



GVT-035596-001-00 1.0 版

## QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ

### OpenFlow リリースメモ

ソフトウェア Version 7.1.7

改版履歴

版数	日付	改版内容
1.0	2017/06/08	初版発行

## 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、明示的か暗黙的にかかわらず、いかなる種類の保証の対象になりません。

## 輸出に関する注意事項

- 本製品（又は技術）は、外国為替及び外国貿易法に基づくリスト規制の該当貨物（又は技術）ですので、輸出（又は非居住者への技術の提供あるいは外国において技術の提供をすることを目的とする取引）を行う場合には、経済産業大臣の輸出許可（又は役務取引許可）が必要となります。
- 本製品には米国の輸出関連法令の規制を受ける製品が含まれており、輸出する場合、輸出先によっては米国政府の許可が必要です。
- 本製品（ソフトウェア含む）は日本国内仕様であり、外国の規制等には準拠していません。

本製品は日本国外で使用された場合、当社は一切責任を負いかねます。また、当社は本製品に関し海外での保守サービス及び技術サポート等は行っておりません。

このマニュアルは、QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチの OpenFlow 機能の注意事項と制限事項について説明します。このマニュアルには、この製品の重要な情報が含まれているので、このマニュアルに合わせ、次のマニュアル（OpenFlow 機能に関するマニュアル）をお読みください。

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow オペレーションマニュアル

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow コマンドマニュアル

# 本マニュアルについて

## バージョン

このリリースメモは、ソフトウェアバージョン 7.1.7 に対応します。

## 関連マニュアル

次のマニュアルには、QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチに関する詳細な説明があります

マニュアル	内容
QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ 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-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ 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-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ 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 シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow オペレーションマニュアル	OpenFlow 機能に関するデータ設定や代表的なアプリケーションについて記述しています。
QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow コマンドマニュアル	OpenFlow 機能に関してユーザがさまざまなコマンドを使用するときの参考になります。

## マニュアルの構成

このリリースメモは以下の 9 セクションで構成されています。

- **概要**  
このマニュアルに対応するデバイスについて説明します。
- **OpenFlow 機能の概要**  
このソフトウェアでサポートされている OpenFlow 機能について説明します。
- **機能のアップグレードと改良点**  
このソフトウェアでサポートされる新しい機能や改良点について説明します。
- **解決済みの問題点**  
以前にリリースされたソフトウェアに関する解決済みの問題について説明します。
- **注意事項**

このソフトウェアで OpenFlow 機能を使用する上での注意事項について説明します。

- **一時的制限事項**

解決が予定されている一時的な制限事項について説明します。

- **ソフトウェアの更新に関する注意事項**

以前にリリースされたソフトウェアからソフトウェアを更新する上での注意事項について説明します。

- **機能説明**

このソフトウェアでの OpenFlow 機能の詳細について説明します。

- **相違点**

マニュアルとソフトウェアの動作の違いについて説明します。

## 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
<b>太字体</b>	コマンドラインを示すキーワードには <b>太字体</b> を使用します。
<i>イタリック体</i>	コマンドの引数は <i>イタリック体</i> 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。

表記規則	説明
[ ]	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。

表記規則	説明
	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。

このリリースメモには9つのセクションが含まれています。

01 - 概要

02 - OpenFlow 機能の概要

03 - 機能のアップグレードと改良点

04 - 解決済みの問題点

05 - 注意事項

06 - OpenFlow 機能の一時的制限事項

07 - ソフトウェアの更新に関する注意事項

08 - 機能説明

09 - 相違点

# 目次

<b>1 章 概要</b>	<b>1-1</b>
1.1 装置およびソフトウェア	1-1
<b>2 章 OpenFlow 機能の概要</b>	<b>2-1</b>
2.1 スイッチでサポートされる機能について	2-1
2.2 サポートされる OpenFlow 機能	2-1
2.2.1 OpenFlow ポート	2-2
2.2.2 OpenFlow プロトコル	2-3
2.2.3 OpenFlow テーブル	2-3
2.3 サポートされる OpenFlow プロトコルメッセージ	2-9
2.3.1 OpenFlow メッセージ	2-9
2.4 レガシー機能併用	2-12
2.4.1 OpenFlow ポート以外のレガシポートで利用できるレガシー機能	2-13
2.4.2 OpenFlow ポートで利用できるレガシー機能	2-14
2.4.3 OpenFlow 機能実行時のレガシー機能の参考資料	2-15
2.5 OpenFlow ポートの QoS 機能	2-18
2.5.1 OpenFlow ポートの QoS 機能	2-18
2.5.2 QoS 機能の参考資料	2-18
2.6 IRF スタックの OpenFlow 機能	2-19
2.6.1 IRF スタックの OpenFlow 機能	2-19
2.6.2 IRF スタックの OpenFlow 機能の推奨使用法	2-20
2.6.3 IRF スタックの OpenFlow メッセージの値	2-20
2.6.4 IRF スタック機能の参考資料	2-21
<b>3 章 機能のアップグレードと改良点</b>	<b>3-1</b>
<b>4 章 解決済みの問題点</b>	<b>4-1</b>
<b>5 章 注意事項</b>	<b>5-1</b>
5.1 OpenFlow 機能設定に関する注意事項	5-1
5.1.1 未サポートコマンド	5-1
5.1.2 未サポートパラメータ	5-1
5.1.3 必須設定	5-1
5.2 OpenFlow 機能を使用する際の注意事項	5-3
5.2.1 OpenFlow 機能全般	5-3
5.2.2 OpenFlow ポート	5-4
5.2.3 変更メッセージ	5-4
5.2.4 PacketOut メッセージ	5-5
5.2.5 パケット処理	5-6
5.2.6 QoS 機能	5-6
5.2.7 IRF スタック	5-6
5.2.8 その他	5-7
<b>6 章 一時的制限事項</b>	<b>6-1</b>
6.1 OpenFlow 機能	6-1
6.2 レガシー機能	6-1
<b>7 章 ソフトウェアの更新に関する注意事項</b>	<b>7-1</b>
7.1 ソフトウェアバージョンの更新	7-1
7.2 OpenFlow 設定の更新	7-1

7.3 OpenFlow 適用中の ISSU 機能のアップグレード互換性 .....	7-1
<b>8 章 機能説明 .....</b>	<b>8-1</b>
8.1 MAC-IP フローテーブル(Dynamic MAC Flow table) .....	8-1
8.1.1 概要 .....	8-1
8.1.2 MAC-IP フローテーブル(Dynamic MAC Flow table)のエントリ .....	8-3
8.2 OpenFlow チャンネルのフェールオーバー機能 .....	8-4
8.2.1 概要 .....	8-4
8.2.2 動作例 .....	8-5
8.3 In-band management vlan 機能 .....	8-6
8.4 OpenFlow ポートの設定 .....	8-7
<b>9 章 相違点 .....</b>	<b>9-1</b>

# 1章 概要

## 1.1 装置およびソフトウェア

本マニュアルの説明は、次の装置およびソフトウェアに対するものです。

表 1-1 ソフトウェア

装置	概要	ソフトウェア
QX-S5432XT-8X2Q QX-S5448XP-4Q	QXシリーズ スイッチ	基本ソフトウェア

## 2章 OpenFlow 機能の概要

### 2.1 スイッチでサポートされる機能について

OpenFlow 機能を動作させるために、OpenFlow 機能を有効にする必要があります。

本マニュアルのほかに、以下のマニュアルも参照し、OpenFlow 機能に関する制限事項と注意事項を確認してください。

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow オペレーションマニュアル

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow コマンドマニュアル

### 2.2 サポートされるOpenFlow機能

本スイッチは、OpenFlow Spec に基づく OpenFlow 機能をサポートしていますが、使用可能な機能は、コントローラの機能との組み合わせに依存します。

推奨するコントローラは、NEC 製の PFC（ProgrammableFlow コントローラ）です。

その他のコントローラを接続する場合は、問題がないことを個別に確認してください。

表 2-1 サポート機能

項目		サポート
OpenFlowプロトコル	OpenFlow Switch Specification Version 1.3.1	YES
OpenFlowスイッチ機能	MAC-IPフローテーブル（Dynamic MAC Flow table）	YES
	Extensibilityフローテーブル（Standard Flow table）	YES
	レガシー機能併用	YES
OpenFlowチャネル	TCP接続	YES
	OpenFlowチャネルのフェールオーバー機能	YES
	接続中断モード	YES
その他	Cookieマスク	YES

表 2-2 OpenFlow インスタンスの数

項目	サポート	補足
OpenFlowインスタンス	1	1つのOpenFlowインスタンスのみをサポートします。

表 2-3 フローエントリの数

項目	サポート	補足
MAC-IPフローテーブル (Dynamic MAC Flow table)	64K	本ハードウェアリソースは、レイヤー2ネットワークのFDB (Forwarding Data Base) と共有されます。
Extensibilityフローテーブル (Standard Flow table)	512	システムエントリを含みます (5.1 参照を参照してください) 。

表 2-4 グループエントリの数

項目	サポート	補足
グループテーブル	1000	サポートされるグループタイプはallです。

表 2-5 OpenFlow コントローラの設定数

項目	サポート	補足
コントローラ設定数	最大64台	推奨：2台

表 2-6 接続中断モード

項目	サポート	補足
Fail Secure Mode	YES	すべてのコントローラから切断された後、フローテーブルを使ってトラフィック転送します。
Fail Standalone Mode	-	すべてのコントローラから切断された後、レガシー機能（設定）に従い転送処理します。

## 2.2.1 OpenFlow ポート

以下のポートが OpenFlow ポートとして使用できます。

- 10GbE 物理ポート
- 40GbE 物理ポート
- 10GbE 分割ポート (40GbE 物理ポートから分割します)
- リンクアグリゲーションインタフェース (LAG)

