマンドを送信します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
```

```
</hello>
```

クライアントから以下のテキストをコピーして、**display current-configuration** コマンドを実行します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <CLI>
        <Execution>
          display current-configuration
        </Execution>
      </CLI>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すると、オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <CLI>
    <Execution><![CDATA[
<AC>display current-configuration
#
 version 7.1.045, ESS 2305
#
 sysname AC
#
(省略)
return
   ]]>
   </Execution>
  </CLI>
</rpc-reply>
```

6.12 NETCONFセッション情報の取得

get-sessions オペレーションで、デバイスの NETCONF セッション情報を取得できます。

クライアントでデバイスのセッション情報を取得するには、以下のメッセージをコピーします。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <get-sessions/>
</rpc>
```

get-sessions 要求の受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
  <get-sessions>
    <Session>
      <SessionID>Configuration session ID </SessionID>
      <Line>line information</Line>
      <UserName>Name of the user creating the session</UserName>
      <Since>Time when the session was created</Since>
      <LockHeld>Whether the session holds a lock</LockHeld>
    </Session>
  </get-sessions>
</rpc-reply>
```

以下は、NETCONF セッション情報の取得例です。

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

クライアントで以下のメッセージをコピーし、デバイスの現在の NETCONF セッション情報を取得します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <get-sessions/>
</rpc>
```

クライアントが以下のメッセージを受信すれば、オペレーションは成功です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
message-id="101">
    <get-sessions>
        <Session>
            <SessionID>1</SessionID>
            <Line>vty0</Line>
            <UserName></UserName>
            <Since>2013-01-05T00:24:57</Since>
            <LockHeld>false</LockHeld>
        </Session>
    </get-sessions>
</rpc-reply>
```

出力結果は、ID が 1 の NETCONF セッションが存在することを示しています。ログインユーザのタイプは vty0、ログイン時刻は 2013/1/05 00:24:57 で、コンフィグレーションのロックはしていません。

6.13 他のNETCONFセッション排除

NETCONF は他のクライアントのセッションを排除することができます。排除されたクライアントは、user view に戻されます。

クライアントから指定 NETCONF セッションを排除するには、以下のメッセージをコピーします。

```
<rpc message-id="101"    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
     <kill-session>
       <session-id>
         Specified session-ID
       </session-id>
     </kill-session>
</rpc>
```

kill-session 要求の受信後、デバイスはオペレーションに成功すると、以下のフォーマットで応答を返信します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
      <ok/>
```

```
</rpc-reply>
```

6.13.1 実行例

I. 設定要件

セッション ID1 のユーザが、セッション ID2 のユーザを排除します。

II. 実行手順

XML view に移行します。

```
<AC> xml
```

capability を交換します。

```
<hello xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <capabilities>
        <capability>
            urn:ietf:params:netconf:base:1.0
        </capability>
    </capabilities>
</hello>
```

セッション ID2 のセッションを排除します。

```
<rpc message-id="101"    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
     <kill-session>
       <session-id>2</session-id>
     </kill-session>
</rpc>
```

III. 結果確認

クライアントが以下のテキストを受信すると、NETCONF セッション ID2 のセッションは排除され、セッション ID2 のクライアントは XML view から user view に戻されます。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
    <ok/>
</rpc-reply>
```

6.14 CLIへの復帰

XML view から CLI に戻るには、以下の close-session 要求を送信します。

```
<?xml version="1.0"?>
<rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
        <close-session/>
</rpc>
```

デバイスは close-session 要求を受信すると、以下の応答を送信して CLI の user view に復帰します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rpc-reply message-id="101"
xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">
   <ok/>
</rpc-reply>
```

6.15 付録

6.15.1 NETCONF サポートオペレーション

表 6-4は、NETCONF で使用可能なオペレーションの一覧です。

表 6-4 NETCONF のデバイスコンフィグレーションメソッド

オペレーション	説明	XML 例
get	デバイスのコンフィグレーションと状態を取得します。	シスログのコンフィグレーションと状態を取得します。 <rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0" xmlns:xc="http://www.nec.com/netconf/base:1.0"> <get> <filter type="subtree"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0"> <Syslog> </Syslog> </top> </filter> </get> </rpc>
get-config	デフォルトではないコンフィグレーションを取得します。存在しない場合、デバイスは空の応答を返信します。	インタフェーステーブルのデフォルトではないコンフィグレーションを取得します。 <rpc message-id ="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0" xmlns:xc="http://www.nec.com/netconf/base:1.0"> <get-config> <source> <running/> </source> <filter type="subtree"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"> <Ifmgr> <Interfaces> <Interface/> </Interfaces> </Ifmgr> </top> </filter> </get-config> </rpc>
get-bulk	最初のデータから、指定したインデックスまでのエントリ(デバイスのコンフィグレーションや状態を含む)を取得します。	全てのインタフェースのコンフィグレーションと状態を取得します。 <rpc message-id ="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <get-bulk> <filter type="subtree"> <top

オペレーション	説明	XML 例
		xmlns="http://www.nec.com/netconf/data:1.0"> <lfmgr> <Interfaces xc:count="" xmlns:xc=" http://www.nec.com/netconf/base:1.0"> <Interface/> </Interfaces> </lfmgr> </top> </filter> </get-bulk> </rpc>
get-bulk-config	最初のデータから、指定したインデックスまでのデフォルトではないエントリを取得します。	全てのインタフェースについて、デフォルトではないコンフィグレーションを取得します。 <rpc message-id ="100" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <get-bulk-config> <source> <running/> </source> <filter type="subtree"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"> <lfmgr> </lfmgr> </top> </filter> </get-bulk-config> </rpc>
edit-config: incremental	元データに影響無く、コラムにコンフィグレーションデータを追加します。 Incremental属性は、vlan許可リストといったコラムリストに追加します。 Incremental属性は、replace以外のedit-configオペレーションに使用できます。	<rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0" xmlns:nec="http://www.nec.com/netconf/base:1.0"> <edit-config> <target> <running/> </target> <config xmlns:xc="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"> <VLAN xc:operation="merge"> <HybridInterfaces> <Interface> <IfIndex>10</IfIndex> <UntaggedVlanList nec:incremental="true">1-10</UntaggedVlanList> </Interface> </HybridInterfaces> </VLAN> </top> </config> </edit-config> </rpc>
edit-config: merge	running-configurationを変更します。merge属性を	バッファサイズを120に変更します。 <rpc message-id ="101"

オペレーション	説明	XML 例
	使用する場合は、指定レベルでオペレーションのターゲットを指定する必要があります。 ● 指定ターゲットが既に存在する場合、ターゲットを直接変更します。 ● 指定ターゲットが存在しない場合、ターゲットを作成して設定します。 ● 指定ターゲットが存在せず、新規作成できない場合、エラーメッセージが返信されます。	xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0" xmlns:xc="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <edit-config> <target> <running/> </target> <config> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"><Syslog xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0" xc:operation="merge"> <LogBuffer> <BufferSize>120</BufferSize> </LogBuffer> </Syslog> </top> </config> </edit-config> </rpc>
edit-config: create	指定ターゲットを新規に作成します。create属性をedit-configオペレーションで使用するには、ターゲットを指定する必要があります。 ● テーブルがターゲットの新規作成が可能で、指定ターゲットが存在しない場合、オペレーションは新規作成した後ターゲットを設定します。 ● 指定ターゲットが存在する場合、data-existエラーメッセージが返信されます。	XMLデータフォーマットは、merge属性のedit-configメッセージと同じです。属性を**merge**から**create**に変更してください。
edit-config: replace	指定ターゲットを置換します。 ● 指定ターゲットが存在する場合、メッセージで伝達されたコンフィグレーションで置換します。 ● 指定ターゲットが存在せず、新規作成が可能な場合、ターゲットを作成してコンフィグレーションを適用します。 ● ターゲットが存在せず、新規作成が不	シンタックスは、merge属性のedit-configメッセージと同じです。属性を**merge**から**replace**に変更してください。

オペレーション	説明	XML 例
	可の場合、オペレーションは完了せず、エラーメッセージinvalid-valueが返信されます。	
edit-config: remove	指定コンフィグレーションを削除します。 ● 指定ターゲットがテーブルインデックスのみの場合、オペレーションは指定ターゲットの全てのコンフィグレーションとターゲット自体も削除します。 ● 指定ターゲットがテーブルインデックスとコンフィグレーションデータを持つ場合、オペレーションは該当ターゲットの指定コンフィグレーションを削除します。 ● 指定ターゲットが存在しない、またはXMLメッセージでターゲットを指定しない場合、成功メッセージが返信されます。	シンタックスはmerge属性のedit-configメッセージと同じです。属性を**merge**から**remove**に変更してください。
edit-config: delete	指定コンフィグレーションを消去します。 ● 指定ターゲットがテーブルインデックスのみの場合、オペレーションは該当ターゲットの全てのコンフィグレーションとターゲット自体も削除します。 ● 指定ターゲットがテーブルインデックスとコンフィグレーションデータを持つ場合、オペレーションは該当ターゲットの指定コンフィグレーションを削除します。 ● 指定ターゲットが	シンタックスはmerge属性のedit-configメッセージと同じです。属性を**merge**から**delete**に変更してください。

オペレーション	説明	XML 例
	存在しない場合、ターゲットが存在しないことを表すエラーメッセージを返信します。	
edit-config: default-operation	現在のコンフィグレーションを、デフォルトオペレーションを使用して変更します。edit-configメッセージで属性を指定しない場合、NETCONFはmerge、create、deleteとreplaceの一つをデフォルトオペレーションとして使用します。指定した<default-operation>は一回限り有効です。<edit-config>メッセージの属性とデフォルトオペレーションを指定しない場合、常に**merge**が適用されます。 ● **merge**—<default-operation>のデフォルト値です。 ● **replace—**オペレーション属性が指定せず、デフォルトオペレーションをreplaceとする場合に使用されます。 ● **none**—オペレーション属性を指定せず、デフォルトオペレーションをnoneとする場合に使用されます。この値が指定された場合、edit-configオペレーションはコンフィグレーションの適用ではなく、スキーマの検証としてのみ使用されます。スキーマが正しければ、成功メッセージが返信されます。正しくなければ、エラーメッセージが返信されます。	スキーマの確認用に、空のオペレーションを実行します。 <rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <edit-config> <target> <running/> </target> <default-operation>none</default-operation> <config xmlns:xc="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"> <Ifmgr> <Interfaces> <Interface> <Index>262</Index> <Description>222222</Description> </Interface> </Interfaces> </Ifmgr> </top> </config> </edit-config> </rpc>
edit-config: error-option	コンフィグレーションエラーが発生した場合	error-optionをcontinue-on-errorとして、二つのインタフェースのコンフィグレーションを行います。 <rpc message-id ="101"

オペレーション	説明	XML 例
	の動作を定義します。error-option要素は、以下から一つの値をとります。 ● **stop-on-error**—エラー発生時にオペレーションを停止し、エラーメッセージを返信します。error-optionのデフォルト値です。 ● **continue-on-error**—エラー発生時でもオペレーションを継続し、エラーメッセージを返信します。 ● **rollback-on-error**—コンフィグレーションをロールバックします。現在のバージョンでは未サポートで、将来拡張用です。	xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <edit-config> <target> <running/> </target> <error-option>continue-on-error</error-option> <config xmlns:xc="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"> <lfmgr xc:operation="merge"> <Interfaces> <Interface> <Index>262</Index> <Description>222</Description> <ConfigSpeed>1000000</ConfigSpeed> <ConfigDuplex>1</ConfigDuplex> </Interface> <Interface> <Index>263</Index> <Description>333</Description> <ConfigSpeed>1000000</ConfigSpeed> <ConfigDuplex>1</ConfigDuplex> </Interface> </Interfaces> </lfmgr> </top> </config> </edit-config> </rpc>
edit-config: test-option	edit-configオペレーションで、コンフィグレーションを適用するかどうか定義します。test-option要素は、以下から一つの値をとります。 ● **test-then-set**—設定前に検証を行います。問題あれば、edit-configオペレーションは実行されません。これはtest-optionのデフォルト値です。 ● **set**—検証を行わず、直接設定を行います。 ● **test-only**—設定を行わず、検証のみ行います。問題なければ、成功メッセージが返信されます。問題あれば、エラーメッセージが返信さ	インタフェース設定のコンフィグレーションを検証します。 <rpc message-id ="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <edit-config> <target> <running/> </target> <test-option>test-only</test-option> <config xmlns:xc="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/config:1.0"> <lfmgr xc:operation="merge"> <Interfaces> <Interface> <Index>262</Index> <Description>222</Description> <ConfigSpeed>100</ConfigSpeed> <ConfigDuplex>1</ConfigDuplex> </Interface> </Interfaces> </lfmgr> </top> </config> </edit-config> </rpc>

オペレーション	説明	XML 例
	れます。	
action	コンフィグレーションデータではなく、リセットのようなアクションを実行します。	全てのインタフェースの統計情報をクリアします。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <action> <top xmlns="http://www.nec.com/netconf/action:1.0"> <lfmgr> <ClearAllIfStatistics> <Clear> </Clear> </ClearAllIfStatistics> </lfmgr> </top> </action> </rpc>
lock	edit-configで変更可能なコンフィグレーションデータをロックします。その他のコンフィグレーションはロックオペレーションで制限されません。ロックオペレーションはNETCONFセッションのみに対してであり、SNMPのような他のプロトコルに対してではありません。	コンフィグレーションをロックします。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <lock> <target> <running/> </target> </lock> </rpc>
unlock	コンフィグレーションのロックを解除し、NETCONFセッションでデバイスのコンフィグレーションを変更可能にします。NETCONFセッションが終了すると、ロックしたコンフィグレーションも解除されます。	コンフィグレーションのロックを解除します。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <unlock> <target> <running/> </target> </unlock> </rpc>
get-sessions	システムのNETCONFセッション情報を取得します。	システムの全てのNETCONFセッション情報を取得します。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <get-sessions/> </rpc>
close-session	現在のNETCONFセッションを終了し、コンフィグレーションのロックを解除し、メモリなどのリソースを解放します。現在のユーザは、XML viewからログオフ	現在のユーザのNETCONFセッションを終了します。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <close-session /> </rpc>

オペレーション	説明	XML 例
	します。	
kill-session	他のユーザのNETCONFセッションを排除させます。現在のユーザのNETCONFセッションは終了できません。	セッションID1のNETCONFセッションを排除させます。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <kill-session> <session-id>1</session-id> </kill-session> </rpc>
CLI	CLIを実行します。要求メッセージは<CLI>要素で囲まれたコマンドを内包し、コマンド実行結果のメッセージは<CLI>で囲まれます。NETCONFは以下のviewをサポートします。 ● **Execution—**User viewをサポートします。 ● **Configuration—**System viewをサポートします。 他のviewのコマンドを実行するには、該当viewに移行するコマンドを指定した後、実行するコマンドを記述してください。	system viewで**display this**コマンドを実行します。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <CLI> <Configuration>display this</Configuration> </CLI> </rpc>
save	running configurationを保存します。<file>要素で保存ファイルを指定できます。fileコラムが指定されないと、running configurationは自動的にメインnext-startupコンフィグレーションとして保存されます。OverWrite属性は、指定されたファイルがすでに存在する場合に、現在のコンフィグレーションが元のコンフィグレーションファイルを上書きするかどうかを決定します。	running configurationを**test.cfg**ファイルに保存します。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <save OverWrite="false"> <file>test.cfg</file> </save> </rpc>
load	コンフィグレーションを読み込みます。デバイスがloadオペレーションを完了すると、指定ファイルのコンフィグレーションが、現在のコンフィグレーションにマージされます。	a1.cfgファイルのコンフィグレーションを、現在のコンフィグレーションにマージします。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <load> <file>a1.cfg</file> </load> </rpc>

オペレーション	説明	XML 例
rollback	コンフィグレーションをロールバックします。<file>要素でコンフィグレーションファイルを指定する必要があります。デバイスがロールバックオペレーションを完了すると、現在のコンフィグレーションは全て、指定されたファイルのコンフィグレーションに置き換わります。	現在のコンフィグレーションを、1A.cfgファイルのコンフィグレーションにロールバックします。 <rpc message-id="101" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"> <rollback> <file>1A.cfg</file> </rollback> </rpc>

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

7 章 プロセスモニタリングとメンテナンス 7-1
7.1 ユーザプロセスの表示と維持 7-1

7章 プロセスモニタリングとメンテナンス

装置のシステムソフトウェアは、フル機能でモジュラー型の Linux カーネルをベースにした拡張可能なネットワークオペレーティングシステムです。システム（Comware）ソフトウェアは、独立した以下のプロセスがあります。

- **ユーザプロセス**－ユーザ空間で動作します。ユーザプロセスでたいていのシステムソフトウェア機能が動作します。各プロセスは、独立して動作します。あるプロセスが故障しても、その他のプロセスに影響しません。システムは自動的にユーザプロセスをモニタリングします。システムソフトウェアは preemptive マルチスレッティングをサポートしています。プロセスは複数のアクティビティをサポートするために、複数のスレッドを動作することができます。マルチスレッティングの実装は、ソフトウェアのバージョンに依存します。

7.1 ユーザプロセスの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view でその他のコマンドを実行できます。

操作	コマンド
プロセス例外に関する情報を表示する	**display exception context** [**count** *value*]
コアファイルディレクトリを表示する	**display exception filepath**
例外でコアファイルを作成するためのプロセスを有効あるいは無効にし、コアファイルの最大数(デフォルトは1）を設定する	**process core** { **maxcore** *value* | **off** } { **job** *job-id* | **name** *process-name* }
コアファイルを保存するディレクトリ（デフォルトはマスタ装置のcfa0:/）を指定する	**exception filepath** *directory*
プロセス例外に関する情報をクリアする	**reset exception context**

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

8章 パケットキャプチャの設定 8-1
8.1 概要 8-1
8.1.1 パケットキャプチャモード 8-1
8.1.2 フィルタ要素 8-1
8.1.3 キャプチャフィルタの作成 8-8
8.1.4 ディスプレイフィルタの作成 8-9
8.2 パケットキャプチャ設定作業リスト 8-10
8.3 AP無線でのローカルパケットキャプチャの設定 8-10
8.4 AP無線でのリモートパケットキャプチャの設定 8-11
8.5 パケットキャプチャの表示と管理 8-12
8.6 パケットキャプチャ設定例 8-13
8.6.1 ローカルパケットキャプチャ設定例 8-13
8.6.2 リモートパケットキャプチャ設定例 8-14

8章 パケットキャプチャの設定

8.1 概要

パケットキャプチャ機能は、CPU に転送される受信パケットをキャプチャします。この機能により、キャプチャされたパケットがリアルタイムに表示され、キャプチャされたパケットを分析のために“.pcap”ファイルに保存することができます。

8.1.1 パケットキャプチャモード

一度に 1 ユーザに対してのみパケットキャプチャを設定できます。

I. ローカルパケットキャプチャ

ローカルパケットキャプチャは、キャプチャされたパケットを FTP サーバ上のリモートファイルまたはローカルファイルに保存します。

II. リモートパケットキャプチャ

リモートパケットキャプチャはキャプチャされたパケットを Wireshark クライアントに表示します。リモートパケットキャプチャを使用する前に、Wireshark ソフトウェアを PC にインストールし、パケットキャプチャに使用する装置に PC を接続する必要があります。装置は、パケットデータを Wireshark クライアントに送信します。

8.1.2 フィルタ要素

パケットキャプチャは、キャプチャフィルタとディスプレイフィルタをサポートします。条件式を使用して、キャプチャまたは表示するパケットを照合することができます。

キャプチャフィルタまたはディスプレイフィルタには、キーワード文字列または演算子によって接続された複数のキーワード文字列が含まれます。

キーワードには、次のタイプがあります。

- **Qualifiers**—固定されたキーワード文字列です。たとえば、IPv4 プロトコルを指定するためには **ip** 修飾子を使用する必要があります。
- **Variables**—ユーザが必要な形式で指定した値です。たとえば、IP アドレスを 2.2.2.2 と指定を行うことや、その他の有効な値を設定できます。

変数は、1 つまたは複数の修飾子で設定する必要があります。たとえば、2.2.2.2 でホストから送信されたパケットをキャプチャするには、フィルタ **src host 2.2.2.2** を使用します。

演算子には次のタイプがあります。

- **Logical operators**—AND 演算などの論理演算を実行します。

- **Arthmentic operators**—ADD 演算などの算術演算を実行します。
- **Relationnal operators**—キーワード文字列間の関係を示します。たとえば、=演算子は等価を示します。

このドキュメントは、これらの要素に関する基本的な情報を提供します。キャプチャおよび表示フィルタの詳細については、次の Web サイトを参照してください。

- http://wiki.wireshark.org/CaptureFilters
- http://wiki.wireshark.org/DisplayFilters

I. キャプチャフィルタキーワード

表 8-1と表 8-2は、キャプチャフィルタの修飾子と変数をそれぞれ示しています。

表 8-1 キャプチャフィルタの修飾子

カテゴリー	説明	例
Protocol	プロトコルに基づいてパケットを照合します。 プロトコル修飾子を指定しない場合、フィルタはサポートされているプロトコルと一致します。	• **arp**—ARPと一致します。 • **icmp**—ICMPと一致します。 • **ip**—IPv4と一致します。 • **tcp**—TCPと一致します。 • **udp**—UDPと一致します。
Direction	送信元または宛先の場所（IPアドレスまたはポート番号）に基づいてパケットを照合します。 direction修飾子を指定しない場合は、**src or dst**修飾子が適用されます。	• **src**—送信元IPアドレスと照合します。 • **dst**—宛先IPアドレスと照合します。 • **src or dst**—送信元または宛先IPアドレスと照合します。 ⚠ **メモ**： direction修飾子を指定しない場合は、**src or dst**修飾子が適用されます。たとえば、**port 23**は**src or dst port 23**と同等です。
Type	方向の種類を指定します。	• **host**—ホストのIPアドレスと照合します。 • **net**—IPサブネットと照合します。 • **port**—サービスポート番号と照合します。 • **portrange**—サービスポート範囲と照合します。 ⚠ **メモ**： Type修飾子を指定しないと、**host**修飾子が適用されます。たとえば、**src 2.2.2.2**は**src host 2.2.2.2**と同等です。

カテゴリー	説明	例
Others	前述の修飾子以外の修飾子です。	• **broadcast**—ブロードキャストパケットと照合します。 • **multicast**—マルチキャストパケット及びブロードキャストパケットと照合します。 • **less**—特定のサイズ以下のパケットと照合します。 • **greater**—特定のサイズ以上のパケットと照合します。 • **len**—パケットレングスで照合します。 • **vlan**—VLANで照合します。

🕮 **メモ：**
ブロードキャスト、マルチキャスト、およびすべてのプロトコル修飾子は変数を変更できません。

表 8-2 キャプチャフィルタの変数タイプ

変数タイプ	説明	例
Integer	バイナリ、8進、10進、16進表記示します。	**port 23**条件式は、ポート番号23との間で送受信されるトラフィックと一致します。
Integer range	ハイフンで繋いだ整数で示します。	**portrange 100-200**の条件式は、100～200の範囲の任意のポートに送受信されるトラフィックと一致します。
IPv4 address	ドット付き10進表記で示します。	**src 1.1.1.1**条件式は、1.1.1.1のIPv4ホストから送信されたトラフィックと一致します。
IPv4 subnet	IPv4ネットワークIDまたはマスク付きIPv4アドレスで示します。	次のそれぞれの式は、IPv4サブネット1.1.1.0/24との間で送受信されるトラフィックと一致します。 • **src 1.1.1** • **src net 1.1.1.0/24**

II. キャプチャフィルタ演算子

キャプチャフィルタは、論理演算子（表 8-3）、算術演算子（表 8-4）、および関係演算子（表 8-5）をサポートします。論理演算子は、英数字と非英数字の両方の記号を使用できます。算術演算子と関係演算子は、英数字以外の記号のみを使用できます。

論理演算子は左結合です。それらは左から右にグループ化します。**not** 演算子が最も高い優先度を持ちます。**and** と **or** 演算子は同じ優先順位を持ちます。

表 8-3 キャプチャフィルタの論理演算子

英数字以外の記号	英数字記号	説明
!	not	条件の結果を元に戻します。この演算子を使用して、条件の反対の値に一致するトラフィックを取得します。 たとえば、HTTP以外のトラフィックをキャプチャするには、**not port 80**と指定してください。
&&	and	2つが条件に加わります。それぞれの条件に一致するトラフィックを取得するには、この演算子を使用します。 たとえば、1.1.1.1との間で送受信されるHTTP以外のトラフィックをキャプチャするには、**host 1.1.1.1 and not port 80**と指定してください。
\|\| | or | 2つが条件に加わります。いずれかの条件に一致するトラフィックをキャプチャするには、この演算子を使用します。
たとえば、1.1.1.1または2.2.2.2との間で送受信されるトラフィックをキャプチャするには、**host 1.1.1.1 or host 2.2.2.2**と指定してください。 |

表 8-4 キャプチャフィルタの算術演算子

英数字以外の記号	説明
+	2つの値を加算します。
-	ある値を別の値から引きます。
*	ある値を別の値に乗算します。
/	ある値を別の値で割ります。
&	バイナリ形式の2つの整数値に対するビット単位のAND演算の結果を返します。
|	バイナリ形式の2つの整数値に対するビット単位のOR演算の結果を返します。
<<	演算子の左側のオペランドに対してビット単位の左シフト演算を実行します。右側のオペランドは、シフトするビット数を指定します。
>>	演算子の左側のオペランドに対してビット単位の右シフト演算を実行します。右側のオペランドは、シフトするビット数を指定します。

英数字以外の記号	説明
[ ]	プロトコルレイヤに対するバイトオフセットを指定します。このオフセットは、照合を始めるバイトを示します。 オフセット値を角カッコで囲み、プロトコル修飾子を指定する必要があります。たとえば、**ip [6]**はIPv4パケット（IPv4ペイロードの先頭から6バイト離れたバイト）のペイロードの7番目のバイトと照合します。

表 8-5 キャプチャフィルタの関係演算子

英数字以外の記号	説明
=	イコール たとえば、ip[6]=0x1cは、ペイロードの第7バイトが0x1cに等しい場合、IPv4パケットに一致します。
!=	ノットイコール たとえば、長さが60バイトでない場合、**len!= 60**はパケットと一致します。
>	～より大きい たとえば、長さが100バイトを超える場合、**len>100**はパケットに一致します。
<	～未満 たとえば、長さが100バイト未満の場合、**len <100**はパケットと一致します。
>=	～以上またはイコール たとえば、長さが100バイト以上または等しい場合、**len>=100**はパケットに一致します。
<=	～より小さいまたはイコール たとえば、長さが100バイト以下または等しい場合、**len<=100**はパケットに一致します。

III. ディスプレイフィルタキーワード

表 8-6と表 8-7に、それぞれディスプレイフィルタの修飾子と変数を示します。

表 8-6 ディスプレイフィルタの修飾子

カテゴリー	説明	例
Protocol	プロトコルと照合します。	• **eth**—イーサネットに一致します。 • **ftp**—FTPに一致します。 • **icmp**—ICMPに一致します。 • **ip**—IPv4に一致します。 • **tcp**—TCPに一致します。 • **telnet**—Telnetに一致します。 • **udp**—UDPに一致します。

カテゴリー	説明	例
Packet field	*protocol.field[.level1-subfield]…[.leveln-subfield]*形式の点線の文字列を使用して、パケット内のフィールドを照合します。	• **tcp.flags.syn**—TCPのflagsフィールドのSYNビットと一致します。 • **tcp.port**—送信元または宛先ポートのフィールドと一致します。

🕮 **メモ：**
プロトコル修飾子は変数を変更できません。

表 8-7 ディスプレイフィルタの変数タイプ

変数タイプ	説明
Integer	バイナリ、8進、10進、16進表記で示します。 たとえば、1500バイト以下のIPパケットを表示するには、次のいずれかの式を使用します。 • **ip.len le 1500** • **ip.len le 02734** • **ip.len le 0x436**
Boolean	この変数型には、trueまたはfalseの2つの値があります。 この変数タイプは、パケット内のフィールドの存在を識別するためにパケットフィールド文字列を単独で使用する場合に適用されます。 • フィールドが存在する場合、一致結果はtrueです。フィルタにパケットが表示されます。 • フィールドが存在しない場合、一致結果はfalseです。フィルタはパケットを表示しません。 たとえば、SYNフィールドを含むTCPパケットを表示するには、**tcp.flags.syn**を使用します。
MAC address(6バイト)	コロン（:）、ドット（.）、またはハイフン（-）を使用して、MACアドレスを2つまたは4つのセグメントに分割します。 たとえば、宛先MACアドレスがffff.ffff.ffffのパケットを表示するには、次のいずれかの式を使用します。 • **eth.dst==ff:ff:ff:ff:ff:ff** • **eth.dst==ff-ff-ff-ff-ff-ff** • **eth.dst==ffff.ffff.ffff**
IPv4 address	ドット付き10進表記で表されます。 例： • 192.168.0.1との間で送受信されるIPv4パケットを表示するには、**ip.addr==192.168.0.1**を使用します。 • 129.111.0.0/16に送信されたIPv4パケットを表示するには、**ip.addr==129.111.0.0/16**を使用します。
String	文字列 たとえば、リクエストバージョンフィールドの文字列HTTP/1.1を含むHTTPパケットを表示するには、**http.request version=="HTTP/1.1"**を使用します。

IV. ディスプレイフィルタの演算子

ディスプレイフィルタは、論理演算子（表 1-8）および関係演算子（表 1-9）をサポートします。どちらの演算子タイプも、英数字および非英数記号を使用できます。

論理演算子は左結合です。それらは左から右にグループ化します。表 1-8 は、論理演算子を優先度の高い順に示します。**and** と **or** 演算子は同じ優先度を持ちます。

表 8-8 ディスプレイフィルタの論理演算子

英数字以外の記号	英数字記号	説明
[ ]	英数字の記号は使用できません。	プロトコル修飾子と共に使用します。詳細は、*“キャプチャフィルタの作成”*の *“proto […条件式”*を参照してください。
!	not	この演算子に接続されている条件と一致しないパケットを表示します。
&&	and	2つが条件に加わります。それぞれの条件に一致するトラフィックを表示するには、この演算子を使用します。
||	or	2つが条件に加わります。いずれかの条件に一致するトラフィックを表示するには、この演算子を使用します。

表 8-9 ディスプレイフィルタの関係演算子

英数字以外の記号	英数字記号	説明
==	eq	イコール たとえば、**ip.src==10.0.0.5**は、送信元IPアドレスが10.0.0.5のパケットを表示します。
!=	ne	ノットイコール たとえば、**ip.src!=10.0.0.5**は、送信元IPアドレスが10.0.0.5ではないパケットを表示します。
>	gt	～より大きい たとえば、**frame.len>100**は、100バイトを超える長さのフレームを表示します。
<	lt	～未満 たとえば、**frame.len<100**は、100バイト未満の長さのフレームを表示します。
>=	ge	～以上またはイコール たとえば、**frame.len ge 0x100**は、256バイト以上の長さのフレームを表示します。

英数字以外の記号	英数字記号	説明
<=	le	～より小さいかイコール たとえば、**frame.len le 0x100** は、256バイト以下の長さのフレームを表示します。

8.1.3 キャプチャフィルタの作成

このセクションでは、キャプチャフィルタで最も一般的に使用される条件式の種類を示します。

I. 論理式

論理演算の結果と一致するパケットをキャプチャするには、このタイプの条件式を使用します。

論理式には、キーワード演算子と論理演算子が含まれます。

例：

- **not port 23 and not port 22**—ポート番号が 23 または 22 ではないパケットをキャプチャします。
- **port 23 or icmp**—ポート番号 23 または ICMP パケットをキャプチャします。

論理式では、修飾子は最も近い論理演算子で接続された複数の変数を変更できます。たとえば、IPv4 アドレス 192.168.56.1 または IPv4 ネットワーク 192.168.27 から送信されたパケットをキャプチャするには、次のいずれかの式を使用します。

- **src 192.168.56.1 or 192.168.27**
- **src 192.168.56.1 or src 192.168.27**

II. *expr relop expr* 条件式

算術演算の結果と一致するパケットをキャプチャするには、このタイプの条件式を使用します。

この条件式には、キーワード、算術演算子（expr）、関係演算子（relop）が含まれます。たとえば、**len+100>=200** は、100 バイト以上または等しいパケットをキャプチャします。

III. *proto* [expr:size]条件式

このタイプの条件式を使用して、プロトコルレイヤに対するバイト数の算術演算の結果と一致するパケットをキャプチャします。

このタイプの条件式には、次の要素が含まれます。

- *proto*—プロトコルレイヤを指定します。
- *[]*—プロトコルレイヤに関連したバイト数の算術演算を実行します。
- *expr*—算術式を指定します。

- *size*—バイトオフセットを指定します。このオフセットは、プロトコルレイヤに対するバイト数を示します。指定されたバイトに対して操作が実行されます。オフセットを指定しない場合、オフセットは 1 バイトに設定されます。

たとえば、**ip[0]&0xf !=5** は、0x0f を持つ最初のバイトの AND の結果が 5 でない場合に IP パケットをキャプチャします。

フィールドを照合するには、expr:size のフィールド名を指定します。たとえば、**icmp[icmptype]=0x08** は、Type フィールドに 0x08 の値を含む ICMP パケットをキャプチャします。

IV. VLAN *vlan-id* 条件式

802.1Q タグ VLAN トラフィックをキャプチャするには、このタイプの条件式を使用します。

このタイプの条件式には、**vlan** *vlan_id* キーワードと論理演算子が含まれています。*vlan_id* 変数は、VLAN ID を指定する整数です。たとえば、**vlan 1 and ip6** は VLAN 1 の IPv6 パケットをキャプチャします。

802.1Q タグ付きトラフィックをキャプチャするには、他の式の前に **vlan** *vlan_id* 条件式を使用する必要があります。条件式が **vlan** *vlan_id* 条件式に従わない場合、条件式はタグなしパケットと一致します。

例：

- **vlan 1 and !tcp**—VLAN 1 タグ付き非 TCP パケットをキャプチャします。
- **icmp and vlan 1**—タグが付けられた VLAN 1 のタグなし ICMP パケットをキャプチャします。この条件式は、パケットがタグ付けされていても、タグ付けされていなくても、パケットをキャプチャしません。

8.1.4 ディスプレイフィルタの作成

このセクションでは、ディスプレイフィルタで最も一般的に使用される条件式の種類を示します。

I. 論理式

論理演算の結果と一致するパケットを表示するには、このタイプの条件式を使用します。

論理式には、キーワード演算子と論理演算子が含まれます。たとえば、**ftp or icmp** はすべての FTP パケットと ICMP パケットを表示します。

II. 関係式

比較演算の結果と一致するパケットを表示するには、このタイプの条件式を使用します。

関係式にはキーワード演算子と関係演算子が含まれています。たとえば、**ip.len<=28** の場合、レングスフィールドに 28 バイト以下の値を含む IP パケットが表示されます。

III. パケットフィールド式

特定のフィールドを含むパケットを表示するには、このタイプの条件式を使用します。

パケットフィールド式は、パケットフィールド文字列のみを含みます。たとえば、**tcp.flags.syn** は、SYN ビットフィールドを含むすべての TCP パケットを表示します。

IV. *proto*[…]式

特定のフィールド値を含むパケットを表示するには、このタイプの条件式を使用します。

このタイプの条件式には、次の要素が含まれます。

- *proto*—プロトコルレイヤまたはパケットフィールドを指定します。
- […]—プロトコルレイヤまたはパケットフィールドに関連したバイト数を照合します。照合されるバイトの値は、16 進整数でなければなりません。角括弧内の式は、次の形式を使用できます。
  - [*n*:*m*]— 指定されたプロトコルレイヤまたはフィールドの先頭から *n* バイトのオフセットの後の合計 *m* バイトを示します。1 バイトのみを照合するには、[n]と[n:1]のそれぞれの形式を使用できます。たとえば、**eth.src[0:3]==00:00:83** は、送信元 MAC アドレスの最初の 3 バイトが 0x00、0x00、0x83 の場合、イーサネットフレームと一致します。**eth.src[2]==83** の式は、送信元 MAC アドレスの 3 番目のバイトが 0x83 であればイーサネットフレームと一致します。
  - [*n*-*m*]—指定されたプロトコルレイヤまたはパケットフィールドの先頭から（*n*+1）バイト目から始まる合計（*m*-*n*+1）バイトを表します。たとえば、**eth.src[1-2]==00:83** は送信元 MAC アドレスの 2 番目と 3 番目のバイトがそれぞれ 0x00 と 0x83 である場合、イーサネットフレームと一致します。

8.2 パケットキャプチャ設定作業リスト

作業リスト
(必須設定項目) 次のいずれかのタスクを実行します。 • AP無線でのローカルパケットキャプチャの設定 • AP無線でのリモートパケットキャプチャの設定

8.3 AP無線でのローカルパケットキャプチャの設定

このタスクを実行して、AP 無線で受信パケットをキャプチャし、キャプチャしたパケットを FTP サーバ上のファイルに保存します。キャプチャされたパケットを表示するには、FTP サーバに接続された Wireshark クライアントを使用します。パケットのキャプチャ中にキャプチャを停止するには、**packet-capture stop** コマンドを使用します。

AP 無線でローカルパケットキャプチャを設定するには、次の手順を実行します。

操作	コマンド	補足
AP無線でローカルパケットキャプチャを設定します。	**packet-capture local ap** *ap-name* **radio** *radio-id* [**capture-filter** *capt-expression* | **limit-frame-size bytes** | **autostop filesize** *kilobytes* | **autostop duration** *seconds*] * **write url** *url* [**username** *username* [**password** { **cipher** | **simple** } *key*]]	このコマンドを実行した後でも、CLIから他のコマンドを設定できます。その操作はパケットキャプチャには影響しません。

8.4 AP無線でのリモートパケットキャプチャの設定

操作	コマンド	補足
AP無線でリモートパケットキャプチャを設定します。	**packet-capture remote ap** *ap-name* **radio** *radio-id* [**port** *port*]	パケットのキャプチャ中にキャプチャを停止するには、**packet-capture stop**コマンドを使用します。

キャプチャされたパケットを表示するには、次の作業を行います。

1) パケットをキャプチャするデバイスに Wireshark クライアントを接続します。
2) Wireshark を起動し、Capture > Option を選択します。
3) Interface リストから Remote を選択します。
4) 表示されるウィンドウで、リモートインタフェースの IP アドレスと RPCAP サービスポート番号を入力し、OK をクリックします。

   インタフェース IP アドレスが Wireshark に到達可能であることを確認してください。既定の RPCAP サービスポート 2002 を使用できます。
5) Start をクリックします。

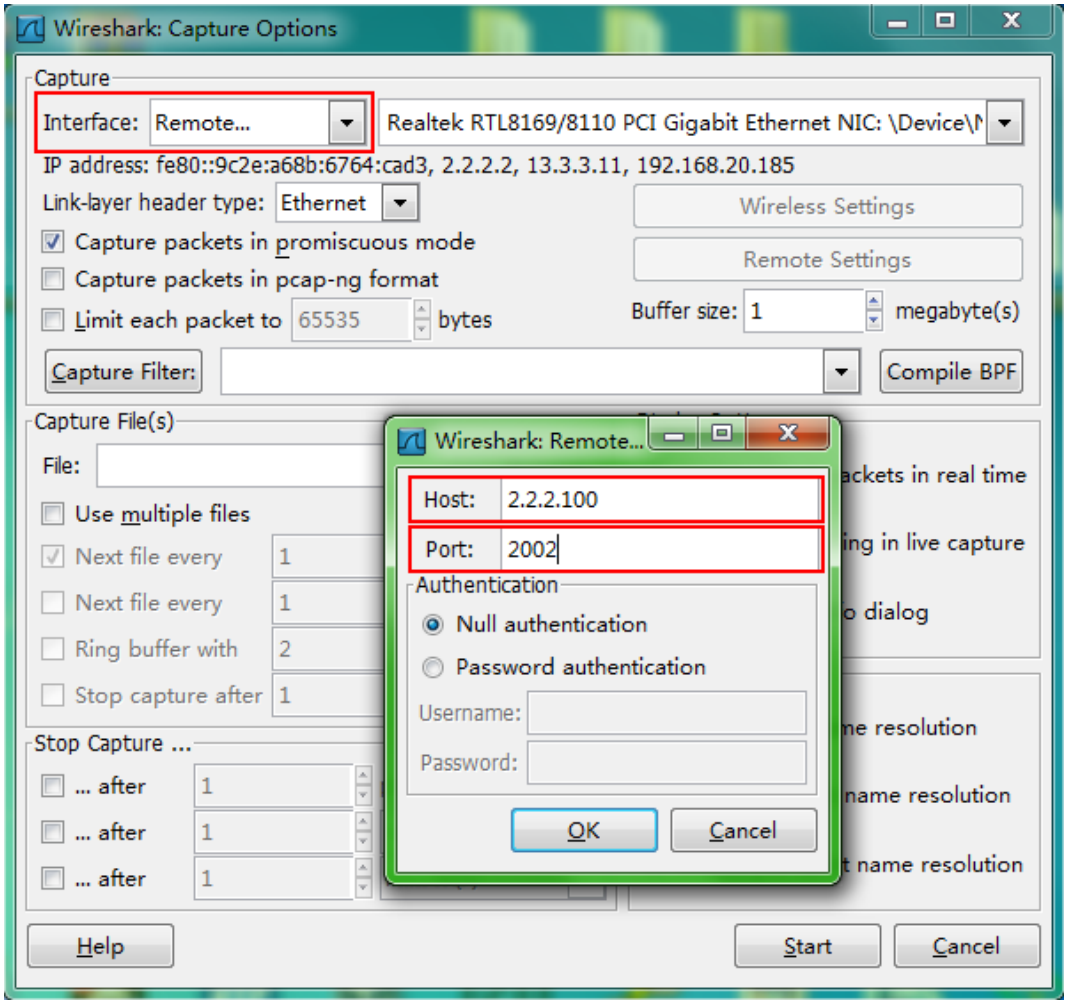


図 8-1 Wireshark キャプチャオプションの設定

8.5 パケットキャプチャの表示と管理

すべてのビューで **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
パケットキャプチャ状態の表示	**display packet-capture status**

8.6 パケットキャプチャ設定例

8.6.1 ローカルパケットキャプチャ設定例

I. ネットワーク要件

図 8-2に示すように、AP の無線 1 でローカルパケットキャプチャを有効にすると、192.168.20.173 から送信された 1KB の TCP パケットがキャプチャされます。スイッチは、AP によって送信されたキャプチャされたパケットを保存するための FTP サーバとして機能します。

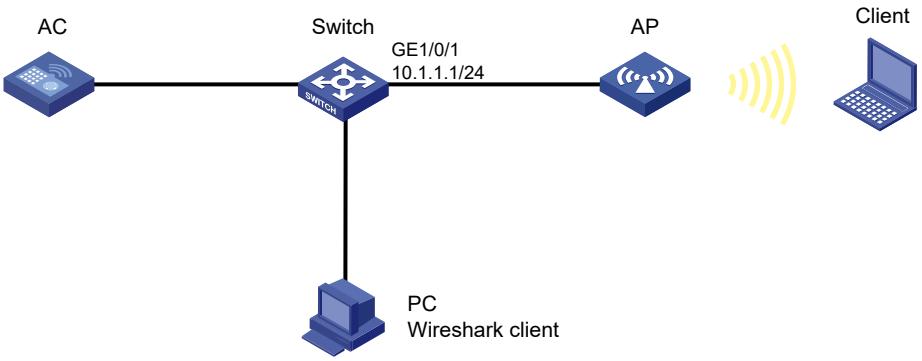


図 8-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　スイッチの設定

装置管理ユーザを作成します。