以下のポートは OpenFlow ポートとして使用できません。

- マネジメント Ethernet ポート
- リンクアグリゲーションインタフェースのメンバーポート
- IRF スタックポート
- VLAN インタフェース

物理ポートおよびリンクアグリゲーションインタフェースは、フロー検索条件（マッチ条件）の In\_port として使用できます。

物理ポート、リンクアグリゲーションインタフェース、およびコントローラは、アクション Output の出力ポートとして使用できます。

## 2.2.2 OpenFlow プロトコル

QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチは、OpenFlow プロトコルバージョン 1.3.1 のみをサポートします。

## 2.2.3 OpenFlow テーブル

次の 2 つのテーブルをサポートします。

表 2-7 フローテーブル

フローテーブル	サポート	補足
MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table)	YES	コマンドラインのMAC-IPフローテーブルです。“8.1 MAC-IP フローテーブル(Dynamic MAC Flow table)”を参照してください。
Extensibility フローテーブル (Standard Flow table)	YES	コマンドラインのExtensibilityフローテーブルです。

## I. フロー検索条件フィールド

以下のフロー検索条件（マッチ）フィールドをサポートします。

表 2-8 フロー検索条件(マッチ)フィールド

フロー検索条件(マッチ) フィールド	MAC-IP フ ローテーブル	Extensibility フローテー ブル	補足
OXM_OF_IN_PORT	-	サポート	-
OXM_OF_IN_PHY_PORT	-	-	-
OXM_OF_METADATA	-	サポート	-
OXM_OF_METADATA(mask)	-	-	-
OXM_OF_ETH_DST	サポート	サポート	-
OXM_OF_ETH_DST(mask)	-	サポート	任意マスク
OXM_OF_ETH_SRC	-	サポート	-
OXM_OF_ETH_SRC(mask)	-	サポート	任意マスク
OXM_OF_ETH_TYPE	-	サポート	-
OXM_OF_VLAN_VID	サポート	サポート	-
OXM_OF_VLAN_VID(mask)	-	-	-
OXM_OF_VLAN_PCP	-	サポート	-
OXM_OF_IP_DSCP	-	サポート	-
OXM_OF_IP_ECN	-	-	-
OXM_OF_IP_PROTO	-	サポート	-
OXM_OF_IPV4_SRC	-	サポート	-
OXM_OF_IPV4_SRC(mask)	-	サポート	サブネットマスク
OXM_OF_IPV4_DST	-	サポート	-
OXM_OF_IPV4_DST(mask)	-	サポート	サブネットマスク
OXM_OF_TCP_SRC	-	サポート	-
OXM_OF_TCP_SRC(mask)	-	サポート	任意マスク。ただし、Spec 1.3では マスクはサポートされません。
OXM_OF_TCP_DST	-	サポート	-
OXM_OF_TCP_DST(mask)	-	サポート	任意マスク。ただし、Spec 1.3では マスクはサポートされません。
OXM_OF_UDP_SRC	-	サポート	-
OXM_OF_UDP_SRC(mask)	-	サポート	任意マスク。ただし、Spec 1.3では マスクはサポートされません。
OXM_OF_UDP_DST	-	サポート	-
OXM_OF_UDP_DST(mask)	-	サポート	任意マスク。ただし、Spec 1.3では マスクはサポートされません。
OXM_OF_SCTP_SRC	-	-	-
OXM_OF_SCTP_SRC(mask)	-	-	Spec 1.3では、マスクはサポートさ れません。
OXM_OF_SCTP_DST	-	-	-
OXM_OF_SCTP_DST(mask)	-	-	Spec 1.3では、マスクはサポートさ れません。
OXM_OF_ICMPV4_TYPE	-	サポート	-
OXM_OF_ICMPV4_CODE	-	サポート	-
OXM_OF_ARP_OP	-	-	-
OXM_OF_ARP_SPA	-	サポート	-
OXM_OF_ARP_SPA(mask)	-	サポート	サブネットマスク
OXM_OF_ARP_TPA	-	-	-
OXM_OF_ARP_TPA(mask)	-	-	-
OXM_OF_ARP_SHA	-	-	-

フロー検索条件(マッチ) フィールド	MAC-IP フローテーブル	Extensibility フローテーブル	補足
OXM_OF_ARP_SHA(mask)	-	-	-
OXM_OF_ARP_THA	-	-	-
OXM_OF_ARP_THA(mask)	-	-	-
OXM_OF_IPV6_SRC	-	-	-
OXM_OF_IPV6_SRC(mask)	-	-	-
OXM_OF_IPV6_DST	-	-	-
OXM_OF_IPV6_DST(mask)	-	-	-
OXM_OF_IPV6_FLABEL	-	-	-
OXM_OF_IPV6_FLABEL(mask)	-	-	-
OXM_OF_ICMPV6_TYPE	-	サポート	-
OXM_OF_ICMPV6_CODE	-	サポート	-
OXM_OF_IPV6_ND_TARGET	-	-	-
OXM_OF_IPV6_ND_SLL	-	-	-
OXM_OF_IPV6_ND_TLL	-	-	-
OXM_OF_MPLS_LABEL	-	-	-
OXM_OF_MPLS_TC	-	-	-
OXM_OF_MPLS_BOS	-	-	-
OXM_OF_PBB_ISID	-	-	-
OXM_OF_TUNNEL_ID	-	-	-
OXM_OF_IPV6_EXTHDR	-	-	-

## II. Table-miss

以下の Table-miss アクションをサポートします。

表 2-9 Table-miss アクション

アクション	MAC-IP フローテーブル	Extensibility フローテーブル	補足
To CONTROLLER	-	-	-
NORMAL	-	-	-
DROP	サポート (*1)	サポート (*2)	*1: インストラクションを使用しません。 *2: バケットなしでグループを使用します。
next-table	サポート	-	-

Table-miss エントリが存在しない場合 (デフォルト状態)、どのテーブルにも一致しなかったパケットは廃棄されます。

## III. グループテーブル

以下のグループタイプをサポートします。

表 2-10 グループタイプ

グループタイプ	MAC-IP フロー テーブル	Extensibility フ ローテーブル	補足
All	-	サポート	-
Select	-	-	-
Indirect	-	-	-
Fast Failover	-	-	-

#### IV. カウンタ

以下のカウンタをサポートします。

表 2-11 カウンタ

カウンタ	MAC-IP フ ローテーブ ル	Extensibility フローテー ブル	補足
フローテーブル用			
Reference count (アクティブエント リ)	-	-	-
Packet Lookups	-	-	-
Packet Matches	-	-	-
フローエントリ用			
Received Packets	-	サポート	-
Received Bytes	-	サポート	-
Duration (秒)	-	サポート	-
Duration (ナノ秒)	-	-	すべてFに固定です。
ポート用			
Received Packets	-	サポート	-
Transmitted Packets	-	サポート	-
Received Bytes	-	サポート	-
Transmitted Bytes	-	サポート	-
Receive Drops	-	-	-
Transmit Drops	-	-	-
Receive Errors	-	サポート	-
Receive Frame Alignment Errors	-	-	-
Receive Overrun Errors	-	-	-
Receive CRC Errors	-	サポート	-
Collisions	-	-	-
Duration (秒)	-	サポート	-
Duration (ナノ秒)	-	-	すべてFに固定です。
キュー用			
Transmit Packets	-	-	-
Transmit Bytes	-	-	-
Transmit Overrun Errors	-	-	-
Duration (秒)	-	-	-
Duration (ナノ秒)	-	-	-
グループ用			
Reference Count (フローエントリ)	-	サポート	-
Packet Count	-	サポート	-
Byte Count	-	サポート	-

カウンタ	MAC-IP フローテーブル	Extensibility フローテーブル	補足
Duration (秒)	-	サポート	-
Duration (ナノ 秒)	-	-	すべてFに固定です。
bucket count	-	サポート	-
Per Group Bucket	-	-	-
Packet Count	-	サポート	Groupエントリを指定したフローエントリによって転送される通信だけではなく、Group Bucketで処理された通信全体のカウンタとなります。
Byte Count	-	サポート	Groupエントリを指定したフローエントリによって転送される通信だけではなく、Group Bucketで処理された通信全体のカウンタとなります。
メータ用			
Flow Count	-	-	-
Input Packet Count	-	-	-
Input Byte Count	-	-	-
Duration (秒)	-	-	-
Duration (ナノ 秒)	-	-	すべてFに固定です。
メータバンド用			
In Band Packet Count	-	-	-
In Band Byte Count	-	-	-

## V. インストラクション

以下のインストラクションをサポートします。

表 2-12 インストラクション

インストラクション	MAC-IP フローテーブル	Extensibility フローテーブル	補足
Meter	-	-	-
Apply-Action	-	サポート*	本スイッチは、Apply-actionを Write-actionに変換します。
Clear-Action	-	-	-
Write-Action	サポート	サポート	-
Write-Metadata	サポート	-	-
Goto-Table	サポート	-	-
(インストラクションなし)	サポート	サポート (*1)	これはパケット廃棄 (DROP)を意味します。 *1: OXM_OF_METADATAのあるフローエントリのみで使用できます。

## VI. アクション

以下のアクションをサポートします。

表 2-13 アクション

アクション	MAC-IP フロー テーブル	Extensibility フロー テーブル	補足
OFPAT_OUTPUT	サポート	サポート	-
OFPAT_COPY_TTL_OUT	-	-	-
OFPAT_COPY_TTL_IN	-	-	-
OFPAT_SET_MPLS_TTL	-	-	-
OFPAT_DEC_MPLS_TTL	-	-	-
OFPAT_PUSH_VLAN	-	-	-
OFPAT_POP_VLAN	-	-	-
OFPAT_PUSH_MPLS	-	-	-
OFPAT_POP_MPLS	-	-	-
OFPAT_SET_QUEUE	-	サポート (*1)	*1: コントローラへの出力 の場合は機能しません（無 視されます）。
OFPAT_GROUP	-	サポート (*1) 、 (*2)	*1: タイプAllのみがサポー トされます。 *2: Action-setのみがGroupア クションを使用できます。
OFPAT_SET_NW_TTL	-	-	-
OFPAT_DEC_NW_TTL	-	-	-
OFPAT_SET_FIELD	-	サポート	「表 2-14 set_field」を参照し てください。
OFPAT_PUSH_PBB	-	-	-
OFPAT_POP_PBB	-	-	-
OFPAT_EXPERIMENTER	-	-	-