```
<Switch> system-view
[Switch] local-user abc class manage
```

ローカルユーザのパスワードを平文で **123456** に設定します。

```
[Switch-luser-abc] password simple 123456
```

ユーザのユーザロールを **network-admin** として指定し、ユーザの作業ディレクトリを指定します。

```
[Switch-luser-abc] authorization-attribute user-role network-admin work-directory cfa0:/
```

ユーザのサービスタイプを **ftp** として指定します。

```
[Switch-luser-abc] service-type ftp
[Switch-luser-abc] quit
```

スイッチの FTP サーバを有効にします。

```
[Switch] ftp server enable
```

```
[Switch] quit
```

2) APの無線1では、192.168.20.173からのTCPパケットの1 KBをキャプチャします。ユーザ名を **abc**、パスワードを **123456** と指定します。取得したパケットを FTP サーバ 10.1.1.1 に **abc.pcap** ファイルで保存します。

```
<AC> packet-capture local ap ap1 radio 1 autostop filesize 1 capture-filter "src 192.168.20.173 and tcp" write url ftp://10.1.1.1/abc.pcap username abc password simple 123456
```

III. 設定の確認

display packet-capture status コマンドを実行してキャプチャ状態を表示します。

Wireshark クライアントを FTP サーバに接続し、キャプチャされたパケットを PC に表示します。（詳細は示しません。）

8.6.2 リモートパケットキャプチャ設定例

I. ネットワーク要件

図 8-3に示すように、AP の無線 1 でリモートパケットキャプチャを有効にし、Wireshark を使用してキャプチャされたパケットを表示します。

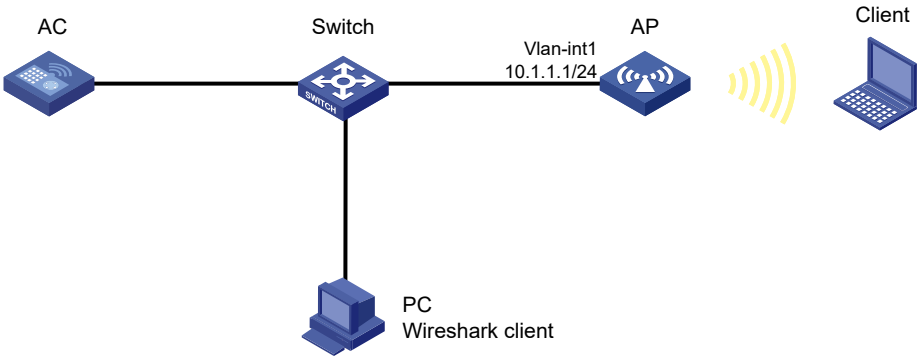


図 8-3 ネットワーク図

II. 設定手順

1) AP の無線 1 でリモートパケットキャプチャを設定し、RPCAP サービスポート番号として 2014 を指定します。

```
<AC> packet-capture remote ap ap1 radio 1 port 2014
```

2) PC でキャプチャパケットを表示します。

a) Wiresharkを起動し、Capture > Optionを選択します。

b) InterfaceリストからRemoteを選択します。

c) IPアドレス10.1.1.1とポート番号2014を入力し、OKをクリックします。

d)　Startをクリックします。

キャプチャされたパケットは、ページに表示されます。

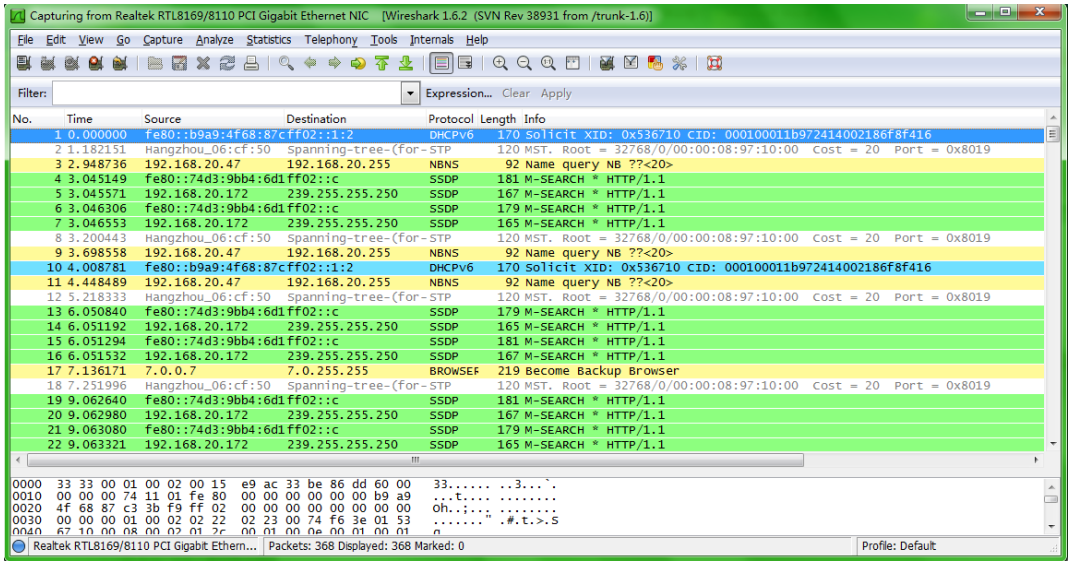


図 8-4 キャプチャされたパケットの Wireshark の表示

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

9章 Information Center 9-1
9.1 概要 9-1
9.1.1 ログタイプ 9-1
9.1.2 ログレベル 9-1
9.1.3 ログの出力先 9-2
9.1.4 デフォルト出力ルール 9-2
9.1.5 Diagnosticログのデフォルト出力ルール 9-2
9.1.6 hiddenログのデフォルト出力ルール 9-3
9.1.7 ログフォーマット 9-3
9.2 Information Center設定作業リスト 9-5
9.3 コンソールへのログの出力 9-5
9.4 モニタ端末へのログの出力 9-6
9.5 ログホストへのログの出力 9-7
9.6 ログバッファへのログの出力 9-8
9.7 ログファイルへのログの保存 9-8
9.8 ログの最小記録期間の設定 9-9
9.9 情報の同期出力の設定 9-10
9.10 重複ログの抑制の設定 9-10
9.11 インタフェースでのリンクアップ/ダウンのログ情報生成の無効化 9-11
9.12 ログメッセージのSNMP notificationの送信の有効化 9-11
9.13 キープアライブログ送信の設定の有効化 9-12
9.14 Information Centerの表示と維持 9-12
9.15 設定例 9-13
9.15.1 コンソールへのログ出力の設定例 9-13
9.15.2 UNIXログホストへのログ出力の設定例 9-14
9.15.3 Linuxログホストへのログ出力の設定例 9-15
9.15.4 ログホストへのSSLで暗号化したログ出力の設定例(証明書によるサーバ認証無し) 9-17
9.15.5 ログホストへのSSLで暗号化したログ出力の設定例(証明書によるサーバ認証あり) 9-18

9章 Information Center

9.1 概要

Information Center は、送信元モジュールによって作成されたログを受信し、ユーザが定義した出力ルールに従って、異なる宛先にログを出力します。送信元モジュールに基づいて分類、フィルタリング、出力することができます。サポートされる送信元を表示するには、**info-center source ?**コマンドを使用します。

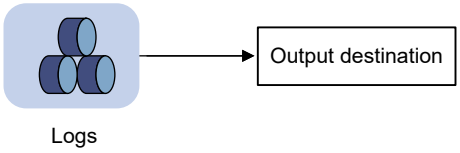


図 9-1 Information center の図

デフォルトで Information Center は有効です。Information Center が有効な場合、情報の分類や出力のため、システム性能にある程度影響を与えます。システムリソースが不十分である場合、リソースの消費を防ぐため Information Center を無効にしてください。

9.1.1 ログタイプ

ログは以下のタイプに分類されます。

- **Common ログ** － 共通なシステム情報の記録です。本章では、特に指定がない場合、ログは Common ログを示します。
- **Diagnostic ログ** － デバッグメッセージ記録です。
- **Hidden ログ** － 入力コマンドのような端末で表示されないログ情報です。
- **Custom ログ** － ベンダ固有情報の記録です。

9.1.2 ログレベル

ログは重要度により 0～7 の 8 つのレベルに分類されます。装置は指定されたレベル以上の重要度レベルを出力します。たとえば出力ルールを 6（informational）と設定した場合、0～6 までの重要度のログが出力されます。

表 9-1 ログレベル

重要度	レベル	説明
0	Emergency	システムが使用できません。たとえば、システムの許可が終了しました。
1	Alert	即急に対応が必要です。たとえば、インタフェースのトラフィックが上限を超えました。

重要度	レベル	説明
2	Critical	深刻な状態です。たとえば、装置の温度が上限を超えました、電源モジュールが故障しました、FANトレイが故障しました。
3	Error	エラー状態です。たとえば、リンク状態が変更しました。
4	Warning	警告状態です。たとえば、インタフェースが切断されました、あるいはメモリリソースが上限まで使われました。
5	Notification	通常通りですが、注意状態です。たとえば、装置にログインしました、あるいは装置が再起動しました。
6	Informational	情報メッセージです。たとえば、コマンドあるいはpingが実行されました。
7	Debugging	デバッグメッセージです。

9.1.3 ログの出力先

システムは、コンソール、モニタ端末、ログバッファ、ログホスト、ログファイルの宛先にログを出力します。ログの出力先は独立しており、Information Center を有効にした後、設定することができます。

9.1.4 デフォルト出力ルール

デフォルト出力ルールはログの送信元モジュールと出力先の重要度レベルを定義しています。出力ルールにマッチしたログが、出力先に出力されます。表 9-2にデフォルト出力ルールを示します。

表 9-2 デフォルト出力ルール

出力先	ログ送信元モジュール	出力装置	重要度
コンソール	サポートされるすべてのモジュール	有効	Debugging
モニタ端末	サポートされるすべてのモジュール	無効	Debugging
ログホスト	サポートされるすべてのモジュール	有効	Informational
ログバッファ	サポートされるすべてのモジュール	有効	Informational
ログファイル	サポートされるすべてのモジュール	有効	Informational

9.1.5 Diagnostic ログのデフォルト出力ルール

Diagnostic ログは Diagnostic ログファイルにのみ出力することができます。送信元モジュールと重要度でフィルタすることはできません。表 9-3に Diagnostic ログのデフォルト出力ルールを示します。

表 9-3 Diagnostic ログのデフォルト出力ルール

出力先	ログ送信元モジュール	出力装置	重要度
Diagnosticログファイル	サポートされるすべてのモジュール	有効	Debugging

9.1.6 hidden ログのデフォルト出力ルール

Hidden ログはログホスト、ログバッファ、ログファイルに出力することができます。表 9-4 に hidden ログのデフォルト出力ルールを示します。

表 9-4 hidden ログのデフォルト出力ルール

出力先	ログ送信元モジュール	出力装置	重要度
ログホスト	サポートされるすべてのモジュール	有効	Informational
ログバッファ	サポートされるすべてのモジュール	有効	Informational
ログファイル	サポートされるすべてのモジュール	有効	Informational

9.1.7 ログフォーマット

ログのフォーマットは出力先で異なります。表 9-5にログ情報の標準のログフォーマットを示します。このフォーマットは使用するツールによって異なります。

表 9-5 ログフォーマット

出力先	フォーマット	例
コンソール、モニタ端末、ログバッファ、ログファイル	Prefix Timestamp Sysname Module/Level/Mnemonic: Content	%Nov 24 14:21:43:502 2010 Sysname SHELL/5/SHELL_LOGIN: VTY logged in from 192.168.1.26
ログホスト	<PRI>Timestamp Sysname %%vvModule/Level/Mnemonic: Source; Content	<190>Nov 24 16:22:21 2010 Sysname %%10SYSLOG/6/SYSLOG_RESTART: -DevIP=1.1.1.1; System restarted ?-

表 9-6にログメッセージのフィールドの説明を示します。

表 9-6 ログフィールドの説明

フィールド	説明
Prefix (information type)	ログホスト以外の宛先へのログはタイムスタンプの前識別子があります。 • パーセントの識別子（%）はinformational以上のレベルのログを示しています。 • アスタリスク（*）の識別子はデバッグログを示します。 • アスタリスク（^）の識別子はdiagnosticログを示します。

フィールド	説明
PRI (priority)	ログホストへのログはタイムスタンプの前にプライオリティの識別子があります。プライオリティは、facility*8+levelという式で計算されます。 ● **facility**はロギングファシリティ名です。16～23の値に対応したファシリティ名はlocal0～local7です。**info-center loghost**コマンドで設定されます。ログホストでログのソースを識別するのに使われます。対応するログソースのログをクエリやフィルタするのに使用します。 ● **level**は重要度（Severity）の範囲で0～7です。表 9-1に詳細を示します。
Timestamp	ログが作成されたときの時間を記録します。 ログホストとほかの宛先に送信したログは、異なる精度のタイムスタンプを持ちます。タイムスタンプのフォーマットは異なるコマンドで設定されます。詳細を表 9-7と表 9-8に示します。
Sysname （ホスト名あるいはホストのIPアドレス）	Sysnameはログが作成された装置のホスト名あるいはIPアドレスです。装置の名前を修正する場合は**sysname**コマンドを使用します。
%% (vendor ID)	このフィールドは、ベンダを識別するために使用します。出力先がログホストである場合のみ表示されます。
vv (version information)	このフィールドは、ログのバージョン識別子で、値は10です。出力先がログホストである場合のみ表示されます。
Module	このフィールドは、システム情報を作成するモジュールの名前を示します。system viewで**info-center source ?** コマンドを入力すると、モジュールの一覧を参照できます。
Level	ログのレベルを識別します。表 9-1に重要度のレベルの詳細を示します。
Mnemonic	ログの概要が記載されます。最大32文字の文字列です。
Source	ログの送信元を識別します。下記の値のうち1つを含みます。 ● IRFスタックメンバ装置のID ● ログの送信者のIPアドレス
Content	ログの内容が記載されます。

表 9-7 タイムスタンプの精度と設定コマンド

アイテム	ログホスト	コンソール、モニタ端末、ログバッファ、ログファイル
精度	秒	ミリ秒
設定コマンド	**info-center timestamp loghost**	**info-center timestamp**

表 9-8 タイムスタンプパラメータの内容

パラメータ	内容	例
boot	時間はシステムが開始してからのミリ秒で記載された経過時間です。フォーマットはxxx.yyyです。xxxは上位32ビットでyyyは下位32ビットです。 ログホストを除いたすべての宛先に送信される出力先のログでサポートされます。	%0.109391473 Sysname FTPD/5/FTPD_LOGIN: User ftp (192.168.1.23) has logged in successfully. 0.109391473は**boot**フォーマットのタイムスタンプです。

パラメータ	内容	例
date	ログホストに出力されるログの現在日時と時間です。フォーマットはmmm dd hh:mm:ss yyyです。あるいはほかの宛先に出力されるログの現在日時と時間です。フォーマットはMMM DD hh:mm:ss:xxx YYYYです。 すべてのログでサポートされます。	%May 30 05:36:29:579 2003 Sysname FTPD/5/FTPD_LOGIN: User ftp (192.168.1.23) has logged in successfully. May 30 05:36:29:579 2003は**date**フォーマットのタイムスタンプです。
iso	ISO 8601で規定されたタイムスタンプです。ログホストへ送付するログのみサポートします。	<189>2003-05-30T06:42:44 Sysname %%10FTPD/5/FTPD_LOGIN(l): User ftp (192.168.1.23) has logged in successfully. 2003-05-30T06:42:44は**iso**フォーマットのタイムスタンプです。
none	タイムスタンプが含まれていません。 すべてのログでサポートされます。	% Sysname FTPD/5/FTPD_LOGIN: User ftp (192.168.1.23) has logged in successfully. タイムスタンプが含まれません
no-year-date	年を除いた現在時間と時間です。フォーマットはMMM DD hh:mm:ss:xxxです。 ログホストに送信されるログのみでサポートされます。	<189>May 30 06:44:22 Sysname %%10FTPD/5/FTPD_LOGIN(l): User ftp (192.168.1.23) has logged in successfully. May 30 06:44:22は**no-year-date**フォーマットのタイムスタンプです。

9.2 Information Center設定作業リスト

作業リスト
以下の少なくとも1つの作業を実行します。 • コンソールへのログの出力 • モニタ端末へのログの出力 • ログホストへのログの出力 • ログバッファへのログの出力 • ログファイルへのログの保存
（オプション設定項目）ログの最小記録期間の設定
（オプション設定項目）情報の同期出力の設定
（オプション設定項目）重複ログの抑制の設定
（オプション設定項目）インタフェースでのリンクアップ/ダウンのログ情報生成の無効化
（オプション設定項目）ログメッセージのSNMP notificationの送信の有効化

9.3 コンソールへのログの出力

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． Information Center を有効にする	**info-center enable**	デフォルト：有効

操作	コマンド	補足
3. コンソールへのログの出力ルールを設定する	**info-center source** { *module-name* | **default** } { **console | monitor | logbuffer | logfile | loghost** } { **deny | level** *severity* }	デフォルト出力ルールについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "Information Center" の "概要" の "デフォルト出力ルール"* を参照してください。
4. （オプション設定項目）タイムスタンプのフォーマットを設定する	**info-center timestamp** { **boot** | **date** | **none** }	デフォルト：**date**
5. user view に戻る	**quit**	ー
6. （オプション設定項目）コンソールへのログの出力を有効にする	**terminal monitor**	デフォルト：コンソールでは有効、モニタ端末では無効です。
7. 現在の端末でデバッグ情報の表示を有効にする	**terminal debugging**	デフォルト：無効
8. （オプション設定項目）コンソールに出力されるログの重要度を設定する	**terminal logging level** *severity*	デフォルト：6（informational）

9.4 モニタ端末へのログの出力

AUX、VTY、TTY line を通して装置にログインしているモニタ端末です。

以下にモニタ端末へのログ出力の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Information Center を有効にする	**info-center enable**	デフォルト：有効
3. モニタ端末へのログの出力ルールを設定する	**info-center source** { *module-name* | **default** } { **console | monitor | logbuffer | logfile | loghost** } { **deny | level** *severity* }	デフォルト出力ルールについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "Information Center" の "概要" の "デフォルト出力ルール"* を参照してください。
4. （オプション設定項目）タイムスタンプのフォーマットを設定する	**info-center timestamp** { **boot** | **date** | **none** }	デフォルト：**date**
5. user view に戻る	**quit**	ー
6. モニタ端末へのログの出力を有効にする	**terminal monitor**	デフォルト：コンソールでは有効、モニタ端末では無効です。
7. 現在の端末でデバッグ情報の表示を有効にする	**terminal debugging**	デフォルト：無効

操作	コマンド	補足
8.　（オプション設定項目）モニタ端末に出力されるログの重要度を設定する	**terminal logging level** *severity*	デフォルト：6（informational）

9.5 ログホストへのログの出力

🕮 **メモ：**

info-center loghost コマンドの下記のパラメータは、ソフトウェアバージョン 7.2.73 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

- **format rfc5424-json-v1**
- **end-with-length**
- **tcp**
- **ssl-client-policy** *policy-name*
- **directory** *dir-name* **size-quota** *size*

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	ー
2.　Information Center を有効にする	**info-center enable**	デフォルト：有効
3.　ログホストへのログの出力ルールを設定する	**info-center source** { *module-name* | **default** } { **console** | **monitor** | **logbuffer** | **logfile** | **loghost** } { **deny** | **level** *severity* }	デフォルト出力ルールについての詳細は、**オ**ペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "Information Center" の "概要" の "デフォルト出力ルール"* を参照してください。
4.　（オプション設定項目）出力ログの送信元 IP アドレスを指定する	**info-center loghost source** *interface-type interface-number*	デフォルト：ルータの出力インタフェースにマッチするプライマリIPアドレスです。
5.　（オプション設定項目）タイムスタンプのフォーマットを設定する	**info-center timestamp loghost** { **date** | **iso** | **no-year-date** | **none** }	デフォルト：**date**

操作	コマンド	補足
6. ログホストを指定し、関連するパラメータを設定する	**info-center loghost** { *hostname* | *ipv4-address* } [**port** *port-number*] [**facility** *local-number*] | [**format rfc5424-json-v1 tcp** [**end-with-length**] **ssl-client-policy** *ssl-client-policy-name* **directory** *dir-name* **size-quota** *size*] | **tcp** [**ssl-client-policy** *policy-name*]]	デフォルト：設定なし *port-number*引数はログホストで設定された値と同じにする必要があります。異なる場合ログを受信できません。 SSLプロトコルを使用してログを暗号化形式で送信する場合、事前にSSLクライアントポリシーを設定する必要があります。SSLクライアントポリシーの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション9 セキュリティ“SSL”を参照してください。 装置は最大20のログホストをサポートします。

9.6 ログバッファへのログの出力

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Information Center を有効にする	**info-center enable**	デフォルト：有効
3. ログバッファへの出力を有効にする	**info-center logbuffer**	デフォルト：有効
4. （オプション設定項目）ログバッファに保存できるバッファサイズの最大数を設定する	**info-center logbuffer size** *buffersize*	デフォルト：512
5. ログバッファの出力ルールを設定する	**info-center source** { *module-name* | **default** } { **console** | **monitor** | **logbuffer** | **logfile** | **loghost** } { **deny** | **level** *severity* }	デフォルト出力ルールについての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “Information Center”の“概要”の“デフォルト出力ルール”*を参照してください。
6. （オプション設定項目）タイムスタンプのフォーマットを設定する	**info-center timestamp** { **boot** | **date** | **none** }	デフォルト：**date**

9.7 ログファイルへのログの保存

システムは指定された間隔（デフォルトで 24 時間）でログバッファのログをログファイルに保存します。また手動で保存することができます。ログファイルバッファにログを保存した後、システムはログファイルバッファをクリアします。

装置は 1 個のログファイルしかサポートしません。ログファイルが容量に達すると、システムは最初のログに新しいログを上書きします。

以下に、ログファイルへのログの保存の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. Information Center を有効にする	**info-center enable**	デフォルト：有効
3. ログファイル機能を有効にする	**info-center logfile enable**	デフォルト：有効
4. （オプション設定項目）ログファイルの最大記憶容量を設定する	**info-center logfile size-quota** *size*	デフォルト：装置モデルにより異なります。 ログファイルの動作を正常に行うため、1MB～10MBのサイズに設定してください。
5. （オプション設定項目）ログファイルを保存するディレクトリを指定する	**info-center logfile directory** *dir-name*	デフォルト：ストレージデバイスのルート直下のlogfileディレクトリ 再起動を行うと設定は消去されます。
6. ログファイルにログファイルバッファのログを保存する	• ログファイルを記録する間隔を設定する：**info-center logfile frequency** *freq-sec* • 手動でログファイルを記録する：**logfile save**	デフォルト：ログファイルを記録する間隔は86400秒です。 すべてのviewで**logfile save**コマンドを実行できます。

🕮 **メモ：**

- **info-center logfile frequency** コマンドでログファイルをセーブする周期を著しく短くした場合、フラッシュメモリの書き込み可能回数の超過や、装置動作に影響を与える恐れがあります。したがって、通常はデフォルト値での使用を推奨します。
- ログファイルのサイズは、フラッシュメモリの空き容量を超えない範囲で設定する必要があります。通常はデフォルト値で使用することを推奨します。**info-center logfile size-quota** コマンドで設定を変更する場合、フラッシュメモリの空き容量を **dir** コマンドで確認してください。

9.8 ログの最小記録期間の設定

ログバッファにあるログの記録期間の最小値を設定することができます。この機能はログが指定した時間内に新しいログによって上書きしてしまうことを防ぎます。

ログバッファあるいはログファイルが一杯になったとき、新しいログはデフォルトでもっとも古いログに新しいログを上書きします。最小記録期間を設定した後、システムはログを削除するかどうか決定するため、ログの最小記録期間を確認します。システムクロックからログが作成された時間を引いた時間はログの記録期間となります。

- ログの記録期間が最小記録期間以下である場合、システムはログを削除しません。新しいログは保存されません。
- ログの記録期間が最小記録期間より長い場合、システムは新しいログを保存するため、ログを削除します。

以下にログの最小記録期間の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ログの最小記録期間を設定する	**info-center syslog min-age** *min-age*	デフォルト：設定なし

9.9 情報の同期出力の設定

システムログの出力が行われると設定の操作が中断されます。ログが出力される前に、以前に入力されたコマンドを見つける必要があります。

情報の同期出力とは、システムログの出力によりユーザの入力が中断された場合、中断されたところから操作を継続できるようにするため、ログの出力後、以前に入力されたコマンドおよび、コマンドプロンプト（編集モードのコマンドプロンプト、あるいは対話モードの[Y/N]の文字列）を表示させることができます。

以下に情報の同期出力の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 情報の同期出力を設定する	**info-center synchronous**	デフォルト：無効

9.10 重複ログの抑制の設定

重複したログが 30 秒未満の期間で連続して出力されると、システム/ネットワークのリソースの浪費となります。

機能を有効にすることにより、重複ログの出力を抑制します。

- 抑止期間中は、システムは 1 つ前に出力されたログと同一の module / name / level / mnemonic / locaton / txt 情報を有するログの出力を抑止します。
- 抑止期間終了後に同一の情報を持つログが発生した場合は、これを出力して再度、抑止を開始します。1 回目の抑止期間は 30 秒間、2 回目の抑止期間は 2 分間、以降の抑止期間は 10 分間となります。
- もし抑止期間中に別の新たなログが発生した場合､既存のログの抑止を終了して新たなログの抑止期間に移行します。

以下に重複ログの抑止の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. 重複ログの抑制を設定する	**info-center logging suppress duplicates**	デフォルト：無効

9.11 インタフェースでのリンクアップ/ダウンのログ情報生成の無効化

デフォルトでは、インタフェースのリンク状態が変わるときに、装置のすべてのインタフェースはリンクアップ/ダウンのログ情報を生成します。そのため、以下のような場合、指定したインタフェースの情報生成を無効にすることができます。

インタフェースの情報を監視するため、通常はデフォルトの有効にすることを推奨します。

- あるインタフェースの状態にのみ関係している場合です。この場合、ほかのインタフェースのリンクアップ/ダウンのログ情報を生成できないようにします。
- インタフェースのリンク状態が安定せず、不必要なログ情報が連続して生成される場合です。この場合、ほかのインタフェースのリンクアップ/ダウンのログ情報を生成できないようにします。

以下にインタフェースのリンクアップ/ダウンのログ情報の生成を無効の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3. インタフェースのリンクアップ/ダウンのログ情報の生成を無効にする	**undo enable log updown**	デフォルト : すべてのインタフェースは、インタフェースの状態が変化したとき、リンクアップ/ダウンのログ情報を生成します。

9.12 ログメッセージのSNMP notificationの送信の有効化

snmp-agent trap enable syslog コマンドを有効にすると、装置はシスログメッセージによる SNMP notification の送信を有効にします。

装置は SNMP notification をカプセル化し、SNMP モジュールとログバッファに送信します。

SNMP モジュールが受信した SNMP notification を正常に送信するため、装置で SNMP の設定を行ってください。SNMP の設定については、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “SNMP”* を参照してください。

以下にシスログメッセージによる SNMP notification の送信を有効化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	―
2. ログメッセージの SNMP notification の送信を有効にする	**snmp-agent trap enable syslog**	デフォルト：無効

9.13 キープアライブログ送信の設定の有効化

🕮 **メモ：**

この機能は、ソフトウェアバージョン 7.2.85a を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

この機能を有効にすると、装置は設定された全てのログホストに対して定期的にキープアライブログを送信します。

キープアライブログを定期的に受信することにより、装置の運用状態を確認できるようにします。

以下にキープアライブログ送信の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． キープアライブログの送信間隔を設定する	**info-center loghost keep-alive interval** *seconds*	デフォルト：60秒
3． キープアライブログのレベルを設定する	**info-center loghost keep-alive level** *severity*	デフォルト : informational (レベル6)
4． キープアライブログに含めるカスタム情報を設定する	**info-center loghost keep-alive custom-info** *text*	デフォルト：設定なし
5． キープアライブログの送信を有効にする	**info-center loghost keep-alive enable**	デフォルト：無効

9.14 Information Centerの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行でき、user view で **reset** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
各出力先の情報を表示する	**display info-center**
ログバッファの状態とログ情報を表示する	**display logbuffer** [**reverse**] [**level** *severity* | **size** *buffersize*] *
ログバッファの概要を表示する	**display logbuffer summary** [**level** *severity*] *
ログファイルの設定を表示する	**display logfile summary**
ログバッファを削除する	**reset logbuffer**

9.15 設定例

9.15.1 コンソールへのログ出力の設定例

I. ネットワーク要件

warning 以上の重要度のレベルの FTP ログをコンソールに出力するように設定します。

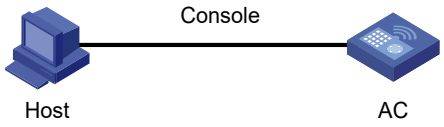


図 9-2 ネットワーク図

II. 設定手順

Information Center を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] info-center enable
```

コンソールへのログ出力を無効にします。

```
[AC] info-center source default console deny
```

それぞれのチャネルのデフォルトのシステム設定が異なるため、特定のチャネル（この例では **console**）では、必要に応じて、すべてのモジュールのログ情報の出力を無効にし、不要な情報が出力されないように出力ルールを設定します。

warning レベル以上の重要度の FTP ログをコンソールに出力するように設定します。

```
[AC] info-center source ftp console level warning
[AC] quit
```

コンソールでログの表示を有効にします。（この機能はデフォルトで有効です。）

```
<AC> terminal logging level 6
<AC> terminal monitor
The current terminal is enabled to display logs.
```

設定を行った後、FTP モジュールがログを生成した場合、Information Center は自動的にコンソールにログを送信し、ログを表示します。

9.15.2 UNIX ログホストへのログ出力の設定例

I. ネットワーク要件

AC が informational 以上の重要度のレベルの FTP ログを UNIX ログホストに出力するように設定します。

図 9-3 ネットワーク図

II. 設定手順

設定を行う前に、AC とログホストが互いに通信可能であることを確認してください。(詳細は省略します。)

1)　AC を設定します。

Information Center を有効にします。

```
<AC> system-view
[AC] info-center enable
```

ログホスト 1.2.0.1/16 を指定し、ロギングファシリティを **local4** に指定します。

```
[AC] info-center loghost 1.2.0.1 facility local4
```

ログホストへのログの出力を無効にします。

```
[AC] info-center source default loghost deny
```

不要な情報が出力されないようにするため、出力ルールを設定する前に、ログを出力するすべてのモジュールが、指定した宛先(この例では **loghost**)に出力しないようにします。

informational レベル以上の重要度の FTP ログをログホストに出力するように設定します。

```
[AC] info-center source ftp loghost level informational
```

2)　ログホストを設定します。

以下の設定は Solaris で行ったものです。ほかの UNIX システムの設定は同様に行います。

a)　rootユーザとしてログホストにログインします。

b)　ディレクトリ/**var**/**log**/にサブディレクトリ**AC**を作成します。ディレクトリ**AC**にファイル**info.log**を作成し、**AC**からログを保存します。

```
# mkdir /var/log/AC
# touch /var/log/AC/info.log
```

c)　ディレクトリ/**etc**/のファイル**syslog.conf**を編集し、以下の内容を追加します。

```
# AC configuration messages
local4.info /var/log/AC/info.log
```

この設定で、ホストがログを受信するために使用する **local4** はロギングファシリティの名前です。**info** は重要度のレベルです。UNIX システムは、**informational** の重要度のログ情報をファイル/**var**/**log**/**AC**/**info.log** に記録します。

🕮 **メモ：**

ファイル/**etc**/**syslog.conf** を編集するときのガイドラインを以下に示します。

- コメントは個別の行に記入し、# 記号で始めてください。
- ファイル名に不要なスペース等を入れないでください。
- ロギングファシリティ名とファイル/**etc**/**syslog.conf** が指定するログ情報の重要度は、**info-center loghost** コマンドと **info-center source** コマンドで AC に設定したものと一致しなければなりません。一致しないと、ログ情報は正しくログホストに出力されないことがあります。

---

d)　**syslogd**のプロセスIDを表示して**syslogd**プロセスを強制終了し、-r オプション付きで**syslogd**を再起動し、新しい設定を有効にしてください。

```
# ps -ae | grep syslogd
147
# kill -HUP 147
# syslogd -r &
```

上記設定は、AC は関連するファイルに FTP ログ情報を保存できるようになります。

9.15.3 Linux ログホストへのログ出力の設定例

I. ネットワーク要件

AC が informational の重要度のレベルの FTP ログを Linux ログホスト 1.2.0.1/16 に出力するように設定します。

図 9-4 ネットワーク図

II. 設定手順

設定を行う前に、AC とログホストが互いに通信可能であることを確認してください。（詳細は省略します。）

1)　AC を設定します。

Information Center を有効にします。

```
<AC> system-view
```

```
[AC] info-center enable
```

ログホスト 1.2.0.1/16 を指定し、ロギングファシリティを **local5** に指定します。

```
[AC] info-center loghost 1.2.0.1 facility local5
```

ログホストにログの出力を無効にします。

```
[AC] info-center source default loghost deny
```

不要な情報が出力されないようにするため、出力ルールを設定する前に、ログを出力するすべてのモジュールが、指定した宛先（この例では **loghost**）に出力しないようにします。

informational レベル以上の重要度の FTP ログをログホストに出力するように設定します。

```
[AC] info-center source ftp loghost level informational
```

2) ログホストを設定します。

以下の設定は Solaris で行ったものです。ほかの UNIX システムの設定は同様に行います。

a) rootユーザとしてログホストにログインします。

b) ディレクトリ/**var**/**log**/にサブディレクトリACを作成します。ディレクトリACにファイル**info.log**を作成し、ACからログを保存します。

```
# mkdir /var/log/AC
# touch /var/log/ AC /info.log
```

c) ディレクトリ/**etc**/のファイル**syslog.conf**を編集し、以下の内容を追加します。

```
# AC configuration messages
local5.info /var/log/AC/info.log
```

この設定で、ホストがログを受信するために使用する **local5** はロギングファシリティの名前です。**info** は重要度のレベルです。Linux システムは、**informational** の重要度のログ情報をファイル/**var**/**log**/**AC**/**info.log** に記録します。

🕮 **メモ：**

ファイル/**etc**/**syslog.conf** を編集するときのガイドラインを以下に示します。

- コメントは個別の行に記入し、# 記号で始めてください。
- ファイル名に不要なスペース等を入れないでください。
- ロギングファシリティ名とファイル/**etc**/**syslog.conf** が指定するログ情報の重要度は、**info-center loghost** コマンドと **info-center source** コマンドで AC に設定したものと一致しなければなりません。一致しないと、ログ情報は正しくログホストに出力されないことがあります。

---

d) **syslogd**のプロセスIDを表示して**syslogd**プロセスを強制終了し、-r オプション付きで**syslogd**を再起動し、新しい設定を有効にしてください。

```
# ps -ae | grep syslogd
147
# kill -HUP 147
# syslogd -r &
```

上記設定は、AC は関連するファイルに FTP ログ情報を保存できるようになります。

9.15.4 ログホストへの SSL で暗号化したログ出力の設定例(証明書によるサーバ認証無し)

I. ネットワーク要件

AC が SSL で暗号化したログをログホスト 1.2.0.1/16 の TCP ポート番号 514 に出力するように設定します。

AC には CA の証明書をインストールします。

ログホストには CA の証明書、サーバ証明書、秘密鍵をインストールします。(詳細は省略します)

図 9-5 ネットワーク図

II. 設定手順

設定を行う前に、AC とログホストが互いに通信可能であることを確認してください。(詳細は省略します。)

AC とログホストの時刻が正しく設定されていることを確認してください。(詳細は省略します。)

1)　PKI ドメインと SSL クライアントポリシーを設定します。

pki ドメイン **tls** を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] pki domain tls
```

#CRL チェックを無効にします。

```
[AC-pki-domain-tls] undo crl check enable
[AC-pki-domain-tls] quit
```

SSL クライアントポリシー **tls-test** を作成します。

```
[AC] ssl client-policy tls-test
```

pki ドメイン **tls** を指定します。

```
[AC-ssl-client-policy-tls-test] pki-domain tls
```

証明書による SSL サーバの認証を無効にします。

```
[AC-ssl-client-policy-tls-test] undo server-verify enable
[AC-ssl-client-policy-tls-test] quit
```

2)　CA の証明書をインポートします。

CAの証明書を取得し、FTP等を用いて装置のFlashに格納します。(詳細は省略します。)

以降の手順では、CA の証明書は、”cacert.pem”というファイル名で、Flash の直下に保存してあるものとして説明します。

#CA の証明書をインポートします。

```
[AC] pki import domain tls pem ca filename cacert.pem
```

3)　Information Center を設定します。

#info-center を有効にします。

```
[AC] info-center enable
```

ログホスト 1.2.0.1/16 を指定し、プロトコルは TCP、SSL クライアントポリシーとして tls-test を指定します。

```
[AC] info-center loghost 1.2.0.1 tcp ssl-client-policy tls-test
```

設定を行った後、Information Center はログホストの TCP514 ポートをあて先としてログを送信します。送信されるログの情報は SSL で暗号化されます。

9.15.5 ログホストへの SSL で暗号化したログ出力の設定例(証明書によるサーバ認証あり)

I. ネットワーク要件

AC が SSL で暗号化したログをログホスト 1.2.0.1/16 の TCP ポート番号 10514 に出力するように設定します。

AC には CA の証明書とローカルの証明書をインストールします。

ログホストには CA の証明書、サーバ証明書、秘密鍵をインストールします。(詳細は省略します)

図 9-6 ネットワーク図

II. 設定手順

設定を行う前に、AC とログホストが互いに通信可能であることを確認してください。(詳細は省略します。)

AC とログホストの時刻が正しく設定されていることを確認してください。(詳細は省略します。)

1)　PKI ドメインと SSL クライアントポリシーを設定します。

pki ドメイン **tls** を作成します。

```
<AC> system-view
```

```
[AC] pki domain tls
```

#CRL チェックを無効にします。

```
[AC-pki-domain-tls] undo crl check enable
[AC-pki-domain-tls] quit
```

SSL クライアントポリシー **tls-test** を作成します。

```
[AC] ssl client-policy tls-test
```

pki ドメイン **tls** を指定します。

```
[AC-ssl-client-policy-tls-test] pki-domain tls
```

2) CA の証明書をインポートします。

CAの証明書を取得し、FTP等を用いて装置のFlashに格納します 。(詳細は省略します。)

以降の手順では、CA の証明書は、”cacert.pem”というファイル名で、AC の Flash の直下に保存してあるものとして説明します。

#CA の証明書をインポートします。

```
[AC] pki import domain tls pem ca filename cacert.pem
```

3) PKI ドメインと PKI エンティティを設定し、証明書要求を作成します。

#PKI ドメイン **tls** に CA の情報を設定します。公開鍵 **hostkey** を鍵長 2048bit で生成します。PKI エンティティとして **syslog-over-tls** を指定します。

```
[AC] pki domain tls
[AC-pki-domain-tls] ca identifier CA-name
[AC-pki-domain-tls] certificate request from ca
[AC-pki-domain-tls] certificate request entity syslog-over-tls
[AC-pki-domain-tls] public-key rsa general name hostkey length 2048
[AC-pki-domain-tls] quit
```

#PKI エンティティ syslog-over-tls を作成します。

パラメータは利用環境に合わせたものを設定してください。

```
[AC] pki entity syslog-over-tls
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] common-name test.com
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] country JP
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] state xxxx
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] locality xxxx
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] organization-unit xxxxx
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] organization xxxxx
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] ip 1.1.0.1
[AC-pki-entity-syslog-over-tls] quit
```

4) ローカル証明書を入手し、インポートします。

#PKCS10 の証明書要求を作成します。表示された文字列を CA に提出してローカル証明書を入手します。 (詳細は省略します。)

```
[AC] pki request-certificate domain tls pkcs10
-----BEGIN CERTIFICATE REQUEST-----
（※内容は省略します）
-----END CERTIFICATE REQUEST-----
```

入手したローカル証明書を、FTP等を用いてACのFlashに格納します 。(詳細は省略します。)

以降の手順では、ローカル証明書は、”localcert.pem”というファイル名で、AC の Flash 直下に保存してあるものとして説明します。

#ローカル証明書をインポートします。

```
[AC] pki import domain tls pem local filename localcert.pem
```

5) Information Center を設定します。

#info-center を有効にします。

```
[AC] info-center enable
```

ログホスト 1.2.0.1/16 を指定し、プロトコルは TCP、SSL クライアントポリシーとして tls-test を指定します。