以下のフィールドを set\_field でサポートします。

表 2-14 set\_field のフィールド

フィールド	MAC-IP フロー テーブル	Extensibility フロー テーブル	補足
ETH_DST	-	サポート	-
ETH_SRC	-	サポート	-
VLAN_VID	-	サポート	-
VLAN_PCP	-	サポート	-
IP_DSCP	-	サポート	-
IPv4_SRC	-	-	-
IPv4_DST	-	-	-
TCP_SRC	-	-	-
TCP_DST	-	-	-
UDP_SRC	-	-	-
UDP_DST	-	-	-
SCTP_SRC	-	-	-
SCTP_DST	-	-	-
IPv6_SRC	-	-	-
IPv6_DST	-	-	-
MPLS_LABEL	-	-	-
MPLS_TC	-	-	-

## 2.3 サポートされるOpenFlowプロトコルメッセージ

### 2.3.1 OpenFlow メッセージ

本スイッチでサポートされる OpenFlow メッセージを以下に示します。

OpenFlow コントローラから、メッセージを本スイッチに送信する際は、パラメータやフラグなどを含む未サポートメッセージを使用しないでください。

OpenFlow コントローラが、メッセージを本スイッチから受信する際は、パラメータやフラグなどを含む未サポートメッセージを無視してください。

#### 1. メッセージ

以下のメッセージをサポートします。

表 2-15 メッセージ

メッセージ	サポート	補足
変更できないメッセージ		
OFPT_HELLO	YES	-
OFPT_ERROR	YES	-
OFPT_ECHO_REQUEST	YES	-
OFPT_ECHO_REPLY	YES	-
OFPT_EXPERIMENTER	-	-
スイッチ設定メッセージ		
OFPT_FEATURES_REQUEST	YES	-
OFPT_FEATURES_REPLY	YES	-
OFPT_GET_CONFIG_REQUEST	YES	-
OFPT_GET_CONFIG_REPLY	YES	-
OFPT_SET_CONFIG	YES	-
非同期メッセージ		
OFPT_PACKET_IN	YES	-
OFPT_FLOW_REMOVED	YES	-
OFPT_PORT_STATUS	YES	-
コントローラコマンドメッセージ		
OFPT_PACKET_OUT	YES	-
OFPT_FLOW_MOD	YES	-
OFPT_GROUP_MOD	YES	-
OFPT_PORT_MOD	YES	-
OFPT_TABLE_MOD	-	-
マルチパートメッセージ		
OFPT_MULTIPART_REQUEST	YES	表 2-16 マルチパートメッセージを参照してください。
OFPT_MULTIPART_REPLY	YES	表 2-16 マルチパートメッセージを参照してください。
バリアメッセージ		
OFPT_BARRIER_REQUEST	YES	-
OFPT_BARRIER_REPLY	YES	-
キュー設定メッセージ		
OFPT_QUEUE_GET_CONFIG_REQUEST	-	-
OFPT_QUEUE_GET_CONFIG_REPLY	-	-

メッセージ	サポート	補足
コントローラ役割変更メッセージ		
OFPT_ROLE_REQUEST	-	-
OFPT_ROLE_REPLY	-	-
非同期メッセージ設定		
OFPT_GET_ASYNC_REQUEST	-	-
OFPT_GET_ASYNC_REPLY	-	-
OFPT_SET_ASYNC	-	-
メータおよびレートリミッタ設定メッセージ		
OFPT_METER_MOD	-	-

MAC-IP フローテーブル（Dynamic MAC Flow table）は、フローエントリ削除時の flow\_removed メッセージの送信をサポートしていません。  
（OFPPF\_SEND\_FLOW\_REM=0）

表 2-16 マルチパートメッセージ

項目	サポート	補足
マルチパートメッセージ		
OFPPM_DESC	YES	-
OFPPM_FLOW	YES	-
OFPPM_AGGREGATE	-	-
OFPPM_TABLE	-	-
OFPPM_PORT_STATS	YES	-
OFPPM_QUEUE	-	-
OFPPM_GROUP	YES	-
OFPPM_GROUP_DESC	-	-
OFPPM_GROUP_FEATURES	-	-
OFPPM_METER	-	-
OFPPM_METER_CONFIG	-	-
OFPPM_METER_FEATURES	-	-
OFPPM_TABLE_FEATURES	-	-
OFPPM_PORT_DESC	YES	-
OFPPM_EXPERIMENTER(0xffff)	-	-

## II. 個々のパラメータの注意点

### 1) スイッチ機能

表 2-17 Feature reply メッセージ（OFPT\_FEATURES\_REPLY メッセージ）の値

フィールド名	補足
n_buffers	未サポートです。この値は無視してください。
n_tables	未サポートです。この値は無視してください。
Capabilities	表 2-18Feature reply内のcapabilitiesフィールドのビットマップを参照してください。

表 2-18 Feature reply 内の capabilities フィールドのビットマップ

ビット名	説明	値	補足
OFPC_FLOW_STATS	統計値（フロー）がサポートされます。	1に固定です。	-
OFPC_TABLE_STATS	統計値（テーブル）がサポートされます。	-	未サポートです。この値は無視してください。
OFPC_PORT_STATS	統計値（ポート）がサポートされます。	1に固定です。	-
OFPC_GROUP_STATS	統計値（グループ）がサポートされます。	-	未サポートです。この値は無視してください。
OFPC_IP_REASM	IP reassemble のサポート	-	未サポートです。この値は無視してください。
OFPC_QUEUE_STATS	統計値（キュー）のサポート	-	未サポートです。この値は無視してください。
OFPC_PORT_BLOCKED	LOOP port blockingのサポート	-	未サポートです。この値は無視してください。

## 2) Port Structure

表 2-19 Port Structure 内の値（ofp\_phy\_port 構造体）

フィールド名	説明	補足
Config	ポート設定	以下表 2-20 ofp_phy_portのconfigフィールドのビットマップを参照してください。
Advertised	アダプタイズされたリンクスピード/モード/機能	情報（ポート状態、マルチパートなど）を取得する場合は、この値は無視してください。 情報の変更はサポートされていません。 0x0を指定する必要があります。 (PortMod)
Supported	サポートされたリンクスピード/モード/機能	未サポートです。この値は無視してください。
Peer	ピアリンクスピード/モード/機能	未サポートです。この値は無視してください。

表 2-20 ofp\_phy\_port の config フィールドのビットマップ

ビット名	説明	値	補足
OFPPC_PORT_DOWN	ポートはadministratively down状態です。	OFCが設定します。 デフォルトは0です。	サポートします。
OFPPC_NO_RECV	ポートで受信したパケットをドロップします（STPパケットを除きます）。	OFCが設定します。 デフォルトは0です。	未サポートです。 この値は設定しないでください。
OFPPC_NO_FWD	ポートに転送されたパケットを廃棄します。	OFCが設定します。 デフォルトは0です。	未サポートです。 この値は設定しないでください。
OFPPC_NO_PACKET_IN	Packet In メッセージをポートに送信しません。	OFCが設定します。 デフォルトは0です。	未サポートです。 この値は設定しないでください。

### 3) スイッチ設定

表 2-21 Get / Set Configuration メッセージ構造体

フィールド名	説明	値	補足
Flags	IPフラグメントパケットを扱う方法を示すフラグです。	0に固定です。 (処理されません)	未サポートです。この値は設定しないでください。
miss_send_len	Packet In メッセージによって追加されるパケットの長さです。	OFCが設定します。 デフォルトは128です。	サポートします。

### 4) フロー情報

MAC-IP (Dynamic MAC Flow table) は、以下の情報をサポートしません。

- idle-timeout. (idle-timeout=0)
- hard-timeout. (hard-timeout=0)
- cookie. (cookie=0)

### 5) Flow Mod メッセージのフラグフィールドのタイプ

Extensibility フローテーブル (Standard Flow table) はカウンタをサポートしますが、MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table) は未サポートです。

### 6) Flow Removed メッセージ構造体

Duration\_nsec フィールドはサポートされません。この値は無視してください。

MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table) は、このメッセージをサポートしません。

### 7) Packet In メッセージ

表 2-22 Packet In メッセージ

項目	サポート
Packet In メッセージのCookie情報	YES
Packet In メッセージの Metadata 情報	-

## 2.4 レガシー機能併用

本スイッチでは、OpenFlow 機能用の VLAN とレガシー機能用の VLAN を設定できます。

OpenFlow VLAN に属する物理ポートまたはリンクアグリゲーションインタフェースでは、OpenFlow スイッチとして機能します。OpenFlow 機能の実行時に、これらのポートで使用可能なレガシー機能については、2.4.2 OpenFlow ポートで利用できるレガシー機能を参照してください。

レガシーVLAN に属する物理ポートまたはリンクアグリゲーションインターフェースは、レガシースイッチとして機能します。OpenFlow 機能の実行時に、レガシーVLAN に属するポートで使用可能なレガシー機能については、2.4.1 を参照してください。