```
[AC] info-center loghost 1.2.0.1 port 10514 tcp ssl-client-policy tls-test
```

設定を行った後、Information Center はログホストの TCP10514 ポートをあて先としてログを送信します。送信されるログの情報は SSL で暗号化されます。

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

10 章 ポートミラーリング 10-1
10.1 概要 10-1
10.1.1 用語 10-1
10.1.2 ローカルポートミラーリングの実行 10-2
10.2 ローカルポートミラーリング設定作業リスト 10-3
10.3 ローカルミラーリンググループの作成 10-3
10.4 ローカルミラーリンググループのソースポートの作成 10-3
10.4.1 設定の制限とガイドライン 10-3
10.4.2 system view でのソースポートの設定 10-3
10.4.3 interface view でのソースポートの設定 10-4
10.5 ローカルミラーリンググループのモニタポートの作成 10-4
10.5.1 設定の制限とガイドライン 10-4
10.5.2 system view でのモニタポートの設定 10-4
10.5.3 interface view でのモニタポートの設定 10-4
10.6 ポートミラーリングの表示と維持 10-5
10.7 ポートミラーリングの設定例 10-5

10章 ポートミラーリング

10.1 概要

ポートミラーリングはポートを通過したパケットを分析するために、データ監視端末が接続されているモニタポートへパケットをコピーします。

10.1.1 用語

以下にポートミラーリングの設定で使用する用語を示します。

I. ミラーリングソース

1 つのモニタ対象ポートをミラーリングソースにすることができます。モニタ対象ポートはソースポートと呼ばれます。ミラーリングソースを通過するパケットはパケットを解析するデータをモニタリングするデバイスに接続するポートにコピーされます。コピーはミラーパケットと呼ばれます。

II. ソースデバイス

ミラーリングソースが存在するデバイスは”送信元デバイス”あるいは”ソースデバイス”と呼ばれます。

III. ミラーリング宛先

ミラーリング宛先は、ミラーリングされたパケットの宛先ポート（別名モニタポートとも呼ばれます）であり、データ監視装置に接続します。モニタポートは、接続されている監視装置にミラーリングされたパケットを転送します。

モニタポートは複数のポートをモニタすることができ、場合によっては複数の重複したパケットを受信する可能性があります。たとえば、以下の状況が存在するとき、2 つのパケットのコピーはポート 1 で受信されます。

- ポート 1 は同一デバイス上のポート 2 とポート 3 の送受信トラフィックをモニタします。
- パケットがポート 2 からポート 3 へ転送されます。

IV. 宛先デバイス

モニタポートが存在するデバイスは"宛先デバイス"あるいは”ディスティネーションデバイス”と呼ばれます。

V. ミラーリング方向

ミラーリング方向は、受信トラフィック、送信トラフィック、送受信トラフィックがあり、モニタリングソースでコピーされます。

- **受信** – ミラーリングソースで受信したパケットをコピーします。
- **送信** – ミラーリングソースに送信したパケットをコピーします。
- **送受信** – ミラーリングソースで送受信したパケットをコピーします。

VI. ミラーリンググループ

ポートミラーリングはポートミラーリンググループによって実行されます。ミラーリンググループには 3 つのタイプ（ローカル、リモートソース、リモート宛先ミラーリング）があります。ミラーリンググループの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 “ポートミラーリング” の “ポートミラーリングの分類と実行”* を参照してください。

10.1.2 ローカルポートミラーリングの実行

ローカルポートミラーリングでは、以下の状況となります。

- ソースデバイスは、データをモニタリングするデバイスに直接接続されています。
- ソースデバイスは、データをモニタリングするデバイスにミラーリングしたパケットを転送する宛先デバイスとして動作できます。

ローカルミラーリンググループは、同一装置上のミラーリングソースとミラーリング宛先を含むミラーリンググループです。

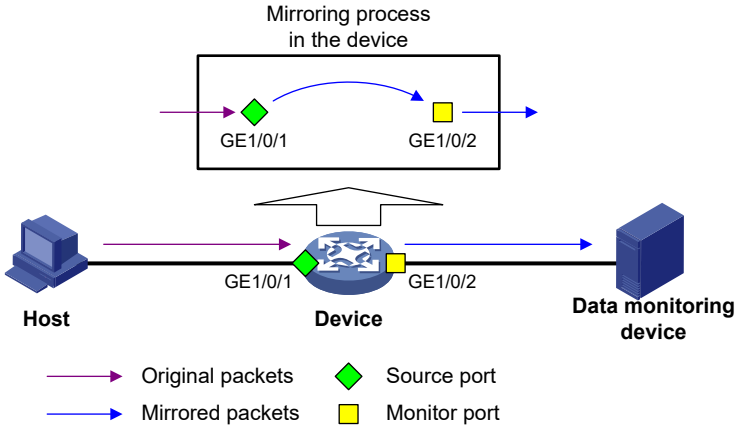


図 10-1 ローカルポートミラーリングの実行

図 10-1 に示すように、ソースポート GigabitEthernet 1/0/1 とモニタポート GigabitEthernet 1/0/2 は同じデバイス上にあります。GigabitEthernet 1/0/1 のパケットは GigabitEthernet 1/0/2 にコピーされ、解析を行うためデータ監視装置に転送されます。

10.2 ローカルポートミラーリング設定作業リスト

作業リスト
1.　（必須設定項目） ローカルミラーリンググループの作成
2.　（必須設定項目） ローカルミラーリンググループのソースポートの作成
3.　（必須設定項目） ローカルミラーリンググループのモニタポートの作成

10.3 ローカルミラーリンググループの作成

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	―
2.　ローカルミラーリンググループを作成する	**mirroring-group** *group-id* **local**	デフォルト：設定なし

10.4 ローカルミラーリンググループのソースポートの作成

ローカルミラーリンググループのソースポートは、以下のいずれかの方法で設定することができます。

- system view でミラーリンググループにソースポートを割り当てます。
- interface view でソースポートとしてミラーリンググループにポートを割り当てます。

  interface view でミラーリンググループに複数のポートを割り当てる場合、上記の方法を繰り返してください。

10.4.1 設定の制限とガイドライン

ローカルミラーリンググループにソースポートを設定するとき、以下の設定の制限とガイドラインに従ってください。

- レイヤ 2 アグリゲートインタフェースはソースポートとして設定することができません。
- ミラーリンググループは複数のソースポートを持つことができます。
- ポートはソースポートとして、1 つのミラーリンググループに対してのみ動作します。
- ソースポートをモニタポートとして設定できません。

10.4.2 system view でのソースポートの設定

操作	コマンド	補足
1.　system view に移行する	**system-view**	―
2.　指定したローカルミラーリンググループにモニタポートを設定する	**mirroring-group** *group-id* **mirroring-port** *interface-list* { **both** | **inbound** | **outbound** }	デフォルト：設定なし

10.4.3 interface view でのソースポートの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―
3． 指定したミラーリンググループにモニタポートを設定する	**mirroring-group** *group-id* **mirroring-port** { **both** | **inbound** | **outbound** }	デフォルト：設定なし

10.5 ローカルミラーリンググループのモニタポートの作成

ミラーリンググループのモニタポートを設定する場合、以下のいずれかの方法で設定することができます。

- system view でミラーリンググループのモニタポートを設定します。
- interface view でポートをモニタポートとしてミラーリンググループに割り当てることができます。

10.5.1 設定の制限とガイドライン

ローカルミラーリンググループにモニタポートを設定するとき、以下の設定の制限とガイドラインに従ってください。

- モニタポートでスパニングツリー機能を有効にしないでください。
- レイヤ 2 アグリゲートインタフェースはモニタポートとして設定することができません。
- モニタポートは、ポートミラーリングのために使用してください。データをモニタリングするデバイスがミラーされたトラフィックのみを受信するように、ポートミラーリングのモニタポートを使用してください。

10.5.2 system view でのモニタポートの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． 指定したローカルミラーリンググループにモニタポートを設定する	**mirroring-group** *group-id* **monitor-port** *interface-list*	デフォルト：設定なし

10.5.3 interface view でのモニタポートの設定

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． interface view に移行する	**interface** *interface-type interface-number*	―

操作	コマンド	補足
3. 指定したミラーリンググループにモニタポートを設定する	**mirroring-group** *group-id* **monitor-port**	デフォルト：設定なし

10.6 ポートミラーリングの表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
ミラーリンググループの情報を表示する	**display mirroring-group** { *group-id* | **all** | **local** }

10.7 ポートミラーリングの設定例

I. ネットワーク要件

図 10-2 に示すように、サーバが IP ネットワークの双方向のトラフィックを監視できるように、AC でローカルポートミラーリングを設定します。

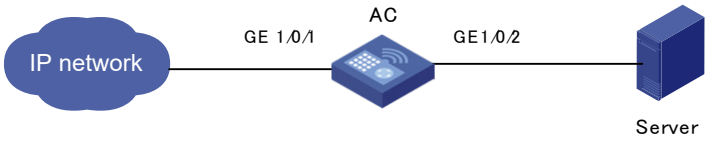


図 10-2 ネットワーク図

II. 設定手順

ローカルミラーリンググループ 1 を作成します。

```
<AC> system-view
[AC] mirroring-group 1 local
```

GigabitEthernet 1/0/1 の双方向のトラフィックを監視するようにローカルミラーリンググループ 1 を設定します。

```
[AC] mirroring-group 1 mirroring-port gigabitethernet 1/0/1 both
```

ローカルミラーリンググループ 1 のモニタポートとして GigabitEthernet 1/0/2 を設定します。

```
[AC] mirroring-group 1 monitor-port gigabitethernet 1/0/2
```

III. 設定の確認

ミラーリンググループの設定を確認します。

```
[AC] display mirroring-group 1
Mirroring group 1:
    Type: Local
    Status: Active
    Mirroring port:
        GigabitEthernet1/0/1  both
    Monitor port: GigabitEthernet1/0/2
```

目次

このセクションのページは **11-x-x** です。

11 章 NetMeister 11-1
11.1 概要 11-1
11.1.1 NetMeister の利用 11-1
11.1.2 設定手段について 11-3
11.2 設定作業リスト 11-4
11.2.1 手動設定による NetMeister の利用 11-5
11.2.2 ゼロタッチプロビジョニング機能による NetMeister の利用 11-8
11.3 NetMeister による管理 11-16
11.3.1 タブ一覧 11-17
11.4 NetMeister の表示と維持 11-18
11.5 NetMeister の設定例 11-18
11.5.1 親機モードでの NetMeister 接続 11-18
11.5.2 子機モードでの NetMeister 接続 11-20
11.6 NetMeister 利用のトラブルシューティング 11-22
11.6.1 NetMeister に QX が登録できない 11-22
11.6.2 NetMeister でグラフが正しく表示されない。 11-23
11.6.3 NetMeister のリモートログインが使えない 11-23
11.6.4 ファームウェア更新が成功しない 11-24
11.6.5 NetMeisterPrime 機能が使用できない 11-24

11章 NetMeister

🕮 **メモ:**

Version 7.2.21 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。
Version 7.2.55 を含む以降のソフトウェアから親機モードをサポートしています。
Version 7.2.56 を含む以降のソフトウェアから本機能を有効にした Anchor-AC は管理下の FIT/Anchor-FIT をオプション装置として NetMeister に登録します。
Version7.2.56 を含む以降のソフトウェアから IRF スタックでの NetMeister 利用をサポートしています。IRF スタックで利用する場合、MAC アドレスが Master 選定によって変化しないように irf mac-address persistent always コマンドを設定してください。また、IRF 分裂によって同一 MAC の装置が複数登録されないように MAD 機能を利用して下さい。

11.1 概要

NetMeister(ネットマイスター)は、NEC プラットフォームズが提供するクラウド型統合管理サービスです。NetMeister 対応のネットワーク機器をクラウド上で一元的に管理することができます。この章では、本装置を NetMeister に登録するための設定について説明します。

NetMeister の操作/詳細に関しては、NetMeister が提供する操作ガイドをご確認ください。

https://www.necplatforms.co.jp/product/netmeister/

11.1.1 NetMeister の利用

NetMeister を利用する場合、あらかじめ NetMeister のサイトで「アカウント登録」と「グループ登録」が必要です。

QX-W シリーズは、NetMeister における親機モード、および、子機モードをサポートします。

親機モードでは、NetMeister と MQTT によって直接接続状態を確立し、NetMeister によって管理する事ができます。ただし、親機モードには、NetMeister Prime(有償サービス)の利用が必要です。NetMeister Prime については NetMeister が提供する操作ガイドをご確認ください。

子機モードでは、親機モードの装置と連携する事で NetMeister からの応答を受け、NetMeister によって管理する事ができます。図 11-1 に示すように、子機モードだけでは NetMeister を利用できません。

🕮 **メモ:**

QX-W シリーズの親機モードは、子機モードと連携する動作を有しておりません。子機モードで NetMeister を利用する場合、QX-W シリーズ以外の親機モード対応を装置が必要です。親機モード対応装置については NetMeister が提供する操作ガイドをご確認ください。

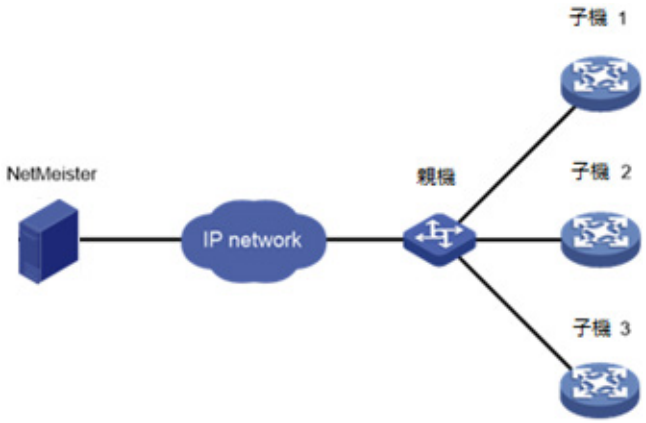


図 11-1 NetMeister との接続イメージ

子機モードを NetMeister によって管理する場合、親機モードの機器と同じのグループに属する必要があります。図 11-2 に示すように、子機モードは、親機モードの機器との通信と NetMeister と直接通信の両方を利用して NetMeister 上で管理され、NetMeister に関する通信は https(ssl)でおこなわれます(デフォルトポート番号: 443)。親機モードは、NetMeister に関する通信は mqtt(デフォルトポート番号:8883)と https(ssl)でおこなわれます。 (デフォルトポート番号:443)

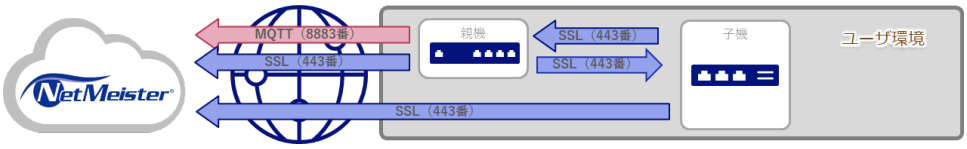


図 11-2 NetMeister への通信イメージ

図 11-3 に示すように、プロキシサーバを用いて外部ネットワークに接続をしている環境でも NetMeister を利用可能です。プロキシサーバのアドレスを設定することで、NetMeister 宛の通信をプロキシサーバ経由でおこなうことが可能です。

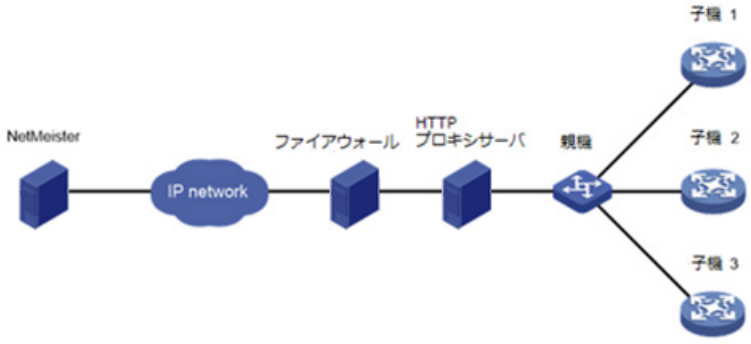


図 11-3 プロキシサーバを用いた NetMeister の利用環境

図 11-4 に示すように、子機で NetMeister への接続に proxy サーバを利用する場合、NetMeister 宛の通信のみ proxy サーバを経由します。親機と子機の間にプロキシサーバ及びファイアウォールがある様な特殊な環境の場合、親機と子機の間の通信を透過させるために、ファイアウォールで親機の LAN 側 IP 宛の通信を許可する必要があります。同様に、

ファイアウォールを跨ぐ位置にある NTP サーバ/DNS サーバ/SSH クライアント等との通信をする場合は、それらの許可も必要です。

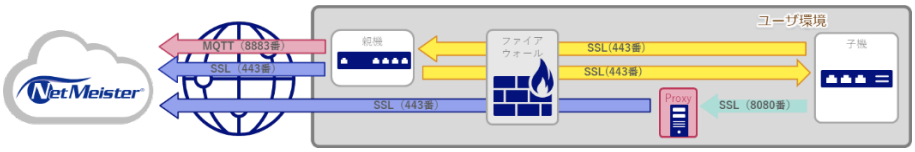


図 11-4 プロキシサーバを用いた NetMeister の通信イメージ

11.1.2 設定手段について

装置を NetMeister で管理をするためには、装置に手動でコンフィグを設定して環境に接続する手段と、ゼロタッチプロビジョニング機能(ZTP 機能)を利用して接続する手段があります。

ゼロタッチプロビジョニング機能は、スタートアップコンフィグレーションファイルを設定されていない状態で装置が起動する場合、NetMeister の親機から受けた DHCP パケットの情報を元に NetMeister から自動でコンフィグレーションファイルを取得し、適用することを可能にします。ゼロタッチプロビジョニング機能は装置に起動コンフィグが設定されていない状態で起動した際に自動で動作します。

図 11-5 に示すように、ゼロタッチプロビジョニング機能を利用する場合、管理者が事前に NetMeister 上に装置情報と利用するコンフィグレーションファイルを登録しておくことで、現場で装置設置をする作業者が、装置の操作をすることなく NetMeister に接続することが可能です。

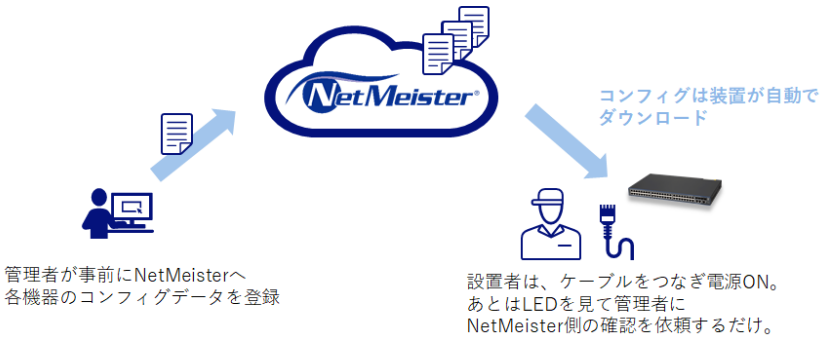


図 11-5 ゼロタッチプロビジョニングのイメージ

ゼロタッチプロビジョニング機能は、Auto Config 機能と交互に実行されます。Auto Config 機能についてはオペレーションマニュアルのセクション 1 はじめに “Auto Config” を参照してください。

11.2 設定作業リスト

作業リスト
手動設定による NetMeister の利用
外部ネットワークへの接続準備 ● (必須設定項目) 自装置の IP アドレスの設定 ● (必須設定項目) 使用する DNS サーバの設定 ● (必須設定項目) ルーティングの設定
NetMeister機能に関係する追加設定 ● (推奨設定項目) 時刻、及び、タイムゾーン(+9:00)の設定 ● (オプション設定項目) Web コンソールユーザの設定 ● (オプション設定項目) SSH ユーザの設定 ● (オプション設定項目) LLDP の設定
NetMeisterを利用するための設定 親機モードの場合 ● (オプション設定項目) NetMeister 上に表示するホスト名の設定 ● (必須設定項目) 親機モードの設定 ● (必須設定項目) グループ ID とグループパスワードの設定 ● (オプション設定項目) MQTT のポート番号の設定 ● (必須設定項目) 拠点 ID の設定 ● (オプション設定項目) プロキシサーバのアドレスの設定 ● (オプション設定項目) イベントログの送信無効の設定 ● (オプション設定項目)注意レベルの NM アラームの送信有効の設定 ● (必須設定項目) NetMeister 機能の有効化 子機モードの場合 ● (オプション設定項目) NetMeister 上に表示するホスト名の設定 ● (必須設定項目) グループ ID とグループパスワードの設定 ● (必須設定項目) 親機の IP アドレスとポート番号の設定 ● (オプション設定項目) プロキシサーバのアドレスの設定 ● (オプション設定項目) イベントログの送信無効の設定 ● (オプション設定項目)注意レベルの NM アラームの送信有効の設定 ● (必須設定項目) NetMeister 機能の有効化
ゼロタッチプロビジョニング機能による NetMeister の利用
事前準備作業 ● (必須設定項目)親機の設定 ● (必須設定項目)コンフィグレーションファイルの準備 ● (必須設定項目)装置情報の確認
NetMeisterへの情報登録 ● (必須設定項目)コンフィグレーションファイルの登録 ● (必須設定項目)装置情報の登録 ● (必須設定項目)プロビジョニングの設定
設置作業 ● (必須設定項目)プロビジョニングの有効化

11.2.1 手動設定による NetMeister の利用

I. 外部ネットワークへの接続準備

NetMeister と通信をするために、装置は親機を通して外部ネットワークに接続できる環境に接続されている必要があります。自装置の IP アドレス、使用する DNS サーバ、ルーティングの設定をしてください。DNS サーバは、親機から通知される NetMeister のアドレスを把握するために必要です。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． VLAN インタフェースを作成し、VLAN interface view に移行する	**interface vlan-interface** vlan-interface-id	ー
3． VLAN インタフェースに IP アドレスを割り当てる	・固定アドレスを割り当てる。 **ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* } **[sub]** ・DHCPでアドレスを取得する **ip address dhcp-alloc**	デフォルト：設定なし
4． VLAN view から戻る	**Quit**	ー
5． DNS サーバの IP アドレスを指定する	**dns server** *ip-address*	デフォルト：設定なし DHCPサーバから情報を取得する場合は設定の必要はありません。
6． ルーティングの設定をする	**ip route-static** *dest-address* { *mask-length* | *mask* } { *interface-type interface-number* [*next-hop-address*] | *next-hop-address* } [**permanent** | **track** *track-entry-number*] [**preference** *preference*] [**tag** *tag-value*] [**description** text]	デフォルト：設定なし DHCPサーバから情報を取得する場合は設定の必要はありません。

II. NetMeister 機能に関係する追加設定

NetMeister で利用する機能によっては従来の装置機能を設定しておく必要があります。

それぞれの機能の設定手順についてはそれぞれの機能の章を参照してください。

各NetMeister機能についての説明はNetMeisterが提供する操作ガイドをご確認ください。

NetMeister 機能	必要設定	補足
CPU/メモリ/温度/ポートトラフィック情報表示	時刻 （手動/NTP）、及び、タイムゾーン（+9:00）	装置時刻が正しくない場合、正しいグラフを表示できません。 v7.2.89を含む以降のソフトウェアではNetMeisterに接続した際に時刻とタイムゾーンが自動で設定されます。
HTTPSでリモートログインする	Webコンソール利用設定	
SSHでリモートログインする	SSH接続利用設定	
デバイスマップを見る（L2モード）	LLDP有効化	親機でも設定が必要です。

🕮 **メモ:**

本追加設定や装置名、管理 AP 名などの基本情報は NetMeister に接続したタイミングと、その後の周期情報更新で Netmeister に通知されます。NetMeister 接続後にこれらの設定を変更し、即時情報を更新したい場合は **netmeister update** コマンドを実行することで可能です。**netmeister update** コマンドは Version7.2.67 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

III. NetMeister を利用するための設定

1) 親機モードの場合

NetMeister を利用するために、NetMeister のサイトで設定したグループ ID、グループパスワードを設定してください。MQTT のポート番号は 443 に変更が可能です。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. (オプション設定項目) NetMeister 上に表示するホスト名を設定する	**sysname** sysname	デフォルト：装置名
3. 親機モードを有効にする	**netmeister mode parent**	デフォルト：無効
4. グループ ID とグループパスワードを設定する	**netmeister account** *account* **password { cipher** *cipherPassword* **| simple** *plainPassword* **}**	デフォルト：設定なし
5. (オプション設定項目)MQTT のポート番号を設定する	**netmeister parent-mode mqtt port { 8883 | 443]**	デフォルト：8883
6. サイト名を設定する	**netmeister parent-mode sitename** *string*	デフォルト：設定なし
7. (オプション設定項目) プロキシサーバのアドレスを指定する。	**netmeister proxy url** *url* [**username** *username* **password** { **cipher** | **simple** } *string*]	デフォルト：設定なし V7.2.56以降のソフトウェアから、本コマンドによってMQTT通信もproxyサーバを利用します。
8. (オプション設定項目) イベントログの送信を無効にする。	**undo netmeister event log enable**	デフォルト：V7.2.56以降のソフトウェアからイベントログを送信します。
9. (オプション設定項目) イベントログ(syslog)の送信を無効にする。	**undo netmeister event syslog enable**	デフォルト：v7.2.89以降のソフトウェアから送信
10. (オプション設定項目) 注意レベルの NM アラームの送信を有効にする。	**netmeister alarm enable notice**	デフォルト：無効 V7.2.63以降のソフトウェアから有効にできます。
11. NetMeister 機能の有効化	**netmeister enable**	デフォルト：無効

2) 子機モードの場合

NetMeister を利用するために、NetMeister のサイトで設定したグループ ID、グループパスワードと、親機の IP アドレス、ポート番号の設定をしてください。プロキシサーバのアドレスを設定すると、NetMeister への https 通信のために任意のプロキシサーバを利用します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. (オプション設定項目) NetMeister 上に表示するホスト名を設定する	**sysname** sysname	デフォルト：装置名
3. グループ ID とグループパスワードを設定する	**netmeister account** *account* **password { cipher** *cipherPassword* **| simple** *plainPassword* **}**	デフォルト：設定なし
4. 親機の IP アドレスとポート番号を指定する	**netmeister parent ip** *ip-address* **[port** *port-number* **]**	デフォルト：設定なし 最大2つまで設定が可能です。 ポート番号を指定しない場合、デフォルトで443が使用されます。
5. (オプション設定項目) プロキシサーバのアドレスを指定する。	**netmeister proxy url** *url* [**username** *username* **password** { **cipher** | **simple** } *string*]	デフォルト：設定なし
6. (オプション設定項目) イベントログの送信を無効にする。	**undo netmeister event log enable**	デフォルト：V7.2.56以降のソフトウェアからイベントログを送信します。
7. (オプション設定項目) イベントログ(syslog)の送信を無効にする。	**undo netmeister event syslog enable**	デフォルト：v7.2.89以降のソフトウェアから送信
8. (オプション設定項目) 注意レベルの NM アラームの送信を有効にする。	**netmeister alarm enable notice**	デフォルト：無効 V7.2.63以降のソフトウェアから有効にできます。
9. NetMeister 機能の有効化	**netmeister enable**	デフォルト：無効

メモ:

netmeister proxy コマンドは Version 7.2.27 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。Version 7.2.56 を含む以降のソフトウェアから親機モードがおこなう MQTT 通信も **netmeister proxy** コマンドによって proxy サーバを利用します。

IV. NetMeister の表示と維持

すべての view で display コマンドを実行できます。

操作	コマンド
NetMeisterおよび親機との接続状態を表示する	**display netmeister**

11.2.2 ゼロタッチプロビジョニング機能による NetMeister の利用

🕮 **メモ:**

ゼロタッチプロビジョニング機能は Version 7.2.44 を含む以降のソフトウェアからサポートしています。

I. 事前準備作業

🕮 **メモ:**

ゼロタッチプロビジョニング機能の利用可能条件:

親機モードで接続する場合

- DHCP サーバが必要です。
- proxy 経由のゼロタッチプロビジョニングをおこなう場合、同じネットワーク内に proxy 経由で NetMeister に接続している他の親機モードの装置と、Option43 を付与できる DHCP サーバが必要です。
- 装置で利用する正しいコンフィグレーションファイルの事前準備が 1 装置につき 1 つ必要です。
- 利用する装置の MAC アドレス、シリアルナンバー、装置名の情報が必要です。
- コンフィグダウンロード時は、NetMeister 側でダウンロードの有効時間の指定が必要です。

子機モードで接続する場合

- NetMeister に接続している他の親機モードの装置が必要です。
- Option43 を付与できる DHCP サーバが必要です。
- proxy 経由のゼロタッチプロビジョニングをおこなう場合、NetMeister に接続している他の親機モードの装置が proxy 経由で NetMeister に接続している必要があります。
- 装置で利用する正しいコンフィグレーションファイルの事前準備が 1 装置につき 1 つ必要です。
- 利用する装置の MAC アドレス、シリアルナンバー、装置名の情報が必要です。
- コンフィグダウンロード時は、NetMeister 側でダウンロードの有効時間の指定が必要です。

その他の補足

- QX-W シリーズの AP は、動作モードをあらかじめ利用するモードに変更しておく必要があります。

1) DHCP サーバの設定

ゼロタッチプロビジョニング機能を利用する場合、NetMeister にアクセスするための IP アドレス、ゲートウェイアドレス、DNS サーバ情報は DHCP サーバから取得する必要があります。また、子機モードで利用する場合、または proxy 経由でゼロタッチプロビジョニングを行う場合、親機から情報を得るために Option43 によって親機アドレスを通知する必要があります。

Option43 のフォーマット
NEC,zerotouch,<親機IPv4アドレス>,<親機待ち受けポート> 例）**NEC,zerotouch,192.0.2.1,443**

NetMeister 機能のゼロタッチプロビジョニング子機対応機能(QX 未サポート)をサポートする親機を DHCP サーバとする場合、ゼロタッチプロビジョニング用の DHCP リクエストにだけ Option43 の情報を通知することが可能です。NetMeister 機能のゼロタッチプロビジョニング子機対応に関しては NetMeister 操作ガイドを参照してください。

2) コンフィグレーションファイルの準備

ゼロタッチプロビジョニング機能で設定を行う対象装置のために、コンフィグファイルをテキストで作成し、zip 圧縮してください。間違ったコンフィグファイルを使用しないよう、あらかじめ実機で確認をしたコンフィグを使用することを推奨します。

下記にコンフィグレーションファイルのサンプルを示します。

親機モードのコンフィグレーションのサンプル

```
#
 clock timezone JST add 09:00:00
#
 ssh server enable
#
 ip https enable
#
 lldp global enable
#
interface Vlan-interface1
 ip address dhcp-alloc
#
 ntp-service enable
 ntp-service unicast-server ntp.nict.jp
#
line vty 0
 authentication-mode scheme
#
local-user nec class manage
 password simple qx12345678
 service-type ssh https
 authorization-attribute user-role network-admin
#
 netmeister mode parent
 netmeister account test password simple abcdefg
 netmeister parent-mode mqtt port 443
 netmeister parent-mode sitename kyoten1
 netmeister enable
#
```

子機モードのコンフィグレーションのサンプル

```
#
 clock timezone JST add 09:00:00
#
 ssh server enable
#
 ip https enable
#
 lldp global enable
#
interface Vlan-interface1
 ip address dhcp-alloc
#
 ntp-service enable
 ntp-service unicast-server ntp.nict.jp
#
line vty 0
 authentication-mode scheme
#
local-user nec class manage
 password simple qx12345678
 service-type ssh https
 authorization-attribute user-role network-admin
#
 netmeister account test password simple abcdefg
 netmeister parent ip 1.1.1.1 port 443
 netmeister enable
#
```

3) 装置情報の確認

ゼロタッチプロビジョニング機能を利用する装置の MAC アドレス、シリアルナンバー、装置名の情報を確認してください。 MAC アドレス、シリアルナンバー、装置名は、梱包箱または装置の本体ラベルに記載されています。

II. NetMeister への情報登録

NetMeister にログインしてください。(NetMeister を利用するためのアカウントおよびグループの作成についての説明は省略します。NetMeister 操作ガイドを確認してください。)

1) NetMeister でのゼロタッチプロビジョニングは、NetMeister 画面左側メニューの「設定」からおこないます。

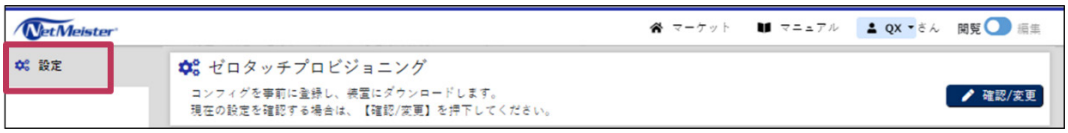


図 11-6 設定メニューの表示

2)　ゼロタッチプロビジョニングの設定のために編集モードにします。

図 11-7 編集モードへの変更

3)　コンフィグレーションファイルを NetMeister 上に登録します。

図 11-8 コンフィグ登録画面

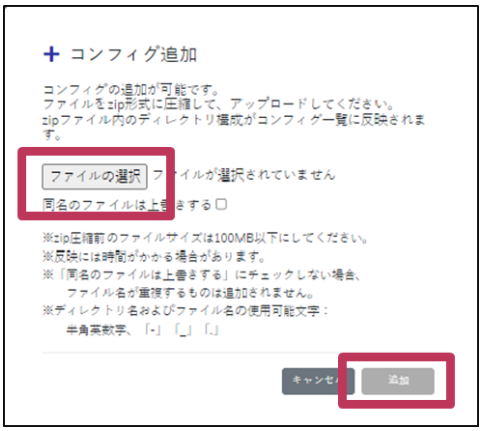


図 11-9 コンフィグの選択

🕮 **メモ:**

NetMeister へのコンフィグレーションファイルの登録は zip 形式でおこないます。複数のコンフィグレーションファイルをフォルダに格納して zip 圧縮しておくことで一度に登録も可能です。

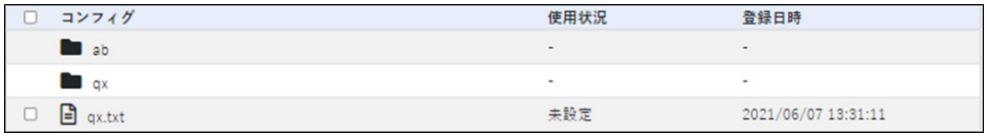


図 11-10 コンフィグ登録後の表示

4)　ゼロタッチプロビジョニングを利用する装置情報を登録します。

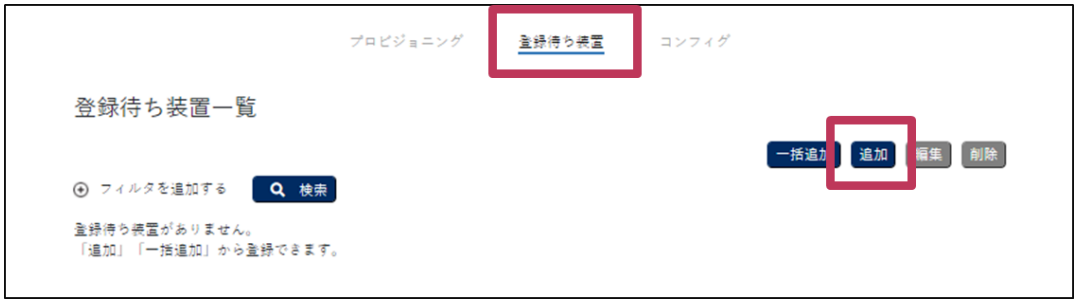


図 11-11 登録待ち装置設定画面

図 11-12 装置情報の登録例

メモ:

装置情報の登録では、シリアル番号の入力は大文字小文字を区別します。
MAC アドレスの入力は大文字小文字を区別しません。
「：」「-」などは含めないでください。
シリーズ名、機種名の選択を間違えないよう注意してください。

図 11-13 登録後の表示

5)　登録したコンフィグレーションファイルと装置情報を紐づけます。

図 11-14 プロビジョニングの設定画面

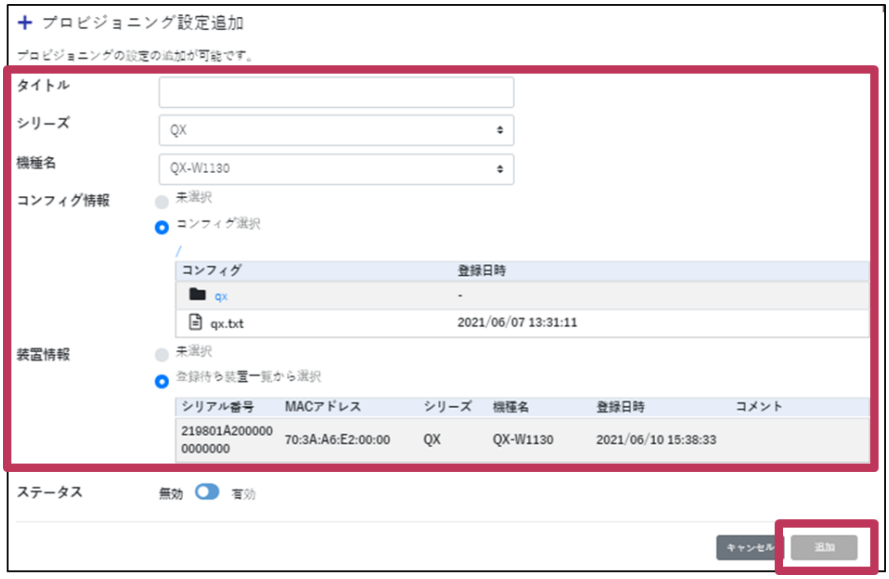


図 11-15 装置とコンフィグの選択

メモ:

タイトルは任意の文字列を入力してください。
シリーズ名と装置名を選択すると、他は選択可能なものだけが表示されますので任意の組み合わせを選択してください。
設置作業者がすぐに作業をしない場合はステータスを[無効]で登録しておきます。

III. 設置作業

1) 設置作業者が作業する時間を考慮し、コンフィグのダウンロード可能時間を設定します。一覧から対象の行を選択すると、現在の設定情報が下に表示されます。

図 11-16 プロビジョニング設定一覧

2)　選択した設定のステータスを[編集]から有効にし、コンフィグダウンロード可能時間を設定します。

図 11-17 ステータスの変更と DL 有効時間の設定

メモ:

有効時にダウンロード後の無効パターンを指定できますが、QX のゼロタッチプロビジョニングは、ダウンロード完了時はコンフィグを次回起動のコンフィグとして保存、再起動しますので、どちらを選んでも 1 度のみの取得動作です。(次回以降の起動時は保存済のコンフィグを使用して起動します。)

---

3)　設置場所で設置作業者が指定の装置を開梱します。
4)　準備後、管理者に装置設置開始の連絡をします。
5)　管理者は NetMeister 上で対象のゼロタッチプロビジョニングの有効化をします。
6)　設置作業者は指定の環境に装置を接続します。
7)　接続した装置は NetMeister から自動的にコンフィグを取得します。

QX のゼロタッチプロビジョニングでは、取得したコンフィグデータを自動で次回起動のコンフィグとしてセットし、再起動します。

DHCP サーバの設定ミスやインターネット環境に出られない環境など、何らかの理由で失敗している場合はリトライを繰り返し、再起動はしません。環境を見直してください。ゼロタッチプロビジョニングのプロセスを止めるためには、CLI で<Ctrl+C>または<Ctrl+D>を押下してください。

8)　再起動を LED 変化で確認し、管理者に連絡します。

起動時の LED 変化は下記の通りです。

表 11-1 QX-W2230AC

状態	SYS LED
Boot 起動中	消灯→オレンジ点灯→緑点灯
System 起動中	緑点滅(0.5s)→点灯
ゼロタッチプロビジョニング中	緑点滅(1s)
ゼロタッチプロビジョニング成功時	(自動再起動)消灯→オレンジ点灯→緑点灯
コンフィグ読み込み中	緑点滅(1s)
起動完了	緑点灯

9)　NetMeister 上で状態を確認します。

図 11-18 動作状態の確認

結果がダウンロード成功の場合、コンフィグ取得を終えています。装置詳細画面に装置が表示されたことをチェックしてください。装置情報の誤入力や、環境の問題で NetMeister にアクセスができていない場合はカウントがされません。

図 11-19 装置一覧の確認

装置が再起動し、起動したにもかかわらず装置一覧に表示されない場合、準備されたコンフィグに NetMeister に接続するための設定の不備がある可能性があります。

装置一覧に装置が表示されれば NetMeister で管理ができています。

IV. 参考

NetMeister であらかじめアカウント管理から通知設定でゼロタッチ通知にチェックをいれておくと、ゼロタッチプロビジョニングによるコンフィグ取得成功時にメールが通知されます。

図 11-20 アカウント管理

図 11-21 通知の設定

11.3 NetMeisterによる管理

Netmeister の操作、及び、対応機能に関しては NetMeister が提供する操作ガイドをご確認ください。

https://www.necplatforms.co.jp/product/netmeister/

11.3.1 タブ一覧

NetMeister 上の装置詳細の画面に表示されるタブは、機器ごとに表示される内容が異なり、NetMeister prime の利用によって利用可能になる機能もあります。また、表示のレイアウトは NetMeister 側の更新によって変わる可能性があります。詳細は NetMeister が提供する操作ガイドをご確認ください。

本装置は以下のタブに対応しています。

タブ名	説明
装置概要	装置の詳細画面を表示します。 詳細はNetMeisterが提供する操作ガイドをご確認ください。
アラーム	AC は温度異常/FAN 異常/CPU 異常/メモリ異常/異常再起動時にアラームを送信します。温度/CPU/メモリのしきい値はシステム管理の各種しきい値設定値に依存します。 その他の対応アラームはNetMeisterが提供する操作ガイドをご確認ください。
デバイスリスト	MAC テーブルと ARP テーブルを合わせた情報を表示します。 オプション装置は対象外です。
コンフィグ	NetMeister 上にコンフィグを保存、装置の次回起動コンフィグとの比較、反映が可能です。 オプション装置は対象外です。
ログ	V7.2.63 を含む以降のソフトウェアで表示されます。 NetMeister から定期的に装置情報を取得し、NetMeister に保存できます。装置ごとに、時間帯を指定できます。 オプション装置は対象外です。
Ping 監視	v7.5.73 を含む以降のソフトウェアで表示されます。 NetMeister から装置に対して Ping 監視の設定ができます。 オプション装置は対象外です。
管理 AP	V7.2.52 を含む以降のソフトウェアで表示されます。 display wlan ap all reboot-record コマンド相当の情報を表示します。 取得ボタン操作後に、管理下 AP から収集した情報を表示します。再起動履歴の情報に更新がある場合、取得ボタン操作時に Ancho-AC は情報の更新処理をおこなうため、再起動履歴部分の情報は表示されません。3 分程度待った後、再度取得ボタンを押すことで再起動履歴情報も表示されます。 オプション装置は対象外です。
接続フェーズ	V7.2.58 を含む以降のソフトウェアで表示されます。 無線端末の接続フェーズ毎の失敗状況と、最終的な接続割合を確認することができます。 オプション装置の情報は AC の情報に含まれます。

タブ名	説明
無線 LAN	アクセスポイント一覧はサービステンプレートを適用して有効になっている一覧のみ表示します。無線端末一覧は接続された端末の一覧を表示します。周辺 AP 一覧は wips 設定が有効な場合にのみ、取得している情報が表示されます。 オプション装置の情報は AC の情報に含まれます。
VLAN	display vlan コマンド、及び、display interface Vlan-interface brief 相当の情報を表示します。 オプション装置は対象外です。
ポート状態	物理インタフェースの情報を表示します。 オプション装置は対象外です。
ファイル管理	v7.5.89 を含む以降のソフトウェアで表示されます。 装置のディレクトリの確認、削除が可能です。一部のファイルについては取得、転送も可能です。 オプション装置は対象外です。

11.4 NetMeisterの表示と維持

操作	コマンド
NetMeister との接続状態を表示する	**display netmeister**

🕮 **メモ:**

display netmeister コマンドで表示する情報は装置から親機、及び、NetMeister への接続に関する状態です。装置からの通信に問題が無く、NetMeister、親機から装置への要求メッセージが届いていない場合などは、NetMeister 上の状態表示と装置側の状態情報は一致しない場合があります。

11.5 NetMeisterの設定例

11.5.1 親機モードでの NetMeister 接続

I. ネットワーク要件

図 11-22 に示すように、Device A に親機モードの設定をします。

- あらかじめ NetMeister のサイトで「アカウント登録」をし、「グループ登録」としてグループ ID(aaa)とグループパスワード(bbb)が設定されていることとします。
- DNS サーバとして 10.0.0.254 が動作していることとします。

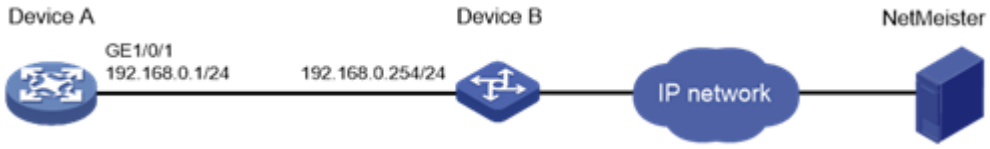


図 11-22 ネットワーク図

II. 設定手順

1. 外部ネットワークへの接続準備をします。

#VLAN インタフェースを作成し、IP アドレスをインタフェースに割り当てます。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] vlan 1
[DeviceA-vlan1] port gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-vlan1] quit
[DeviceA] interface vlan-interface 1
[DeviceA -Vlan-interface1] ip address 192.168.0.1 24
[DeviceA -Vlan-interface1] quit
```

DNS サーバを指定します。

```
[DeviceA] dns server 10.0.0.254
```

ルーティング設定をします。

```
[DeviceA] ip route-static 0.0.0.0 0 192.168.0.254
```

2. その他の追加機能の設定をします。

時刻とタイムゾーン(+9:00)の設定をします。

```
[DeviceA] clock timezone JST add 09:00:00
[DeviceA] ntp-service enable
[DeviceA] ntp-service unicast-server 192.168.0.254
```

ssh と web コンソールアクセス用の設定をします。

```
[DeviceA]ssh server enable
[DeviceA]ip https enable
[DeviceA]line vty 0
[DeviceA-line-vty0]authentication-mode scheme
[DeviceA-line-vty0]local-user nec class manage
[DeviceA-luser-manage-nec]password simple qx12345678
[DeviceA-luser-manage-nec]service-type ssh https
[DeviceA-luser-manage-nec]authorization-attribute user-role network-admin
[DeviceA-luser-manage-nec]quit
```

lldp の有効化をします。

```
[DeviceA] lldp global enable
```

3. NetMeister を利用するための設定をします。

親機モードを利用するための設定をします。

```
[DeviceA] netmeister mode parent
```

グループ ID(aaa)とグループパスワード(bbb)を設定します。

```
[DeviceA] netmeister account aaa password simple bbb
```