本章に記載されるレガシー機能については、2.4.3 OpenFlow 機能実行時のレガシー機能の参考資料を参照してください。

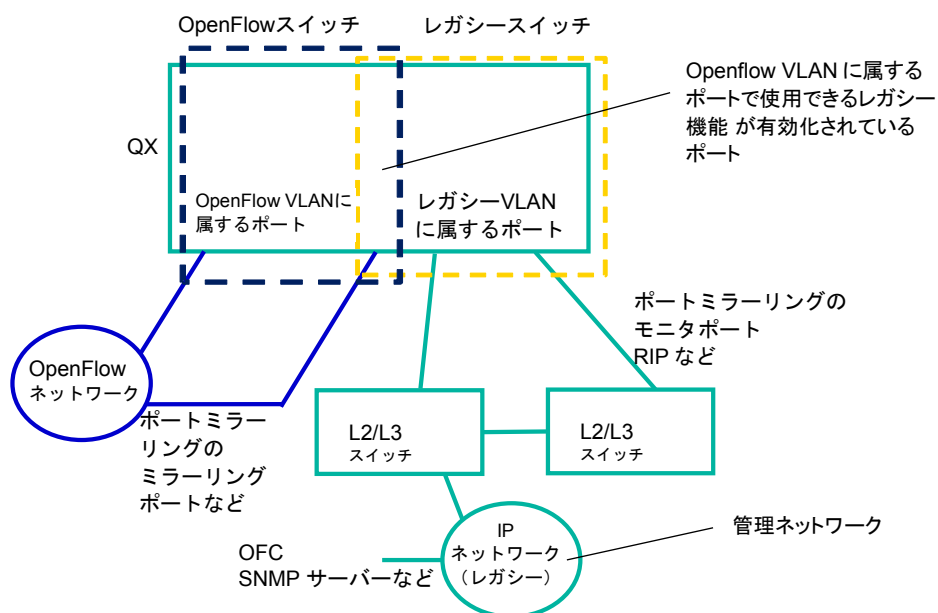


図 2-1 レガシー機能併用

## 2.4.1 OpenFlow ポート以外のレガシポートで利用できるレガシー機能

OpenFlow 機能が有効の場合、OpenFlow ポートではないレガシー物理ポートおよびリンクアグリゲーションインターフェースでは、次の表に記載した機能のみをレガシースイッチ機能として使用できます。

表 2-23 OpenFlow ポート以外のレガシポートで利用できるレガシー機能

カテゴリ	機能	レガシー機能 (OpenFlow ポート以外での使用)
基本	FTP	○
	TFTP	○
	ファイルシステム	○
L2	インターフェース設定	○
	MACアドレステーブル	○
	MAC Information	○
	リンクアグリゲーション	○
	STP	○
	ポートベースVLAN, IEEE802.1Q タグ VLAN	○

カテゴリ	機能	レガシー機能 (OpenFlow ポート以外での使用)
IPサービス	ARP	○
	Gratuitous ARP	○
	Proxy ARP	○
	IPv4/IPv6	○
ルーティング	IPv4/IPv6スタティックルーティング	○
セキュリティ	RADIUS 認証（本スイッチへのログイン対象）	○
	パスワード管理	○
	公開鍵	○
	SSH	○
高可用性	CFD（IEEE 802.1ag Ether-CC）	○
ネットワーク 管理	Ping、tracert、およびシステムデバッグコマンド	○
	NTP	○
	Information Center	○
	SNMP	○
	ポートミラーリング	○
	RSPAN	○
	NQA	○
	sFlow	○

## 2.4.2 OpenFlow ポートで利用できるレガシー機能

OpenFlow 機能が有効の場合、次に記載した機能のみをレガシースイッチ機能として OpenFlow ポートで 사용할 ことができます。

本章で記載されるレガシー機能の詳細については、QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ オペレーションマニュアルを参照してください。

### I. Ethernet インタフェース

- 1) Ethernet インタフェースの基本設定
- 2) 40GE インタフェースの分割と 10GE 分割インタフェースの結合
- 3) ジャンボフレームの設定
- 4) インタフェースの一般的なフロー制御の設定
- 5) Ethernet インタフェースのストーム抑止の設定

ストーム抑止機能の次のコマンドは、OpenFlow ポートで 사용할 ことができます。

- **storm-constrain { broadcast | multicast | unicast } { pps | kbps | ratio } max-pps-values min-pps-values**
- **storm-constrain enable log**
- **storm-constrain enable trap**
- **storm-constrain control shutdown**

## II. MAC アドレステーブル

## III. リンクアグリゲーション

- スタティックアグリゲーショングループの設定
- アグリゲートインタフェースの設定
- リンクアグリゲーショングループの負荷分散の設定

## IV. ポートベース VLAN の設定 IEEE802.1Q タグ VLAN

## V. ポートミラーリング

ポートミラーリングのミラーリングポートのみ、OpenFlow ポートで使用できます。ミラーされたパケットは OpenFlow 機能ではなく、レガシー機能によって転送されるため、OpenFlow ポートにモニタポートを設定できません。

## VI. sFlow

sFlow のサンプリングポートのみ、OpenFlow ポートで使用できます。sFlow パケットは OpenFlow 機能ではなく、レガシー機能によって転送されるため、OpenFlow ポートに sFlow コレクタと接続するポートを設定できません。

## VII. インタフェース VLAN

OpenFlow コントローラに IP 接続を行うため、OpenFlow ポートへのレガシーVLAN の設定はインタフェース VLAN のみ利用することができます。

### 2.4.3 OpenFlow 機能実行時のレガシー機能の参考資料

表 2-24 OpenFlow 機能実行時のレガシー機能の参考資料

カテゴリ	機能	オペレーションマ ニュアル参照先(*1)	コマンドマニユ アル参照先(*2)
基本	概要	[セクション] はじめに [章] CLI ログイン CLIによるロギング ログインユーザの制御 装置管理	[セクション] はじめに [章] CLI ログイン 装置管理
	FTP	[セクション] はじめに [章] FTP	[セクション] はじめに [章] FTP
	TFTP	[セクション] はじめに [章] TFTP	[セクション] はじめに [章] TFTP

カテゴリ	機能	オペレーションマ ニュアル参照先(*1)	コマンドマニユア ル参照先(*2)
	ファイルシステム	[セクション] はじめに [章] ファイルシステム管理 コンフィグレーション ファイル管理 ソフトウェアのアップ グレード	[セクション] はじめに [章] ファイルシステム管 理 コンフィグレーショ ンファイル管理 ソフトウェア管理
L2	インタフェース設定	[セクション] アクセス [章] Ethernetインタフェース ループバックインタ フェースとNullインタ フェース	[セクション] アクセス [章] Ethernetインタフェー ス ループバックインタ フェースとNullインタ フェース
	MACアドレステーブル	[セクション] アクセス [章] MACアドレステーブル	[セクション] アクセス [章] MACアドレステーブル
	MAC information	[セクション] アクセス [章] MAC Information	[セクション] アクセス [章] MAC Information
	リンクアグリゲーション	[セクション] アクセス [章] リンクアグリゲーショ ン	[セクション] アクセス [章] リンクアグリゲー ション
	Spanning Tree Protocol	[セクション] アクセス [章] STP	[セクション] アクセス [章] STP
	ポートベースVLAN, IEEE802.1Q タグ VLAN	[セクション] アクセス [章] VLAN	[セクション] アクセス [章] VLAN
IPサービ ス	ARP	[セクション] IPサービス [章] ARP	[セクション] IPサービス [章] ARP
	Gratuitous ARP	[セクション] IPサービス [章] Gratuitous ARP	[セクション] IPサービス [章] Gratuitous ARP
	Proxy ARP	[セクション] IPサービス [章] Proxy ARP	[セクション] IPサービス [章] Proxy ARP

カテゴリ	機能	オペレーションマ ニュアル参照先(*1)	コマンドマニユ アル参照先(*2)
	IPv4/IPv6	[セクション] IPサービス [章] IPアドレス IPパフォーマンスの最 適化 IPv6の基本	[セクション] IPサービス [章] IPアドレス IPパフォーマンスの最 適化 IPv6の基本
ルーティン グ	IPv4/IPv6スタティックルー ティング	[セクション] ルーティングプロトコ ル [章] スタティックルーティ ング IPv6スタティックルー ティング	[セクション] ルーティングプロト コル [章] スタティックルー ティング IPv6スタティックルー ティング
セキュリ ティ	RADIUS 認証（本スイッチ へのログイン対象）	[セクション] セキュリティ [章] AAA	[セクション] セキュリティ [章] AAA
	パスワード管理	[セクション] セキュリティ [章] パスワード管理	[セクション] セキュリティ [章] パスワード管理
	公開鍵	[セクション] セキュリティ [章] 公開鍵	[セクション] セキュリティ [章] 公開鍵
	SSH	[セクション] セキュリティ [章] SSH2.0 SFTPサービス	[セクション] セキュリティ [章] SSH2.0
高可用性	CFD（IEEE 802.1ag Ether-CC）	[セクション] 高可用性 [章] CFD	[セクション] 高可用性 [章] CFD
ネットワー ク管理	Ping、tracert、およびシステ ムデバッグコマンド	[セクション] システム管理 [章] システムの保守とデ バッグ	[セクション] システム管理 [章] システムの保守とデ バッグ
	NTP	[セクション] システム管理 [章] NTP	[セクション] システム管理 [章] NTP
	Information Center	[セクション] システム管理 [章] Information Center	[セクション] システム管理 [章] Information Center
	SNMP	[セクション] システム管理 [章] SNMP	[セクション] システム管理 [章] SNMP

カテゴリ	機能	オペレーションマ ニュアル参照先(*1)	コマンドマニユ アル参照先(*2)
	ポートミラーリング RSPAN	[セクション] システム管理 [章] ポートミラーリング	[セクション] システム管理 [章] ポートミラーリング
	NQA	[セクション] システム管理 [章] NQA	[セクション] システム管理 [章] NQA
	sFlow	[セクション] システム管理 [章] sFlow	[セクション] システム管理 [章] sFlow

(\*1) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ オペレーションマニュアルを参照してください。

(\*2) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ コマンドマニュアルを参照してください。

## 2.5 OpenFlowポートのQoS機能

### 2.5.1 OpenFlow ポートの QoS 機能

本スイッチは、出力ポートの輻輳管理機能に関して、OpenFlow ポートの QoS 機能をサポートします。

- 1) SET\_QUEUE アクションおよび SET\_FIELD アクション (VLAN\_PCP) により、パケットを出力キューにマッピングできます。
- 2) パケットは、入力パケットの 802.1p 優先順位フィールド (trust dot1p モード) および DSCP フィールド (trust dscp モード) に基づいて、出力キューにマッピングできます。

1)と2)が同時に実行された場合、1)が2)より優先されます。

### 2.5.2 QoS 機能の参考資料

対応する参考資料は次のとおりです。

表 2-25 QoS 機能の参考資料

カテゴリ	機能	オペレーションマニ ュアル参照先 (*1)	コマンドマニユ アル参照先 (*2)
QoS	プライオリティマッ ピング	[セクション] ACL and QoS	[セクション] ACL and QoS

	輻輳制御 輻輳回避	[章] プライオリティマッピング 輻輳制御 輻輳回避	[章] プライオリティマッピング 輻輳制御 輻輳回避
--	--------------	-------------------------------------	-------------------------------------

(\*1) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ オペレーションマニュアルを参照してください。

(\*2) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ コマンドマニュアルを参照してください。

## 2.6 IRFスタックのOpenFlow機能

### 2.6.1 IRF スタックの OpenFlow 機能

本スイッチは、IRF スタックでの OpenFlow 機能をサポートします。

OpenFlow 機能と IRF スタックは、次の条件において同時に使用できます。

- IRF スタック内のメンバースイッチの数: 最大 2 台のスイッチ
- サポートされる MAD タイプ: BFD MAD  
(OpenFlow 機能と IRF スタックを同時に使用する場合は、必ず BFD MAD を設定して下さい。)
- IRF スタック内の OpenFlow ポートの数: 最大 100

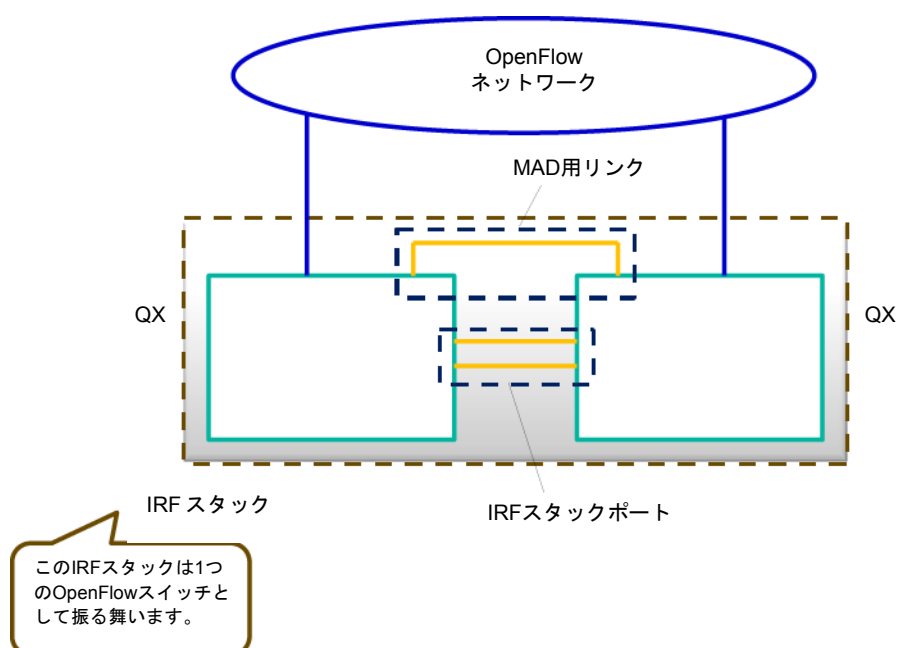


図 2-2 IRF スタック

OpenFlow コントローラは、OpenFlow メッセージを介して、1 つの IRF スタックを 1 つの OpenFlow スイッチとして認識します。

## 2.6.2 IRF スタックの OpenFlow 機能の推奨使用法

OpenFlow コントローラに接続するために、異なる IP インタフェース（レガシーVLAN）をそれぞれの IRF スタックメンバースイッチに設定します。

IRF スタックポートおよび MAD の故障時には、複数の IRF スタックマスタースイッチが存在してしまうことになります。

このような管理ネットワークの不安定化を避けるために、各スイッチには異なる IP アドレスを関連付けるべきです。また、特定のスイッチの指定 ID（ルータ ID など）を使用するプロトコルは使用しないでください。これは、障害時に複数の IRF スタックマスタースイッチが存在する場合、ネットワークが混乱する原因になる場合があります。

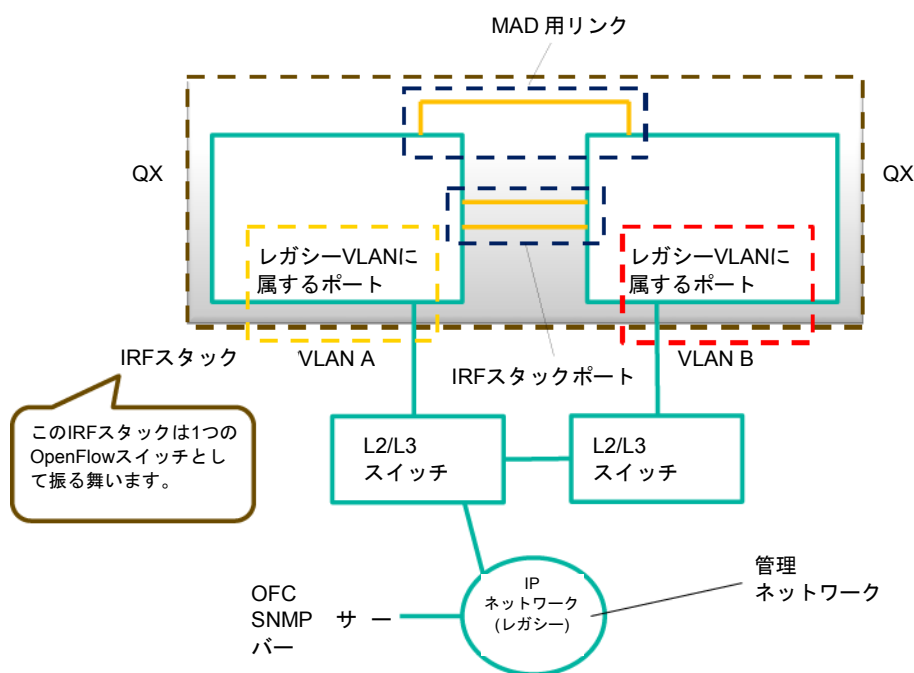


図 2-3 IRF スタックの OpenFlow 機能の推奨使用法

## 2.6.3 IRF スタックの OpenFlow メッセージの値

### I. マルチパートメッセージ（タイプ: 説明）

このメッセージの値は、dp\_desc を除き、マスタースイッチのパラメータ（シリアル番号など）から生成されます。

dp\_desc フィールドは、OpenFlow instance view での **description** コマンドを使用して設定できます。

## II. データパス ID

これは、システムの MAC アドレス値から生成されます。

OpenFlow instance view での **datapath-id** コマンドを使用して、任意の固定値に設定することもできます。

ネットワーク上の OpenFlow コントローラが、データパス ID によって OpenFlow スイッチを識別する場合、IRF スタックの OpenFlow スイッチのデータパス ID は、**datapath-id** コマンドを使用して、固定値に設定する必要があることに注意してください。

## 2.6.4 IRF スタック機能の参考資料

対応する参考資料は次のとおりです。

表 2-26 IRF スタック機能の参考資料

カテゴリ	機能	オペレーションマニュアル参照先 (*1)	コマンドマニュアル参照先 (*2)
IRFスタック	IRFスタック	[セクション] IRFスタック [章] IRFスタックの概要 IRFスタックの設定	[セクション] IRFスタック [章] IRFスタック

(\*1) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ オペレーションマニュアルを参照してください。

(\*2) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチ コマンドマニュアルを参照してください。

## 3章 機能のアップグレードと改良点

初版のため、ありません。

## 4章 解決済みの問題点

初版のため、ありません。

## 5章 注意事項

本章では、OpenFlow をスイッチで実行するときの注意事項について説明します。

以下の点に注意してください。

### 5.1 OpenFlow機能設定に関する注意事項

#### 5.1.1 未サポートコマンド

次のコマンドは未サポートです。使用しないでください。

- **classification global**
- **default table-miss permit**
- **display openflow meter**
- **forbidden port**
- **openflow lossless enable**
- **qinq-network**
- **reset openflow instance controller statistics**
- **tcp-connection backup**
- **tcp dscp**
- **permit-port-type member-port**

#### 5.1.2 未サポートパラメータ

次のコマンドのパラメータは未サポートです。使用しないでください。

##### I. controller mode

- **multiple**

##### II. fail-open mode

- **standalone**

##### III. controller address

- **local address**
- **ssl *ssl-policy-name***
- **vrf *vrf-name***

#### 5.1.3 必須設定

##### I. OpenFlow

OpenFlow 機能では、OpenFlow instance view で次の設定が必要です。

- **fail open-mode secure** (デフォルト設定)
- **controller mode single**
- **mac-ip dynamic-mac aware**
- **flow-table mac-ip 0 extensibility 1**

## II. OpenFlow ポート

OpenFlow ポートでは、“レガシー機能併用”に示す機能以外のレガシー機能を無効にする必要があります。

## III. LLDP

LLDP はグローバルで有効にする必要があります。system view で以下の設定を行います。

**lldp global enable**

## IV. ループ検出機能

ループ検出機能はグローバルで無効にする必要があります。system view で以下の設定を行います。

**undo loopback-detection global enable vlan all**

## V. レガシー機能

プロトコルパケットを出力する機能を無効にすることを忘れないでください。

## VI. OpenFlow チャンネルのフェールオーバー

OpenFlow チャンネルのフェールオーバーを早くするため、次の設定をします。

**tcp timer syn-timeout 3**

デフォルト値は 75 (秒) なので、スイッチが次のコントローラも応答しないことを検知するまで 75 (秒) かかります。

## VII. Extensibility フローテーブルのフローエントリ最大数

**flow-entry max limit** コマンドを使用して、Extensibility フローテーブルの最大フローエントリ数を以下の値に設定してください。

512(フローエントリ最大数) - 11(システム予約数) - A(in-band management vlan 数)