親機モードで NetMeister に接続する際の MQTT のポート番号を 443 に変更します。

```
[DeviceA] netmeister parent-mode mqtt port 443
```

親機モードで利用するための拠点 id(kyoten1)を指定します。

```
[DeviceA] netmeister parent-mode sitename kyoten1
```

NetMeister 機能の有効化をします。

```
[DeviceA] netmeister enable
```

III. 設定の確認

1. 外部ネットワークと疎通ができることを確認するために、いずれかの外部ネットワークと ping の疎通ができることを確認します。

```
<SwitchA>ping 1.1.1.1
Ping 1.1.1.1 (1.1.1.1): 56 data bytes, press CTRL+C to break
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=0 ttl=52 time=68.584 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=52 time=49.657 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=52 time=48.447 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=52 time=58.423 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=4 ttl=52 time=59.423 ms

--- Ping statistics for 1.1.1.1 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 48.447/56.907/68.584/7.336 ms
```

2. NetMeister および親機との接続状態を確認します。

```
<DeviceA> display netmeister
NetMeister state         :  Enabled
Mode                     :  Parent
Connection state with NetMeister:  Connected
Account name             :  aaa
Event log                :  Enabled
Proxy information:
State                    :  --
Parent information:
Site name                :  kyoten1
Interval                 :  3600 sec
MQTT interval            :  60 sec
MQTT status              :  Connected
```

🕮 **メモ:**

- NetMeister prime を利用していない場合、親機モードの QX は接続を完了できません。NetMeister の操作ガイドを参照し、ライセンス適用を行ってください。

11.5.2 子機モードでの NetMeister 接続

I. ネットワーク要件

図 11-23 に示すように、Device B を親機とし、Device A に子機モードの設定をします。

- あらかじめ NetMeister のサイトで「アカウント登録」をし、「グループ登録」としてグループ ID(aaa)とグループパスワード(bbb)が設定されていることとします。
- あらかじめ親機は外部ネットワークに接続するための設定を行い、グループ ID(aaa)に属していることとします。
- DNS サーバとして 10.0.0.254 が動作していることとします。

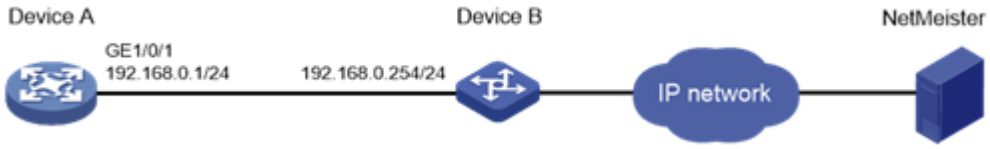


図 11-23 ネットワーク図

II. 設定手順

1. 外部ネットワークへの接続準備をします。

#VLAN インタフェースを作成し、IP アドレスをインタフェースに割り当てます。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] vlan 1
[DeviceA-vlan1] port gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-vlan1] quit
[DeviceA] interface vlan-interface 1
[DeviceA -Vlan-interface1] ip address 192.168.0.1 24
[DeviceA -Vlan-interface1] quit
```

DNS サーバを指定します。

```
[DeviceA] dns server 10.0.0.254
```

ルーティング設定をします。

```
[DeviceA] ip route-static 0.0.0.0 0 192.168.0.254
```

2. その他の追加機能の設定をします。

時刻とタイムゾーン(+9:00)の設定をします。

```
[DeviceA] clock timezone JST add 09:00:00
[DeviceA] ntp-service enable
[DeviceA] ntp-service unicast-server 192.168.0.254
```

ssh と web コンソールアクセス用の設定をします。

```
[DeviceA]ssh server enable
[DeviceA]ip https enable
[DeviceA]line vty 0
[DeviceA-line-vty0]authentication-mode scheme
[DeviceA-line-vty0]local-user nec class manage
[DeviceA-luser-manage-nec]password simple qx12345678
[DeviceA-luser-manage-nec]service-type ssh https
[DeviceA-luser-manage-nec]authorization-attribute user-role network-admin
[DeviceA-luser-manage-nec]quit
```

lldp の有効化をします。

```
[DeviceA] lldp global enable
```

3. NetMeister を利用するための設定をします。

グループ ID(aaa)とグループパスワード(bbb)を設定します。

```
[DeviceA] netmeister account aaa password simple bbb
```

親機の IP アドレスとポート番号(デフォルト:443)を指定します。

```
[DeviceA] netmeister parent ip 192.168.0.254 port 443
```

NetMeister 機能の有効化をします。

```
[DeviceA] netmeister enable
```

III. 設定の確認

1. 外部ネットワークと疎通ができることを確認するために、いずれかの外部ネットワークと ping の疎通ができることを確認します。

```
<SwitchA>ping 1.1.1.1
Ping 1.1.1.1 (1.1.1.1): 56 data bytes, press CTRL+C to break
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=0 ttl=52 time=68.584 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=52 time=49.657 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=52 time=48.447 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=52 time=58.423 ms
56 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=4 ttl=52 time=59.423 ms

--- Ping statistics for 1.1.1.1 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 48.447/56.907/68.584/7.336 ms
```

2. NetMeister および親機との接続状態を確認します。

```
<DeviceA> display netmeister
NetMeister state                          :  Enabled
Connection state with NetMeister          :  Connected
Account name                              :  aaa
Parent 1:
 IP address                               :  192.168.0.254
 Port number                              :  443
 Connection state                         :  Connected
```

11.6 NetMeister利用のトラブルシューティング

NetMeister 操作ガイドにも装置毎の機能対応一覧、及び、NetMeister 機能に関する注意事項、FAQ が記載されていますので参照して下さい。

11.6.1 NetMeister に QX が登録できない

I. 症状

QX で NetMeister を利用したいが NetMeister に装置が登録できない。

II. 解決策

子機モードで利用する場合

1) 同一グループに既に親機モードで登録されていないか確認し、登録されている場合は装置削除します。
2) 親機となる装置が NetMeister に接続できているか確認します。
3) 子機で **display netmeister** コマンドによって接続ステータスを確認します。
4) 親機との接続ができていない場合、設定したグループ ID およびパスワードが親機で設定しているものと同じであるか確認します。
5) NetMeister との接続ができていない場合、子機から外部ネットワークに DNS を使用した通信ができることを確認します。
6) 問題が解決しない場合、NetMeister のサイトから問い合わせをしてください。

親機モードで利用する場合

1) NetMeister 上で同一グループに該当装置が既に子機モードで登録されていないか確認し、登録されている場合は装置削除します。
2) NetMeister 上のライセンスの数が十分か確認します。
3) **display netmeister** コマンドによって接続ステータスを確認します。
4) 外部ネットワークに DNS を使用した通信ができることを確認します。
5) 問題が解決しない場合、NetMeister のサイトから問い合わせをしてください。

11.6.2 NetMeister でグラフが正しく表示されない。

I. 症状

QX の装置詳細画面でグラフ情報が正しく表示されない。

II. 解決策

1) 装置にタイムゾーン(+9:00)が設定されていることを確認します。
2) 装置の時刻が正しいことを確認します。
3) NetMeister に装置登録した後に時刻設定を変更した場合は、周期的な装置情報更新のために、1 時間待つか NetMeister 機能を一度無効にし、再度有効にします。
4) 問題が解決しない場合、NetMeister のサイトから問い合わせてください。

🕮 **メモ:**

v7.2.89 を含む以降の送付とウェアでは、装置は NetMeister に接続したタイミングでタイムゾーン(+9:00)と時刻設定を自動でおこないます。

11.6.3 NetMeister のリモートログインが使えない

I. 症状

QX にリモートログインができない。

II. 解決策

1) 装置に ssh または web コンソール接続の設定がされてあることを確認します。
2) リモートログインでのアクセスに利用する PC がプライベートアドレスではないことを確認します。
3) 操作 PC と対象の装置間でファイアウォールやフィルタなど、通信制限がない事を確認します。
4) 環境がプロキシやファイアウォールを利用していないことを確認します。
5) 問題が解決しない場合、NetMeister のサイトから問い合わせてください。

11.6.4 ファームウェア更新が成功しない

I. 症状

NetMeister で管理している装置のファームウェア更新(バージョンアップ)が成功しない。

メモ:

AC の管理下 AP は NetMeister に管理されていませんので NetMeister とは関係なく、AC がバージョンアップされた後に AC と AC 管理下 AP 間の仕組みによって自動バージョンアップ処理が行われます。

II. 解決策

1) タスク一覧からタスクの状態を確認します。
2) タスク結果が失敗と表示され、詳細理由にディレクトリサイズが足りない、または、セットに失敗したと表示されている場合、装置のディレクトリサイズが不足していますので不要なファイルを削除します。

メモ:

ファームウェア更新をするためには、NetMeister から取得する ipe 形式のソフトウェアと、それを bin ファイルに解凍する分のディレクトリの空き容量が必要です。
ソフトウェア v7.2.44 を含む以降のバージョンでは、NetMeister 機能[コマンド実行]によって、NetMeister からディレクトリ確認コマンド(**dir**)及び削除コマンド(**delete /unreserved**)等の実行が可能です。v7.2.44 以前のバージョンでは NetMeister 機能[リモートログイン]やコンソールケーブル接続等して、直接装置でコマンドを実行してください。

---

3) 問題が解決しない場合、NetMeister のサイトから問い合わせてください。

11.6.5 NetMeisterPrime 機能が使用できない

I. 症状

NetMeister に prime ライセンスを適用(またはトライアル)したが機能が使用できない。

II. 解決策

1) NetMeister メニューからライセンスの適用状態を確認し、適用されていない場合は適用操作をします。(NetMeister が提供する NetMeister 操作ガイド参照)
2) 子機モードの場合、手動で有償化操作をする必要があります。
3) prime 機能にはライセンス適用時に即座に利用できるものと、周期的な装置情報更新のタイミングで識別され使用可能になる機能がありますので、1 時間待つか NetMeister 機能を一度無効にし、再度有効にします。v7.2.67 以降のソフトウェアでは、**netmeister updae** コマンドによって周期的な装置情報更新を即座におこなうことができます。
4) 問題が解決しない場合、NetMeister のサイトから問い合わせてください。

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

12. IRF スタック

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-IRF スタックの概要
02-IRF スタックの設定

目次

このセクションのページは **12-x-x** です。

1 章 IRF スタックの概要 1-1
1.1 基本コンセプト 1-2
1.2 ネットワークトポロジ 1-5
1.3 設定の同期メカニズム 1-6
1.4 Master の選定 1-6
1.5 マルチアクティブの検知の処理 1-7
1.6 MAD メカニズム 1-10
1.6.1 ARP MAD 1-10

1章 IRF スタックの概要

IRF(Intelligent Resilient Framework)スタック機能は、同一レイヤの複数の装置を IRF スタックポートで相互接続することにより、仮想的に 1 つの装置とすることができます。データセンタクラスの有効性、柔軟性を提供します。IRF スタック仮想化技術は複数の装置の電力、装置間の動作、管理、連続したメンテナンスを一括して行うことができます。

図 1-1 に 2 つのメンバ装置がある IRF スタックユニットを示します。上位レイヤおよび下位レイヤのユーザには、1 つの装置として見えます。

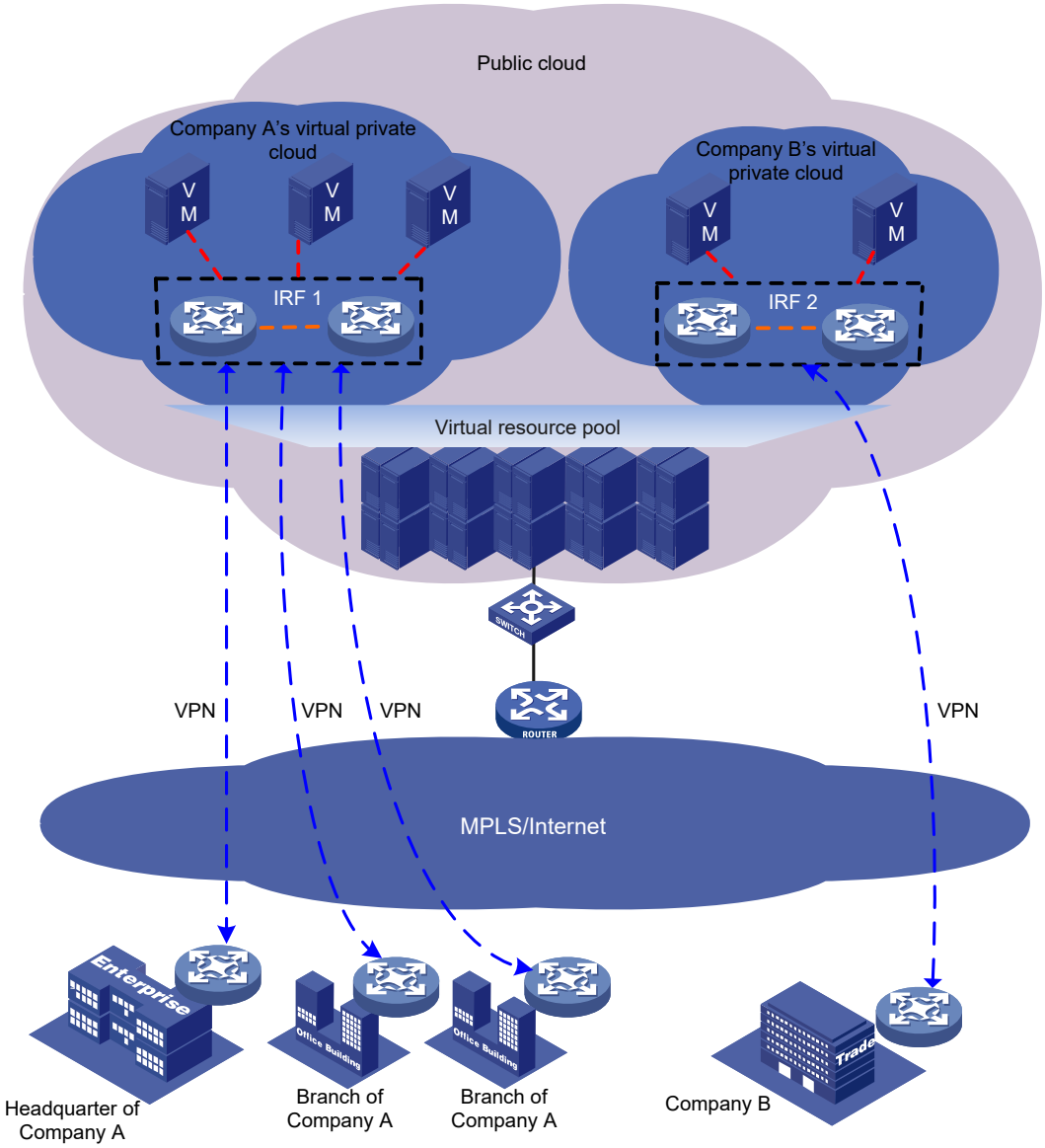


図 1-1 IRF スタックアプリケーションシナリオ

IRF スタックは以下の利点があります。

- **簡素化されたトポロジと容易な管理**－IRF スタックユニットは 1 つのノードとして、ネットワーク上で 1 つの IP アドレスでアクセス可能です。IRF スタックユニットのすべてのメンバ装置を管理するために、この IP アドレスを使用し、メンバ装置にログインすることができます。加えて IRF スタックメンバ装置でスパニングツリーを動作させる必要がありません。
- 1:N **冗長性**－IRF スタックユニット全体を管理し、制御するため、IRF スタックで 1 つのメンバ装置が Master として動作します。Master をバックアップする間、ほかのすべてのメンバはサービスを処理します。Master が故障したとき、ほかのメンバ装置はサービスを中断することなく、メンバ装置の中から新しい Master を選定します。
- **スタートポロジ**—IRF メンバ装置はレイヤ 2 ネットワークを経由してスタートポロジに接続されます。サービストラフィックと IRF プロトコルパケットは、既存の物理リンクを使用してメンバ装置間でやり取りされます。IRF メンバ装置に接続するために、専用の物理リンクを使用する必要はありません。
- **IRF リンク冗長性**－冗長性をもたせるため、IRF ポートに複数のリンクを割り当てることができます。IRF トポロジは、ループを自動的に排除します。
- **ネットワークのスケーラビリティと信頼性**－IRF スタックユニットの処理能力はすべてのメンバ装置の全処理能力と同一です。ネットワークのトポロジを変更することなく、メンバ装置を追加することで容易に、ポート、ネットワーク帯域幅、IRF スタックユニットの処理能力を増加することができます。

1.1 基本コンセプト

この章は IRF スタックを導入する際の基本コンセプトについて記載します。

I. IRF スタックメンバ役割

IRF スタックは、Master と standby（ここでは subordinate と呼ばれます）の 2 つのメンバの役割(ロール)を使用します。

装置は IRF スタックユニットを形成するとき、IRF スタックユニットを管理、制御するため、Master を選定し、ほかの装置は Master をバックアップします。Master 装置が故障したとき、ほかの装置が自動的に新しい Master を選定します。Master の選定についての詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 12 *IRF スタック　“IRF スタックの概要”の “Master の選定”*を参照してください。

II. IRF スタックメンバ ID

IRF スタックユニットでは、メンバ装置を識別し、管理するためにメンバ ID を使用します。メンバ ID 情報は、IRF スタックユニットのインタフェースとファイルを識別するため、インタフェースをインタフェース番号とファイルのパスの最初の部分が含まれます。2 つの装置が同じ IRF スタックメンバ ID を持つとき、IRF スタックユニットを形成することはできません。装置の IRF スタックメンバ ID がすでに IRF スタックユニットで使用されている場合、装置は IRF スタックに加入することができません。

例えば、ある装置がインタフェース GigabitEthernet 1/0/1 とファイル cfa0:/test.cfg を持っているとします。この装置を IRF スタックメンバ ID 2 として IRF スタックユニットに追加する場合、インタフェースの名前は GigabitEthernet 2/0/1 に変わり、ファイル名は slot2#cfa0:test.cfg に変わります。

III. IRF スタックポート

IRF スタックポートは IRF スタックメンバ装置間の接続を行うための論理的なインタフェースです。

IRF が有効な各装置は 1 つの IRF スタックポートをサポートします。IRF スタックポートは IRF スタックポート n と記載され、n は装置のメンバ ID です。

IRF スタックポートを使用するため、最小限 1 つの IRF スタック物理ポートを IRF スタックポートに結びつける必要があります。

IV. IRF スタックリンク

IRF スタックポートに結びつけられたネットワークインタフェースのリンクは、IRF スタックリンクと呼ばれます。

IRF スタックリンクを以下のチャネルの一つとして設定することができます。

- **制御チャネル**－リンクはメンバ装置間で IRF スタック制御パケットのみを転送します。IRF スタック制御パケットには IRF スタックプロトコルパケットを含みます。
- **データチャネル**－リンクはメンバ装置間でデータパケットのみを転送します。
- **ハイブリッドチャネル**－リンクは制御パケットとデータパケットの両方を転送します。

IRF スタックリンクで使用可能なネットワークインタフェースの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 12 *IRF スタック　“IRF スタックの設定”* の *“IRF スタックポートバインディングの要件”* を参照してください。

V. メンバプライオリティ

メンバプライオリティで IRF スタックの役割を決めます。高いプライオリティを設定したメンバ装置が Master になりやすくなります。

VI. IRF スタック物理ポート

IRF スタック物理ポートは IRF スタックメンバ装置に接続し、IRF スタックポートに結びつける必要があります。IRF スタック物理ポートは、IRF スタックメンバ装置間の IRF スタックプロトコルパケットと、IRF スタックメンバ装置を通過するデータパケットを転送します。

IRF スタックリンクで使用できる IRF スタック物理ポートの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 12 *IRF スタック　“IRF スタックの設定”* を参照してください。

VII. IRF スタックトポドメイン ID

IRF スタックユニットは 1 つの IRF スタックドメインを形成します。IRF は IRF スタックユニットを識別するために IRF スタックドメイン ID を使用し、IRF スタックユニットが互いに干渉しないようにします。

図 1-2 に示すように、Device A と Device B は IRF 1 を形成しています。Device C と Device D は IRF 2 を形成しています。各 IRF スタックユニットはレイヤ 2 で互いに通信可能です。メンバ装置が IRF スタックリンクからパケットを受信すると、メンバ装置はローカル IRF スタックユニットからパケットを受信したのかどうか調べるため、パケットのトポドメイン ID を確認します。それにより、装置は正しくパケットを処理することができます。

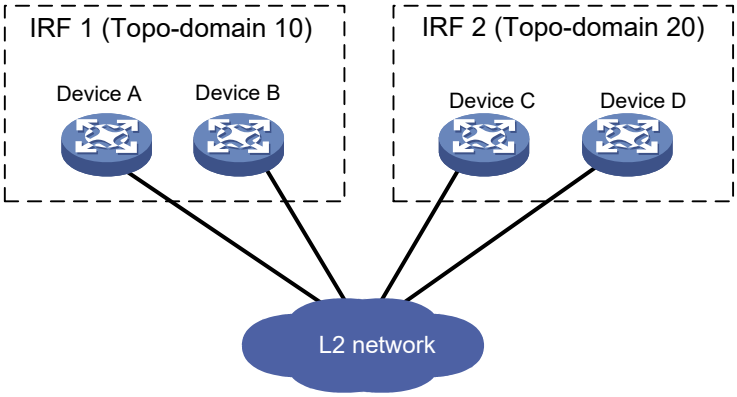


図 1-2 2 つの IRF スタックドメインによるネットワーク

I. MAD

IRF スタックリンクに障害が発生すると、同一 IP アドレスが含まれる同一レイヤ 3 の設定で動作する 2 つの IRF スタックユニットに分裂します。IP アドレスの衝突とネットワークの問題を防ぐため、IRF スタックは複数の IRF スタックユニットを識別し、衝突を処理し、故障から回復する MAD（multi-active detection）メカニズムを使用します。

II. IRF スタック MAD ドメイン ID

IRF スタック MAD ドメイン ID は、IRF スタック MAD ドメインを一意に識別します。IRF スタックユニットの管理を容易にするため、IRF スタックトポドメイン ID と MAD ドメイン ID に同じ値を割り当てることができます。IRF スタック MAD ドメイン ID 設定の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 12 *IRF スタック　“IRF スタックの設定”* の *“ARP MAD の設定”* を参照してください。

III. IRF スタックの分裂

図 1-3 に示すように、IRF スタックユニットで障害が発生した際、2 つの IRF スタックユニットに分裂します。分裂した IRF スタックは同一 IP アドレスで動作するため、ネットワークのルーティングと転送の問題を引き起こします。

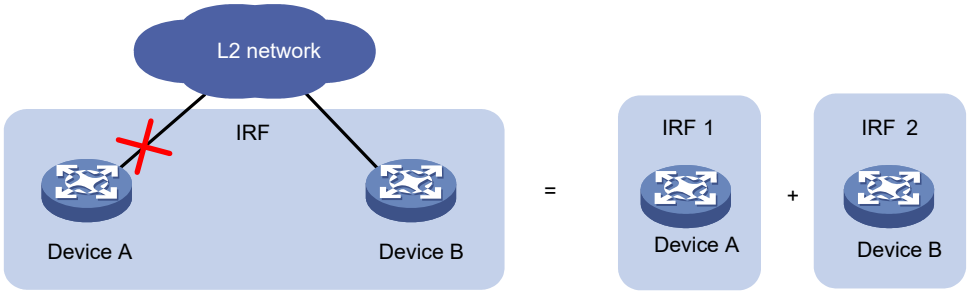


図 1-3 IRF スタックの分裂

IV. IRF スタックの結合

IRF スタックの結合とは、図 1-4 のように分裂した 2 つの IRF スタックユニットを再結合したり、2 つの独立な IRF スタックユニットを接続します。

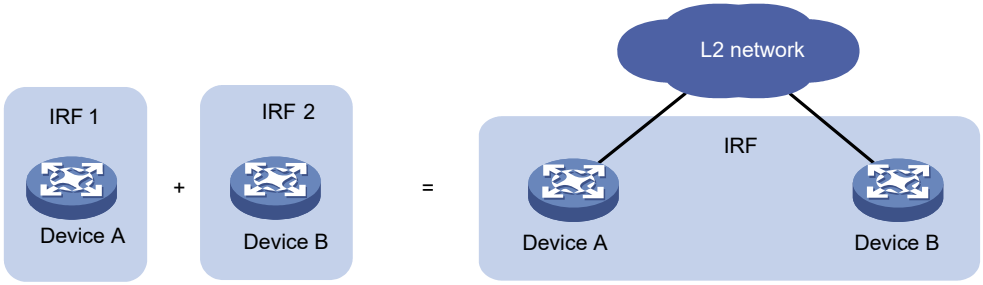


図 1-4 IRF スタックの結合

1.2 ネットワークトポロジ

図 1-5 に示すように、メンバ装置同士はレイヤ 2 ネットワークを経由して接続されます。メンバ装置はレイヤ 2 に接続している限り相互に通信可能です。

IRF スタックリンクは、IRF スタックプロトコルパケット、データパケット、あるいはその両方を転送できます。高可用性のため、冗長 IRF スタックリンクを IRF スタックメンバ装置間で設定してください。

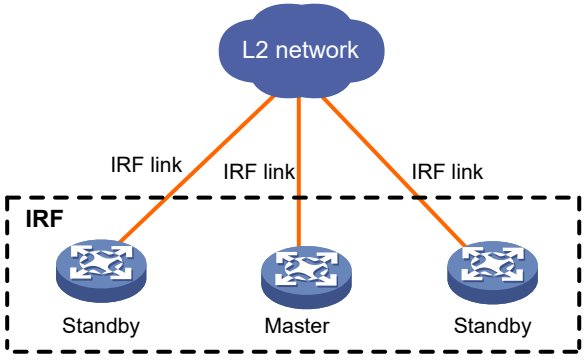


図 1-5 スタートポロジ IRF スタックユニット

IRF スタックユニットでメンバ装置が 2 台のみの場合、メンバ装置をレイヤ 2 ネットワーク経由で接続するか、メンバ装置を直接接続するかを選択できます。

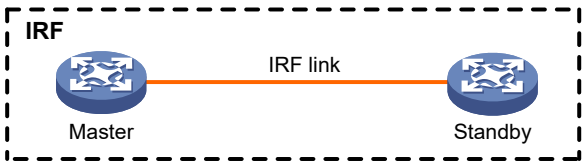


図 1-6 直接接続されたメンバ装置を含む IRF スタックユニット

1.3 設定の同期メカニズム

IRF スタックは厳密なカレントコンフィグレーション同期メカニズムを使用します。IRF スタックユニットで、すべての装置は Master のカレントコンフィグレーションを取得し稼働させます。設定の変更は自動的に Master から残された装置に伝番されます。これらの装置のコンフィグレーションファイルは保持されますが、コンフィグレーションファイルは適用されません。IRF スタックユニットから削除されたのち、自身の次回の起動に使用するコンフィグレーションファイルを使用して起動します。

コンフィグレーション管理の詳細はオペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに* *“コンフィグレーションファイル管理”* を参照してください。

⚠ **注意：**

AP ライセンスは Master へ投入されたものが IRF スタックメンバで自動的に同期されますが、故障などによって、Master とライセンスの同期が取れなくなった場合、以下の条件でライセンスが使用できなくなります。

・AC の再起動
・30 日経過

1.4 Masterの選定

Master の選定は以下の状況下で IRF スタックユニットのトポロジの変更があるたびに行われます。

- IRF スタックユニットが確立されました。
- Master 装置の故障や取り外しが行われました。
- IRF スタックユニットが分裂しました。
- 独立した IRF スタックユニットが結合しました。

🕮 **メモ：**

Master の選定は分裂した 2 つの IRF スタックユニットを結合するときには行われません。

Master の選定は降順で以下のルールを使用します。

1) 新しい IRF スタックメンバのプライオリティが高くても現在の Master が有効となります。

   IRF スタックユニットが形成中で、すべての IRF スタックメンバがそれぞれ Master と認識している場合、このルールは省略されます。

2) より高いプライオリティを持つ IRF スタックメンバが有効となります。すべての IRF スタックメンバが同一のプライオリティである場合、このルールは省略されます。
3) システムの稼動時間がもっとも長いメンバ装置が有効となります。

   スタートアップから 10 分以内である場合、稼働時間は同時とみなされます。これらのメンバ装置は次の tiebreaker が適用されます。

4) もっとも低い CPU MAC アドレスを持つメンバ装置が有効になります。

新しい IRF スタックユニットをセットアップするため、subordinate (Standby)メンバ装置は、Master の選定が行われた後、再起動する必要があります。

IRF スタックユニットの結合を行う間、Master の選択に失敗した IRF スタックユニットのメンバは手動で再起動する必要があります。

1.5 マルチアクティブの検知の処理

マルチアクティブの処理は検知、衝突処理、故障回復があります。

I. 検知処理

MAD メカニズムはドメイン ID とアクティブ ID(Master のメンバ ID)で各 IRF スタックユニットを識別します。もし複数のアクティブ ID をドメイン内で検知すると、MAD は IRF スタックの衝突や分裂が起こったと判断します。

MAD メカニズムの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 12 *IRF スタック "IRF スタックの概要" の "MAD メカニズム"* を参照してください。

II. 衝突処理

MAD がマルチアクティブ衝突を検出したとき、MAD は 1 つの IRF スタックユニットを除いたすべての IRF スタックユニットを Recovery 状態にします。Recovery 状態に変更していない IRF スタックはトラフィックを転送することができます。Recovery 状態の IRF スタックユニットは非アクティブで、トラフィックを転送することができません。

ARP MAD は、IRF スタックユニットのメンバ数を比較しません。MAD メカニズムは以下の処理でマルチアクティブ衝突を行います。

1) IRF スタックユニットの Master のメンバ ID を比較します。
2) もっとも数字の小さい Master のいる IRF スタックユニットを除いた IRF スタックユニットを Recovery 状態にします。
3) Recovery 状態となった IRF スタックユニットで、以下のポートを除いたすべての IRF スタック物理ポートをシャットダウンします。
   - IRF スタック物理インタフェース
   - **mad exclude interface** コマンドで指定されたポート

III. 故障回復

2 つの分割された IRF スタックユニットを結合するため、故障した IRF スタックリンクを修復し、IRF スタックリンクの故障を取り除きます。

- 故障回復する前に Recovery 状態にある IRF スタックユニットが故障した場合、故障した IRF スタックと IRF スタックリンクを修復してください。
- 故障回復する前にアクティブ状態の IRF スタックユニットが故障した場合、アクティブ状態でない IRF スタックユニットをアクティブ状態の IRF スタックユニットに代わって有効にします。その後、MAD 故障を回復してください。

分裂した IRF スタックユニット間で故障した IRF スタックリンクが回復したとき、アクティブでない IRF スタックユニットのすべてのメンバ装置は subordinate(Standby)メンバとしてアクティブの IRF スタックユニットに加入します。

そして MAD によってシャットダウンされたネットワークポートは、図 1-7 に示すようにもとの状態に戻ります。

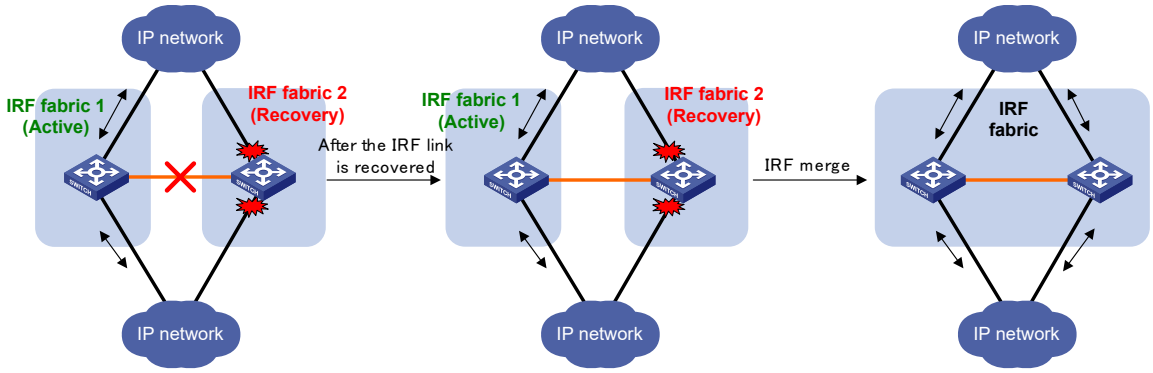


図 1-7 IRF スタックユニットの回復

IRF スタックリンクが回復する前にアクティブ状態の IRF スタックユニットが、故障した場合(図 1-8 を参照してください)、アクティブ状態でない IRF スタックユニットを回復するため、**mad restore** コマンドを実行してください。このコマンドはアクティブ状態でない IRF スタックユニットを Detect 状態に変更し、MAD によってシャットダウンとなったすべてのネットワークポートをアクティブ状態に変更します。IRF スタックリンク障害が回復したのち、IRF スタックが結合されます。

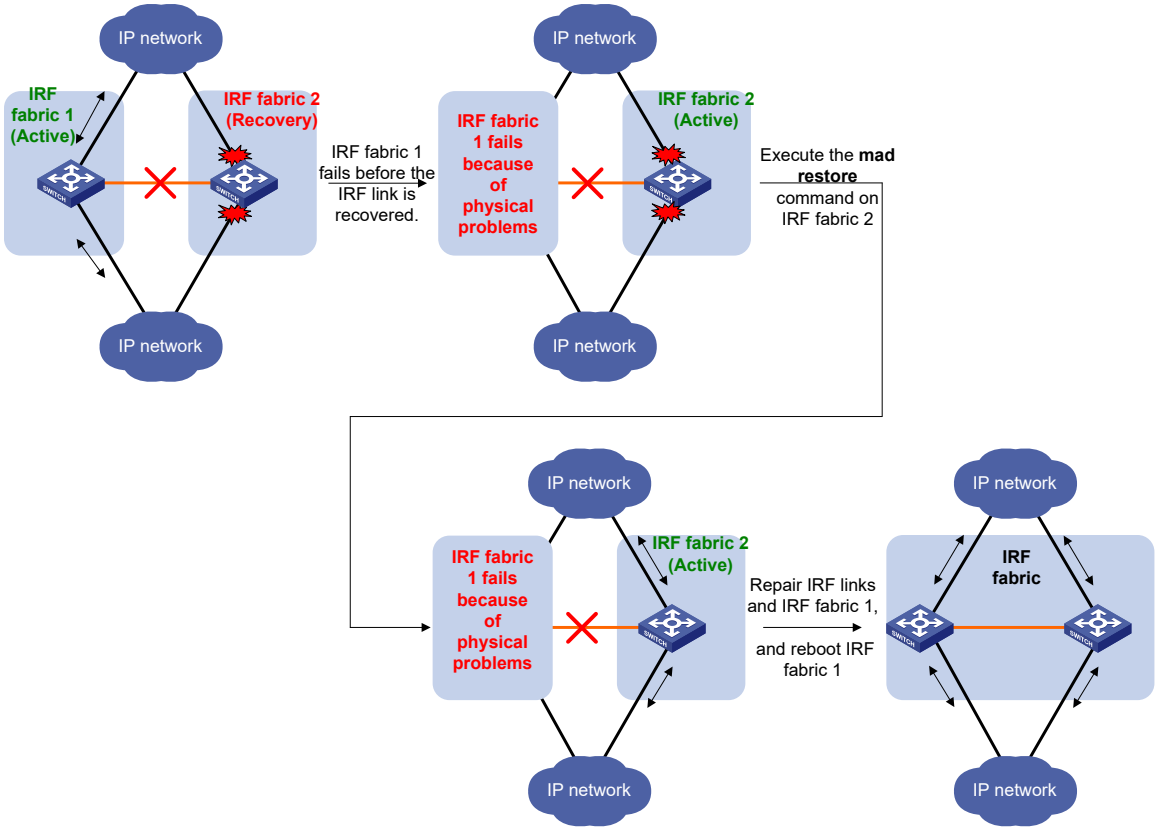


図 1-8 IRF スタックリンクが回復する前にアクティブ状態の IRF スタックユニットが故障した場合

1.6 MADメカニズム

IRF スタックは ARP を拡張することで MAD メカニズムを提供します。

表 1-1 に MAD メカニズムとアプリケーションを示します。

表 1-1 ARP MAD 機能

MAD 機能	長所	短所	アプリケーション
ARP MAD	● 中継装置が不要です。 ● 中継装置を使用する場合、ベンダの制限はありません。 ● MAD専用のIRFスタック物理ポートが不必要です。	● 検知速度がBFD MADやLACP MADより遅いです。 ● スパニングツリー機能の有効化が必要です。	リンクアグリゲーションを使用せず、スパニングツリーを有効化するIPv4ネットワークに適します。ARPの詳細は、オペレーションマニュアルのセクション5 *IP サービス “ARP”* を参照してください。

1.6.1 ARP MAD

ARP MAD は、IRF ドメイン ID とアクティブ ID を含んだ拡張 ARP パケットによってマルチアクティブ衝突を検知します。

隣接 IRF スタックメンバ装置間、またはそれぞれの IRF スタック装置と中間装置間に、ARP MAD のリンクを設定できます(図 1-9 を参照してください。)。中間装置を使用する場合、IRF スタックユニットと中間装置間でスパニングツリー機能を動作させておかなければなりません。

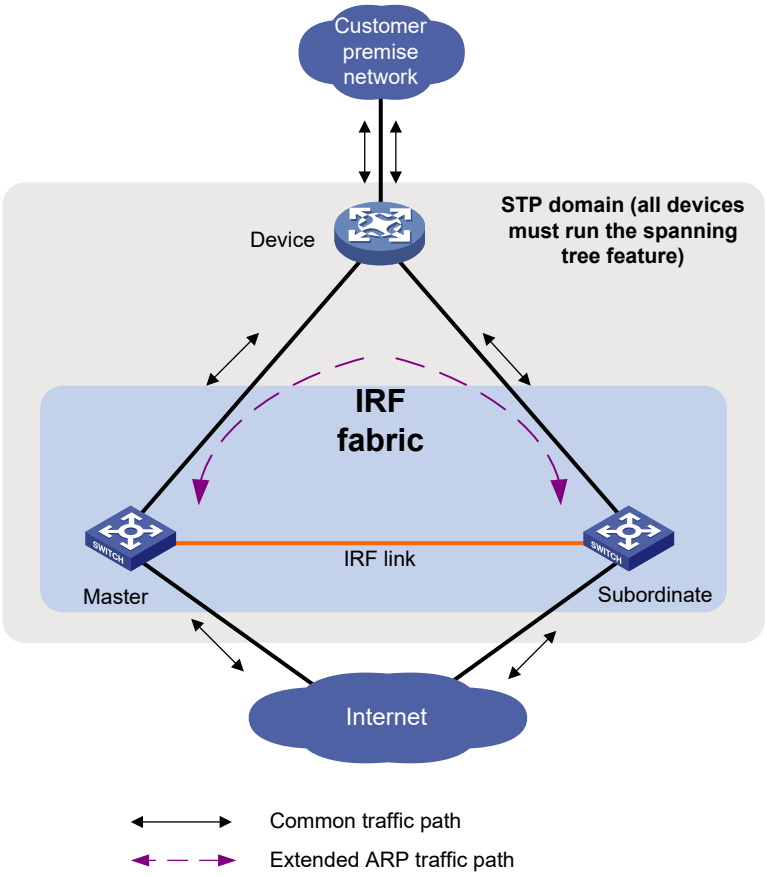


図 1-9 ARP MAD シナリオ

各 IRF スタックメンバは、受信した拡張 ARP パケットに含まれるドメイン ID とアクティブ ID を比較します。

- ドメイン ID が異なる場合、異なる IRF スタックメンバユニットからの拡張 ARP パケットと判断し、MAD メカニズムの処理を継続しません。
- ドメイン ID が同じ場合、装置はアクティブ ID を比較します。
  - アクティブ ID が異なる場合、IRF スタックユニットが分裂していると判断します。
  - アクティブ ID が同じ場合、IRF スタックユニットは正常に動作していると判断します。

目次

このセクションのページは **12-x-x** です。

2章 IRFスタックの設定 2-1
2.1 ハードウェアの互換性 2-1
2.2 一般的な制限と設定ガイドライン 2-1
2.2.1 ソフトウェア要件 2-1
2.2.2 IRFスタックポートバインディングの要件 2-1
2.2.3 IRFスタックトランシーバモジュールの要件 2-2
2.2.4 IRFスタックネットワークインタフェースシャットダウンの要件 2-2
2.2.5 接続要件 2-2
2.2.6 IRFスタックマージ要件 2-2
2.2.7 機能互換性と設定要件 2-2
2.2.8 設定のバックアップ 2-3
2.2.9 IRFスタックリンク解除の制限 2-3
2.3 セットアップと設定作業リスト 2-3
2.4 IRFスタックユニットのセットアップの計画 2-5
2.5 IRFスタックメンバ装置への同じIRFトポドメインIDの割り当て 2-5
2.6 IRFスタックメンバ装置へのメンバID割り当て 2-5
2.7 メンバ装置へのプライオリティ指定 2-6
2.8 APバックアップ機能の設定 2-6
2.9 クライアントバックアップ機能の設定 2-7
2.10 クライアントバックアップ遅延の設定 2-7
2.11 IRFスタックポートへのリンクの割り当て 2-8
2.12 IRFスタックユニットへのログイン 2-10
2.13 ARP MADの設定 2-10
2.13.1 ARP MAD設定のガイドライン 2-10
2.13.2 設定手順 2-11
2.13.3 MADによるシャットダウンアクションからの除外ポートの設定 2-12
2.14 IRFスタックユニットの回復 2-13
2.15 IRF スタック自動結合の有効化 2-13
2.16 メンバ装置の説明 2-14
2.17 IRFスタックのbridge MACアドレスの保持の設定 2-14
2.17.1 設定の制限とガイドライン 2-15
2.17.2 設定手順 2-15
2.18 ソフトウェア同期用のソフトウェアオートアップグレードの有効化 2-16
2.18.1 設定要件 2-16
2.18.2 設定手順 2-17
2.19 WLANアクセスのためのIRFスタック最適化の有効化 2-17
2.20 IRFスタックメンバシップの維持 2-17
2.20.1 IRFスタックユニットからの装置の除外 2-17
2.21 除外したメンバ装置のIRFスタックユニットへの追加 2-18
2.22 IRFスタックユニットの状態表示と維持 2-18
2.23 IRFスタックの設定例 2-18
2.23.1 ARP MADを使用する場合のIRFスタックの設定例 2-19

2章 IRF スタックの設定

2.1 ハードウェアの互換性

QX-W2230AC アクセスコントローラは、QX-W2230AC アクセスコントローラでのみ IRF スタックユニットを形成することができます。

🕮 **メモ:**

QX-W2230AC は最大 2 台の装置で IRF スタックを形成することができます。

2.2 一般的な制限と設定ガイドライン

IRF スタックを正しく設定するため、装置の接続と IRF スタックユニットの設定をする前に、設定の制限とガイドラインを読んでください。

2.2.1 ソフトウェア要件

すべての IRF スタックメンバは、マスタ装置と同じソフトウェアバージョンを使用してください。すべてのメンバ装置でソフトウェアオートアップグレード機能ができることを確認してください。ソフトウェアオートアップグレード機能を設定することで、ソフトウェアバージョンが異なる場合に自動でソフトウェアを同期させることができます。

ソフトウェアオートアップグレードが失敗した場合、手動でソフトウェアをアップグレードさせる必要があります。新たな装置で使用されるソフトウェアバージョンを IRF スタックユニットが識別できない場合、ソフトウェアの自動アップグレードに失敗する可能性があります。

2.2.2 IRF スタックポートバインディングの要件

IRF スタックポートは、少なくとも 1 つのハイブリッドチャネルをもつか、あるいはデータチャネルと制御チャネルを少なくとも 1 つずつもつ必要があります。

チャネルタイプが同じ IRF スタックネットワークインタフェース間では、レートを同じにしてください。

IRF スタックポートの IRF スタックリンクでは、ハイブリッドチャネルはデータチャネルあるいは制御チャネルと一緒に指定することはできません。チャネルタイプを指定しない場合、リンクのチャネルタイプはハイブリッドです。IRF スタックリンクでチャネルタイ

プを指定する場合、IRF スタックポートに割り当てられたすべての IRF スタックリンクでチャネルタイプを指定する必要があります。

2.2.3 IRF スタックトランシーバモジュールの要件

トランシーバモジュールを選択する際、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- 100Base-FX SFP ポートあるいは 1000Base-X SFP ポートに対して 100-Mbps トランシーバモジュールを使用しないでください。
- 10GBase-R SFP+ポートに対して 1-Gbps トランシーバを使用しないでください。

2.2.4 IRF スタックネットワークインタフェースシャットダウンの要件

IRF スタックネットワークインタフェースが、IRF スタック standby 装置で唯一使用可能な制御チャネルである場合、そのインタフェースで shutdown コマンドを使用しないでください。チャネルを削除する必要がある場合、レイヤ 2 に接続されたマスタの IRF スタックネットワークインタフェースをシャットダウンしてください。

2.2.5 接続要件

メンバ装置が互いにレイヤ 2 接続可能なことを確認してください。

2.2.6 IRF スタックマージ要件

IRF スタックユニットが分裂した場合、IRF スタックを組みなおす前にいかなる IRF スタックの設定も変更しないでください。

2.2.7 機能互換性と設定要件

I. NAT 制限

NAT は IRF スタックユニットでサポートされていません。

II. スパニングツリー機能制限

IRF スタックネットワークインタフェースではスパニングツリーを有効にしないでください。

レイヤ 2 の中間ネットワークにおいて、IRF メンバ装置のパケットが別の IRF メンバ装置に到達する際に経由するポートではスパニングツリー機能を無効にしてください。

2.2.8 設定のバックアップ

装置をメンバ装置として IRF スタックユニットに追加する前に、装置の次回に使用するコンフィグレーションファイルのバックアップを行うことを推奨します。

subordinate(Standby)装置が使用するスタートアップ用のコンフィグレーションファイル名が Master 装置と同じである場合、ファイルは上書きされる恐れがあります。IRF スタックユニットから装置を取り外した後にコンフィグレーションファイルを使用するため、IRF スタックユニットを設定する前にファイルのバックアップをしてください。

2.2.9 IRF スタックリンク解除の制限

IRF スタックリンクを解除するためには、まず IRF スタックネットワークインタフェースをシャットダウンしてください。

2.3 セットアップと設定作業リスト

図 2-1に基本的な IRF スタックのセットアップ手順を示します。この図に従って各 IRF スタックメンバ装置の処理を行ってください。

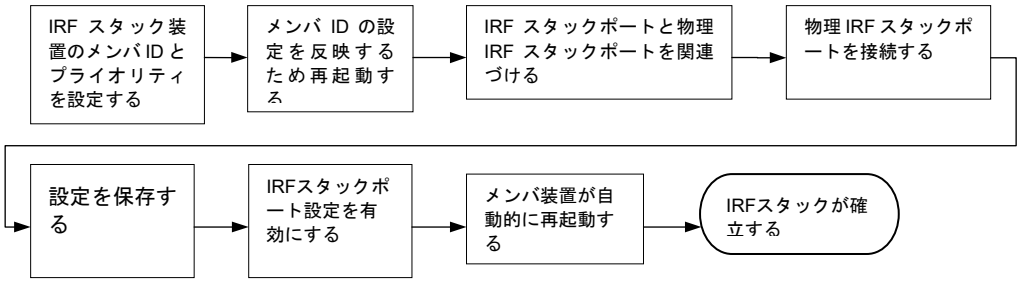


図 2-1 基本的な IRF スタックのフローチャート

以下に IRF スタックユニットのセットアップと設定手順を示します。

セットアップと設定手順	補足
1. (必須項目) IRF スタックユニットのセットアップの計画	_
2. (必須設定項目) IRF スタックメンバ装置へのメンバ ID 割り当て	各メンバ装置で設定してください。
3. (必須設定項目)メンバ装置へのプライオリティ指定	Masterの選定に適用させるためメンバ装置で設定してください。

セットアップと設定手順	補足
4. (必須設定項目) IRF スタックポートへの IRF スタック物理インタフェースの関連づけ	各メンバ装置で設定してください。 IRFスタックの関連づけを行い、すべてのIRFスタックメンバ装置を有効にすると、IRFスタックが形成されます。
5. (必須項目) IRF スタックインタフェースの接続	ー
6. (必須項目) IRF スタックユニットへのログイン	IRFスタックにログインすると、MasterのCLIが表示されます。続いてIRFスタックの設定を行うことで1台の装置のように、メンバ装置のほかの機能を設定することができます。
7. (オプション設定項目) メンバ装置の説明	ー
8. (オプション設定項目) IRF スタックリンクのロードシェアリングモードの設定 ● グローバルでのロードシェアリングモードの設定 ● 指定したポートでのロードシェアリングモードの設定	ー
9. (オプション設定項目) IRF スタック bridge MAC アドレスの保持の設定	ー
10. (オプション設定項目)ソフトウェア同期用のソフトウェアオートアップグレードの有効化	ソフトウェアの同期化を確実に行うため、ソフトウェアオートアップを有効にすることを推奨します。
11. (オプション設定項目) IRF スタックリンクダウン検出遅延の設定	ー
12. (オプション設定項目) MAD の設定 ● ARP MADの設定 ● MADによるシャットダウンアクションからの除外ポートの設定	MADはそれぞれ独立して動作します。IRFスタックに複数のMADを設定することができます。
13. (オプション設定項目) IRF スタックユニットの回復	MADによるシャットダウンからIRFスタックリンクが回復する前にアクティブ状態のIRFスタックユニットが故障した場合、アクティブ状態ではないIRFスタックユニットでmad restoreコマンドを実行してください。

注意：

1000BASE-T-SFP を使用したポートの場合、リンクダウン検知に 1 秒程度かかります。そのため、障害時にすばやい切り替えが必要なポートでは、標準の 10/100/1000BASE-T ポートや光モジュールを使用することを推奨します。

重要：

- IRF スタックを構築する際は、2 つ以上の物理ポートを IRF ポートに割り当ててください。
- MAD 機能を使用することで、回線障害等で IRF スタックが分裂した際に発生する可能性のあるループや IP 重複などのリスクを回避できます。IRF スタックを使用する場合は MAD 機能との併用を推奨します。
- 設定終了後、**save** コマンドを実行してすべてのユニットの Flash に設定を保存してください

2.4 IRFスタックユニットのセットアップの計画

IRF スタックユニットを構成するとき、以下の点を検討してください。

- メンバ装置の互換性と制限事項
- IRF スタックユニットの大きさ
- Master 装置
- IRF スタックネットワークインタフェース
- メンバ ID とプライオリティの割り当て計画

2.5 IRFスタックメンバ装置への同じIRFトポドメインIDの割り当て

IRF スタックユニットを形成するため、装置には同じ IRF トポドメイン ID を割り当てる必要があります。IRF トポドメイン ID を割り当てることで、IRF スタックユニットを形成する装置間での干渉を防ぎます。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． メンバ装置にトポドメイン ID を割り当てる	**irf topo-domain** *topo-domain-id*	デフォルト：0 トポドメインIDを適用するためには、装置を再起動する必要があります。

2.6 IRFスタックメンバ装置へのメンバID割り当て

注意:

IRF スタックユニットにおいて IRF スタックメンバ ID を変更すると、コンフィグレーションが変更し、パケットロスが発生する恐れがあります。メンバ ID を変更する前に、コンフィグレーションのバックアップをとり、ネットワークへの影響を十分確認してください。たとえば、IRF スタックユニットのすべてのメンバ装置が同じモデルであることを確認してください。もし 2 つのメンバで ID を交換する場合、それらのインタフェースの設定も交換されるため、同じモデルでない場合は設定が正しく交換されません。

IRF スタックユニットを設定するには、それぞれのメンバ装置に固有なメンバ ID を割り当てる必要があります。

予期せぬ設定の変更やパケットロスを避けるため、IRF スタックユニットの構築後はメンバ ID を変更しないでください。

新しいメンバ ID は、再起動することによって有効になります。装置が再起動したのち、設定が保存されていたかどうかにかかわらず物理的なリソース（物理的なネットワークポートを含む）に関連するすべてのメンバ ID の設定は削除されます。

以下に IRF スタックユニットにメンバ ID を割り当てる設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． メンバ装置にメンバ ID を設定する	**irf member** *member-id* **renumber** *new-member-id*	デフォルト：1
3． (オプション設定項目) 設定を保存する	**save**	IRFスタックポートにIRFスタック物理インタフェースを関連づけたり、メンバプライオリティを割り当てた場合は、再起動する前に設定を保存してください。
4． 装置を再起動する	**reboot**	ー

2.7 メンバ装置へのプライオリティ指定

IRF スタックメンバプライオリティは、IRF スタックの Master に選ばれる可能性を示します。プライオリティがより高いほど、可能性は高くなります。

メンバプライオリティを変更すると、次回に Master を選ぶ際の選定に影響を及ぼしますが、すぐに Master の選定が発生することはありません。

以下にメンバ装置のプライオリティの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． 装置のプライオリティを指定する	**irf member** *member-id* **priority** *priority*	デフォルト：1

2.8 APバックアップ機能の設定

AP バックアップ機能を有効にすることで、IRF スタックメンバ装置は AP の情報を互いに同期します。

AP バックアップ機能を無効にすると、すべての IRF スタックメンバ装置から AP の情報を削除します。

以下に AP バックアップ機能の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． AP バックアップ機能を有効にする	**wlan ap-backup hot-backup enable global**	デフォルト：無効

2.9 クライアントバックアップ機能の設定

クライアントバックアップを設定することで、IRF スタックメンバ装置はクライアントの情報を互いにバックアップします。

クライアントバックアップ機能は AP バックアップ機能と一緒に動作させる必要があります。クライアントバックアップ機能と AP バックアップ機能の両方を有効にした後、AC は接続した AP とクライアントの情報を IRF スタックメンバ装置に共有できます。これにより、IRF スタックの Master 装置と standby 装置が切り替わる際、CAPWAP トンネルの再接続は発生せず、クライアントの通信断を回避できます。

AP バックアップ機能の詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 12 *IRF スタック* *“IRF スタックの設定”* の *“AP バックアップ機能の設定”* を参照してください。

IRF スタックメンバ装置は、クライアントバックアップ機能を有効にした後にオンラインになったクライアントに対してのみ適用されます。

クライアントバックアップ機能を無効にすると、すべての IRF スタックメンバ装置からクライアントのバックアップ情報を削除します。

以下にクライアントバックアップ機能の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． クライアントバックアップ機能を有効にする	**wlan client-backup hot-backup enable**	デフォルト：無効

2.10 クライアントバックアップ遅延の設定

クライアントに関する情報の変更を、IRF スタックユニットの Master 装置が他のメンバ装置にバックアップするまでの遅延時間を設定します。

この機能を有効にするには、クライアントバックアップ機能を有効にする必要があります。

この機能は、クライアントバックアップ遅延を設定した後にオンラインになったクライアントにのみ適用されます。クライアントが接続されてから遅延時間が経過する前に Master /Standby の切り替わりが発生した場合、情報がバックアップされていないクライアントは再接続が必要になります。

以下にクライアントバックアップ遅延の設定方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	―
2． クライアントバックアップ遅延を設定する	**wlan client-backup hot-backup delay** *delay-time*	デフォルト：60秒

2.11 IRFスタックポートへのリンクの割り当て

ネットワークインタフェースを IRF スタックポートに関連付けるとき、以下のガイドラインに従ってください。

- 複数のネットワークインタフェースを 1 つの IRF スタックポートに関連付けることができます。ネットワークインタフェースを関連付ける IRF スタックポートに、少なくとも 1 つのハイブリッドチャネルがあるか、あるいはデータチャネルと制御チャネルが少なくとも 1 つずつあるか確認してください。
- ネットワークインタフェースを IRF スタックポートに関連付けたり、関連付けを解除する場合、事前にネットワークインタフェースをシャットダウンしてください。

IRF スタックポートに関連付いたネットワークインタフェースには、デフォルトコンフィグレーションが格納されています。

以下に IRF スタックポートへのリンクの割り当て方法を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． interface view あるいは interface range view に移行する	● interface range viewに移行する 手法 1 **interface range** { interface-type interface-number [**to** interface-type interface-number] } &<1-5> 手法 2 **interface range name** name [**interface** { interface-type interface-number [**to** interface-type interface-number] } &<1-5>] ● interface viewに移行する **interface** *interface-type interface-number*	ネットワークインタフェースのレンジをシャットダウンするにはinterface range viewに移行してください。 ネットワークインタフェースをシャットダウンするには、interface viewに移行してください。
3． ネットワークインタフェースをシャットダウンする	**shutdown**	デフォルト : すべてのインタフェースがUPです。 ネットワークインタフェースをシャットダウンできない場合、ピアインタフェースをシャットダウンするためにシステムイントロダクションに従ってください。
4． system view に戻る	**quit**	ー
5． IRF port view に移行する	**irf-port** *member-iid*	装置1台のIRFスタックポート数は1つです。

操作	コマンド	補足
6． IRF スタックポートに各ネットワークインタフェースを関連付ける	**port group interface** *interface-type interface-number* [**type** { **data** | **control** }]	デフォルト : 全ポート関連付けなし IRFスタックポートに複数のネットワークインタフェースを関連付ける場合、この手順を繰り返してください。 チャネルタイプを指定しない場合、リンクのチャネルタイプはハイブリッドです。 IRFスタックリンクのチャネルタイプを変更する場合、まず関連付けを解除してから、改めてIRFスタックポートにネットワークインタフェースを関連付けてください。
7． system view に戻る	**quit**	―
8． interface view あるいは interface range view に移行する	● interface range viewに移行する 手法 1 **interface range** { interface-type interface-number [**to** interface-type interface-number] } &<1-5> 手法 2 **interface range name** name [**interface** { interface-type interface-number [**to** interface-type interface-number] } &<1-5>] ● interface viewに移行する **interface** *interface-type interface-number*	―
9． ネットワークインタフェースを起動する	**undo shutdown**	―
10．system view に戻る	**quit**	―
11．設定を保存する	**save**	IRFスタックポートを有効にすることで、IRFスタックは結合し、再起動します。データ損失を避けるため、IRFスタックポートを有効にする前にカレントコンフィグレーションをスタートアップコンフィグレーションに保存してください。
12．IRF スタックポートを有効にする	**irf-port-configuration active**	この操作を実行すると、IRFスタックポートの状態はUPに変化します。メンバ装置はマスタ装置を選出し、standby装置は自動的にシャットダウンし、IRFスタック形成が完了します。 IRFスタックユニットが形成されると、この操作を繰り返さずにIRFスタックポートにリンクを追加できます。

2.12 IRFスタックユニットへのログイン

IRF スタックが形成されると、1 つのスイッチとして操作することできます。Master の CLI で、すべての IRF スタックメンバの設定と管理を行うことができます。すべての設定は、IRF スタックメンバに自動的に反映されます。

IRF スタックユニットにアクセスする場合、以下の方法があります。

- **ローカルログイン**– メンバ装置のコンソールポートを用いてログインします
- **リモートログイン**– Telnet や SNMP を用いてメンバ装置のレイヤ 3 インタフェースにログインします。

IRF スタックユニットにログインするとき、どのメンバ装置からログインしても、実際には、IRF スタックの Master にログインします。

詳細は、オペレーションマニュアルのセクション 1 *はじめに “ログイン”* を参照してください。

2.13 ARP MADの設定

MAD を設定するとき、以下の制限とガイドラインに従ってください。

- IRF スタックユニットに MAD を設定することを推奨します。
- 2 つの IRF スタックユニット間で ARP MAD が動作する場合、各 IRF スタックユニットに固有の IRF スタック MAD ドメイン ID を割り当ててください。
- IRF スタックユニットは 1 つの IRF スタック MAD ドメイン ID のみを持つことができます。**irf domain** コマンド、**mad enable** コマンド、 **mad arp enable** コマンドを使用して IRF スタック MAD ドメイン ID を変更することができます。
- IRF スタックユニットが Recovery 状態に遷移するとき、ポートがシャットダウンにならないようにするため、**mad exclude interface** コマンドを使用します。Recovery 状態の IRF スタックユニットでポートをアップ状態にする場合、**undo shutdown** コマンドの代わりにコマンドを使用します。**mad restore** コマンドは Recovery 状態の IRF スタックユニットをアクティブにします。

2.13.1 ARP MAD 設定のガイドライン

ARP MAD を使用する際には、以下のガイドラインに従ってください。

カテゴリ	制限とガイドライン
ARP MAD VLAN	• VLANインタフェース1で、ARP MADを有効にすることはできません。 • 中継装置を使用する場合、以下の作業を実施してください。 　• IRFスタックユニットと中継装置に、ARP MADのためのVLANを作成してください。 　• IRFスタックユニットと中継装置で、ARP MADリンクのポートをARP MADのVLANに割り当ててください。 　• IRFスタックユニットで、ARP MADのVLANのためのVLANインタフェースを作成してください。 • ARP MADのVLANを他の目的で使用しないでください。
ARP MADと機能設定	中継装置を使用する場合、以下の要件を満たしてください。 • IRFスタックユニットと中継装置の間でスパニングツリー機能を動作させてください。転送状態に1つのARP MADリンクのみがあることを確認してください。スパニングツリー機能の詳細はオペレーションマニュアルのセクション4 *アクセス "STP"* を参照してください。 • IRFスタックユニットからBridge MACアドレスのオーナが離脱した際にbridge MACアドレスが即座に変更されるようにIRFスタックユニットを設定してください。 • IRFスタックユニットに中継装置がある場合、分裂を間違って検知しないようにARP MADを有効にしたIRFスタックユニットと異なるドメインIDを割り当ててください。

2.13.2 設定手順

以下に ARP MAD の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. IRF スタックユニットにドメイン ID を割り当てる	**irf domain** *domain-id*	デフォルト： 0
3. Bridge MAC アドレスのオーナが離脱したときすぐに IRF スタック Bridge MAC アドレスを変更できるように設定する	**undo irf mac-address persistent**	デフォルトでは、Bridge MACアドレスのオーナが離脱した後、6分間はBridge MACアドレスを保持します。
4. ARP MAD 時に稼動する VLAN を作成する	**vlan** *vlan-id*	装置のデフォルト VLAN は VLAN 1
5. system view に戻る	**quit**	ー

操作	コマンド	補足
6． interface view または interface range view に移行する	● interface range viewに移行する 手法1 **interface range** { interface-type interface-number [**to** interface-type interface-number] } &<1-5> 手法2 **interface range name** name [**interface** { interface-type interface-number [**to** interface-type interface-number] } &<1-5>] ● interface viewに移行する **interface** interface-type interface-number	―
7． ARP MAD の VLAN にポートを割り当てる	● アクセスポートとして割り当てる: **port access vlan** *vlan-id* ● トランクポートとして割り当てる: **port trunk permit vlan** *vlan-id* ● ハイブリッドポートとして割り当てる: **port hybrid vlan** *vlan-id* { **tagged** | **untagged** }	ポートタイプによって1つのコマンドを選択してください。 デフォルト : アクセスポート
8． system view に戻る	**quit**	―
9． VLAN interface view に移行する	**interface vlan-interface** *vlan-interface-id*	―
10．インタフェースに IP アドレスを割り当てる	**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* }	デフォルト：設定なし
11．ARP MAD を有効にする	**mad arp enable**	デフォルト：無効

2.13.3 MAD によるシャットダウンアクションからの除外ポートの設定

注意:

レイヤ 2 ポートが複数のメンバ装置に提供されている場合、シャットダウンアクションから VLAN インタフェースとレイヤ 2 ポートを除外しないでください。
シャットダウンアクションから VLAN インタフェースとレイヤ 2 ポートを除外した場合、IRF スタックユニットがアクティブ状態でもアクティブでない状態でも、VLAN インタフェースが有効となるため IP アドレス衝突を招く可能性があります。

IRF スタックユニットが Recovery 状態に遷移したとき、IRF スタックユニットのすべてのポート（IRF スタック物理インタフェースとコンソールポートを除きます)は、自動でシャットダウンします。

管理やほかの特別な目的のため、シャットダウン動作からネットワークポートを除外することができます。たとえば以下のようなことができます。

- シャットダウンアクションからポートを除外して、管理装置からポートに telnet することができます。
- シャットダウンアクションから VLAN インタフェースやレイヤ 2 ポートを除外して、VLAN インタフェースにログインすることができます。

以下に IRF スタックユニットが Recovery 状態の時にシャットダウン動作からポートを除外する設定を示します。

操作	コマンド	補足
1． system view に移行する	**system-view**	ー
2． IRF スタックユニットが Recovery 状態になるときシャットダウンアクションから除外するネットワークポートを設定する	**mad exclude interface** *interface-type interface-number*	デフォルト： Recovery状態のIRFスタックユニットのすべてのネットワークポートがシャットダウン（IRFスタック物理インタフェースとコンソールポートを除きます)

注意:

IRF スタックの分裂が発生すると、telnet 接続は一度切断されます。再度接続しなおしてください。

2.14 IRFスタックユニットの回復

以下にアクティブ状態でない IRF スタックユニットを手動で回復する設定を示します。

操作	コマンド
1． system view に移行する	**system-view**
2． アクティブ状態でない IRF スタックユニットを回復する	**mad restore**

IRF スタックユニットが回復した後、MAD によって自動的にシャットダウンされたネットワークポートは、UP 状態になります。

2.15 IRF スタック自動結合の有効化

2 つの IRF スタックユニットが結合するとき、メンバ装置は結合を完了させるために再起動する必要があります。

- 自動結合機能が有効の場合、メンバ装置の再起動は自動で実行されます。
- 自動結合機能が無効の場合、メンバ装置の再起動を手動で行う必要があります。

この機能は、結合する IRF スタックの両方で有効の場合に実行されます。

IRF スタック自動結合機能を有効にする方法を以下に表示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. IRF スタック自動結合機能を有効にする	**irf auto-merge enable**	デフォルト：有効

2.16 メンバ装置の説明

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. メンバ装置の説明を設定する	**irf member** *member-id* **description** *text*	デフォルト：設定なし

2.17 IRFスタックのbridge MACアドレスの保持の設定

デフォルトで IRF スタックユニットを確立させた装置は、Bridge MAC アドレスとして Master 装置の Bridge MAC アドレスを使用します。この Bridge MAC アドレスは、たとえば LACP のように IRF スタックユニットを識別するためにレイヤ 2 プロトコルで使用され、LAN で固有な値でなければなりません。

Bridge MAC アドレスの重複を避けるため、IRF スタックした装置は Bridge MAC アドレスのオーナ（Master）が離脱すると自動的に Bridge MAC アドレスを変更することができますが、その際には一時的な通信の中断が発生します。

ネットワークの状況に応じて、Bridge MAC アドレスのオーナが離脱したのち、IRF スタックユニットで Bridge MAC アドレスを保持するか、または変更するように設定してください。以下のオプションが利用できます。

- **irf mac-address persistent timer**– Bridge MAC アドレスのオーナが離脱した後、IRF スタックユニットの Bridge MAC アドレスは 6 分間変更されません。タイマの満了までに Bridge MAC アドレスのオーナが IRF スタックに戻ってこない場合、IRF スタックユニットは現在の Master の Bridge MAC アドレスのオーナの Bridge MAC アドレスを使用します。この設定は、再起動、一時的なリンク故障、または意図的なリンク切断による不必要な Bridge MAC アドレスの変更を避けることができます。
- **irf mac-address persistent always**– Master が IRF スタックユニットから離脱しても IRF スタックユニットは Bridge MAC アドレスを変更しません。

🕮 **メモ：**

同じ Bridge MAC アドレスを持つ IRF スタックユニットは結合することができません。新しい IRF スタックユニットの Master 装置として削除した Bridge MAC アドレスオーナを使用する場合、新しい IRF スタックユニットの Bridge MAC アドレスは古い IRF スタックユニットと同一になります。2 つの IRF スタックユニットを結合するため、古い IRF スタックユニットの Bridge MAC アドレスを変更する必要があります。

- **undo irf mac-address persistent**– もとの Bridge MAC アドレスのオーナが離脱するとすぐに、IRF スタックユニットは現在の Master の Bridge MAC アドレスを使用します。

2.17.1 設定の制限とガイドライン

IRF スタックユニットが結合するとき、IRF スタックは IRF bridge MAC アドレスを無視し、IRF スタックユニット内の各メンバ装置の bridge MAC アドレスを確認します。2 つのメンバ装置が同じ bridge MAC アドレスを持つ場合、IRF スタック結合は失敗します。IRF スタックの Bridge MAC アドレスの保持を設定する場合、以下のガイドラインに従ってください。

ARP MAD が使用されている場合、IRF スタックから Bridge MAC アドレスのオーナが離脱した際に Bridge MAC アドレスが即座に変更されるように **undo irf mac-address persistent** コマンドを設定してください。

2.17.2 設定手順

以下に IRF スタック Bridge MAC アドレスの保持の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. IRF スタック bridge MAC の保持を設定する	• Bridge MACアドレスのオーナが離脱しても、Bridge MACアドレスを保持する **irf mac-address persistent always** • Bridge MACアドレスのオーナが離脱した後、6分間はBridge MACアドレスを保持する **irf mac-address persistent timer** • Bridge MACアドレスのオーナが離脱した後、すぐにBridge MACアドレスを変更する **undo irf mac-address persistent**	デフォルトでは、Bridge MACアドレスのオーナが離脱した後、6分間はBridge MACアドレスを保持します。

2.18 ソフトウェア同期用のソフトウェアオートアップグレードの有効化

重要:

複数のユーザがいる環境でソフトウェアオートアップグレードを正常に行うため、オートアップグレード中に再起動を行わないようにしてください。オートアップデートの状態を管理者に通知する場合、状態のメッセージを設定端末に状態メッセージを出力するため、information center を設定してください。(詳細はオペレーションマニュアルのセクション 11 *システム管理 "Information Center"* を参照してください。)

ソフトウェアオートアップグレード機能は、現在のソフトウェアを自動的に Master と IRF スタックユニット内のすべてのメンバを同一にします。

IRF スタックユニットに加わるには、Master のソフトウェアと同じソフトウェアを使用する必要があります。

装置を IRF スタックユニットに追加するとき、ソフトウェアオートアップグレード機能は加入しようとする装置のソフトウェアを IRF スタックの Master のソフトウェアと比較します。ソフトウェアが異なる場合、装置は自動で以下の処理を行います。

1) 装置は自動的に Master からソフトウェアをダウンロードします。
2) 新しいソフトウェアとしてダウンロードしたソフトウェアを設定します。
3) 再起動し、そして再び IRF スタックユニットに加わります。

以下の状況の IRF スタックユニットでは、新しい装置は動作するソフトウェアイメージを手動でアップデートする必要があります。

IRF スタックユニットに装置を追加する前、装置のソフトウェアを手動でアップグレードしてください。

- オートアップグレード機能が無効です。
- オートアップグレード機能がソフトウェアのアップデートに失敗しました。IRF スタックユニットが新しい装置で使用されるソフトウェアバージョンを識別できない場合、この状況が発生します。

2.18.1 設定要件

IRF スタックユニットに加えようとする装置に新しいソフトウェアを格納するための十分な空き容量があることを確認してください。

もし十分なメモリ容量がない場合、装置は現在のソフトウェアを自動的に削除します。それでもメモリ容量が不十分な場合は、装置は自動更新を完了できません。手動で再起動を行い、Boot メニューでいくつかのファイルを削除してください。

2.18.2 設定手順

IRF スタックユニットに追加する装置で Master のソフトウェアを同期させるため、以下にソフトウェアアップグレードの設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. ソフトウェアオートアップグレード機能を有効にする	**irf auto-update enable**	デフォルト：有効

2.19 WLANアクセスのためのIRFスタック最適化の有効化

AP とクライアント間の信頼できるアクセスを保証するために、この機能を使用してください。この機能により IRF master 装置の選出や新たなメンバの参加、IRF メンバ装置の役割変更の処理が素早くなり、AP とクライアントの接続が不安定になることを防止します。

以下に WLAN アクセスのための IRF スタック最適化の設定を示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー
2. WLAN アクセスのための IRF スタック最適化を有効にする	**irf-optimize wlan reliable-access**	デフォルト：有効

2.20 IRFスタックメンバシップの維持

トラブルシューティングあるいはメンテナンスの目的から、メンバ装置のマルチメンバスタック機能を無効にして、メンバ装置を IRF スタックユニットから除外することができます。除外されたメンバ装置は、最初の IRF スタックの設定で動作を続けます。しかし、IRF スタック制御パケットの送受信は行いません。

トラブルシューティングあるいはメンテナンス作業が終了した後、IRF スタックユニットにメンバ装置を追加するために、メンバ装置のマルチメンバスタック機能を有効にすることができます。

2.20.1 IRF スタックユニットからの装置の除外

除外された IRF スタックメンバ装置には、IRF スタックユニットと同じレイヤ 2 もしくはレイヤ 3 の設定がある可能性があります。例えば、IP アドレスや bridge MAC アドレスです。 ネットワーク衝突を避けるため、除外したメンバ装置もしくは IRF スタックユニットでこれらの設定を変更してください。

IRF スタックユニットからの装置の除外の設定を以下に示します。

操作	コマンド	補足
1. system view に移行する	**system-view**	ー

操作	コマンド	補足
2． メンバ装置のマルチメンバスタック機能を無効にする	**undo irf member** *member-id* **stack enable**	デフォルト：有効 このコマンドを設定すると、メンバ装置は5秒後にIRFスタックユニットから除外されます。

2.21 除外したメンバ装置のIRFスタックユニットへの追加

除外したメンバ装置を、もとの IRF スタックユニットあるいは新たな IRF スタックユニットに追加するためには、メンバ装置のマルチメンバスタック機能を有効にする必要があります。

メンバ装置でマルチメンバスタック機能を有効にする方法を以下に示します。

操作	コマンド
1． 除外するメンバ装置にログインする	ー
2． メンバ装置のマルチメンバスタック機能を有効にする	**irf member** *member-id* **stack enable**
3． user view に戻る	**quit**
4． カレントコンフィグレーションを保存する	**save**
5． 設定を適用するために装置を再起動する	**reboot**

2.22 IRFスタックユニットの状態表示と維持

すべての view で **display** コマンドを実行できます。

操作	コマンド
すべてのIRFスタックメンバの情報を表示する	**display irf**
メンバ装置で送受信されるIRFスタックハローパケットに関する情報を表示する	**display irf forwarding** [**slot** *slot-number*]
IRFスタックのリンク情報を表示する	**display irf link**
IRFスタックの設定を表示する	**display irf configuration**
MAD設定を表示する	**display mad** [**verbose**]

2.23 IRFスタックの設定例

この章では異なる MAD を使用する場合の IRF スタックユニットの設定例を示します。

2.23.1 ARP MAD を使用する場合の IRF スタックの設定例

I. ネットワーク要件

図 2-2に示すように、AC1 と AC2 を使用してメンバ装置が 2 台の IRF スタックユニットを設定します。

- IRF スタックユニットに ARP MAD を設定し、Switch を中継装置として使用します。
- ループが発生しないように、IRF スタックユニットと Switch 間でスパニングツリー機能を有効にします。
- 障害による分裂を回避するために IRF スタックポートを 2 ポートで構築します。

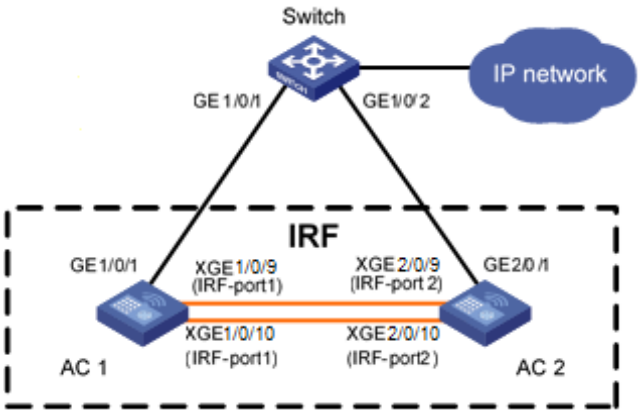


図 2-2 ネットワーク図

II. 設定手順

1)　AC1 を設定します。

障害による分裂を回避するために IRF スタックポートに Ten-GigabitEthernat 1/0/9 と Ten-GigabitEthernat 1/0/10 を関連付け、AP バックアップ機能とクライアントバックアップ機能を有効にし、設定を保存します。

```
<AC1> system-view
[AC1] interface ten-gigabitethernet 1/0/9
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/9] shutdown
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/9] quit
[AC1] interface ten-gigabitethernet 1/0/10
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/10] shutdown
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/10] quit
[AC1] irf-port 1
[AC1-irf-port1] port group interface ten-gigabitethernet 1/0/9
[AC1-irf-port1] port group interface ten-gigabitethernet 1/0/10
```

```
[AC1-irf-port1] quit
[AC1] interface ten-gigabitethernet 1/0/9
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/9] undo shutdown
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/9] quit
[AC1] interface ten-gigabitethernet 1/0/10
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/10] undo shutdown
[AC1-Ten-GigabitEthernet1/0/10] quit
[AC1] wlan client-backup hot-backup enable
[AC1] wlan ap-backup hot-backup enable global
[AC1] save
```

IRF スタックポートコンフィグレーションを有効にする。

```
[AC1] irf-port-configuration active
```

2)　AC2 を設定します。

AC2 のメンバ ID を 1 から 2 に変更し、その設定を適用するために AC2 を再起動します。

```
<AC2> system-view
[AC2] irf member 1 renumber 2
Warning: Renumbering the member ID may result in configuration change or loss.
Continue? [Y/N]:y
[AC2] quit
<AC2> reboot
```

図 2-2のように AC1 と AC2 を接続する。（詳細は省略します。）

AC2 にログインします。（詳細は省略します）

障害による分裂を回避するために IRF スタックポートに Ten-GigabitEthernet 2/0/9 と Ten-GigabitEthernet 2/0/10 を関連付け、設定を保存します。

```
<AC2> system-view
[AC2] interface ten-gigabitethernet 2/0/9
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/9] shutdown
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/9] quit
[AC2] interface ten-gigabitethernet 2/0/10
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/10] shutdown
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/10] quit
[AC2] irf-port 2
[AC2-irf-port2] port group interface ten-gigabitethernet 2/0/9
[AC2-irf-port2] port group interface ten-gigabitethernet 2/0/10
[AC2-irf-port2] quit
```

```
[AC2] interface ten-gigabitethernet 2/0/9
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/9] undo shutdown
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/9] quit
[AC2] interface ten-gigabitethernet 2/0/10
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/10] undo shutdown
[AC2-Ten-GigabitEthernet2/0/10] quit
[AC2] save
```

IRF スタックポートの設定を有効にします。

```
[AC2] irf-port-configuration active
```

3) AC1 と AC2 は Master 装置を選出します。Master 装置として選出されなかった装置は、再起動して Master 装置と IRF スタックを形成します。
4) IRF スタックユニットで ARP MAD を設定します。

スパニングツリー機能をグローバルで有効にします。また、ARP MAD の VLAN を MST 領域で MSTI 1 にマッピングします。

```
<AC1> system-view
[AC1] stp global enable
[AC1] stp region-configuration
[AC1-mst-region] region-name arpmad
[AC1-mst-region] instance 1 vlan 3
[AC1-mst-region] active region-configuration
[AC1-mst-region] quit
```

Bridge MAC アドレスオーナが離脱するとすぐに Bridge MAC アドレスを変更するよう IRF スタックユニットを設定します。

```
[AC1] undo irf mac-address persistent
```

IRF スタックユニットの MAD ドメイン ID を 1 に設定します。

```
[AC1] irf domain 1
```

VLAN 3 を作成し、AC1（メンバ ID1）の GigabitEthernet 1/0/1 と AC2（メンバ ID2）の GigabitEthernet 2/0/1 を VLAN 3 に追加します。

```
[AC1] vlan 3
[AC1-vlan3] port gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 2/0/1
[AC1-vlan3] quit
```

VLAN-interface 3 を作成し、IP アドレスを割り当てます。また、そのインタフェースで ARP MAD を有効にします。

```
[AC1] interface vlan-interface 3
[AC1-Vlan-interface3] ip address 192.168.2.1 24
[AC1-Vlan-interface3] mad arp enable
```

```
You need to assign a domain ID (range: 0-4294967295)
[Current domain is: 1]:
The assigned  domain ID is: 1
```

5) Switch を中継装置として設定します。

注意:

中継装置が IRF スタックユニットの中にある場合、正しい分裂の検出を行うため、2 つの IRF スタックユニットに異なるドメイン ID を割り当ててください。間違った検出は IRF スタックの分裂を引き起こします。

#Switch にログインします。（詳細は省略します）

スパニングツリー機能をグローバルで有効にし、ARP MAD の VLAN を MST 領域で MSTI 1 にマッピングします。

```
<Switch> system-view
[Switch] stp global enable
[Switch] stp region-configuration
[Switch-mst-region] region-name arpmad
[Switch-mst-region] instance 1 vlan 3
[Switch-mst-region] active region-configuration
[Switch-mst-region] quit
```

VLAN 3 を作成し、GigabitEthernet 1/0/1 と GigabitEthernet 1/0/2 を VLAN 3 に追加します。

```
[Switch] vlan 3
[Switch-vlan3] port gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
[Switch-vlan3] quit
```

QX-W2230AC アクセスコントローラ

オペレーションマニュアル

13. 謝辞

本マニュアルは以下に示す章で構成されています。

01-謝辞

目次

このセクションのページは **13-x-x** です。

1章 謝辞（Acknowledgments） **1-1**

1章 謝辞（Acknowledgments）

This document provides copyright information regarding the third-party software that are included, either in whole or in part, in this product.

Acknowledgements:
This product includes software developed by the University of California, Berkeley and its contributors.
This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.openssl.org/).
This product includes cryptographic software written by Eric Young (eay@cryptsoft.com).
This product includes software developed by the University of California, Lawrence Berkeley Laboratory and its contributors.

This product contains third parties component softwares and they will be used and distributed under the specific license.
If you want to obtain source code of Open Source Software included in this product, please send a request to our support team: https://www.nec.com/, we will provide the source code included in this product in exchange for a fee no higher than the physical cost of providing the source code.

[aes.js 3.1.2 (part of crypto-js 3.1.2)]
[COPYRIGHT]
(c) 2009-2013 by Jeff Mott. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions, and the following disclaimer.
Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions, and the following disclaimer in the documentation or other materials provided with the distribution.
Neither the name CryptoJS nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS," AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

[boolean.h 1.19]
[COPYRIGHT]
  Copyright (C) 2004-2007 Internet Systems Consortium, Inc. ("ISC")
  Copyright (C) 1998-2001 Internet Software Consortium.

[LICENSE]
  Permission to use, copy, modify, and/or distribute this software for any
  purpose with or without fee is hereby granted, provided that the above
  copyright notice and this permission notice appear in all copies.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND ISC DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL ISC BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, DIRECT, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

[bootstrap 2.3.2]
[COPYRIGHT]
Copyright 2012 Twitter, Inc.

[LICENSE]

Apache License
Version 2.0, January 2004
http://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

"License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction, and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

"Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all other entities that control, are controlled by, or are under common control with that entity. For the purposes of this definition, "control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the direction or management of such entity, whether by contract or otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications, including but not limited to software source code, documentation source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical transformation or translation of a Source form, including but not limited to compiled object code, generated documentation, and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or Object form, made available under the License, as indicated by a copyright notice that is included in or attached to the work (an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object form, that is based on (or derived from) the Work and for which the editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes of this License, Derivative Works shall not include works that remain separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of, the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including the original version of the Work and any modifications or additions to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted" means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems,

and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use,

reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied, including, without limitation, any warranties or conditions of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the appropriateness of using or redistributing the Work and assume any risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory, whether in tort (including negligence), contract, or otherwise, unless required by applicable law (such as deliberate and grossly negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be liable to You for damages, including any direct, indirect, special, incidental, or consequential damages of any character arising as a result of this License or out of the use or inability to use the Work (including but not limited to damages for loss of goodwill, work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all other commercial damages or losses), even if such Contributor has been advised of the possibility of such damages.

9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer, and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity, or other liability obligations and/or rights consistent with this License. However, in accepting such obligations, You may act only on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf of any other Contributor, and only if You agree to indemnify, defend, and hold each Contributor harmless for any liability incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

[bootstrap-datetimepicker 1.2]
[COPYRIGHT]
Copyright 2012 Stefan Petre

[LICENSE]

Apache License
Version 2.0, January 2004
http://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

"License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction, and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

"Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all other entities that control, are controlled by, or are under common control with that entity. For the purposes of this definition, "control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the direction or management of such entity, whether by contract or otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications, including but not limited to software source code, documentation source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical transformation or translation of a Source form, including but not limited to compiled object code, generated documentation, and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or Object form, made available under the License, as indicated by a copyright notice that is included in or attached to the work (an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object form, that is based on (or derived from) the Work and for which the editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes of this License, Derivative Works shall not include works that remain separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of, the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including the original version of the Work and any modifications or additions to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted" means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work

or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied, including, without limitation, any warranties or conditions of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the appropriateness of using or redistributing the Work and assume any risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory,

whether in tort (including negligence), contract, or otherwise,
unless required by applicable law (such as deliberate and grossly
negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be
liable to You for damages, including any direct, indirect, special,
incidental, or consequential damages of any character arising as a
result of this License or out of the use or inability to use the
Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
other commercial damages or losses), even if such Contributor
has been advised of the possibility of such damages.

9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
or other liability obligations and/or rights consistent with this
License. However, in accepting such obligations, You may act only
on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
defend, and hold each Contributor harmless for any liability
incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

To apply the Apache License to your work, attach the following
boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets "[]"
replaced with your own identifying information. (Don't include
the brackets!) The text should be enclosed in the appropriate
comment syntax for the file format. We also recommend that a
file or class name and description of purpose be included on the
same "printed page" as the copyright notice for easier
identification within third-party archives.

Copyright 2012 Sebastien MALOT

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the License.
You may obtain a copy of the License at

http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
See the License for the specific language governing permissions and
limitations under the License.

[bootstrap-modal 2.1]
[COPYRIGHT]
Copyright 2012 Jordan Schroter

[LICENSE]

Apache License
Version 2.0, January 2004
http://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

"License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction,
and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

"Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by
the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all

other entities that control, are controlled by, or are under common control with that entity. For the purposes of this definition, "control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the direction or management of such entity, whether by contract or otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications, including but not limited to software source code, documentation source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical transformation or translation of a Source form, including but not limited to compiled object code, generated documentation, and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or Object form, made available under the License, as indicated by a copyright notice that is included in or attached to the work (an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object form, that is based on (or derived from) the Work and for which the editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes of this License, Derivative Works shall not include works that remain separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of, the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including the original version of the Work and any modifications or additions to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted" means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses

granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied, including, without limitation, any warranties or conditions of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the appropriateness of using or redistributing the Work and assume any risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory, whether in tort (including negligence), contract, or otherwise, unless required by applicable law (such as deliberate and grossly

negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be
liable to You for damages, including any direct, indirect, special,
incidental, or consequential damages of any character arising as a
result of this License or out of the use or inability to use the
Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
other commercial damages or losses), even if such Contributor
has been advised of the possibility of such damages.

9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
or other liability obligations and/or rights consistent with this
License. However, in accepting such obligations, You may act only
on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
defend, and hold each Contributor harmless for any liability
incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

To apply the Apache License to your work, attach the following
boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets "[]"
replaced with your own identifying information. (Don't include
the brackets!) The text should be enclosed in the appropriate
comment syntax for the file format. We also recommend that a
file or class name and description of purpose be included on the
same "printed page" as the copyright notice for easier
identification within third-party archives.

Copyright 2012 Sebastien MALOT

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the License.
You may obtain a copy of the License at

http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
See the License for the specific language governing permissions and
limitations under the License.

[bootstrapSwitch 1.3.0]
[COPYRIGHT]
bootstrapSwitch v1.3 by Larentis Mattia @spiritualGuru

[LICENSE]

Apache License
Version 2.0, January 2004
http://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

"License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction,
and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

"Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by
the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all
other entities that control, are controlled by, or are under common
control with that entity. For the purposes of this definition,

"control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the direction or management of such entity, whether by contract or otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications, including but not limited to software source code, documentation source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical transformation or translation of a Source form, including but not limited to compiled object code, generated documentation, and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or Object form, made available under the License, as indicated by a copyright notice that is included in or attached to the work (an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object form, that is based on (or derived from) the Work and for which the editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes of this License, Derivative Works shall not include works that remain separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of, the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including the original version of the Work and any modifications or additions to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted" means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied, including, without limitation, any warranties or conditions of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the appropriateness of using or redistributing the Work and assume any risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory, whether in tort (including negligence), contract, or otherwise, unless required by applicable law (such as deliberate and grossly negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be liable to You for damages, including any direct, indirect, special,

```
      incidental, or consequential damages of any character arising as a
      result of this License or out of the use or inability to use the
      Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
      work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
      other commercial damages or losses), even if such Contributor
      has been advised of the possibility of such damages.