例として、in-band management vlan を 2 つ登録した場合 (A=2)、**flow-entry max limit 499** を設定してください。

## VIII. VLAN PCP

パケットに対する Set field アクション（VLAN PCP）が実行されない場合、該当のポートで **trust dot1p** コマンドを実行してください。**trust dot1p** コマンドを使用しない場合、自動的に VLAN PCP は 0 に書き換えられます。

## 5.2 OpenFlow機能を使用する際の注意事項

### 5.2.1 OpenFlow 機能全般

#### I. OpenFlow メッセージ

- 1) 未サポートのメッセージを OpenFlow コントローラからスイッチに送信しないでください。
- 2) 返信メッセージに未サポートのフィールドが含まれている場合があります。OpenFlow コントローラで未サポートのフィールドを無視してください。

#### II. OpenFlow 機能の設定変更

次の OpenFlow 機能設定コマンドを変更する場合は、**undo active instance** コマンドによって OpenFlow インスタンスを非アクティブ化する必要があります。“7.2 OpenFlow 設定の更新”も参照してください。

- **classification vlan**
- **flow-table**
- **controller mode**
- **flow-entry max-limit**
- **in-band management vlan**
- **mac-learning forbidden**
- **datapath-id**
- **protocol-packet filter slow**

#### III. OpenFlow 機能のコマンド実行の影響

- 1) **active instance** のコマンドの実行により、通信断が発生する可能性があります。
- 2) **undo active instance** の実行により、OpenFlow ポートがレガシー動作するため、ネットワークループが発生する可能性があります。**loop-protection enable** を設定しておく、**undo active instance** 設定中は、OpenFlow vlan と in-band management vlan の通信が廃棄されるため、ネットワークループを回避可能です。
- 3) 次のコマンドの実行により、フロー性能（add/modify/delete）が低下する可能性があります。
  - **display openflow flow-table**
  - **display openflow group**
  - **display mac-address**
  - **display diagnostic-information**

## 5.2.2 OpenFlow ポート

### I. リンクアグリゲーションインタフェースの hw\_addr

リンクアグリゲーションインタフェースに属するメンバーポートの状態を変更（UP/DOWN）すると、リンクアグリゲーションインタフェースの OpenFlow ポート構造体の hw\_addr が変化する場合があります。メンバーポート内の最小番号のポートの MAC アドレスがリンクアグリゲーションインタフェースの hw\_addr になります。リンクアグリゲーションインタフェースのすべてのメンバーポートがリンクダウンしている場合、リンクアグリゲーションインタフェースの hw\_addr はシステム MAC アドレスになります。

### II. LOCAL ポート

**LOCAL** は OpenFlow ポートとして使用できませんが、マルチパートメッセージでは OpenFlow ポートとして表示されます。**LOCAL** を出力ポート、In\_port として使用しないでください。**LOCAL** に関連付けられた PortMod メッセージを送信しないでください。

### III. VLAN インタフェース

OpenFlow VLAN ( in-band management vlan を除く、classification vlan) に VLAN interface を設定しないでください。

例：VLAN X を OpenFlow VLAN とすると、**interface Vlan-interface X** を設定してはいけません。

### IV. Openflow shutdown

- 本設定により OFP DOWN とした OpenFlow ポートは、PortMod メッセージにより UP に変更可能ですが、**shutdown** も設定すると UP に変更できません。
- OpenFlow ポートではないポートに本設定を行っても、PortMod メッセージによる変更はできません。
- OpenFlow ポートをレガシー機能と併用している場合は、本機能の運用方法に注意してください。OpenFlow channel 接続ポートと併用していて OFP DOWN 状態だと、PortMod メッセージを受信できません。

## 5.2.3 変更メッセージ

### I. フローエントリ変更メッセージ

- 1) FlowMod のインストラクションフィールドが Apply アクションに指定された場合、そのフローエントリは Write アクションとして登録されます。ただし、そのフローエントリのアクションは、マルチパートメッセージでは Apply アクションとして表示されます。
- 2) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチでは、Apply アクションのインストラクションを使用できません。QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチが、Apply アクションのインストラクションを含む flow\_mod (add/modify) メッセージを受信した場合、QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチは Apply アクションのインストラクションを Write アクションのインストラクションとして扱います。

- 3) QX-S5400 シリーズ Ethernet スイッチは、すべてのフロー検索条件（マッチフィールド）がワイルドカードで指定（省略）された flow\_mod (modify) メッセージをサポートしません。そのようなメッセージは使用しないでください。
- 4) FlowMod (delete) および FlowMod (modify) では、Table-miss エントリを削除または変更できません。FlowMod (delete strict) および FlowMod (modify strict) を使用してください。
- 5) FlowMod (modify strict) メッセージでは、デフォルトの Table-miss エントリ（アクション：DROP）を変更できません。FlowMod (add) を使用して変更してください。
- 6) **classification vlan** コマンドによって OpenFlow VLAN に指定されていない VLAN VID がフロー検索条件（マッチフィールド）に含まれるフローエントリは追加できません。in-band management vlan として指定されている VLAN VID がフロー検索条件（マッチフィールド）に含まれるフローエントリを追加しないでください。
- 7) アイドルタイムアウトを含むフローエントリには、カウンタが必要です。
- 8) Set queue アクションとコントローラへの出力を含むフローエントリを追加した場合、そのフローエントリは追加されますが、Set queue アクションは無視されます。
- 9) Table-miss エントリを除き、バッファは使用できません。Table-miss エントリ以外のエントリのバッファ ID には、No buffer を使用してください。Table-miss エントリのアクションがコントローラへの出力で、バッファを使用している場合、Flow Mod の max-len が適用されます。
- 10) Metadata としてサポートしている値は 0x1 のみです。ほかの値はサポートしません。そして、Metadata のマスク値はサポートしていません。FlowMod message で使用しないでください。Metadata のマスク値は、自動的に Metadata と同値が設定されます。
- 11) FlowMod メッセージの処理中は、フローエントリのカウンタは正しい値を示しません。処理を完了後、エントリのパケット数を正しく計上します。
- 12) FlowMod (modify) を使用して、アクション Group (OFPAT\_GROUP) の Group ID が変更されると、いくつかのパケットが消失します。

## II. グループエントリ変更メッセージ

- 1) グループタイプは ALL に設定する必要があります。グループメッセージの weight/watchport/watchgroup の値は無視されます。

## III. ポート変更メッセージ

本スイッチで PortMod を受信したとき、リンクアグリゲーションインタフェースの構造体の hw\_addr はチェックされません。

### 5.2.4 PacketOut メッセージ

- 1) PacketOut パケットでは、次のアクションのみがサポートされます。
  - OUTPUT
  - SET\_FIELD
  - SET\_QUEUE
- 2) 各アクションは 1 回だけ適用できます。2 回以上使用しないでください。
- 3) PacketOut メッセージから出力されるすべてのパケットは、SET\_QUEUE メッセージの queue\_id に関係なく、最高の優先度で処理されることに注意してください。

- 4) 次の OpenFlow ポートは、PacketOut メッセージのアクションの出力ポートとして使用できます。
  - 物理ポート
  - リンクアグリゲーションインタフェース

### 5.2.5 パケット処理

- 1) LACP のプロトコルパケットは、転送できません。また、OpenFlow アクションによる Packet In として使用できません。
- 2) アクセスポートで VLAN タグの付いていないパケットを受信すると、スイッチは、受信ポートが属する VLAN VID がそのパケットに含まれているとして処理します。そのパケットは、そのようなフロー検索条件（マッチフィールド）のあるフローエントリにヒットします。
- 3) アクセスポートで VLAN タグの付いているパケットを受信すると、スイッチは、受信ポートが属する VLAN VID が含まれているパケットのみを受信します。そのパケットは、そのようなフロー検索条件（マッチフィールド）のあるフローエントリにヒットします。
- 4) フローエントリのアクションが `set_field (DSCP)` のみの場合、`set_field (DSCP)` アクションは動作しません。`set_field (VLAN_VID)` がフローエントリのアクションに含まれる場合、`set_field (DSCP)` は動作します。

### 5.2.6 QoS 機能

#### I. Output アクションでのキューイング

Output アクションを使用する（Group アクションを使用しない）場合は、出力ポートで 8 つのキューがサポートされます。

#### II. Group アクションでのキューイング

Group アクションを使用するときは、8 つのキューを使用できます。

Group アクションを使用するときは、以下の点に注意してください。

- 優先順位マッピングには、**qos trust dot1p** コマンドまたは **undo qos trust** コマンドを使用してください。
- **qos trust dscp** コマンドは使用しないでください。
- **qos map-table** コマンドを使用してマッピングを変更しないでください。

### 5.2.7 IRF スタック

#### I. MAC-IP フローテーブル

IRF スタックの MAC-IP フローテーブルを使用する場合は、パケットをフラッドिंगするための Group アクションを含むフローエントリが次のトラフィックに対して必要です。OpenFlow コントローラから、このようなエントリを Extensibility フローテーブルに設定します。

- Ethernet ブロードキャストトラフィック
- Ethernet マルチキャストトラフィック
- MAC-IP フローテーブルの Ethernet ミスヒットトラフィック

## II. MAC アドレスの IRF スタックメンバースイッチ間の移動

ある送信元 MAC アドレスからパケットを受信する OpenFlow ポートが、その他の IRF スタックメンバースイッチへ変更された場合、古い受信ポートへの出力アクションを含む MAC-IP フローテーブル上のフローエントリは、しばらくの間、元の IRF スタックメンバースイッチで有効になります。