   9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
      the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
      and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
      or other liability obligations and/or rights consistent with this
      License. However, in accepting such obligations, You may act only
      on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
      of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
      defend, and hold each Contributor harmless for any liability
      incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
      of your accepting any such warranty or additional liability.

   END OF TERMS AND CONDITIONS

   APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

      To apply the Apache License to your work, attach the following
      boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets "[]"
      replaced with your own identifying information. (Don't include
      the brackets!)  The text should be enclosed in the appropriate
      comment syntax for the file format. We also recommend that a
      file or class name and description of purpose be included on the
      same "printed page" as the copyright notice for easier
      identification within third-party archives.

   Copyright 2012 Sebastien MALOT

   Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
   you may not use this file except in compliance with the License.
   You may obtain a copy of the License at

       http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

   Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
   distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
   WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
   See the License for the specific language governing permissions and
   limitations under the License.
-------------------------------------------------------------------------
---
[busybox 1.20.1]
[LICENSE]
    GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
       Version 2, June 1991

 Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.
     51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA  02110-1301  USA
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.

    Preamble

  The licenses for most software are designed to take away your
freedom to share and change it.  By contrast, the GNU General Public
License is intended to guarantee your freedom to share and change free
software--to make sure the software is free for all its users.  This
General Public License applies to most of the Free Software
Foundation's software and to any other program whose authors commit to
using it.  (Some other Free Software Foundation software is covered by
the GNU Library General Public License instead.)  You can apply it to
your programs, too.

  When we speak of free software, we are referring to freedom, not
price.  Our General Public Licenses are designed to make sure that you
```

have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

Finally, any free program is threatened constantly by software patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1

above, provided that you also meet all of these conditions:

a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.

c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the

operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding

those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of

```
    MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
    GNU General Public License for more details.

    You should have received a copy of the GNU General Public License
    along with this program; if not, write to the Free Software
    Foundation, Inc., 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA  02110-1301  USA


Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this
when it starts in an interactive mode:

    Gnomovision version 69, Copyright (C) year  name of author
    Gnomovision comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.
    This is free software, and you are welcome to redistribute it
    under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate
parts of the General Public License.  Of course, the commands you use may
be called something other than `show w' and `show c'; they could even be
mouse-clicks or menu items--whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your
school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if
necessary.  Here is a sample; alter the names:

  Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program
  `Gnomovision' (which makes passes at compilers) written by James Hacker.

  <signature of Ty Coon>, 1 April 1989
  Ty Coon, President of Vice

This General Public License does not permit incorporating your program into
proprietary programs.  If your program is a subroutine library, you may
consider it more useful to permit linking proprietary applications with the
library.  If this is what you want to do, use the GNU Library General
Public License instead of this License.
------------------------------------------------------------------------------
---
[cjson 1.7.12]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2009-2017 Dave Gamble and cJSON contributors

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in
all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN
THE SOFTWARE.
------------------------------------------------------------------------------
---
[cpio 2.11]
[COPYRIGHT]
  Copyright (C) 1990, 1991, 1992, 2001, 2006, 2007, 2009, 2010 Free
  Software Foundation, Inc.

[LICENSE]
```

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 3, 29 June 2007

Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program--to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

TERMS AND CONDITIONS

0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as "you". "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source

includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to

produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.

b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices".

c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.

d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.

b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.

c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.

d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source

may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately

under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or

b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or

c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or

d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or

e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or

f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way.

8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the

combination as such.

14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively

```
state the exclusion of warranty; and each file should have at least
the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

    <one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
    Copyright (C) <year>  <name of author>

    This program is free software: you can redistribute it and/or modify
    it under the terms of the GNU General Public License as published by
    the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
    (at your option) any later version.

    This program is distributed in the hope that it will be useful,
    but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
    MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
    GNU General Public License for more details.

    You should have received a copy of the GNU General Public License
    along with this program.  If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

  If the program does terminal interaction, make it output a short
notice like this when it starts in an interactive mode:

    <program>  Copyright (C) <year>  <name of author>
    This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.
    This is free software, and you are welcome to redistribute it
    under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate
parts of the General Public License.  Of course, your program's commands
might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

  You should also get your employer (if you work as a programmer) or school,
if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary.
For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see
<http://www.gnu.org/licenses/>.

  The GNU General Public License does not permit incorporating your program
into proprietary programs.  If your program is a subroutine library, you
may consider it more useful to permit linking proprietary applications with
the library.  If this is what you want to do, use the GNU Lesser General
Public License instead of this License.  But first, please read
<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>.

------------------------------------------------------------------------------
---
[curl 7.21.2]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1996 - 2010, Daniel Stenberg, <daniel@haxx.se>.
  All rights reserved.

[LICENSE]
 Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any purpose
 with or without fee is hereby granted, provided that the above copyright
 notice and this permission notice appear in all copies.

 THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
 IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
 FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT OF THIRD PARTY RIGHTS. IN
 NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM,
 DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR
 OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE
 OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

 Except as contained in this notice, the name of a copyright holder shall not
 be used in advertising or otherwise to promote the sale, use or other dealings
 in this Software without prior written authorization of the copyright holder.
```

```
--------------------------------------------------------------------------
---
[domain stack framework 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California.  All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American
National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have
given us permission to reprint portions of their documentation.
```

```
In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions
of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in
the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE
Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments
(POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics
Engineers, Inc.  In the event of any discrepancy between these versions
and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee
document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions
of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National
Standards Committee X3, on Information Processing Systems.  Computer and
Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW,
Suite 500, Washington, DC 20001-2178.  The developmental work of
Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are
those of the authors and should not be interpreted as representing official
policies, either expressed or implied, of the Regents of the University
of California.


NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD")
source has been updated.  The copyright addendum may be found at
ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is
included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source
code files require that further distributions of products containing all or
portions of the software, acknowledge within their advertising materials
that such products contain software developed by UC Berkeley and its
contributors.

Specifically, the provision reads:

"     * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
       *    must display the following acknowledgement:
       *    This product includes software developed by the University of
       *    California, Berkeley and its contributors."

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to
include the acknowledgement within advertising materials.  Accordingly, the
foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted
in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley
--------------------------------------------------------------------------
---
[dosfstools 3.0.12]
[COPYRIGHT]
  Copyright (C) 1998-2005 Roman Hodek <Roman.Hodek@informatik.uni-erlangen.de>

[LICENSE]
                    GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
                       Version 3, 29 June 2007

 Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.
```

Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program--to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

TERMS AND CONDITIONS

0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of

works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as "you". "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users

can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.

b) The work must carry prominent notices stating that it is

released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices".

c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.

d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.

b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.

c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.

d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place

additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or

b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or

c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or

d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or

e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or

f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way.

8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such.

14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to

address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software: you can redistribute it and/or modify

```
    it under the terms of the GNU General Public License as published by
    the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
    (at your option) any later version.

    This program is distributed in the hope that it will be useful,
    but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
    MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
    GNU General Public License for more details.

    You should have received a copy of the GNU General Public License
    along with this program.  If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

  If the program does terminal interaction, make it output a short
notice like this when it starts in an interactive mode:

    <program>  Copyright (C) <year>  <name of author>
    This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.
    This is free software, and you are welcome to redistribute it
    under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate
parts of the General Public License.  Of course, your program's commands
might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

  You should also get your employer (if you work as a programmer) or school,
if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary.
For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see
<http://www.gnu.org/licenses/>.

  The GNU General Public License does not permit incorporating your program
into proprietary programs.  If your program is a subroutine library, you
may consider it more useful to permit linking proprietary applications with
the library.  If this is what you want to do, use the GNU Lesser General
Public License instead of this License.  But first, please read
<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>.
--------------------------------------------------------------------------
---
[dynamic linking loader 0.9.32 (part of uclibc 0.9.32)]
[LICENSE]
  GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
       Version 2.1, February 1999

 Copyright (C) 1991, 1999 Free Software Foundation, Inc.
     51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA  02110-1301  USA
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.

[This is the first released version of the Lesser GPL.  It also counts
 as the successor of the GNU Library Public License, version 2, hence
 the version number 2.1.]

    Preamble

  The licenses for most software are designed to take away your
freedom to share and change it.  By contrast, the GNU General Public
Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change
free software--to make sure the software is free for all its users.

  This license, the Lesser General Public License, applies to some
specially designated software packages--typically libraries--of the
Free Software Foundation and other authors who decide to use it.  You
can use it too, but we suggest you first think carefully about whether
this license or the ordinary General Public License is the better
strategy to use in any particular case, based on the explanations below.

  When we speak of free software, we are referring to freedom of use,
not price.  Our General Public Licenses are designed to make sure that
you have the freedom to distribute copies of free software (and charge
```

for this service if you wish); that you receive source code or can get it if you want it; that you can change the software and use pieces of it in new free programs; and that you are informed that you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid distributors to deny you these rights or to ask you to surrender these rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the library or if you modify it.

For example, if you distribute copies of the library, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that we gave you. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. If you link other code with the library, you must provide complete object files to the recipients, so that they can relink them with the library after making changes to the library and recompiling it. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with a two-step method: (1) we copyright the library, and (2) we offer you this license, which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the library.

To protect each distributor, we want to make it very clear that there is no warranty for the free library. Also, if the library is modified by someone else and passed on, the recipients should know that what they have is not the original version, so that the original author's reputation will not be affected by problems that might be introduced by others.

Finally, software patents pose a constant threat to the existence of any free program. We wish to make sure that a company cannot effectively restrict the users of a free program by obtaining a restrictive license from a patent holder. Therefore, we insist that any patent license obtained for a version of the library must be consistent with the full freedom of use specified in this license.

Most GNU software, including some libraries, is covered by the ordinary GNU General Public License. This license, the GNU Lesser General Public License, applies to certain designated libraries, and is quite different from the ordinary General Public License. We use this license for certain libraries in order to permit linking those libraries into non-free programs.

When a program is linked with a library, whether statically or using a shared library, the combination of the two is legally speaking a combined work, a derivative of the original library. The ordinary General Public License therefore permits such linking only if the entire combination fits its criteria of freedom. The Lesser General Public License permits more lax criteria for linking other code with the library.

We call this license the "Lesser" General Public License because it does Less to protect the user's freedom than the ordinary General Public License. It also provides other free software developers Less of an advantage over competing non-free programs. These disadvantages are the reason we use the ordinary General Public License for many libraries. However, the Lesser license provides advantages in certain special circumstances.

For example, on rare occasions, there may be a special need to encourage the widest possible use of a certain library, so that it becomes a de-facto standard. To achieve this, non-free programs must be allowed to use the library. A more frequent case is that a free library does the same job as widely used non-free libraries. In this case, there is little to gain by limiting the free library to free software only, so we use the Lesser General Public License.

In other cases, permission to use a particular library in non-free programs enables a greater number of people to use a large body of free software. For example, permission to use the GNU C Library in

non-free programs enables many more people to use the whole GNU operating system, as well as its variant, the GNU/Linux operating system.

Although the Lesser General Public License is Less protective of the users' freedom, it does ensure that the user of a program that is linked with the Library has the freedom and the wherewithal to run that program using a modified version of the Library.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. Pay close attention to the difference between a "work based on the library" and a "work that uses the library". The former contains code derived from the library, whereas the latter must be combined with the library in order to run.

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any software library or other program which contains a notice placed by the copyright holder or other authorized party saying it may be distributed under the terms of this Lesser General Public License (also called "this License"). Each licensee is addressed as "you".

A "library" means a collection of software functions and/or data prepared so as to be conveniently linked with application programs (which use some of those functions and data) to form executables.

The "Library", below, refers to any such software library or work which has been distributed under these terms. A "work based on the Library" means either the Library or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Library or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated straightforwardly into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".)

"Source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For a library, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the library.

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running a program using the Library is not restricted, and output from such a program is covered only if its contents constitute a work based on the Library (independent of the use of the Library in a tool for writing it). Whether that is true depends on what the Library does and what the program that uses the Library does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Library's complete source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and distribute a copy of this License along with the Library.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Library or any portion of it, thus forming a work based on the Library, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) The modified work must itself be a software library.

b) You must cause the files modified to carry prominent notices

stating that you changed the files and the date of any change.

c) You must cause the whole of the work to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this License.

d) If a facility in the modified Library refers to a function or a table of data to be supplied by an application program that uses the facility, other than as an argument passed when the facility is invoked, then you must make a good faith effort to ensure that, in the event an application does not supply such function or table, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful.

(For example, a function in a library to compute square roots has a purpose that is entirely well-defined independent of the application. Therefore, Subsection 2d requires that any application-supplied function or table used by this function must be optional: if the application does not supply it, the square root function must still compute square roots.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Library, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Library, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Library.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Library with the Library (or with a work based on the Library) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may opt to apply the terms of the ordinary GNU General Public License instead of this License to a given copy of the Library. To do this, you must alter all the notices that refer to this License, so that they refer to the ordinary GNU General Public License, version 2, instead of to this License. (If a newer version than version 2 of the ordinary GNU General Public License has appeared, then you can specify that version instead if you wish.) Do not make any other change in these notices.

Once this change is made in a given copy, it is irreversible for that copy, so the ordinary GNU General Public License applies to all subsequent copies and derivative works made from that copy.

This option is useful when you wish to copy part of the code of the Library into a program that is not a library.

4. You may copy and distribute the Library (or a portion or derivative of it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange.

If distribution of object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place satisfies the requirement to distribute the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

5. A program that contains no derivative of any portion of the Library, but is designed to work with the Library by being compiled or linked with it, is called a "work that uses the Library". Such a work, in isolation, is not a derivative work of the Library, and therefore falls outside the scope of this License.

However, linking a "work that uses the Library" with the Library creates an executable that is a derivative of the Library (because it contains portions of the Library), rather than a "work that uses the library". The executable is therefore covered by this License. Section 6 states terms for distribution of such executables.

When a "work that uses the Library" uses material from a header file that is part of the Library, the object code for the work may be a derivative work of the Library even though the source code is not. Whether this is true is especially significant if the work can be linked without the Library, or if the work is itself a library. The threshold for this to be true is not precisely defined by law.

If such an object file uses only numerical parameters, data structure layouts and accessors, and small macros and small inline functions (ten lines or less in length), then the use of the object file is unrestricted, regardless of whether it is legally a derivative work. (Executables containing this object code plus portions of the Library will still fall under Section 6.)

Otherwise, if the work is a derivative of the Library, you may distribute the object code for the work under the terms of Section 6. Any executables containing that work also fall under Section 6, whether or not they are linked directly with the Library itself.

6. As an exception to the Sections above, you may also combine or link a "work that uses the Library" with the Library to produce a work containing portions of the Library, and distribute that work under terms of your choice, provided that the terms permit modification of the work for the customer's own use and reverse engineering for debugging such modifications.

You must give prominent notice with each copy of the work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. You must supply a copy of this License. If the work during execution displays copyright notices, you must include the copyright notice for the Library among them, as well as a reference directing the user to the copy of this License. Also, you must do one of these things:

a) Accompany the work with the complete corresponding machine-readable source code for the Library including whatever changes were used in the work (which must be distributed under Sections 1 and 2 above); and, if the work is an executable linked with the Library, with the complete machine-readable "work that uses the Library", as object code and/or source code, so that the user can modify the Library and then relink to produce a modified executable containing the modified Library. (It is understood that the user who changes the contents of definitions files in the Library will not necessarily be able to recompile the application to use the modified definitions.)

b) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (1) uses at run time a copy of the library already present on the user's computer system, rather than copying library functions into the executable, and (2) will operate properly with a modified version of the library, if the user installs one, as long as the modified version is interface-compatible with the version that the work was made with.

c) Accompany the work with a written offer, valid for at least three years, to give the same user the materials specified in Subsection 6a, above, for a charge no more than the cost of performing this distribution.

d) If distribution of the work is made by offering access to copy from a designated place, offer equivalent access to copy the above specified materials from the same place.

e) Verify that the user has already received a copy of these materials or that you have already sent this user a copy.

For an executable, the required form of the "work that uses the Library" must include any data and utility programs needed for reproducing the executable from it. However, as a special exception, the materials to be distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

It may happen that this requirement contradicts the license restrictions of other proprietary libraries that do not normally accompany the operating system. Such a contradiction means you cannot use both them and the Library together in an executable that you distribute.

7. You may place library facilities that are a work based on the Library side-by-side in a single library together with other library facilities not covered by this License, and distribute such a combined library, provided that the separate distribution of the work based on the Library and of the other library facilities is otherwise permitted, and provided that you do these two things:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities. This must be distributed under the terms of the Sections above.

b) Give prominent notice with the combined library of the fact that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

8. You may not copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

9. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Library or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Library (or any work based on the Library), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Library or works based on it.

10. Each time you redistribute the Library (or any work based on the Library), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute, link with or modify the Library subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

11. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this

License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Library at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Library by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Library.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply, and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

12. If the distribution and/or use of the Library is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Library under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

13. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library does not specify a license version number, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

14. If you wish to incorporate parts of the Library into other free programs whose distribution conditions are incompatible with these, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

15. BECAUSE THE LIBRARY IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE LIBRARY, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE LIBRARY "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE LIBRARY IS WITH YOU. SHOULD THE LIBRARY PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE LIBRARY AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU

FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE LIBRARY (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE LIBRARY TO OPERATE WITH ANY OTHER SOFTWARE), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Libraries

If you develop a new library, and you want it to be of the greatest possible use to the public, we recommend making it free software that everyone can redistribute and change. You can do so by permitting redistribution under these terms (or, alternatively, under the terms of the ordinary General Public License).

To apply these terms, attach the following notices to the library. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the library's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This library is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.

This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU Lesser General Public License along with this library; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the library, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the library `Frob' (a library for tweaking knobs) written by James Random Hacker.

<signature of Ty Coon>, 1 April 1990
Ty Coon, President of Vice

That's all there is to it!

[echarts.js 2.2.7 (part of echarts 2.2.7)]
[COPYRIGHT]
Copyright ?2017-2021, The Apache Software Foundation Apache ECharts, ECharts, Apache, the Apache feather, and the Apache ECharts project logo are either registered trademarks or trademarks of the Apache Software Foundation.

[LICENSE]

Apache License
Version 2.0, January 2004
http://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

   "License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction,
   and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

   "Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by
   the copyright owner that is granting the License.

   "Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all
   other entities that control, are controlled by, or are under common
   control with that entity. For the purposes of this definition,
   "control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the
   direction or management of such entity, whether by contract or
   otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the
   outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

   "You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity
   exercising permissions granted by this License.

   "Source" form shall mean the preferred form for making modifications,
   including but not limited to software source code, documentation
   source, and configuration files.

   "Object" form shall mean any form resulting from mechanical
   transformation or translation of a Source form, including but
   not limited to compiled object code, generated documentation,
   and conversions to other media types.

   "Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or
   Object form, made available under the License, as indicated by a
   copyright notice that is included in or attached to the work
   (an example is provided in the Appendix below).

   "Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object
   form, that is based on (or derived from) the Work and for which the
   editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications
   represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes
   of this License, Derivative Works shall not include works that remain
   separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of,
   the Work and Derivative Works thereof.

   "Contribution" shall mean any work of authorship, including
   the original version of the Work and any modifications or additions
   to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally
   submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner
   or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of
   the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted"
   means any form of electronic, verbal, or written communication sent
   to the Licensor or its representatives, including but not limited to
   communication on electronic mailing lists, source code control systems,
   and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the
   Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but
   excluding communication that is conspicuously marked or otherwise
   designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

   "Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity
   on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and
   subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of
   this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual,
   worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable
   copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of,
   publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the
   Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of
   this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual,
   worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable
   (except as stated in this section) patent license to make, have made,

use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or

```
      implied, including, without limitation, any warranties or conditions
      of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A
      PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the
      appropriateness of using or redistributing the Work and assume any
      risks associated with Your exercise of permissions under this License.

   8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory,
      whether in tort (including negligence), contract, or otherwise,
      unless required by applicable law (such as deliberate and grossly
      negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be
      liable to You for damages, including any direct, indirect, special,
      incidental, or consequential damages of any character arising as a
      result of this License or out of the use or inability to use the
      Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
      work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
      other commercial damages or losses), even if such Contributor
      has been advised of the possibility of such damages.

   9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
      the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
      and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
      or other liability obligations and/or rights consistent with this
      License. However, in accepting such obligations, You may act only
      on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
      of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
      defend, and hold each Contributor harmless for any liability
      incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
      of your accepting any such warranty or additional liability.

   END OF TERMS AND CONDITIONS

   APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

      To apply the Apache License to your work, attach the following
      boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets "[]"
      replaced with your own identifying information. (Don't include
      the brackets!)  The text should be enclosed in the appropriate
      comment syntax for the file format. We also recommend that a
      file or class name and description of purpose be included on the
      same "printed page" as the copyright notice for easier
      identification within third-party archives.

   Copyright [yyyy] [name of copyright owner]

   Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
   you may not use this file except in compliance with the License.
   You may obtain a copy of the License at

       http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

   Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
   distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
   WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
   See the License for the specific language governing permissions and
   limitations under the License.
--------------------------------------------------------------------------------
---
[font-awesome.css 4.1.0 (part of font-awesome 4.1.0)]
[COPYRIGHT]
Font Awesome 4.1.0 by @davegandy - http://fontawesome.io - @fontawesome

[LICENSE]
http://fontawesome.io/license (Font: SIL OFL 1.1, CSS: MIT License)

SIL OFL 1.1
------------------------------------------------------------
SIL OPEN FONT LICENSE Version 1.1 - 26 February 2007
------------------------------------------------------------

PREAMBLE
```

The goals of the Open Font License (OFL) are to stimulate worldwide development of collaborative font projects, to support the font creation efforts of academic and linguistic communities, and to provide a free and open framework in which fonts may be shared and improved in partnership with others.

The OFL allows the licensed fonts to be used, studied, modified and redistributed freely as long as they are not sold by themselves. The fonts, including any derivative works, can be bundled, embedded, redistributed and/or sold with any software provided that any reserved names are not used by derivative works. The fonts and derivatives, however, cannot be released under any other type of license. The requirement for fonts to remain under this license does not apply to any document created using the fonts or their derivatives.

DEFINITIONS
"Font Software" refers to the set of files released by the Copyright Holder(s) under this license and clearly marked as such. This may include source files, build scripts and documentation.

"Reserved Font Name" refers to any names specified as such after the copyright statement(s).

"Original Version" refers to the collection of Font Software components as distributed by the Copyright Holder(s).

"Modified Version" refers to any derivative made by adding to, deleting, or substituting -- in part or in whole -- any of the components of the Original Version, by changing formats or by porting the Font Software to a new environment.

"Author" refers to any designer, engineer, programmer, technical writer or other person who contributed to the Font Software.

PERMISSION & CONDITIONS
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of the Font Software, to use, study, copy, merge, embed, modify, redistribute, and sell modified and unmodified copies of the Font Software, subject to the following conditions:

1) Neither the Font Software nor any of its individual components, in Original or Modified Versions, may be sold by itself.

2) Original or Modified Versions of the Font Software may be bundled, redistributed and/or sold with any software, provided that each copy contains the above copyright notice and this license. These can be included either as stand-alone text files, human-readable headers or in the appropriate machine-readable metadata fields within text or binary files as long as those fields can be easily viewed by the user.

3) No Modified Version of the Font Software may use the Reserved Font Name(s) unless explicit written permission is granted by the corresponding Copyright Holder. This restriction only applies to the primary font name as presented to the users.

4) The name(s) of the Copyright Holder(s) or the Author(s) of the Font Software shall not be used to promote, endorse or advertise any Modified Version, except to acknowledge the contribution(s) of the Copyright Holder(s) and the Author(s) or with their explicit written permission.

5) The Font Software, modified or unmodified, in part or in whole, must be distributed entirely under this license, and must not be distributed under any other license. The requirement for fonts to remain under this license does not apply to any document created using the Font Software.

TERMINATION
This license becomes null and void if any of the above conditions are not met.

```
DISCLAIMER
THE FONT SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT
OF COPYRIGHT, PATENT, TRADEMARK, OR OTHER RIGHT. IN NO EVENT SHALL THE
COPYRIGHT HOLDER BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING
FROM, OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE FONT SOFTWARE OR FROM
OTHER DEALINGS IN THE FONT SOFTWARE.

MIT License
-----------
Permission is hereby granted, free of charge, to any person
obtaining a copy of this software and associated documentation
files (the "Software"), to deal in the Software without
restriction, including without limitation the rights to use,
copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the
Software is furnished to do so, subject to the following
conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES
OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING
FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR
OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
--------------------------------------------------------------------------------
---
[freeradius-server3.0.15]
[COPYRIGHT]
  Copyright (C) 1999-2015 The FreeRADIUS Server Project

  Copyright (C) 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009
Alan DeKok
  <aland@deployingradius.com>

  Copyright (C) 1996, 1997, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005 Free
  Software Foundation, Inc.

  Copyright (C) 2011-2015 Arran Cudbard-Bell <a.cudbardb@freeradius.org>

  Copyright (C) 2003, 2004, 2005 Kostas Kalevras <kkalev@noc.ntua.gr>

  Copyright (C) 2004  Cladju Consulting, Inc.

  Copyright (C) 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 Google, Inc.

  Copyright (C) 2003, 2004  Michael Richardson <mcr@sandelman.ottawa.on.ca>

  Copyright (C) 2002, 2003, 2004 Novell, Inc.

  Copyright (C) 2002  Miguel A.L. Paraz <mparaz@mparaz.com>

  Copyright (C) 2002 Simon Ekstrand <simon@routemeister.net>

  Copyright (C) 2001  Chad Miller <cmiller@surfsouth.com>

  Copyright (C) 2001 hereUare Communications, Inc.

  Copyright (C) 2000 Jochen Friedrich <jochen@scram.de>

  Copyright (C) 2000, 2002 Miquel van Smoorenburg
```

Copyright (C) 2000 Jeff Carneal <jeff@apex.net>

Copyright (C) 2000 Alan Curry <pacman@world.std.com>

Copyright (C) 2000 David Kerry <davidk@snti.com>

Copyright (C) 2000 Dmitri Ageev <d_ageev@ortcc.ru>

Copyright (C) 2000 Nathan Neulinger <nneul@umr.edu>

Copyright (C) 2000 Mike Machado <mike@innercite.com>

Copyright (C) 2000, 2001 Chad Miller <cmiller@surfsouth.com>

Copyright (C) 1997, 1998, 1999 Cistron Internet Services B.V.

Copyright (C) 1999 Kunihiro Ishiguro <kunihiro@zebra.org>

[LICENSE]
GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2, June 1991

Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users. This General Public License applies to most of the Free Software Foundation's software and to any other program whose authors commit to using it. (Some other Free Software Foundation software is covered by the GNU Library General Public License instead.) You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

Finally, any free program is threatened constantly by software

patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.

c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of

this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the

original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY

FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

```
<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year>  <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published by
the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or
(at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License
along with this program; if not, write to the Free Software
Foundation, Inc., 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA  02110-1301  USA
```

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
Gnomovision version 69, Copyright (C) year name of author
Gnomovision comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.
This is free software, and you are welcome to redistribute it
under certain conditions; type `show c' for details.
```

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, the commands you use may be called something other than `show w' and `show c'; they could even be mouse-clicks or menu items--whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program

```
  `Gnomovision' (which makes passes at compilers) written by James Hacker.

  <signature of Ty Coon>, 1 April 1989
  Ty Coon, President of Vice

This General Public License does not permit incorporating your program into
proprietary programs.  If your program is a subroutine library, you may
consider it more useful to permit linking proprietary applications with the
library.  If this is what you want to do, use the GNU Library General
Public License instead of this License.
------------------------------------------------------------------------------
---
[freescale-openflow-controller 1.0]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2012, 2013  Freescale.

[LICENSE]
                                Apache License
                           Version 2.0, January 2004
                        http://www.apache.org/licenses/

   TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

   1. Definitions.

      "License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction,
      and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

      "Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by
      the copyright owner that is granting the License.

      "Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all
      other entities that control, are controlled by, or are under common
      control with that entity. For the purposes of this definition,
      "control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the
      direction or management of such entity, whether by contract or
      otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the
      outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

      "You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity
      exercising permissions granted by this License.

      "Source" form shall mean the preferred form for making modifications,
      including but not limited to software source code, documentation
      source, and configuration files.

      "Object" form shall mean any form resulting from mechanical
      transformation or translation of a Source form, including but
      not limited to compiled object code, generated documentation,
      and conversions to other media types.

      "Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or
      Object form, made available under the License, as indicated by a
      copyright notice that is included in or attached to the work
      (an example is provided in the Appendix below).

      "Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object
      form, that is based on (or derived from) the Work and for which the
      editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications
      represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes
      of this License, Derivative Works shall not include works that remain
      separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of,
      the Work and Derivative Works thereof.

      "Contribution" shall mean any work of authorship, including
      the original version of the Work and any modifications or additions
      to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally
      submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner
      or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of
      the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted"
```

means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and

may provide additional or different license terms and conditions
for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or
for any such Derivative Works as a whole, provided Your use,
reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with
the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise,
any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work
by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of
this License, without any additional terms or conditions.
Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify
the terms of any separate license agreement you may have executed
with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade
names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor,
except as required for reasonable and customary use in describing the
origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or
agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each
Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS,
WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or
implied, including, without limitation, any warranties or conditions
of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A
PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the
appropriateness of using or redistributing the Work and assume any
risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory,
whether in tort (including negligence), contract, or otherwise,
unless required by applicable law (such as deliberate and grossly
negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be
liable to You for damages, including any direct, indirect, special,
incidental, or consequential damages of any character arising as a
result of this License or out of the use or inability to use the
Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
other commercial damages or losses), even if such Contributor
has been advised of the possibility of such damages.

9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
or other liability obligations and/or rights consistent with this
License. However, in accepting such obligations, You may act only
on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
defend, and hold each Contributor harmless for any liability
incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

To apply the Apache License to your work, attach the following
boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets "[]"
replaced with your own identifying information. (Don't include
the brackets!) The text should be enclosed in the appropriate
comment syntax for the file format. We also recommend that a
file or class name and description of purpose be included on the
same "printed page" as the copyright notice for easier
identification within third-party archives.

Copyright 2012 Sebastien MALOT

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the License.
You may obtain a copy of the License at

```
       http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

   Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
   distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
   WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
   See the License for the specific language governing permissions and
   limitations under the License.
--------------------------------------------------------------------------------
---
[ftp client 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California.  All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
```

OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments (POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD") source has been updated. The copyright addendum may be found at ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source code files require that further distributions of products containing all or portions of the software, acknowledge within their advertising materials that such products contain software developed by UC Berkeley and its contributors.

Specifically, the provision reads:

```
"     * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
       *    must display the following acknowledgement:
       *    This product includes software developed by the University of
       *    California, Berkeley and its contributors."
```

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to include the acknowledgement within advertising materials. Accordingly, the foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley

[grpc 1.4.2]
[COPYRIGHT]
Copyright 2015, Google Inc.
All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions are
met:

    * Redistributions of source code must retain the above copyright
notice, this list of conditions and the following disclaimer.
    * Redistributions in binary form must reproduce the above
copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer
in the documentation and/or other materials provided with the
distribution.
    * Neither the name of Google Inc. nor the names of its
contributors may be used to endorse or promote products derived from
this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR
A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT
OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,
SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE,
DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY
THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT
(INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE
OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

[inet stack 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the

documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
may be used to endorse or promote products derived from this software
without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American
National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have
given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions
of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in
the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE
Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments
(POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics
Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions
and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee
document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions
of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National
Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and
Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW,
Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of
Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are
those of the authors and should not be interpreted as representing official
policies, either expressed or implied, of the Regents of the University
of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD")
source has been updated. The copyright addendum may be found at
ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is
included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source
code files require that further distributions of products containing all or
portions of the software, acknowledge within their advertising materials
that such products contain software developed by UC Berkeley and its
contributors.

Specifically, the provision reads:

" * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
* must display the following acknowledgement:

```
      *    This product includes software developed by the University of
      *    California, Berkeley and its contributors."

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to
include the acknowledgement within advertising materials.  Accordingly, the
foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted
in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley
--------------------------------------------------------------------------------
---
[jquery-ui 1.9.2]
[COPYRIGHT]
  Copyright 2012 jQuery Foundation and other contributors,
  http://jqueryui.com/

[LICENSE]
This software consists of voluntary contributions made by many
individuals (AUTHORS.txt, http://jqueryui.com/about) For exact
contribution history, see the revision history and logs, available
at http://jquery-ui.googlecode.com/svn/

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE
LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION
OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION
WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

--------------------------------------------------------------------------------
---
[jquery.event.drag 2.2]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2008-2021 ThreeDubMedia

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person
obtaining a copy of this software and associated documentation
files (the "Software"), to deal in the Software without
restriction, including without limitation the rights to use,
copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the
Software is furnished to do so, subject to the following
conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES
OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING
FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR
OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

[json c 0.12]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2009-2012 Eric Haszlakiewicz

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a
copy of this software and associated documentation files (the "Software"),
to deal in the Software without restriction, including without limitation
the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense,
and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the
Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE
SOFTWARE.

[COPYRIGHT]
Copyright (c) 2004, 2005 Metaparadigm Pte Ltd

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a
copy of this software and associated documentation files (the "Software"),
to deal in the Software without restriction, including without limitation
the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense,
and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the
Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE
SOFTWARE.

[jstree 3.0.0]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2013 Ivan Bozhanov

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person
obtaining a copy of this software and associated documentation
files (the "Software"), to deal in the Software without
restriction, including without limitation the rights to use,
copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the
Software is furnished to do so, subject to the following
conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES
OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT

```
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING
FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR
OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
-------------------------------------------------------------------------------
---
[libiconv 1.13.1]
[LICENSE]
  GNU LIBRARY GENERAL PUBLIC LICENSE
       Version 2, June 1991

 Copyright (C) 1991 Free Software Foundation, Inc.
 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301, USA
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.

[This is the first released version of the library GPL.  It is
 numbered 2 because it goes with version 2 of the ordinary GPL.]

    Preamble

  The licenses for most software are designed to take away your
freedom to share and change it.  By contrast, the GNU General Public
Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change
free software--to make sure the software is free for all its users.

  This license, the Library General Public License, applies to some
specially designated Free Software Foundation software, and to any
other libraries whose authors decide to use it.  You can use it for
your libraries, too.

  When we speak of free software, we are referring to freedom, not
price.  Our General Public Licenses are designed to make sure that you
have the freedom to distribute copies of free software (and charge for
this service if you wish), that you receive source code or can get it
if you want it, that you can change the software or use pieces of it
in new free programs; and that you know you can do these things.

  To protect your rights, we need to make restrictions that forbid
anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights.
These restrictions translate to certain responsibilities for you if
you distribute copies of the library, or if you modify it.

  For example, if you distribute copies of the library, whether gratis
or for a fee, you must give the recipients all the rights that we gave
you.  You must make sure that they, too, receive or can get the source
code.  If you link a program with the library, you must provide
complete object files to the recipients so that they can relink them
with the library, after making changes to the library and recompiling
it.  And you must show them these terms so they know their rights.

  Our method of protecting your rights has two steps: (1) copyright
the library, and (2) offer you this license which gives you legal
permission to copy, distribute and/or modify the library.

  Also, for each distributor's protection, we want to make certain
that everyone understands that there is no warranty for this free
library.  If the library is modified by someone else and passed on, we
want its recipients to know that what they have is not the original
version, so that any problems introduced by others will not reflect on
the original authors' reputations.

  Finally, any free program is threatened constantly by software
patents.  We wish to avoid the danger that companies distributing free
software will individually obtain patent licenses, thus in effect
transforming the program into proprietary software.  To prevent this,
we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's
free use or not licensed at all.

  Most GNU software, including some libraries, is covered by the ordinary
```

GNU General Public License, which was designed for utility programs. This license, the GNU Library General Public License, applies to certain designated libraries. This license is quite different from the ordinary one; be sure to read it in full, and don't assume that anything in it is the same as in the ordinary license.

The reason we have a separate public license for some libraries is that they blur the distinction we usually make between modifying or adding to a program and simply using it. Linking a program with a library, without changing the library, is in some sense simply using the library, and is analogous to running a utility program or application program. However, in a textual and legal sense, the linked executable is a combined work, a derivative of the original library, and the ordinary General Public License treats it as such.

Because of this blurred distinction, using the ordinary General Public License for libraries did not effectively promote software sharing, because most developers did not use the libraries. We concluded that weaker conditions might promote sharing better.

However, unrestricted linking of non-free programs would deprive the users of those programs of all benefit from the free status of the libraries themselves. This Library General Public License is intended to permit developers of non-free programs to use free libraries, while preserving your freedom as a user of such programs to change the free libraries that are incorporated in them. (We have not seen how to achieve this as regards changes in header files, but we have achieved it as regards changes in the actual functions of the Library.) The hope is that this will lead to faster development of free libraries.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. Pay close attention to the difference between a "work based on the library" and a "work that uses the library". The former contains code derived from the library, while the latter only works together with the library.

Note that it is possible for a library to be covered by the ordinary General Public License rather than by this special one.

GNU LIBRARY GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any software library which contains a notice placed by the copyright holder or other authorized party saying it may be distributed under the terms of this Library General Public License (also called "this License"). Each licensee is addressed as "you".

A "library" means a collection of software functions and/or data prepared so as to be conveniently linked with application programs (which use some of those functions and data) to form executables.

The "Library", below, refers to any such software library or work which has been distributed under these terms. A "work based on the Library" means either the Library or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Library or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated straightforwardly into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".)

"Source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For a library, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the library.

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running a program using the Library is not restricted, and output from such a program is covered only if its contents constitute a work based

on the Library (independent of the use of the Library in a tool for writing it). Whether that is true depends on what the Library does and what the program that uses the Library does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Library's complete source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and distribute a copy of this License along with the Library.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Library or any portion of it, thus forming a work based on the Library, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) The modified work must itself be a software library.

b) You must cause the files modified to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

c) You must cause the whole of the work to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this License.

d) If a facility in the modified Library refers to a function or a table of data to be supplied by an application program that uses the facility, other than as an argument passed when the facility is invoked, then you must make a good faith effort to ensure that, in the event an application does not supply such function or table, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful.

(For example, a function in a library to compute square roots has a purpose that is entirely well-defined independent of the application. Therefore, Subsection 2d requires that any application-supplied function or table used by this function must be optional: if the application does not supply it, the square root function must still compute square roots.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Library, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Library, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Library.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Library with the Library (or with a work based on the Library) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may opt to apply the terms of the ordinary GNU General Public License instead of this License to a given copy of the Library. To do this, you must alter all the notices that refer to this License, so that they refer to the ordinary GNU General Public License, version 2, instead of to this License. (If a newer version than version 2 of the

ordinary GNU General Public License has appeared, then you can specify that version instead if you wish.) Do not make any other change in these notices.

Once this change is made in a given copy, it is irreversible for that copy, so the ordinary GNU General Public License applies to all subsequent copies and derivative works made from that copy.

This option is useful when you wish to copy part of the code of the Library into a program that is not a library.

4. You may copy and distribute the Library (or a portion or derivative of it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange.

If distribution of object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place satisfies the requirement to distribute the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

5. A program that contains no derivative of any portion of the Library, but is designed to work with the Library by being compiled or linked with it, is called a "work that uses the Library". Such a work, in isolation, is not a derivative work of the Library, and therefore falls outside the scope of this License.

However, linking a "work that uses the Library" with the Library creates an executable that is a derivative of the Library (because it contains portions of the Library), rather than a "work that uses the library". The executable is therefore covered by this License. Section 6 states terms for distribution of such executables.

When a "work that uses the Library" uses material from a header file that is part of the Library, the object code for the work may be a derivative work of the Library even though the source code is not. Whether this is true is especially significant if the work can be linked without the Library, or if the work is itself a library. The threshold for this to be true is not precisely defined by law.

If such an object file uses only numerical parameters, data structure layouts and accessors, and small macros and small inline functions (ten lines or less in length), then the use of the object file is unrestricted, regardless of whether it is legally a derivative work. (Executables containing this object code plus portions of the Library will still fall under Section 6.)

Otherwise, if the work is a derivative of the Library, you may distribute the object code for the work under the terms of Section 6. Any executables containing that work also fall under Section 6, whether or not they are linked directly with the Library itself.

6. As an exception to the Sections above, you may also compile or link a "work that uses the Library" with the Library to produce a work containing portions of the Library, and distribute that work under terms of your choice, provided that the terms permit modification of the work for the customer's own use and reverse engineering for debugging such modifications.

You must give prominent notice with each copy of the work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. You must supply a copy of this License. If the work during execution displays copyright notices, you must include the copyright notice for the Library among them, as well as a reference directing the user to the copy of this License. Also, you must do one of these things:

a) Accompany the work with the complete corresponding machine-readable source code for the Library including whatever changes were used in the work (which must be distributed under Sections 1 and 2 above); and, if the work is an executable linked with the Library, with the complete machine-readable "work that uses the Library", as object code and/or source code, so that the user can modify the Library and then relink to produce a modified executable containing the modified Library. (It is understood that the user who changes the contents of definitions files in the Library will not necessarily be able to recompile the application to use the modified definitions.)

b) Accompany the work with a written offer, valid for at least three years, to give the same user the materials specified in Subsection 6a, above, for a charge no more than the cost of performing this distribution.

c) If distribution of the work is made by offering access to copy from a designated place, offer equivalent access to copy the above specified materials from the same place.

d) Verify that the user has already received a copy of these materials or that you have already sent this user a copy.

For an executable, the required form of the "work that uses the Library" must include any data and utility programs needed for reproducing the executable from it. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

It may happen that this requirement contradicts the license restrictions of other proprietary libraries that do not normally accompany the operating system. Such a contradiction means you cannot use both them and the Library together in an executable that you distribute.

7. You may place library facilities that are a work based on the Library side-by-side in a single library together with other library facilities not covered by this License, and distribute such a combined library, provided that the separate distribution of the work based on the Library and of the other library facilities is otherwise permitted, and provided that you do these two things:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities. This must be distributed under the terms of the Sections above.

b) Give prominent notice with the combined library of the fact that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

8. You may not copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

9. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Library or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Library (or any work based on the Library), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying

the Library or works based on it.

10. Each time you redistribute the Library (or any work based on the Library), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute, link with or modify the Library subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

11. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Library at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Library by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Library.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply, and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

12. If the distribution and/or use of the Library is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Library under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

13. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the Library General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library does not specify a license version number, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

14. If you wish to incorporate parts of the Library into other free programs whose distribution conditions are incompatible with these, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

15. BECAUSE THE LIBRARY IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE LIBRARY, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE LIBRARY "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE LIBRARY IS WITH YOU. SHOULD THE LIBRARY PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE LIBRARY AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE LIBRARY (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE LIBRARY TO OPERATE WITH ANY OTHER SOFTWARE), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

Appendix: How to Apply These Terms to Your New Libraries

If you develop a new library, and you want it to be of the greatest possible use to the public, we recommend making it free software that everyone can redistribute and change. You can do so by permitting redistribution under these terms (or, alternatively, under the terms of the ordinary General Public License).

To apply these terms, attach the following notices to the library. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the library's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This library is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Library General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or (at your option) any later version.

This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Library General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU Library General Public License along with this library; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301, USA

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the library, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the library `Frob' (a library for tweaking knobs) written by James Random Hacker.

<signature of Ty Coon>, 1 April 1990
Ty Coon, President of Vice

That's all there is to it!

```
--------------------------------------------------------------------------------
---
[libssh2 1.4.3]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2004-2007 Sara Golemon <sarag@libssh2.org>
  Copyright (c) 2005,2006 Mikhail Gusarov <dottedmag@dottedmag.net>
  Copyright (c) 2006-2007 The Written Word, Inc.
  Copyright (c) 2007 Eli Fant <elifantu@mail.ru>
  Copyright (c) 2009 Daniel Stenberg
  Copyright (C) 2008, 2009 Simon Josefsson
  All rights reserved.

[LICENSE]
  Redistribution and use in source and binary forms,
  with or without modification, are permitted provided
  that the following conditions are met:

    Redistributions of source code must retain the above
    copyright notice, this list of conditions and the
    following disclaimer.

    Redistributions in binary form must reproduce the above
    copyright notice, this list of conditions and the following
    disclaimer in the documentation and/or other materials
    provided with the distribution.

    Neither the name of the copyright holder nor the names
    of any other contributors may be used to endorse or
    promote products derived from this software without
    specific prior written permission.

  THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND
  CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES,
  INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES
  OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
  ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR
  CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,
  SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING,
  BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR
  SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS
  INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
  WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING
  NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE
  USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY
  OF SUCH DAMAGE.


--------------------------------------------------------------------------------
---
[liburcu 0.6.8]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2009 Mathieu Desnoyers <mathieu.desnoyers@efficios.com>
  Copyright (c) 2009 Paul E. McKenney, IBM Corporation.

[LICENSE]
  This library is free software; you can redistribute it and/or
  modify it under the terms of the GNU Lesser General Public
  License as published by the Free Software Foundation; either
  version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.

  This library is distributed in the hope that it will be useful,
  but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
  MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the GNU
  Lesser General Public License for more details.

  You should have received a copy of the GNU Lesser General Public
  License along with this library; if not, write to the Free Software
  Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

  IBM's contributions to this file may be relicensed under LGPLv2 or later.
```

```
------------------------------------------------------------------------------
---
[lz4 r120]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2011-2014, Yann Collet
  All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification,
are permitted provided that the following conditions are met:

* Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this
  list of conditions and the following disclaimer.

* Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this
  list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or
  other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED
WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE
DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR
ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
(INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES;
LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON
ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT
(INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS
SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

------------------------------------------------------------------------------
---
[multiselect 0.9.5]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2012 Louis Cuny

[LICENSE]
            DO WHAT THE FUCK YOU WANT TO PUBLIC LICENSE
                    Version 2, December 2004

 Copyright (C) 2004 Sam Hocevar <sam@hocevar.net>

 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim or modified
 copies of this license document, and changing it is allowed as long
 as the name is changed.

            DO WHAT THE FUCK YOU WANT TO PUBLIC LICENSE
   TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

  0. You just DO WHAT THE FUCK YOU WANT TO.
------------------------------------------------------------------------------
---
[ncurses 5.7]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1998-2004,2006 Free Software Foundation, Inc.

[LICENSE]
--                                                                          --
-- Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a  --
-- copy of this software and associated documentation files (the            --
-- "Software"), to deal in the Software without restriction, including      --
-- without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,      --
-- distribute, distribute with modifications, sublicense, and/or sell copies --
-- of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished --
-- to do so, subject to the following conditions:                           --
--                                                                          --
-- The above copyright notice and this permission notice shall be included  --
-- in all copies or substantial portions of the Software.                   --
--                                                                          --
-- THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS  --
```

```
-- OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF                --
-- MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN --
-- NO EVENT SHALL THE ABOVE COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM,       --
-- DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR     --
-- OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE --
-- USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.                                    --
--                                                                           --
-- Except as contained in this notice, the name(s) of the above copyright    --
-- holders shall not be used in advertising or otherwise to promote the      --
-- sale, use or other dealings in this Software without prior written        --
-- authorization.                                                            --
-------------------------------------------------------------------------------
---
[net-snmp 5.4.3]
Various copyrights apply to this package, listed in various separate
parts below.  Please make sure that you read all the parts.

---- Part 1: CMU/UCD copyright notice: (BSD like) -----


       Copyright 1989, 1991, 1992 by Carnegie Mellon University

  Derivative Work - 1996, 1998-2000
Copyright 1996, 1998-2000 The Regents of the University of California

 All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted,
provided that the above copyright notice appears in all copies and
that both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of CMU and The Regents of
the University of California not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific written
permission.

CMU AND THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA DISCLAIM ALL
WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED
WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS.  IN NO EVENT SHALL CMU OR
THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA BE LIABLE FOR ANY SPECIAL,
INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING
FROM THE LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF
CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN
CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.


---- Part 2: Networks Associates Technology, Inc copyright notice (BSD) -----

Copyright (c) 2001-2003, Networks Associates Technology, Inc
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions are met:

*  Redistributions of source code must retain the above copyright notice,
   this list of conditions and the following disclaimer.

*  Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

*  Neither the name of the Networks Associates Technology, Inc nor the
   names of its contributors may be used to endorse or promote
   products derived from this software without specific prior written
   permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS ``AS
IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDERS OR
```

CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

---- Part 3: Cambridge Broadband Ltd. copyright notice (BSD) -----

Portions of this code are copyright (c) 2001-2003, Cambridge Broadband Ltd. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

* Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

* Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

* The name of Cambridge Broadband Ltd. may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDER ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

---- Part 4: Sun Microsystems, Inc. copyright notice (BSD) -----

Copyright 2003 Sun Microsystems, Inc., 4150 Network Circle, Santa Clara, California 95054, U.S.A. All rights reserved.

Use is subject to license terms below.

This distribution may include materials developed by third parties.

Sun, Sun Microsystems, the Sun logo and Solaris are trademarks or registered trademarks of Sun Microsystems, Inc. in the U.S. and other countries.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

* Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

* Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

* Neither the name of the Sun Microsystems, Inc. nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR

PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDERS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

---- Part 5: Sparta, Inc copyright notice (BSD) -----

Copyright (c) 2003-2010, Sparta, Inc
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

* Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

* Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

* Neither the name of Sparta, Inc nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDERS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

---- Part 6: Cisco/BUPTNIC copyright notice (BSD) -----

Copyright (c) 2004, Cisco, Inc and Information Network
Center of Beijing University of Posts and Telecommunications.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

* Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

* Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

* Neither the name of Cisco, Inc, Beijing University of Posts and Telecommunications, nor the names of their contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDERS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR

```
OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF
ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

---- Part 7: Fabasoft R&D Software GmbH & Co KG copyright notice (BSD) -----

Copyright (c) Fabasoft R&D Software GmbH & Co KG, 2003
oss@fabasoft.com
Author: Bernhard Penz <bernhard.penz@fabasoft.com>

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions are met:

*  Redistributions of source code must retain the above copyright notice,
   this list of conditions and the following disclaimer.

*  Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

*  The name of Fabasoft R&D Software GmbH & Co KG or any of its subsidiaries,
   brand or product names may not be used to endorse or promote products
   derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDER ``AS IS'' AND ANY
EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER BE
LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR
CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF
SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR
BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE
OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN
IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

--------------------------------------------------------------------------------
---
[ntp 4.2 6p2-RC4]
This file is automatically generated from html/copyright.html

  Copyright Notice

   jpg "Clone me," says Dolly sheepishly.

   Last update: 11-May-2010 04:41 UTC

     ____________________________________________________________________

   The following copyright notice applies to all files collectively
   called the Network Time Protocol Version 4 Distribution. Unless
   specifically declared otherwise in an individual file, this notice
   applies as if the text was explicitly included in the file.
*************************************************************************
*                                                                       *
* Copyright (c) University of Delaware 1992-2010                        *
*                                                                       *
* Permission to use, copy, modify, and distribute this software and     *
* its documentation for any purpose with or without fee is hereby       *
* granted, provided that the above copyright notice appears in all      *
* copies and that both the copyright notice and this permission         *
* notice appear in supporting documentation, and that the name          *
* University of Delaware not be used in advertising or publicity        *
* pertaining to distribution of the software without specific,          *
* written prior permission. The University of Delaware makes no         *
* representations about the suitability this software for any           *
* purpose. It is provided "as is" without express or implied            *
* warranty.                                                             *
*                                                                       *
*************************************************************************

   The following individuals contributed in part to the Network Time
```

Protocol Distribution Version 4 and are acknowledged as authors of this work.

1. [1]Mark Andrews <mark_andrews@isc.org> Leitch atomic clock controller
2. [2]Bernd Altmeier <altmeier@atlsoft.de> hopf Elektronik serial line and PCI-bus devices
3. [3]Viraj Bais <vbais@mailman1.intel.com> and [4]Clayton Kirkwood <kirkwood@striderfm.intel.com> port to WindowsNT 3.5
4. [5]Michael Barone <michael,barone@lmco.com> GPSVME fixes
5. [6]Karl Berry <karl@owl.HQ.ileaf.com> syslog to file option
6. [7]Greg Brackley <greg.brackley@bigfoot.com> Major rework of WINNT port. Clean up recvbuf and iosignal code into separate modules.
7. [8]Marc Brett <Marc.Brett@westgeo.com> Magnavox GPS clock driver
8. [9]Piete Brooks <Piete.Brooks@cl.cam.ac.uk> MSF clock driver, Trimble PARSE support
9. [10]Nelson B Bolyard <nelson@bolyard.me> update and complete broadcast and crypto features in sntp
10. [11]Jean-Francois Boudreault <Jean-Francois.Boudreault@viagenie.qc.ca> IPv6 support
11. [12]Reg Clemens <reg@dwf.com> Oncore driver (Current maintainer)
12. [13]Steve Clift <clift@ml.csiro.au> OMEGA clock driver
13. [14]Casey Crellin <casey@csc.co.za> vxWorks (Tornado) port and help with target configuration
14. [15]Sven Dietrich <sven_dietrich@trimble.com> Palisade reference clock driver, NT adj. residuals, integrated Greg's Winnt port.
15. [16]John A. Dundas III <dundas@salt.jpl.nasa.gov> Apple A/UX port
16. [17]Torsten Duwe <duwe@immd4.informatik.uni-erlangen.de> Linux port
17. [18]Dennis Ferguson <dennis@mrbill.canet.ca> foundation code for NTP Version 2 as specified in RFC-1119
18. [19]John Hay <jhay@icomtek.csir.co.za> IPv6 support and testing
19. [20]Dave Hart <davehart@davehart.com> General maintenance, Windows port interpolation rewrite
20. [21]Claas Hilbrecht <neoclock4x@linum.com> NeoClock4X clock driver
21. [22]Glenn Hollinger <glenn@herald.usask.ca> GOES clock driver
22. [23]Mike Iglesias <iglesias@uci.edu> DEC Alpha port
23. [24]Jim Jagielski <jim@jagubox.gsfc.nasa.gov> A/UX port
24. [25]Jeff Johnson <jbj@chatham.usdesign.com> massive prototyping overhaul
25. [26]Hans Lambermont <Hans.Lambermont@nl.origin-it.com> or [27]<H.Lambermont@chello.nl> ntpsweep
26. [28]Poul-Henning Kamp <phk@FreeBSD.ORG> Oncore driver (Original author)
27. [29]Frank Kardel [30]<kardel (at) ntp (dot) org> PARSE <GENERIC> driver (>14 reference clocks), STREAMS modules for PARSE, support scripts, syslog cleanup, dynamic interface handling
28. [31]William L. Jones <jones@hermes.chpc.utexas.edu> RS/6000 AIX modifications, HPUX modifications
29. [32]Dave Katz <dkatz@cisco.com> RS/6000 AIX port
30. [33]Craig Leres <leres@ee.lbl.gov> 4.4BSD port, ppsclock, Magnavox GPS clock driver
31. [34]George Lindholm <lindholm@ucs.ubc.ca> SunOS 5.1 port
32. [35]Louis A. Mamakos <louie@ni.umd.edu> MD5-based authentication
33. [36]Lars H. Mathiesen <thorinn@diku.dk> adaptation of foundation code for Version 3 as specified in RFC-1305
34. [37]Danny Mayer <mayer@ntp.org>Network I/O, Windows Port, Code Maintenance
35. [38]David L. Mills <mills@udel.edu> Version 4 foundation: clock discipline, authentication, precision kernel; clock drivers: Spectracom, Austron, Arbiter, Heath, ATOM, ACTS, KSI/Odetics; audio clock drivers: CHU, WWV/H, IRIG
36. [39]Wolfgang Moeller <moeller@gwdgv1.dnet.gwdg.de> VMS port
37. [40]Jeffrey Mogul <mogul@pa.dec.com> ntptrace utility
38. [41]Tom Moore <tmoore@fievel.daytonoh.ncr.com> i386 svr4 port
39. [42]Kamal A Mostafa <kamal@whence.com> SCO OpenServer port
40. [43]Derek Mulcahy <derek@toybox.demon.co.uk> and [44]Damon Hart-Davis <d@hd.org> ARCRON MSF clock driver
41. [45]Rob Neal <neal@ntp.org> Bancomm refclock and config/parse code maintenance
42. [46]Rainer Pruy <Rainer.Pruy@informatik.uni-erlangen.de>

monitoring/trap scripts, statistics file handling
43. [47]Dirce Richards <dirce@zk3.dec.com> Digital UNIX V4.0 port
44. [48]Wilfredo S 醬 chez <wsanchez@apple.com> added support for NetInfo
45. [49]Nick Sayer <mrapple@quack.kfu.com> SunOS streams modules
46. [50]Jack Sasportas <jack@innovativeinternet.com> Saved a Lot of space on the stuff in the html/pic/ subdirectory
47. [51]Ray Schnitzler <schnitz@unipress.com> Unixware1 port
48. [52]Michael Shields <shields@tembel.org> USNO clock driver
49. [53]Jeff Steinman <jss@pebbles.jpl.nasa.gov> Datum PTS clock driver
50. [54]Harlan Stenn <harlan@pfcs.com> GNU automake/autoconfigure makeover, various other bits (see the ChangeLog)
51. [55]Kenneth Stone <ken@sdd.hp.com> HP-UX port
52. [56]Ajit Thyagarajan <ajit@ee.udel.edu>IP multicast/anycast support
53. [57]Tomoaki TSURUOKA <tsuruoka@nc.fukuoka-u.ac.jp>TRAK clock driver
54. [58]Paul A Vixie <vixie@vix.com> TrueTime GPS driver, generic TrueTime clock driver
55. [59]Ulrich Windl <Ulrich.Windl@rz.uni-regensburg.de> corrected and validated HTML documents according to the HTML DTD

References

1. mailto:%20mark_andrews@isc.org
2. mailto:%20altmeier@atlsoft.de
3. mailto:%20vbais@mailman1.intel.co
4. mailto:%20kirkwood@striderfm.intel.com
5. mailto:%20michael.barone@lmco.com
6. mailto:%20karl@owl.HQ.ileaf.com
7. mailto:%20greg.brackley@bigfoot.com
8. mailto:%20Marc.Brett@westgeo.com
9. mailto:%20Piete.Brooks@cl.cam.ac.uk
10. mailto:%20nelson@bolyard.me
11. mailto:%20Jean-Francois.Boudreault@viagenie.qc.ca
12. mailto:%20reg@dwf.com
13. mailto:%20clift@ml.csiro.au
14. mailto:casey@csc.co.za
15. mailto:%20Sven_Dietrich@trimble.COM
16. mailto:%20dundas@salt.jpl.nasa.gov
17. mailto:%20duwe@immd4.informatik.uni-erlangen.de
18. mailto:%20dennis@mrbill.canet.ca
19. mailto:%20jhay@icomtek.csir.co.za
20. mailto:%20davehart@davehart.com
21. mailto:%20neoclock4x@linum.com
22. mailto:%20glenn@herald.usask.ca
23. mailto:%20iglesias@uci.edu
24. mailto:%20jagubox.gsfc.nasa.gov
25. mailto:%20jbj@chatham.usdesign.com
26. mailto:Hans.Lambermont@nl.origin-it.com
27. mailto:H.Lambermont@chello.nl
28. mailto:%20phk@FreeBSD.ORG
29. http://www4.informatik.uni-erlangen.de/%7ekardel
30. mailto:%20kardel(at)ntp(dot)org
31. mailto:%20jones@hermes.chpc.utexas.edu
32. mailto:%20dkatz@cisco.com
33. mailto:%20leres@ee.lbl.gov
34. mailto:%20lindholm@ucs.ubc.ca
35. mailto:%20louie@ni.umd.edu
36. mailto:%20thorinn@diku.dk
37. mailto:%20mayer@ntp.org
38. mailto:%20mills@udel.edu
39. mailto:%20moeller@gwdgv1.dnet.gwdg.de
40. mailto:%20mogul@pa.dec.com
41. mailto:%20tmoore@fievel.daytonoh.ncr.com
42. mailto:%20kamal@whence.com
43. mailto:%20derek@toybox.demon.co.uk
44. mailto:%20d@hd.org

```
  45. mailto:%20neal@ntp.org
  46. mailto:%20Rainer.Pruy@informatik.uni-erlangen.de
  47. mailto:%20dirce@zk3.dec.com
  48. mailto:%20wsanchez@apple.com
  49. mailto:%20mrapple@quack.kfu.com
  50. mailto:%20jack@innovativeinternet.com
  51. mailto:%20schnitz@unipress.com
  52. mailto:%20shields@tembel.org
  53. mailto:%20pebbles.jpl.nasa.gov
  54. mailto:%20harlan@pfcs.com
  55. mailto:%20ken@sdd.hp.com
  56. mailto:%20ajit@ee.udel.edu
  57. mailto:%20tsuruoka@nc.fukuoka-u.ac.jp
  58. mailto:%20vixie@vix.com
  59. mailto:%20Ulrich.Windl@rz.uni-regensburg.de
--------------------------------------------------------------------------------
---
[openldap 2.4.45]
[COPYRIGHT]
  Copyright 1998-2017 The OpenLDAP Foundation
  All rights reserved.

[NOTE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted only as authorized by the OpenLDAP
Public License.

A copy of this license is available in the file LICENSE in the
top-level directory of the distribution or, alternatively, at
<http://www.OpenLDAP.org/license.html>.

OpenLDAP is a registered trademark of the OpenLDAP Foundation.

Individual files and/or contributed packages may be copyright by
other parties and/or subject to additional restrictions.

This work is derived from the University of Michigan LDAP v3.3
distribution.  Information concerning this software is available
at <http://www.umich.edu/~dirsvcs/ldap/ldap.html>.

This work also contains materials derived from public sources.

Additional information about OpenLDAP can be obtained at
<http://www.openldap.org/>.

---

Portions Copyright 1998-2012 Kurt D. Zeilenga.
Portions Copyright 1998-2006 Net Boolean Incorporated.
Portions Copyright 2001-2006 IBM Corporation.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted only as authorized by the OpenLDAP
Public License.

---

Portions Copyright 1999-2008 Howard Y.H. Chu.
Portions Copyright 1999-2008 Symas Corporation.
Portions Copyright 1998-2003 Hallvard B. Furuseth.
Portions Copyright 2007-2011 Gavin Henry.
Portions Copyright 2007-2011 Suretec Systems Ltd.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that this notice is preserved.
The names of the copyright holders may not be used to endorse or
promote products derived from this software without their specific
prior written permission.  This software is provided ``as is''
```

```
without express or implied warranty.

---

Portions Copyright (c) 1992-1996 Regents of the University of Michigan.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms are permitted
provided that this notice is preserved and that due credit is given
to the University of Michigan at Ann Arbor.  The name of the
University may not be used to endorse or promote products derived
from this software without specific prior written permission.  This
software is provided ``as is'' without express or implied warranty.

[LICENSE]
The OpenLDAP Public License
  Version 2.8, 17 August 2003

Redistribution and use of this software and associated documentation
("Software"), with or without modification, are permitted provided
that the following conditions are met:

1. Redistributions in source form must retain copyright statements
   and notices,

2. Redistributions in binary form must reproduce applicable copyright
   statements and notices, this list of conditions, and the following
   disclaimer in the documentation and/or other materials provided
   with the distribution, and

3. Redistributions must contain a verbatim copy of this document.

The OpenLDAP Foundation may revise this license from time to time.
Each revision is distinguished by a version number.  You may use
this Software under terms of this license revision or under the
terms of any subsequent revision of the license.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE OPENLDAP FOUNDATION AND ITS
CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESSED OR IMPLIED WARRANTIES,
INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY
AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT
SHALL THE OPENLDAP FOUNDATION, ITS CONTRIBUTORS, OR THE AUTHOR(S)
OR OWNER(S) OF THE SOFTWARE BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT,
INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING,
BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES;
LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER
CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN
ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE
POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

The names of the authors and copyright holders must not be used in
advertising or otherwise to promote the sale, use or other dealing
in this Software without specific, written prior permission.  Title
to copyright in this Software shall at all times remain with copyright
holders.

OpenLDAP is a registered trademark of the OpenLDAP Foundation.

Copyright 1999-2003 The OpenLDAP Foundation, Redwood City,
California, USA.  All Rights Reserved.  Permission to copy and
distribute verbatim copies of this document is granted.
--------------------------------------------------------------------------
---
[OpenNHRP 0.14.1]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2007-2012 Timo Ter鈎

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
```

of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in
all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN
THE SOFTWARE.

[openpam 20071221]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2002-2003 Networks Associates Technology, Inc.
  Copyright (c) 2004-2007 Dag-Erling Sm鋳grav
  All rights reserved.

[LICENSE]
This software was developed for the FreeBSD Project by ThinkSec AS and
Network Associates Laboratories, the Security Research Division of
Network Associates, Inc. under DARPA/SPAWAR contract N66001-01-C-8035
("CBOSS"), as part of the DARPA CHATS research program.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote
   products derived from this software without specific prior written
   permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

[openssh 5.3p1]
The licences which components of this software fall under are as
follows. First, we will summarize and say that all components
are under a BSD licence, or a licence more free than that.

OpenSSH contains no GPL code.

1)
     * Copyright (c) 1995 Tatu Ylonen <ylo@cs.hut.fi>, Espoo, Finland
     *   All rights reserved
     *
     * As far as I am concerned, the code I have written for this software
     * can be used freely for any purpose. Any derived versions of this
     * software must be clearly marked as such, and if the derived work is

```
 * incompatible with the protocol description in the RFC file, it must be
 * called by a name other than "ssh" or "Secure Shell".

[Tatu continues]
 *  However, I am not implying to give any licenses to any patents or
 * copyrights held by third parties, and the software includes parts that
 * are not under my direct control.  As far as I know, all included
 * source code is used in accordance with the relevant license agreements
 * and can be used freely for any purpose (the GNU license being the most
 * restrictive); see below for details.

[However, none of that term is relevant at this point in time.  All of
these restrictively licenced software components which he talks about
have been removed from OpenSSH, i.e.,

 - RSA is no longer included, found in the OpenSSL library
 - IDEA is no longer included, its use is deprecated
 - DES is now external, in the OpenSSL library
 - GMP is no longer used, and instead we call BN code from OpenSSL
 - Zlib is now external, in a library
 - The make-ssh-known-hosts script is no longer included
 - TSS has been removed
 - MD5 is now external, in the OpenSSL library
 - RC4 support has been replaced with ARC4 support from OpenSSL
 - Blowfish is now external, in the OpenSSL library

[The licence continues]

Note that any information and cryptographic algorithms used in this
software are publicly available on the Internet and at any major
bookstore, scientific library, and patent office worldwide.  More
information can be found e.g. at "http://www.cs.hut.fi/crypto".

The legal status of this program is some combination of all these
permissions and restrictions.  Use only at your own responsibility.
You will be responsible for any legal consequences yourself; I am not
making any claims whether possessing or using this is legal or not in
your country, and I am not taking any responsibility on your behalf.


NO WARRANTY

BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY
FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW.  EXCEPT WHEN
OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES
PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED
OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  THE ENTIRE RISK AS
TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU.  SHOULD THE
PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING,
REPAIR OR CORRECTION.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING
WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR
REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES,
INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING
OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED
TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY
YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER
PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE
POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.
```

2)

```
The 32-bit CRC compensation attack detector in deattack.c was
contributed by CORE SDI S.A. under a BSD-style license.

 * Cryptographic attack detector for ssh - source code
 *
 * Copyright (c) 1998 CORE SDI S.A., Buenos Aires, Argentina.
 *
```

```
 * All rights reserved. Redistribution and use in source and binary
 * forms, with or without modification, are permitted provided that
 * this copyright notice is retained.
 *
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED
 * WARRANTIES ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL CORE SDI S.A. BE
 * LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY OR
 * CONSEQUENTIAL DAMAGES RESULTING FROM THE USE OR MISUSE OF THIS
 * SOFTWARE.
 *
 * Ariel Futoransky <futo@core-sdi.com>
 * <http://www.core-sdi.com>
```

3)

ssh-keyscan was contributed by David Mazieres under a BSD-style license.

```
 * Copyright 1995, 1996 by David Mazieres <dm@lcs.mit.edu>.
 *
 * Modification and redistribution in source and binary forms is
 * permitted provided that due credit is given to the author and the
 * OpenBSD project by leaving this copyright notice intact.
```

4)

The Rijndael implementation by Vincent Rijmen, Antoon Bosselaers and Paulo Barreto is in the public domain and distributed with the following license:

```
 * @version 3.0 (December 2000)
 *
 * Optimised ANSI C code for the Rijndael cipher (now AES)
 *
 * @author Vincent Rijmen <vincent.rijmen@esat.kuleuven.ac.be>
 * @author Antoon Bosselaers <antoon.bosselaers@esat.kuleuven.ac.be>
 * @author Paulo Barreto <paulo.barreto@terra.com.br>
 *
 * This code is hereby placed in the public domain.
 *
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHORS ''AS IS'' AND ANY EXPRESS
 * OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED
 * WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
 * ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR CONTRIBUTORS BE
 * LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR
 * CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF
 * SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR
 * BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
 * WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE
 * OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE,
 * EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
```

5)

One component of the ssh source code is under a 3-clause BSD license, held by the University of California, since we pulled these parts from original Berkeley code.

```
 * Copyright (c) 1983, 1990, 1992, 1993, 1995
 *      The Regents of the University of California.  All rights reserved.
 *
 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
 * modification, are permitted provided that the following conditions
 * are met:
 * 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
 *    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
 * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
 *    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
 *    documentation and/or other materials provided with the distribution.
 * 3. Neither the name of the University nor the names of its contributors
 *    may be used to endorse or promote products derived from this software
 *    without specific prior written permission.
 *
```

```
     * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
     * ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
     * IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
     * ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
     * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
     * DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
     * OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
     * HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
     * LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
     * OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
     * SUCH DAMAGE.

6)
    Remaining components of the software are provided under a standard
    2-term BSD licence with the following names as copyright holders:

Markus Friedl
Theo de Raadt
Niels Provos
Dug Song
Aaron Campbell
Damien Miller
Kevin Steves
Daniel Kouril
Wesley Griffin
Per Allansson
Nils Nordman
Simon Wilkinson

    Portable OpenSSH additionally includes code from the following copyright
    holders, also under the 2-term BSD license:

Ben Lindstrom
Tim Rice
Andre Lucas
Chris Adams
Corinna Vinschen
Cray Inc.
Denis Parker
Gert Doering
Jakob Schlyter
Jason Downs
Juha Yrjl?Michael Stone
Networks Associates Technology, Inc.
Solar Designer
Todd C. Miller
Wayne Schroeder
William Jones
Darren Tucker
Sun Microsystems
The SCO Group
Daniel Walsh

     * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
     * modification, are permitted provided that the following conditions
     * are met:
     * 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
     *    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
     * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
     *    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
     *    documentation and/or other materials provided with the distribution.
     *
     * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR
     * IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES
     * OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED.
     * IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT,
     * INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT
     * NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE,
     * DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY
     * THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT
```

```
     * (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF
     * THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

8) Portable OpenSSH contains the following additional licenses:

    a) md5crypt.c, md5crypt.h

 * "THE BEER-WARE LICENSE" (Revision 42):
 * <phk@login.dknet.dk> wrote this file.  As long as you retain this
 * notice you can do whatever you want with this stuff. If we meet
 * some day, and you think this stuff is worth it, you can buy me a
 * beer in return.   Poul-Henning Kamp

    b) snprintf replacement

* Copyright Patrick Powell 1995
* This code is based on code written by Patrick Powell
* (papowell@astart.com) It may be used for any purpose as long as this
* notice remains intact on all source code distributions

    c) Compatibility code (openbsd-compat)

       Apart from the previously mentioned licenses, various pieces of code
       in the openbsd-compat/ subdirectory are licensed as follows:

       Some code is licensed under a 3-term BSD license, to the following
       copyright holders:

Todd C. Miller
Theo de Raadt
Damien Miller
Eric P. Allman
The Regents of the University of California
Constantin S. Svintsoff

* Redistribution and use in source and binary forms, with or without
* modification, are permitted provided that the following conditions
* are met:
* 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
*    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
* 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
*    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
*    documentation and/or other materials provided with the distribution.
* 3. Neither the name of the University nor the names of its contributors
*    may be used to endorse or promote products derived from this software
*    without specific prior written permission.
*
* THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
* ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
* IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
* ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
* FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
* DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
* OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
* HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
* LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
* OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
* SUCH DAMAGE.

       Some code is licensed under an ISC-style license, to the following
       copyright holders:

Internet Software Consortium.
Todd C. Miller
Reyk Floeter
Chad Mynhier

* Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any
* purpose with or without fee is hereby granted, provided that the above
* copyright notice and this permission notice appear in all copies.
```

```
*
* THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND TODD C. MILLER DISCLAIMS ALL
* WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES
* OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL TODD C. MILLER BE LIABLE
* FOR ANY SPECIAL, DIRECT, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
* WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION
* OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN
* CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

       Some code is licensed under a MIT-style license to the following
       copyright holders:

Free Software Foundation, Inc.

* Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a  *
* copy of this software and associated documentation files (the            *
* "Software"), to deal in the Software without restriction, including      *
* without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,      *
* distribute, distribute with modifications, sublicense, and/or sell       *
* copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is    *
* furnished to do so, subject to the following conditions:                 *
*                                                                          *
* The above copyright notice and this permission notice shall be included  *
* in all copies or substantial portions of the Software.                   *
*                                                                          *
* THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS  *
* OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF               *
* MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT.   *
* IN NO EVENT SHALL THE ABOVE COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM,   *
* DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR    *
* OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR    *
* THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.                               *
*                                                                          *
* Except as contained in this notice, the name(s) of the above copyright   *
* holders shall not be used in advertising or otherwise to promote the     *
* sale, use or other dealings in this Software without prior written       *
* authorization.                                                           *
****************************************************************************/

--------------------------------------------------------------------------------
---
[openssl 1.0.2n]
  LICENSE ISSUES
  ==============

  The OpenSSL toolkit stays under a double license, i.e. both the conditions of
  the OpenSSL License and the original SSLeay license apply to the toolkit.
  See below for the actual license texts. Actually both licenses are BSD-style
  Open Source licenses. In case of any license issues related to OpenSSL
  please contact openssl-core@openssl.org.

  OpenSSL License
  ---------------

/* ====================================================================
 * Copyright (c) 1998-2017 The OpenSSL Project.  All rights reserved.
 *
 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
 * modification, are permitted provided that the following conditions
 * are met:
 *
 * 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
 *    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
 *
 * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
 *    notice, this list of conditions and the following disclaimer in
 *    the documentation and/or other materials provided with the
 *    distribution.
 *
 * 3. All advertising materials mentioning features or use of this
```

```
 *    software must display the following acknowledgment:
 *    "This product includes software developed by the OpenSSL Project
 *    for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.openssl.org/)"
 *
 * 4. The names "OpenSSL Toolkit" and "OpenSSL Project" must not be used to
 *    endorse or promote products derived from this software without
 *    prior written permission. For written permission, please contact
 *    openssl-core@openssl.org.
 *
 * 5. Products derived from this software may not be called "OpenSSL"
 *    nor may "OpenSSL" appear in their names without prior written
 *    permission of the OpenSSL Project.
 *
 * 6. Redistributions of any form whatsoever must retain the following
 *    acknowledgment:
 *    "This product includes software developed by the OpenSSL Project
 *    for use in the OpenSSL Toolkit (http://www.openssl.org/)"
 *
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE OpenSSL PROJECT ``AS IS'' AND ANY
 * EXPRESSED OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
 * IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
 * PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE OpenSSL PROJECT OR
 * ITS CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,
 * SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT
 * NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES;
 * LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
 * HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT,
 * STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE)
 * ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED
 * OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
 * ====================================================================
 *
 * This product includes cryptographic software written by Eric Young
 * (eay@cryptsoft.com).  This product includes software written by Tim
 * Hudson (tjh@cryptsoft.com).
 *
 */

 Original SSLeay License
 -----------------------

/* Copyright (C) 1995-1998 Eric Young (eay@cryptsoft.com)
 * All rights reserved.
 *
 * This package is an SSL implementation written
 * by Eric Young (eay@cryptsoft.com).
 * The implementation was written so as to conform with Netscapes SSL.
 *
 * This library is free for commercial and non-commercial use as long as
 * the following conditions are aheared to.  The following conditions
 * apply to all code found in this distribution, be it the RC4, RSA,
 * lhash, DES, etc., code; not just the SSL code.  The SSL documentation
 * included with this distribution is covered by the same copyright terms
 * except that the holder is Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).
 *
 * Copyright remains Eric Young's, and as such any Copyright notices in
 * the code are not to be removed.
 * If this package is used in a product, Eric Young should be given attribution
 * as the author of the parts of the library used.
 * This can be in the form of a textual message at program startup or
 * in documentation (online or textual) provided with the package.
 *
 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
 * modification, are permitted provided that the following conditions
 * are met:
 * 1. Redistributions of source code must retain the copyright
 *    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
 * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
 *    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
 *    documentation and/or other materials provided with the distribution.
```

```
 * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
 *    must display the following acknowledgement:
 *    "This product includes cryptographic software written by
 *     Eric Young (eay@cryptsoft.com)"
 *    The word 'cryptographic' can be left out if the rouines from the library
 *    being used are not cryptographic related :-).
 * 4. If you include any Windows specific code (or a derivative thereof) from
 *   the apps directory (application code) you must include an acknowledgement:
 *   "This product includes software written by Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com)"
 *
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY ERIC YOUNG ``AS IS'' AND
 * ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
 * IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
 * ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
 * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
 * DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
 * OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
 * HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
 * LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
 * OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
 * SUCH DAMAGE.
 *
 * The licence and distribution terms for any publically available version or
 * derivative of this code cannot be changed.  i.e. this code cannot simply be
 * copied and put under another distribution licence
 * [including the GNU Public Licence.]
 */

--------------------------------------------------------------------------------
---
[ping 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California.  All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
```

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American
National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have
given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions
of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in
the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE
Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments
(POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics
Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions
and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee
document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions
of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National
Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and
Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW,
Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of
Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are
those of the authors and should not be interpreted as representing official
policies, either expressed or implied, of the Regents of the University
of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD")
source has been updated. The copyright addendum may be found at
ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is
included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source
code files require that further distributions of products containing all or
portions of the software, acknowledge within their advertising materials
that such products contain software developed by UC Berkeley and its
contributors.

Specifically, the provision reads:

```
"     * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
       *    must display the following acknowledgement:
       *    This product includes software developed by the University of
       *    California, Berkeley and its contributors."

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to
include the acknowledgement within advertising materials.  Accordingly, the
foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted
in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley
--------------------------------------------------------------------------------
---
[ping6 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California.  All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
```

FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments (POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD") source has been updated. The copyright addendum may be found at ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source code files require that further distributions of products containing all or portions of the software, acknowledge within their advertising materials that such products contain software developed by UC Berkeley and its contributors.

Specifically, the provision reads:

```
"    * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
      *    must display the following acknowledgement:
      *    This product includes software developed by the University of
      *    California, Berkeley and its contributors."
```

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to include the acknowledgement within advertising materials. Accordingly, the foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley

[pthread 0.9.32 (part of uclibc 0.9.32)]
[LICENSE]
GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2.1, February 1999

Copyright (C) 1991, 1999 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

[This is the first released version of the Lesser GPL. It also counts
as the successor of the GNU Library Public License, version 2, hence
the version number 2.1.]

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users.

This license, the Lesser General Public License, applies to some specially designated software packages--typically libraries--of the Free Software Foundation and other authors who decide to use it. You can use it too, but we suggest you first think carefully about whether this license or the ordinary General Public License is the better strategy to use in any particular case, based on the explanations below.

When we speak of free software, we are referring to freedom of use, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish); that you receive source code or can get it if you want it; that you can change the software and use pieces of it in new free programs; and that you are informed that you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid distributors to deny you these rights or to ask you to surrender these rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the library or if you modify it.

For example, if you distribute copies of the library, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that we gave you. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. If you link other code with the library, you must provide complete object files to the recipients, so that they can relink them with the library after making changes to the library and recompiling it. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with a two-step method: (1) we copyright the library, and (2) we offer you this license, which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the library.

To protect each distributor, we want to make it very clear that there is no warranty for the free library. Also, if the library is modified by someone else and passed on, the recipients should know that what they have is not the original version, so that the original author's reputation will not be affected by problems that might be introduced by others.

Finally, software patents pose a constant threat to the existence of any free program. We wish to make sure that a company cannot effectively restrict the users of a free program by obtaining a restrictive license from a patent holder. Therefore, we insist that any patent license obtained for a version of the library must be consistent with the full freedom of use specified in this license.

Most GNU software, including some libraries, is covered by the ordinary GNU General Public License. This license, the GNU Lesser General Public License, applies to certain designated libraries, and

is quite different from the ordinary General Public License. We use this license for certain libraries in order to permit linking those libraries into non-free programs.

When a program is linked with a library, whether statically or using a shared library, the combination of the two is legally speaking a combined work, a derivative of the original library. The ordinary General Public License therefore permits such linking only if the entire combination fits its criteria of freedom. The Lesser General Public License permits more lax criteria for linking other code with the library.

We call this license the "Lesser" General Public License because it does Less to protect the user's freedom than the ordinary General Public License. It also provides other free software developers Less of an advantage over competing non-free programs. These disadvantages are the reason we use the ordinary General Public License for many libraries. However, the Lesser license provides advantages in certain special circumstances.

For example, on rare occasions, there may be a special need to encourage the widest possible use of a certain library, so that it becomes a de-facto standard. To achieve this, non-free programs must be allowed to use the library. A more frequent case is that a free library does the same job as widely used non-free libraries. In this case, there is little to gain by limiting the free library to free software only, so we use the Lesser General Public License.

In other cases, permission to use a particular library in non-free programs enables a greater number of people to use a large body of free software. For example, permission to use the GNU C Library in non-free programs enables many more people to use the whole GNU operating system, as well as its variant, the GNU/Linux operating system.

Although the Lesser General Public License is Less protective of the users' freedom, it does ensure that the user of a program that is linked with the Library has the freedom and the wherewithal to run that program using a modified version of the Library.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. Pay close attention to the difference between a "work based on the library" and a "work that uses the library". The former contains code derived from the library, whereas the latter must be combined with the library in order to run.

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any software library or other program which contains a notice placed by the copyright holder or other authorized party saying it may be distributed under the terms of this Lesser General Public License (also called "this License"). Each licensee is addressed as "you".

A "library" means a collection of software functions and/or data prepared so as to be conveniently linked with application programs (which use some of those functions and data) to form executables.

The "Library", below, refers to any such software library or work which has been distributed under these terms. A "work based on the Library" means either the Library or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Library or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated straightforwardly into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".)

"Source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For a library, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated

interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the library.

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running a program using the Library is not restricted, and output from such a program is covered only if its contents constitute a work based on the Library (independent of the use of the Library in a tool for writing it). Whether that is true depends on what the Library does and what the program that uses the Library does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Library's complete source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and distribute a copy of this License along with the Library.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Library or any portion of it, thus forming a work based on the Library, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) The modified work must itself be a software library.

b) You must cause the files modified to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

c) You must cause the whole of the work to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this License.

d) If a facility in the modified Library refers to a function or a table of data to be supplied by an application program that uses the facility, other than as an argument passed when the facility is invoked, then you must make a good faith effort to ensure that, in the event an application does not supply such function or table, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful.

(For example, a function in a library to compute square roots has a purpose that is entirely well-defined independent of the application. Therefore, Subsection 2d requires that any application-supplied function or table used by this function must be optional: if the application does not supply it, the square root function must still compute square roots.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Library, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Library, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Library.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Library with the Library (or with a work based on the Library) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under

the scope of this License.

3. You may opt to apply the terms of the ordinary GNU General Public License instead of this License to a given copy of the Library. To do this, you must alter all the notices that refer to this License, so that they refer to the ordinary GNU General Public License, version 2, instead of to this License. (If a newer version than version 2 of the ordinary GNU General Public License has appeared, then you can specify that version instead if you wish.) Do not make any other change in these notices.

Once this change is made in a given copy, it is irreversible for that copy, so the ordinary GNU General Public License applies to all subsequent copies and derivative works made from that copy.

This option is useful when you wish to copy part of the code of the Library into a program that is not a library.

4. You may copy and distribute the Library (or a portion or derivative of it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange.

If distribution of object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place satisfies the requirement to distribute the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

5. A program that contains no derivative of any portion of the Library, but is designed to work with the Library by being compiled or linked with it, is called a "work that uses the Library". Such a work, in isolation, is not a derivative work of the Library, and therefore falls outside the scope of this License.

However, linking a "work that uses the Library" with the Library creates an executable that is a derivative of the Library (because it contains portions of the Library), rather than a "work that uses the library". The executable is therefore covered by this License. Section 6 states terms for distribution of such executables.

When a "work that uses the Library" uses material from a header file that is part of the Library, the object code for the work may be a derivative work of the Library even though the source code is not. Whether this is true is especially significant if the work can be linked without the Library, or if the work is itself a library. The threshold for this to be true is not precisely defined by law.

If such an object file uses only numerical parameters, data structure layouts and accessors, and small macros and small inline functions (ten lines or less in length), then the use of the object file is unrestricted, regardless of whether it is legally a derivative work. (Executables containing this object code plus portions of the Library will still fall under Section 6.)

Otherwise, if the work is a derivative of the Library, you may distribute the object code for the work under the terms of Section 6. Any executables containing that work also fall under Section 6, whether or not they are linked directly with the Library itself.

6. As an exception to the Sections above, you may also combine or link a "work that uses the Library" with the Library to produce a work containing portions of the Library, and distribute that work under terms of your choice, provided that the terms permit modification of the work for the customer's own use and reverse engineering for debugging such modifications.

You must give prominent notice with each copy of the work that the

Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. You must supply a copy of this License. If the work during execution displays copyright notices, you must include the copyright notice for the Library among them, as well as a reference directing the user to the copy of this License. Also, you must do one of these things:

a) Accompany the work with the complete corresponding machine-readable source code for the Library including whatever changes were used in the work (which must be distributed under Sections 1 and 2 above); and, if the work is an executable linked with the Library, with the complete machine-readable "work that uses the Library", as object code and/or source code, so that the user can modify the Library and then relink to produce a modified executable containing the modified Library. (It is understood that the user who changes the contents of definitions files in the Library will not necessarily be able to recompile the application to use the modified definitions.)

b) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (1) uses at run time a copy of the library already present on the user's computer system, rather than copying library functions into the executable, and (2) will operate properly with a modified version of the library, if the user installs one, as long as the modified version is interface-compatible with the version that the work was made with.

c) Accompany the work with a written offer, valid for at least three years, to give the same user the materials specified in Subsection 6a, above, for a charge no more than the cost of performing this distribution.

d) If distribution of the work is made by offering access to copy from a designated place, offer equivalent access to copy the above specified materials from the same place.

e) Verify that the user has already received a copy of these materials or that you have already sent this user a copy.

For an executable, the required form of the "work that uses the Library" must include any data and utility programs needed for reproducing the executable from it. However, as a special exception, the materials to be distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

It may happen that this requirement contradicts the license restrictions of other proprietary libraries that do not normally accompany the operating system. Such a contradiction means you cannot use both them and the Library together in an executable that you distribute.

7. You may place library facilities that are a work based on the Library side-by-side in a single library together with other library facilities not covered by this License, and distribute such a combined library, provided that the separate distribution of the work based on the Library and of the other library facilities is otherwise permitted, and provided that you do these two things:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities. This must be distributed under the terms of the Sections above.

b) Give prominent notice with the combined library of the fact that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

8. You may not copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

9. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Library or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Library (or any work based on the Library), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Library or works based on it.

10. Each time you redistribute the Library (or any work based on the Library), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute, link with or modify the Library subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

11. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Library at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Library by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Library.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply, and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

12. If the distribution and/or use of the Library is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Library under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

13. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library

specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library does not specify a license version number, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

14. If you wish to incorporate parts of the Library into other free programs whose distribution conditions are incompatible with these, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

15. BECAUSE THE LIBRARY IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE LIBRARY, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE LIBRARY "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE LIBRARY IS WITH YOU. SHOULD THE LIBRARY PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE LIBRARY AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE LIBRARY (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE LIBRARY TO OPERATE WITH ANY OTHER SOFTWARE), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Libraries

If you develop a new library, and you want it to be of the greatest possible use to the public, we recommend making it free software that everyone can redistribute and change. You can do so by permitting redistribution under these terms (or, alternatively, under the terms of the ordinary General Public License).

To apply these terms, attach the following notices to the library. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the library's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This library is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.

This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU Lesser General Public License along with this library; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

```
Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your
school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the library, if
necessary.  Here is a sample; alter the names:

  Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the
  library `Frob' (a library for tweaking knobs) written by James Random Hacker.