- 1) この状況では、パケットが新しいポートに転送されない場合があります。
- 2) この状況では、次のイベントによって通信が回復します。
  - FlowMod (delete strict/delete) により、新しいポートと古いポートの両方を無効にできます。
  - MAC-IP フローテーブルのエントリは、エージングタイムが経過すると削除されます。
  - その MAC アドレスから送信されたパケットが、IRF スタックポートを介して宛先に転送されます。

## III. コマンド応答

IRF スタックを使用するとき、**display openflow instance flow-table** コマンドは応答に時間がかかります。ただし、スイッチは停止せずに、情報を収集します。応答を待ってください。

## IV. SetQueue

SetQueue アクションは、IRF スタックのその他のメンバースイッチへ向かうパケットに対して機能しません。

## V. irf link-delay

**irf link-delay** コマンドの設定値を **controller echo-request interval** コマンドでの設定値の 3 倍より大きくしないでください。尚、**irf link-delay** コマンドの推奨設定値は 500 ミリ秒です。

## 5.2.8 その他

in-band management vlan の数は、5 つ以下である必要があります。

## 6章 一時的制限事項

### 6.1 OpenFlow 機能

今後、改良が予定されている機能はありません。

### 6.2 レガシー機能

今後、改良が予定されている機能はありません。

## 7章 ソフトウェアの更新に関する注意事項

### 7.1 ソフトウェアバージョンの更新

初版のため、ありません。

### 7.2 OpenFlow設定の更新

初版のため、ありません。

### 7.3 OpenFlow 適用中の ISSU 機能のアップグレード互換性

初版のため、ありません。

## 8章 機能説明

本スイッチには、次のマニュアルのほかに、本章で説明する機能が含まれています。

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow オペレーションマニュアル

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow コマンドマニュアル

### 8.1 MAC-IPフローテーブル(Dynamic MAC Flow table)

#### 8.1.1 概要

本スイッチは、レガシースイッチの MAC 学習のように、フローエントリを自動的に作成できます。そのフローエントリのフロー検索条件（マッチフィールド）は、学習した MAC アドレスおよび VLAN VID であり、そのアクションは学習したポートへの出力です。

本機能を持つテーブルは、MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table) と呼ばれ、このテーブルは、次のフロー検索条件フィールドに一致する出力ポートを指定するフローエントリを保持します。

- VLAN VID
- 宛先 MAC アドレス

このテーブルのエントリは、OpenFlow メッセージによって削除できます。

本スイッチは、Extensibility フローテーブル (Standard Flow table) と呼ばれるテーブルもサポートします。このフローエントリは、OpenFlow Spec に記載されている OpenFlow メッセージによってテーブルに登録できます。

MAC-IP フローテーブルのテーブル ID は、Extensibility フローテーブルのテーブル ID より小さい必要があります。

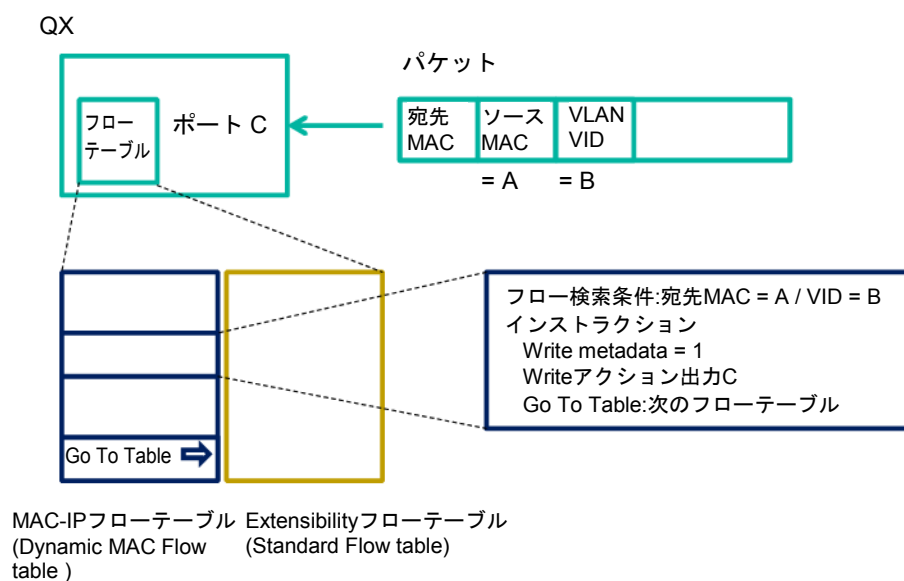


図 8-1 MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table)

MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table) のエントリでは、Table-miss エントリを除き、Write Metadata インストラクションおよび Go to Extensibility フローテーブル (Standard Flow table) インストラクションが自動的に設定されます。

Extensibility フローテーブル (Standard Flow table) のエントリは、Metadata と一致するパケットを、MAC-IP フローテーブルエントリの Write アクションに指定されたポートに転送できます。本機能を使用すると、OpenFlow コントローラによって指定せずに、スイッチでパケットを転送できます。これにより、OpenFlow コントローラによる処理の負荷を減らすことができ、ネットワークを効率的に制御できます。

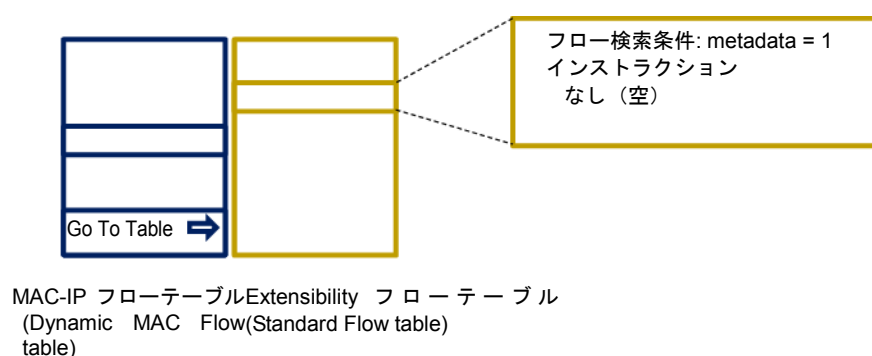


図 8-2 Metadata フロー検索条件

Metadata = 1 は、MAC-IP フローテーブル (Dynamic MAC Flow table) 上での一致を意味します。

一致するエントリがない場合のデフォルトアクションは、MAC-IP フローテーブル（Dynamic MAC Flow table）および Extensibility フローテーブル（Standard Flow table）の両方で、パケット廃棄です。

Table-miss エントリ以外の MAC-IP フローテーブルエントリは、コントローラの FlowMod（Delete/Delete\_Strict）メッセージによって削除されます。削除パターンは、フロー検索条件（マッチフィールド）により異なります。次のパターンがあります。

- テーブル指定（フロー検索条件=any）
- VLAN VID 指定（フロー検索条件=vlan）
- 宛先 MAC アドレス指定（フロー検索条件=DstMAC）
- VLAN VID および宛先 MAC アドレス指定
- 優先順位指定（0（Table-miss を示す）またはゼロ以外の値（Table-miss 以外のエントリ））

その他のパターンはサポートされません。

Table-miss エントリ以外の MAC-IP フローテーブルエントリの削除後しばらくの間は、マルチパートメッセージにはデータが表示されます。

PFC（NEC 製品の OpenFlow コントローラ）では、本機能を使用することによって、MAC Forwarding Sub-Domain 機能（以下、MAC Fwd SD と略す）をサポートします。

## 8.1.2 MAC-IP フローテーブル(Dynamic MAC Flow table)のエントリ

MAC-IP フローテーブル（Dynamic MAC Flow table）のエントリの詳細について以下に説明します。

### I. 新規に学習した MAC アドレス（Add）

本スイッチが新しいパケットを受信すると、MAC-IP フローテーブルエントリが自動的に追加されます。

新規パケット受信時の MAC-IP フローテーブルエントリ内容を以下に示します。（受信パケット例：送信元 MAC アドレス=A、VLAN VID=B、入力ポート =C）

- フロー検索条件（マッチフィールド）：宛先 MAC アドレス,VLAN VID  
（例：DstMAC=A, VLAN VID=B）
- 優先度: 65535
- インストラクション Write-Action: Output （ single-output ）  
（例：Output=C）
- インストラクション Write-Metadata: 1
- インストラクション Goto Table: Extensibility-Flow Table
- idle-timeout:0
- hard-timeout:0

- flag : {  
OFPFF\_SEND\_FLOW\_REM=0, OFPFF\_CHECK\_OVERLAP=0,  
OFPFF\_RESET\_COUNTERS=0, OFPFF\_NO\_PKT\_COUNTS=1,  
OFPFF\_NO\_BYT\_COUNTS=1}
- cookie:0

## II. 既存 MAC アドレスのポートの変更 (Modify)

本スイッチが既知のパケットをほかの入力ポートから受信した場合、MAC-IP フローテーブルエントリは自動的に変更されます。

ほかの入力ポートからの既知のパケットを受信した場合の MAC-IP フローテーブルエントリ内容を以下に示します。(受信パケット例: 送信元 MAC アドレス=A、VLAN VID=B、入力ポート=D)

- フロー検索条件 (マッチフィールド): 宛先 MAC アドレス,VLAN VID  
(例: 宛先 MAC アドレス=A, VLAN VID=B)
- 優先度: 65535
- インストラクション Write-Action: Output ( single-output )  
(例:Output=D)
- インストラクション Write-Metadata: 1
- インストラクション Goto Table: Extensibility-Flow Table
- idle-timeout:0
- hard-timeout:0
- flag : {  
OFPFF\_SEND\_FLOW\_REM=0, OFPFF\_CHECK\_OVERLAP=0,  
OFPFF\_RESET\_COUNTERS=0, OFPFF\_NO\_PKT\_COUNTS=1,  
OFPFF\_NO\_BYT\_COUNTS=1}
- cookie:0

## 8.2 OpenFlowチャネルのフェールオーバー機能

### 8.2.1 概要

本スイッチは、OpenFlow 規格のフェールオーバー機能はサポートしませんが、装置独自のフェールオーバー機能をサポートします。

CLI で **controller mode** を **single** に設定してください。

本スイッチは、一度に 1 つのコントローラに接続できます。本スイッチが OpenFlow コントローラから切断されると、スイッチはその他の OpenFlow コントローラとの再接続を試みます。

本スイッチは、コントローラとの接続中に Echo Request メッセージを送信し、Echo Reply メッセージを受信することで、接続を維持します。また、本スイッチは、Echo Reply メッセージ以外の OpenFlow メッセージをコントローラから受信しながら、接続を維持します。これにより、コントローラがビジー状態で、Echo Reply メッセージの送信優先順位が低い状態でも OpenFlow チャネルの接続が安定します。

Echo Request メッセージ送信間隔（**controller echo-request interval** コマンドによる設定間隔）の 3 倍の時間、Echo Request メッセージに対する Echo Reply メッセージを受信しない場合、スイッチはコントローラとの OpenFlow チャンネルが切断されていると判断します。

OpenFlow チャンネルが切断状態になると、スイッチは、切断されたコントローラを除き、コントローラ ID が下位のコントローラから順に接続を試みます。

スイッチがすべてのコントローラ ID に接続できない場合、スイッチは、コントローラ接続間隔（**controller connect interval** コマンドによる設定間隔）だけ待ってから、コントローラ ID が最小のコントローラから順に接続を試みます。

## 8.2.2 動作例

コントローラ ID = 1、2、3 が設定済みです。

本スイッチがコントローラ ID=2 に接続している状態で、コントローラ ID=2 が故障した場合、本スイッチは、コントローラ ID=1 から 3 の順に再接続を行います（ただし、旧 ID=2 を除く）。

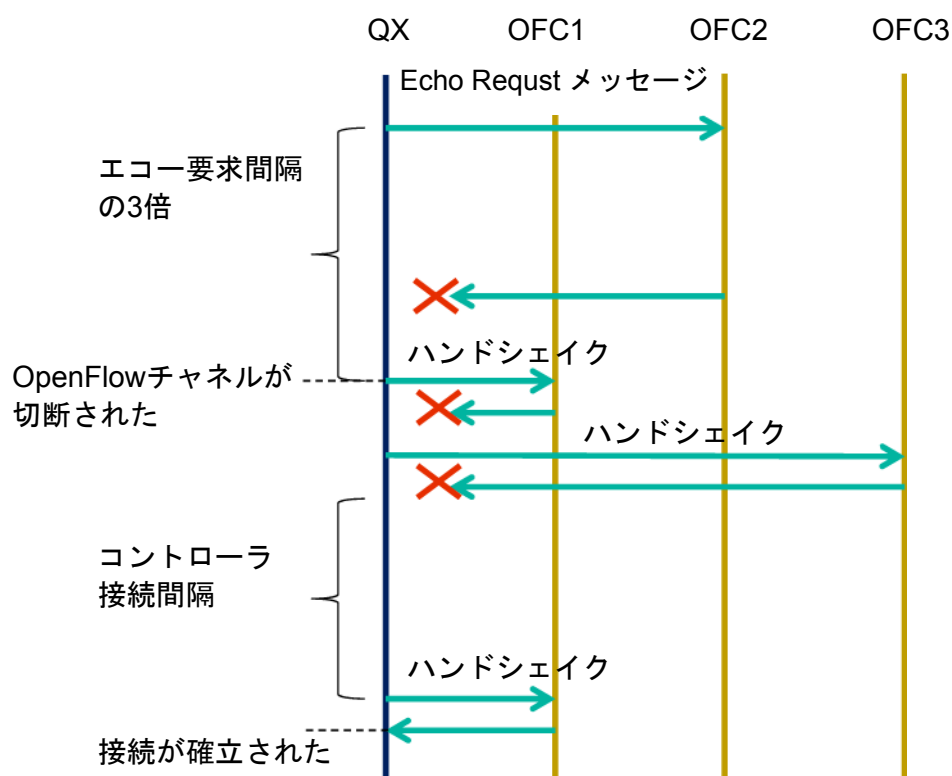


図 8-3 OpenFlow チャンネルのフェールオーバ

## 8.3 In-band management vlan機能

本スイッチでは、レガシー機能用の VLAN を設定できます。本機能では、OpenFlow 用の VLAN から全 4094 VLAN どれでも、レガシー用 VLAN として除外することができます。除外したレガシー用 VLAN を除いた、すべての 4094 個の VLAN VID を OpenFlow に使用できます。

本スイッチは、OpenFlow 用の VLAN VID を含むパケットを OpenFlow として扱います。

本機能を使用することにより、OpenFlow コントローラに接続するポートがレガシー VLAN に属することができます。

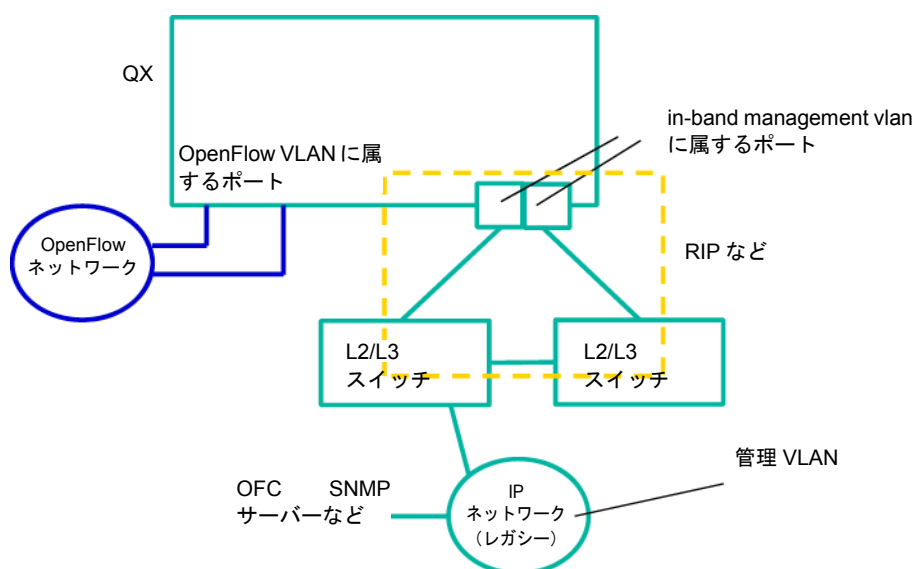


図 8-4 inband management VLAN

本スイッチでは、OpenFlow 機能用の VLAN とレガシー機能用の VLAN を設定できます。

OpenFlow VLAN に属する物理ポートまたはリンクアグリゲーションインターフェースは、OpenFlow スイッチとして機能します。OpenFlow 機能の実行時に、これらのポートで使用可能なレガシー機能については、2.4.2 OpenFlow ポートで利用できるレガシー機能を参照してください。

レガシーVLAN に属する物理ポートまたはリンクアグリゲーションインターフェースは、レガシースイッチとして機能します。OpenFlow 機能の実行時に、レガシーVLAN に属するポートで使用可能なレガシー機能については、2.4.1 OpenFlow ポート以外のレガポートで利用できるレガシー機能を参照してください。

### 1) レガシー機能用 VLAN

次のコマンドにより、指定された VLAN VID をレガシー用に使用できるようになります。

#### in-band management vlan

上記コマンドで指定された VLAN に属するポートでは、レガシー機能を使用できます。上記コマンドで指定された VLAN VID は、**display openflow instance** コマンド出力の in-band management vlan の欄に表示されます。

## 2) OpenFlow 用 VLAN

次のコマンドで指定された VLAN VID は、上記のレガシー機能用 VLAN を除き、OpenFlow 用 VLAN として使用できます。このコマンドでは、VLAN VID/マスクの形式で指定し、マスクビット 1 の VLAN VID はマスクされます。

**classification vlan [ loosen ]**

上記コマンドで指定された VLAN に属するポートでは、OpenFlow 機能を使用できます。

上記コマンドで指定された VLAN VID は、**display openflow instance** コマンドの Active VLAN の欄に表示されます。上記コマンドで指定されたすべての VLAN VID が表示されますが、OpenFlow 用 VLAN には in-band management vlan は含まれません。

本コマンドで指定されない VLAN は、レガシー用 VLAN として使用できます。

## 8.4 OpenFlowポートの設定

本スイッチは、OpenFlow 用の VLAN VID を含むパケットを OpenFlow スイッチ処理用のパケットとして扱います。（パケットが OpenFlow パイプラインに入っていると見なしません。）

本スイッチは、その他のパケットをレガシースイッチ用として扱います。（パケットが通常のパイプラインに入っていると見なします。）

OpenFlow 用 VLAN に属するポートへは、2.4.2 OpenFlow ポートで利用できるレガシー機能に示す機能以外のレガシー機能用 VLAN を設定しないでください。

**classification vlan** コマンドの **loosen** オプションを使用すると、少なくとも 1 つの OpenFlow 用 VLAN に属するポートは、その VLAN VID を含むパケットを OpenFlow として扱います。このポートは OpenFlow メッセージによってコントローラへ通知されます。

出力ポートが属する VLAN VID を含むパケットのみを、そのポートから出力できます。

本機能により、フローエントリ数を節約し、出力パケットの VLAN VID を制限できます。（ただし、OpenFlow メッセージでは制御できません。）

## 9章 相違点

以下のマニュアルの説明は、本ソフトウェアの動作といくつかの点で異なります。以下のマニュアルと本マニュアルの相違点については、本マニュアルにしたがってください。

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow オペレーションマニュアル

QX シリーズ Ethernet スイッチ OpenFlow コマンドマニュアル

- 1) **openflow lossless enable** コマンドのデフォルト値は、有効です。