  <signature of Ty Coon>, 1 April 1990
  Ty Coon, President of Vice

That's all there is to it!


------------------------------------------------------------------------------
---
[pure-ftpd 1.0.29]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2001 - 2010
  Frank Denis <j at pureftpd dot org> with help of contributors.

[LICENSE]
 Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any
 purpose with or without fee is hereby granted, provided that the above
 copyright notice and this permission notice appear in all copies.

 THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES
 WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF
 MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR
 ANY SPECIAL, DIRECT, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
 WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN
 ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF
 OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

------------------------------------------------------------------------------
---
[python 2.7.18]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011,
  2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 Python Software Foundation.
All
  rights reserved.

  Copyright (c) 2000 BeOpen.com.
  All rights reserved.

  Copyright (c) 1995-2001 Corporation for National Research Initiatives.
  All rights reserved.

  Copyright (c) 1991-1995 Stichting Mathematisch Centrum.
  All rights reserved.

[LICENSE]
PYTHON SOFTWARE FOUNDATION LICENSE VERSION 2
--------------------------------------------

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Python Software Foundation
("PSF"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and
otherwise using this software ("Python") in source or binary form and
its associated documentation.

2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, PSF hereby
grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce,
analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works,
distribute, and otherwise use Python alone or in any derivative version,
provided, however, that PSF's License Agreement and PSF's notice of copyright,
i.e., "Copyright (c) 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010,
```

2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 Python Software Foundation;
All Rights Reserved" are retained in Python alone or in any derivative version prepared by Licensee.

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or incorporates Python or any part thereof, and wants to make the derivative work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to include in any such work a brief summary of the changes made to Python.

4. PSF is making Python available to Licensee on an "AS IS" basis. PSF MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, PSF MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF PYTHON WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. PSF SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.

7. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between PSF and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use PSF trademarks or trade name in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party.

8. By copying, installing or otherwise using Python, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

BEOPEN.COM LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 2.0

BEOPEN PYTHON OPEN SOURCE LICENSE AGREEMENT VERSION 1

1. This LICENSE AGREEMENT is between BeOpen.com ("BeOpen"), having an office at 160 Saratoga Avenue, Santa Clara, CA 95051, and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using this software in source or binary form and its associated documentation ("the Software").

2. Subject to the terms and conditions of this BeOpen Python License Agreement, BeOpen hereby grants Licensee a non-exclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use the Software alone or in any derivative version, provided, however, that the BeOpen Python License is retained in the Software, alone or in any derivative version prepared by Licensee.

3. BeOpen is making the Software available to Licensee on an "AS IS" basis. BEOPEN MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, BEOPEN MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF THE SOFTWARE WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

4. BEOPEN SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF THE SOFTWARE FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF USING, MODIFYING OR DISTRIBUTING THE SOFTWARE, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

5. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.

6. This License Agreement shall be governed by and interpreted in all respects by the law of the State of California, excluding conflict of law provisions. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between BeOpen and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use BeOpen trademarks or trade names in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party. As an exception, the "BeOpen Python" logos available at http://www.pythonlabs.com/logos.html may be used according to the permissions granted on that web page.

7. By copying, installing or otherwise using the software, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

CNRI LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 1.6.1
----

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Corporation for National Research Initiatives, having an office at 1895 Preston White Drive, Reston, VA 20191 ("CNRI"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using Python 1.6.1 software in source or binary form and its associated documentation.

2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, CNRI hereby grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use Python 1.6.1 alone or in any derivative version, provided, however, that CNRI's License Agreement and CNRI's notice of copyright, i.e., "Copyright (c) 1995-2001 Corporation for National Research Initiatives; All Rights Reserved" are retained in Python 1.6.1 alone or in any derivative version prepared by Licensee. Alternately, in lieu of CNRI's License Agreement, Licensee may substitute the following text (omitting the quotes): "Python 1.6.1 is made available subject to the terms and conditions in CNRI's License Agreement. This Agreement together with Python 1.6.1 may be located on the Internet using the following unique, persistent identifier (known as a handle): 1895.22/1013. This Agreement may also be obtained from a proxy server on the Internet using the following URL: http://hdl.handle.net/1895.22/1013".

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or incorporates Python 1.6.1 or any part thereof, and wants to make the derivative work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to include in any such work a brief summary of the changes made to Python 1.6.1.

4. CNRI is making Python 1.6.1 available to Licensee on an "AS IS" basis. CNRI MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, CNRI MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF PYTHON 1.6.1 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. CNRI SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 1.6.1 FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 1.6.1, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.

7. This License Agreement shall be governed by the federal intellectual property law of the United States, including without limitation the federal copyright law, and, to the extent such U.S. federal law does not apply, by the law of the Commonwealth of Virginia, excluding Virginia's conflict of law provisions. Notwithstanding the foregoing, with regard to derivative works based

on Python 1.6.1 that incorporate non-separable material that was previously distributed under the GNU General Public License (GPL), the law of the Commonwealth of Virginia shall govern this License Agreement only as to issues arising under or with respect to Paragraphs 4, 5, and 7 of this License Agreement. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between CNRI and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use CNRI trademarks or trade name in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party.

8. By clicking on the "ACCEPT" button where indicated, or by copying, installing or otherwise using Python 1.6.1, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

ACCEPT

CWI LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 0.9.0 THROUGH 1.2

Copyright (c) 1991 - 1995, Stichting Mathematisch Centrum Amsterdam, The Netherlands. All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of Stichting Mathematisch Centrum or CWI not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission.

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

[respond 1.3.1]
[COPYRIGHT]
copyright (c) 2012: Scott Jehl, Paul Irish, Nicholas Zakas.

[LICENSE]
Dual MIT/BSD license

[result.h 1.73]
[COPYRIGHT]
Copyright (C) 2004-2009, 2012, 2014 Internet Systems Consortium, Inc. ("ISC")
Copyright (C) 1998-2001, 2003 Internet Software Consortium.

[LICENSE]
Permission to use, copy, modify, and/or distribute this software for any purpose with or without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice and this permission notice appear in all copies.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND ISC DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL ISC BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, DIRECT, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

[select2 3.4.5]
[COPYRIGHT]
  Copyright 2012 Igor Vaynberg

[LICENSE]

Apache License
Version 2.0, January 2004
http://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

"License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction, and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

"Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all other entities that control, are controlled by, or are under common control with that entity. For the purposes of this definition, "control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the direction or management of such entity, whether by contract or otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications, including but not limited to software source code, documentation source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical transformation or translation of a Source form, including but not limited to compiled object code, generated documentation, and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or Object form, made available under the License, as indicated by a copyright notice that is included in or attached to the work (an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object form, that is based on (or derived from) the Work and for which the editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes of this License, Derivative Works shall not include works that remain separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of, the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including the original version of the Work and any modifications or additions to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted" means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and

subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions.

Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify
the terms of any separate license agreement you may have executed
with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade
names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor,
except as required for reasonable and customary use in describing the
origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or
agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each
Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS,
WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or
implied, including, without limitation, any warranties or conditions
of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A
PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the
appropriateness of using or redistributing the Work and assume any
risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory,
whether in tort (including negligence), contract, or otherwise,
unless required by applicable law (such as deliberate and grossly
negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be
liable to You for damages, including any direct, indirect, special,
incidental, or consequential damages of any character arising as a
result of this License or out of the use or inability to use the
Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
other commercial damages or losses), even if such Contributor
has been advised of the possibility of such damages.

9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
or other liability obligations and/or rights consistent with this
License. However, in accepting such obligations, You may act only
on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
defend, and hold each Contributor harmless for any liability
incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

To apply the Apache License to your work, attach the following
boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets "[]"
replaced with your own identifying information. (Don't include
the brackets!) The text should be enclosed in the appropriate
comment syntax for the file format. We also recommend that a
file or class name and description of purpose be included on the
same "printed page" as the copyright notice for easier
identification within third-party archives.

Copyright 2012 Sebastien MALOT

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the License.
You may obtain a copy of the License at

http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
See the License for the specific language governing permissions and
limitations under the License.

```
[slickgrid 2.1]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 2010 Michael Leibman, http://github.com/mleibman/slickgrid

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE
LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION
OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION
WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
--------------------------------------------------------------------------
---
[sqlite3 3.35.5]
** 2006 June 7
**
** The author disclaims copyright to this source code.  In place of
** a legal notice, here is a blessing:
**
**    May you do good and not evil.
**    May you find forgiveness for yourself and forgive others.
**    May you share freely, never taking more than you give.
**
*************************************************************************
--------------------------------------------------------------------------
---
[tcl-snmptools 1.0]
[COPYRIGHT]
  Copyright (C) 2008  Alexandros Stergiakis

[LICENSE]
                    GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
                       Version 3, 29 June 2007

 Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.

                            Preamble

  The GNU General Public License is a free, copyleft license for
software and other kinds of works.

  The licenses for most software and other practical works are designed
to take away your freedom to share and change the works.  By contrast,
the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to
share and change all versions of a program--to make sure it remains free
software for all its users.  We, the Free Software Foundation, use the
GNU General Public License for most of our software; it applies also to
any other work released this way by its authors.  You can apply it to
your programs, too.

  When we speak of free software, we are referring to freedom, not
price.  Our General Public Licenses are designed to make sure that you
have the freedom to distribute copies of free software (and charge for
them if you wish), that you receive source code or can get it if you
want it, that you can change the software or use pieces of it in new
free programs, and that you know you can do these things.
```

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

TERMS AND CONDITIONS

0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as "you". "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you

with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.

b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices".

c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.

d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program,

in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.

b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.

c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.

d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent

the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or

b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or

c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or

d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or

e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or

f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way.

8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license

you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such.

14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

```
<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year>  <name of author>

This program is free software: you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published by
the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
(at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License
along with this program.  If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
```

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
<program>  Copyright (C) <year>  <name of author>
This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.
This is free software, and you are welcome to redistribute it
```

```
    under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate
parts of the General Public License.  Of course, your program's commands
might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

  You should also get your employer (if you work as a programmer) or school,
if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary.
For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see
<http://www.gnu.org/licenses/>.

  The GNU General Public License does not permit incorporating your program
into proprietary programs.  If your program is a subroutine library, you
may consider it more useful to permit linking proprietary applications with
the library.  If this is what you want to do, use the GNU Lesser General
Public License instead of this License.  But first, please read
<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>.

--------------------------------------------------------------------------
---
[tcltk 8.5.8]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1987-1994 The Regents of the University of California.
  Copyright (c) 1993-1996 Lucent Technologies.
  Copyright (c) 1994-1998 Sun Microsystems, Inc.
  Copyright (c) 1998-2000 by Scriptics Corporation.
  Copyright (c) 2002 by Kevin B. Kenny.  All rights reserved.

[LICENSE]
This software is copyrighted by the Regents of the University of
California, Sun Microsystems, Inc., Scriptics Corporation, ActiveState
Corporation and other parties.  The following terms apply to all files
associated with the software unless explicitly disclaimed in
individual files.

The authors hereby grant permission to use, copy, modify, distribute,
and license this software and its documentation for any purpose, provided
that existing copyright notices are retained in all copies and that this
notice is included verbatim in any distributions. No written agreement,
license, or royalty fee is required for any of the authorized uses.
Modifications to this software may be copyrighted by their authors
and need not follow the licensing terms described here, provided that
the new terms are clearly indicated on the first page of each file where
they apply.

IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR DISTRIBUTORS BE LIABLE TO ANY PARTY
FOR DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
ARISING OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, ITS DOCUMENTATION, OR ANY
DERIVATIVES THEREOF, EVEN IF THE AUTHORS HAVE BEEN ADVISED OF THE
POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

THE AUTHORS AND DISTRIBUTORS SPECIFICALLY DISCLAIM ANY WARRANTIES,
INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT.  THIS SOFTWARE
IS PROVIDED ON AN "AS IS" BASIS, AND THE AUTHORS AND DISTRIBUTORS HAVE
NO OBLIGATION TO PROVIDE MAINTENANCE, SUPPORT, UPDATES, ENHANCEMENTS, OR
MODIFICATIONS.

GOVERNMENT USE: If you are acquiring this software on behalf of the
U.S. government, the Government shall have only "Restricted Rights"
in the software and related documentation as defined in the Federal
Acquisition Regulations (FARs) in Clause 52.227.19 (c) (2).  If you
are acquiring the software on behalf of the Department of Defense, the
software shall be classified as "Commercial Computer Software" and the
Government shall have only "Restricted Rights" as defined in Clause
252.227-7013 (c) (1) of DFARs.  Notwithstanding the foregoing, the
authors grant the U.S. Government and others acting in its behalf
permission to use and distribute the software in accordance with the
terms specified in this license.
```

```
--------------------------------------------------------------------------
---
[telnet 7.2.0 (part of FreeBSD 7.2.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California.  All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American
National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have
given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions
```

of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments (POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD") source has been updated. The copyright addendum may be found at ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source code files require that further distributions of products containing all or portions of the software, acknowledge within their advertising materials that such products contain software developed by UC Berkeley and its contributors.

Specifically, the provision reads:

```
"     * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
       *    must display the following acknowledgement:
       *    This product includes software developed by the University of
       *    California, Berkeley and its contributors."
```

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to include the acknowledgement within advertising materials. Accordingly, the foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley

[timer 0.9.32 (part of uclibc 0.9.32)]
[LICENSE]

```
  GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
       Version 2.1, February 1999

 Copyright (C) 1991, 1999 Free Software Foundation, Inc.
     51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA  02110-1301  USA
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.
```

[This is the first released version of the Lesser GPL. It also counts as the successor of the GNU Library Public License, version 2, hence the version number 2.1.]

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users.

This license, the Lesser General Public License, applies to some specially designated software packages--typically libraries--of the Free Software Foundation and other authors who decide to use it. You can use it too, but we suggest you first think carefully about whether this license or the ordinary General Public License is the better strategy to use in any particular case, based on the explanations below.

When we speak of free software, we are referring to freedom of use, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish); that you receive source code or can get it if you want it; that you can change the software and use pieces of it in new free programs; and that you are informed that you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid distributors to deny you these rights or to ask you to surrender these rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the library or if you modify it.

For example, if you distribute copies of the library, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that we gave you. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. If you link other code with the library, you must provide complete object files to the recipients, so that they can relink them with the library after making changes to the library and recompiling it. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with a two-step method: (1) we copyright the library, and (2) we offer you this license, which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the library.

To protect each distributor, we want to make it very clear that there is no warranty for the free library. Also, if the library is modified by someone else and passed on, the recipients should know that what they have is not the original version, so that the original author's reputation will not be affected by problems that might be introduced by others.

Finally, software patents pose a constant threat to the existence of any free program. We wish to make sure that a company cannot effectively restrict the users of a free program by obtaining a restrictive license from a patent holder. Therefore, we insist that any patent license obtained for a version of the library must be consistent with the full freedom of use specified in this license.

Most GNU software, including some libraries, is covered by the ordinary GNU General Public License. This license, the GNU Lesser General Public License, applies to certain designated libraries, and is quite different from the ordinary General Public License. We use this license for certain libraries in order to permit linking those libraries into non-free programs.

When a program is linked with a library, whether statically or using a shared library, the combination of the two is legally speaking a combined work, a derivative of the original library. The ordinary General Public License therefore permits such linking only if the entire combination fits its criteria of freedom. The Lesser General Public License permits more lax criteria for linking other code with the library.

We call this license the "Lesser" General Public License because it

does Less to protect the user's freedom than the ordinary General Public License. It also provides other free software developers Less of an advantage over competing non-free programs. These disadvantages are the reason we use the ordinary General Public License for many libraries. However, the Lesser license provides advantages in certain special circumstances.

For example, on rare occasions, there may be a special need to encourage the widest possible use of a certain library, so that it becomes a de-facto standard. To achieve this, non-free programs must be allowed to use the library. A more frequent case is that a free library does the same job as widely used non-free libraries. In this case, there is little to gain by limiting the free library to free software only, so we use the Lesser General Public License.

In other cases, permission to use a particular library in non-free programs enables a greater number of people to use a large body of free software. For example, permission to use the GNU C Library in non-free programs enables many more people to use the whole GNU operating system, as well as its variant, the GNU/Linux operating system.

Although the Lesser General Public License is Less protective of the users' freedom, it does ensure that the user of a program that is linked with the Library has the freedom and the wherewithal to run that program using a modified version of the Library.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. Pay close attention to the difference between a "work based on the library" and a "work that uses the library". The former contains code derived from the library, whereas the latter must be combined with the library in order to run.

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any software library or other program which contains a notice placed by the copyright holder or other authorized party saying it may be distributed under the terms of this Lesser General Public License (also called "this License"). Each licensee is addressed as "you".

A "library" means a collection of software functions and/or data prepared so as to be conveniently linked with application programs (which use some of those functions and data) to form executables.

The "Library", below, refers to any such software library or work which has been distributed under these terms. A "work based on the Library" means either the Library or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Library or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated straightforwardly into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".)

"Source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For a library, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the library.

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running a program using the Library is not restricted, and output from such a program is covered only if its contents constitute a work based on the Library (independent of the use of the Library in a tool for writing it). Whether that is true depends on what the Library does and what the program that uses the Library does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Library's complete source code as you receive it, in any medium, provided that

you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and distribute a copy of this License along with the Library.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Library or any portion of it, thus forming a work based on the Library, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) The modified work must itself be a software library.

b) You must cause the files modified to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

c) You must cause the whole of the work to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this License.

d) If a facility in the modified Library refers to a function or a table of data to be supplied by an application program that uses the facility, other than as an argument passed when the facility is invoked, then you must make a good faith effort to ensure that, in the event an application does not supply such function or table, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful.

(For example, a function in a library to compute square roots has a purpose that is entirely well-defined independent of the application. Therefore, Subsection 2d requires that any application-supplied function or table used by this function must be optional: if the application does not supply it, the square root function must still compute square roots.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Library, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Library, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Library.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Library with the Library (or with a work based on the Library) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may opt to apply the terms of the ordinary GNU General Public License instead of this License to a given copy of the Library. To do this, you must alter all the notices that refer to this License, so that they refer to the ordinary GNU General Public License, version 2, instead of to this License. (If a newer version than version 2 of the ordinary GNU General Public License has appeared, then you can specify that version instead if you wish.) Do not make any other change in these notices.

Once this change is made in a given copy, it is irreversible for that copy, so the ordinary GNU General Public License applies to all

subsequent copies and derivative works made from that copy.

This option is useful when you wish to copy part of the code of the Library into a program that is not a library.

4. You may copy and distribute the Library (or a portion or derivative of it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange.

If distribution of object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place satisfies the requirement to distribute the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

5. A program that contains no derivative of any portion of the Library, but is designed to work with the Library by being compiled or linked with it, is called a "work that uses the Library". Such a work, in isolation, is not a derivative work of the Library, and therefore falls outside the scope of this License.

However, linking a "work that uses the Library" with the Library creates an executable that is a derivative of the Library (because it contains portions of the Library), rather than a "work that uses the library". The executable is therefore covered by this License. Section 6 states terms for distribution of such executables.

When a "work that uses the Library" uses material from a header file that is part of the Library, the object code for the work may be a derivative work of the Library even though the source code is not. Whether this is true is especially significant if the work can be linked without the Library, or if the work is itself a library. The threshold for this to be true is not precisely defined by law.

If such an object file uses only numerical parameters, data structure layouts and accessors, and small macros and small inline functions (ten lines or less in length), then the use of the object file is unrestricted, regardless of whether it is legally a derivative work. (Executables containing this object code plus portions of the Library will still fall under Section 6.)

Otherwise, if the work is a derivative of the Library, you may distribute the object code for the work under the terms of Section 6. Any executables containing that work also fall under Section 6, whether or not they are linked directly with the Library itself.

6. As an exception to the Sections above, you may also combine or link a "work that uses the Library" with the Library to produce a work containing portions of the Library, and distribute that work under terms of your choice, provided that the terms permit modification of the work for the customer's own use and reverse engineering for debugging such modifications.

You must give prominent notice with each copy of the work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. You must supply a copy of this License. If the work during execution displays copyright notices, you must include the copyright notice for the Library among them, as well as a reference directing the user to the copy of this License. Also, you must do one of these things:

a) Accompany the work with the complete corresponding machine-readable source code for the Library including whatever changes were used in the work (which must be distributed under Sections 1 and 2 above); and, if the work is an executable linked with the Library, with the complete machine-readable "work that uses the Library", as object code and/or source code, so that the

user can modify the Library and then relink to produce a modified executable containing the modified Library. (It is understood that the user who changes the contents of definitions files in the Library will not necessarily be able to recompile the application to use the modified definitions.)

b) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (1) uses at run time a copy of the library already present on the user's computer system, rather than copying library functions into the executable, and (2) will operate properly with a modified version of the library, if the user installs one, as long as the modified version is interface-compatible with the version that the work was made with.

c) Accompany the work with a written offer, valid for at least three years, to give the same user the materials specified in Subsection 6a, above, for a charge no more than the cost of performing this distribution.

d) If distribution of the work is made by offering access to copy from a designated place, offer equivalent access to copy the above specified materials from the same place.

e) Verify that the user has already received a copy of these materials or that you have already sent this user a copy.

For an executable, the required form of the "work that uses the Library" must include any data and utility programs needed for reproducing the executable from it. However, as a special exception, the materials to be distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

It may happen that this requirement contradicts the license restrictions of other proprietary libraries that do not normally accompany the operating system. Such a contradiction means you cannot use both them and the Library together in an executable that you distribute.

7. You may place library facilities that are a work based on the Library side-by-side in a single library together with other library facilities not covered by this License, and distribute such a combined library, provided that the separate distribution of the work based on the Library and of the other library facilities is otherwise permitted, and provided that you do these two things:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities. This must be distributed under the terms of the Sections above.

b) Give prominent notice with the combined library of the fact that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

8. You may not copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

9. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Library or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Library (or any work based on the

Library), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Library or works based on it.

10. Each time you redistribute the Library (or any work based on the Library), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute, link with or modify the Library subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

11. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Library at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Library by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Library.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply, and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

12. If the distribution and/or use of the Library is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Library under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

13. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library does not specify a license version number, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

14. If you wish to incorporate parts of the Library into other free programs whose distribution conditions are incompatible with these, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status

of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

15. BECAUSE THE LIBRARY IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE LIBRARY, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE LIBRARY "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE LIBRARY IS WITH YOU. SHOULD THE LIBRARY PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE LIBRARY AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE LIBRARY (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE LIBRARY TO OPERATE WITH ANY OTHER SOFTWARE), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Libraries

If you develop a new library, and you want it to be of the greatest possible use to the public, we recommend making it free software that everyone can redistribute and change. You can do so by permitting redistribution under these terms (or, alternatively, under the terms of the ordinary General Public License).

To apply these terms, attach the following notices to the library. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the library's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This library is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.

This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU Lesser General Public License along with this library; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the library, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the library `Frob' (a library for tweaking knobs) written by James Random Hacker.

<signature of Ty Coon>, 1 April 1990
Ty Coon, President of Vice

That's all there is to it!

[traceroute 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American
National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have

given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments (POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD") source has been updated. The copyright addendum may be found at ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source code files require that further distributions of products containing all or portions of the software, acknowledge within their advertising materials that such products contain software developed by UC Berkeley and its contributors.

Specifically, the provision reads:

```
"     * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
       *    must display the following acknowledgement:
       *    This product includes software developed by the University of
       *    California, Berkeley and its contributors."
```

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to include the acknowledgement within advertising materials. Accordingly, the foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley

[traceroute6 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite
Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software
   must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of
California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American
National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have
given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions
of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in
the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE
Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments
(POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics
Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions
and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee
document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions
of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD") source has been updated. The copyright addendum may be found at ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is included below.

July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source code files require that further distributions of products containing all or portions of the software, acknowledge within their advertising materials that such products contain software developed by UC Berkeley and its contributors.

Specifically, the provision reads:

" * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
 * must display the following acknowledgement:
 * This product includes software developed by the University of
 * California, Berkeley and its contributors."

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to include the acknowledgement within advertising materials. Accordingly, the foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley

[twitter-bootstrap-wizard-1.0]
[COPYRIGHT]
Copyright (c) 2013 - Vincent Gabriel & Jason Gill

[LICENSE]
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

[u-boot 1.1.4]

```
[COPYRIGHT]
   (C) Copyright 2000 - 2005
   Wolfgang Denk, DENX Software Engineering, wd@denx.de.

[NOTE]
  NOTE! This copyright does *not* cover the so-called "standalone"
applications that use U-Boot services by means of the jump table
provided by U-Boot exactly for this purpose - this is merely
considered normal use of U-Boot, and does *not* fall under the
heading of "derived work".

  The header files "include/image.h" and "include/asm-*/u-boot.h"
define interfaces to U-Boot. Including these (unmodified) header
files in another file is considered normal use of U-Boot, and does
*not* fall under the heading of "derived work".

  Also note that the GPL below is copyrighted by the Free Software
Foundation, but the instance of code that it refers to (the U-Boot
source code) is copyrighted by me and others who actually wrote it.
-- Wolfgang Denk

[LICENSE]
    GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
       Version 2, June 1991

 Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.
     59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA  02111-1307  USA
 Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
 of this license document, but changing it is not allowed.

    Preamble

  The licenses for most software are designed to take away your
freedom to share and change it.  By contrast, the GNU General Public
License is intended to guarantee your freedom to share and change free
software--to make sure the software is free for all its users.  This
General Public License applies to most of the Free Software
Foundation's software and to any other program whose authors commit to
using it.  (Some other Free Software Foundation software is covered by
the GNU Library General Public License instead.)  You can apply it to
your programs, too.

  When we speak of free software, we are referring to freedom, not
price.  Our General Public Licenses are designed to make sure that you
have the freedom to distribute copies of free software (and charge for
this service if you wish), that you receive source code or can get it
if you want it, that you can change the software or use pieces of it
in new free programs; and that you know you can do these things.

  To protect your rights, we need to make restrictions that forbid
anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights.
These restrictions translate to certain responsibilities for you if you
distribute copies of the software, or if you modify it.

  For example, if you distribute copies of such a program, whether
gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that
you have.  You must make sure that they, too, receive or can get the
source code.  And you must show them these terms so they know their
rights.

  We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and
(2) offer you this license which gives you legal permission to copy,
distribute and/or modify the software.

  Also, for each author's protection and ours, we want to make certain
that everyone understands that there is no warranty for this free
software.  If the software is modified by someone else and passed on, we
want its recipients to know that what they have is not the original, so
that any problems introduced by others will not reflect on the original
authors' reputations.
```

Finally, any free program is threatened constantly by software patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.

c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you

distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

[uclibc 0.9.32 (part of uclibc 0.9.32)]
[LICENSE]

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2.1, February 1999

Copyright (C) 1991, 1999 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

[This is the first released version of the Lesser GPL. It also counts as the successor of the GNU Library Public License, version 2, hence the version number 2.1.]

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users.

This license, the Lesser General Public License, applies to some specially designated software packages--typically libraries--of the Free Software Foundation and other authors who decide to use it. You can use it too, but we suggest you first think carefully about whether this license or the ordinary General Public License is the better strategy to use in any particular case, based on the explanations below.

When we speak of free software, we are referring to freedom of use, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish); that you receive source code or can get it if you want it; that you can change the software and use pieces of it in new free programs; and that you are informed that you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid distributors to deny you these rights or to ask you to surrender these rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the library or if you modify it.

For example, if you distribute copies of the library, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that we gave you. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. If you link other code with the library, you must provide complete object files to the recipients, so that they can relink them

with the library after making changes to the library and recompiling it. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with a two-step method: (1) we copyright the library, and (2) we offer you this license, which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the library.

To protect each distributor, we want to make it very clear that there is no warranty for the free library. Also, if the library is modified by someone else and passed on, the recipients should know that what they have is not the original version, so that the original author's reputation will not be affected by problems that might be introduced by others.

Finally, software patents pose a constant threat to the existence of any free program. We wish to make sure that a company cannot effectively restrict the users of a free program by obtaining a restrictive license from a patent holder. Therefore, we insist that any patent license obtained for a version of the library must be consistent with the full freedom of use specified in this license.

Most GNU software, including some libraries, is covered by the ordinary GNU General Public License. This license, the GNU Lesser General Public License, applies to certain designated libraries, and is quite different from the ordinary General Public License. We use this license for certain libraries in order to permit linking those libraries into non-free programs.

When a program is linked with a library, whether statically or using a shared library, the combination of the two is legally speaking a combined work, a derivative of the original library. The ordinary General Public License therefore permits such linking only if the entire combination fits its criteria of freedom. The Lesser General Public License permits more lax criteria for linking other code with the library.

We call this license the "Lesser" General Public License because it does Less to protect the user's freedom than the ordinary General Public License. It also provides other free software developers Less of an advantage over competing non-free programs. These disadvantages are the reason we use the ordinary General Public License for many libraries. However, the Lesser license provides advantages in certain special circumstances.

For example, on rare occasions, there may be a special need to encourage the widest possible use of a certain library, so that it becomes a de-facto standard. To achieve this, non-free programs must be allowed to use the library. A more frequent case is that a free library does the same job as widely used non-free libraries. In this case, there is little to gain by limiting the free library to free software only, so we use the Lesser General Public License.

In other cases, permission to use a particular library in non-free programs enables a greater number of people to use a large body of free software. For example, permission to use the GNU C Library in non-free programs enables many more people to use the whole GNU operating system, as well as its variant, the GNU/Linux operating system.

Although the Lesser General Public License is Less protective of the users' freedom, it does ensure that the user of a program that is linked with the Library has the freedom and the wherewithal to run that program using a modified version of the Library.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. Pay close attention to the difference between a "work based on the library" and a "work that uses the library". The former contains code derived from the library, whereas the latter must be combined with the library in order to run.

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any software library or other program which contains a notice placed by the copyright holder or other authorized party saying it may be distributed under the terms of this Lesser General Public License (also called "this License"). Each licensee is addressed as "you".

A "library" means a collection of software functions and/or data prepared so as to be conveniently linked with application programs (which use some of those functions and data) to form executables.

The "Library", below, refers to any such software library or work which has been distributed under these terms. A "work based on the Library" means either the Library or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Library or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated straightforwardly into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".)

"Source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For a library, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the library.

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running a program using the Library is not restricted, and output from such a program is covered only if its contents constitute a work based on the Library (independent of the use of the Library in a tool for writing it). Whether that is true depends on what the Library does and what the program that uses the Library does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Library's complete source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and distribute a copy of this License along with the Library.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Library or any portion of it, thus forming a work based on the Library, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) The modified work must itself be a software library.

b) You must cause the files modified to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

c) You must cause the whole of the work to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this License.

d) If a facility in the modified Library refers to a function or a table of data to be supplied by an application program that uses the facility, other than as an argument passed when the facility is invoked, then you must make a good faith effort to ensure that, in the event an application does not supply such function or table, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful.

(For example, a function in a library to compute square roots has a purpose that is entirely well-defined independent of the

application. Therefore, Subsection 2d requires that any application-supplied function or table used by this function must be optional: if the application does not supply it, the square root function must still compute square roots.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Library, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Library, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Library.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Library with the Library (or with a work based on the Library) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may opt to apply the terms of the ordinary GNU General Public License instead of this License to a given copy of the Library. To do this, you must alter all the notices that refer to this License, so that they refer to the ordinary GNU General Public License, version 2, instead of to this License. (If a newer version than version 2 of the ordinary GNU General Public License has appeared, then you can specify that version instead if you wish.) Do not make any other change in these notices.

Once this change is made in a given copy, it is irreversible for that copy, so the ordinary GNU General Public License applies to all subsequent copies and derivative works made from that copy.

This option is useful when you wish to copy part of the code of the Library into a program that is not a library.

4. You may copy and distribute the Library (or a portion or derivative of it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange.

If distribution of object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place satisfies the requirement to distribute the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

5. A program that contains no derivative of any portion of the Library, but is designed to work with the Library by being compiled or linked with it, is called a "work that uses the Library". Such a work, in isolation, is not a derivative work of the Library, and therefore falls outside the scope of this License.

However, linking a "work that uses the Library" with the Library creates an executable that is a derivative of the Library (because it contains portions of the Library), rather than a "work that uses the library". The executable is therefore covered by this License. Section 6 states terms for distribution of such executables.

When a "work that uses the Library" uses material from a header file that is part of the Library, the object code for the work may be a derivative work of the Library even though the source code is not.

Whether this is true is especially significant if the work can be linked without the Library, or if the work is itself a library. The threshold for this to be true is not precisely defined by law.

If such an object file uses only numerical parameters, data structure layouts and accessors, and small macros and small inline functions (ten lines or less in length), then the use of the object file is unrestricted, regardless of whether it is legally a derivative work. (Executables containing this object code plus portions of the Library will still fall under Section 6.)

Otherwise, if the work is a derivative of the Library, you may distribute the object code for the work under the terms of Section 6. Any executables containing that work also fall under Section 6, whether or not they are linked directly with the Library itself.

6. As an exception to the Sections above, you may also combine or link a "work that uses the Library" with the Library to produce a work containing portions of the Library, and distribute that work under terms of your choice, provided that the terms permit modification of the work for the customer's own use and reverse engineering for debugging such modifications.

You must give prominent notice with each copy of the work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. You must supply a copy of this License. If the work during execution displays copyright notices, you must include the copyright notice for the Library among them, as well as a reference directing the user to the copy of this License. Also, you must do one of these things:

a) Accompany the work with the complete corresponding machine-readable source code for the Library including whatever changes were used in the work (which must be distributed under Sections 1 and 2 above); and, if the work is an executable linked with the Library, with the complete machine-readable "work that uses the Library", as object code and/or source code, so that the user can modify the Library and then relink to produce a modified executable containing the modified Library. (It is understood that the user who changes the contents of definitions files in the Library will not necessarily be able to recompile the application to use the modified definitions.)

b) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (1) uses at run time a copy of the library already present on the user's computer system, rather than copying library functions into the executable, and (2) will operate properly with a modified version of the library, if the user installs one, as long as the modified version is interface-compatible with the version that the work was made with.

c) Accompany the work with a written offer, valid for at least three years, to give the same user the materials specified in Subsection 6a, above, for a charge no more than the cost of performing this distribution.

d) If distribution of the work is made by offering access to copy from a designated place, offer equivalent access to copy the above specified materials from the same place.

e) Verify that the user has already received a copy of these materials or that you have already sent this user a copy.

For an executable, the required form of the "work that uses the Library" must include any data and utility programs needed for reproducing the executable from it. However, as a special exception, the materials to be distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies

the executable.

It may happen that this requirement contradicts the license restrictions of other proprietary libraries that do not normally accompany the operating system. Such a contradiction means you cannot use both them and the Library together in an executable that you distribute.

7. You may place library facilities that are a work based on the Library side-by-side in a single library together with other library facilities not covered by this License, and distribute such a combined library, provided that the separate distribution of the work based on the Library and of the other library facilities is otherwise permitted, and provided that you do these two things:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities. This must be distributed under the terms of the Sections above.

b) Give prominent notice with the combined library of the fact that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

8. You may not copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

9. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Library or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Library (or any work based on the Library), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Library or works based on it.

10. Each time you redistribute the Library (or any work based on the Library), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute, link with or modify the Library subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

11. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Library at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Library by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Library.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply, and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system which is

implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

12. If the distribution and/or use of the Library is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Library under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

13. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library does not specify a license version number, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

14. If you wish to incorporate parts of the Library into other free programs whose distribution conditions are incompatible with these, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

15. BECAUSE THE LIBRARY IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE LIBRARY, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE LIBRARY "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE LIBRARY IS WITH YOU. SHOULD THE LIBRARY PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE LIBRARY AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE LIBRARY (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE LIBRARY TO OPERATE WITH ANY OTHER SOFTWARE), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Libraries

If you develop a new library, and you want it to be of the greatest possible use to the public, we recommend making it free software that everyone can redistribute and change. You can do so by permitting

```
redistribution under these terms (or, alternatively, under the terms of the
ordinary General Public License).

  To apply these terms, attach the following notices to the library.  It is
safest to attach them to the start of each source file to most effectively
convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the
"copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

    <one line to give the library's name and a brief idea of what it does.>
    Copyright (C) <year>  <name of author>

    This library is free software; you can redistribute it and/or
    modify it under the terms of the GNU Lesser General Public
    License as published by the Free Software Foundation; either
    version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.

    This library is distributed in the hope that it will be useful,
    but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
    MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the GNU
    Lesser General Public License for more details.

    You should have received a copy of the GNU Lesser General Public
    License along with this library; if not, write to the Free Software
    Foundation, Inc., 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA  02110-1301  USA

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your
school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the library, if
necessary.  Here is a sample; alter the names:

  Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the
  library `Frob' (a library for tweaking knobs) written by James Random Hacker.

  <signature of Ty Coon>, 1 April 1990
  Ty Coon, President of Vice

That's all there is to it!


------------------------------------------------------------------------------
---
[unix stack 8.0.0 (part of FreeBSD 8.0.0)]
[COPYRIGHT]
  Copyright (c) 1992-2009 The FreeBSD Project. All rights reserved.

[LICENSE]
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.

The 4.4BSD and 4.4BSD-Lite software is distributed under the following
terms:
```

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
The Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software must display the following acknowledgement:
This product includes software developed by the University of California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase ``this text'' refers to portions of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments (POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee document.

In the following statement, the phrase ``This material'' refers to portions of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

NOTE: The copyright of UC Berkeley's Berkeley Software Distribution ("BSD") source has been updated. The copyright addendum may be found at ftp://ftp.cs.berkeley.edu/pub/4bsd/README.Impt.License.Change and is included below.

```
July 22, 1999

To All Licensees, Distributors of Any Version of BSD:

As you know, certain of the Berkeley Software Distribution ("BSD") source
code files require that further distributions of products containing all or
portions of the software, acknowledge within their advertising materials
that such products contain software developed by UC Berkeley and its
contributors.

Specifically, the provision reads:

"     * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
       *    must display the following acknowledgement:
       *    This product includes software developed by the University of
       *    California, Berkeley and its contributors."

Effective immediately, licensees and distributors are no longer required to
include the acknowledgement within advertising materials.  Accordingly, the
foregoing paragraph of those BSD Unix files containing it is hereby deleted
in its entirety.

William Hoskins
Director, Office of Technology Licensing
University of California, Berkeley
--------------------------------------------------------------------------------
---
[xzdec 5.2.2(part of xz 5.2.2)]
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//
/// \file       xzdec.c
/// \brief      Simple single-threaded tool to uncompress .xz or .lzma files
//
//  Author:     Lasse Collin
//
//  This file has been put into the public domain.
//  You can do whatever you want with this file.
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
--------------------------------------------------------------------------------
---
[zlib 1.2.3]
[COPYRIGHT]
  Copyright (C) 1995-2005 Jean-loup Gailly and Mark Adler

[LICENSE]
  This software is provided 'as-is', without any express or implied
  warranty.  In no event will the authors be held liable for any damages
  arising from the use of this software.

  Permission is granted to anyone to use this software for any purpose,
  including commercial applications, and to alter it and redistribute it
  freely, subject to the following restrictions:

  1. The origin of this software must not be misrepresented; you must not
     claim that you wrote the original software. If you use this software
     in a product, an acknowledgment in the product documentation would be
     appreciated but is not required.
  2. Altered source versions must be plainly marked as such, and must not be
     misrepresented as being the original software.
  3. This notice may not be removed or altered from any source distribution.

  Jean-loup Gailly        Mark Adler
  jloup@gzip.org          madler@alumni.caltech.edu


--------------------------------------------------------------------------------
---
```