



IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定

この章では、Catalyst 6500 シリーズ スイッチに IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングを設定する手順について説明します。



(注)

この章で使用しているコマンドの構文および使用方法の詳細については、以下のマニュアルを参照してください。

- 次の URL にある『*Catalyst Supervisor Engine 32 PISA Cisco IOS Command Reference, Release 12.2ZY*』
<http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst6500/ios/12.2ZY/command/reference/cmdref.html>
- 次の URL にある Release 12.2 のマニュアル
http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1835/products_installation_and_configuration_guides_list.html

この章で説明する内容は、次のとおりです。

- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの機能概要」(P.25-1)
- 「IPv4 双方向 PIM の機能概要」(P.25-7)
- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのデフォルト設定」(P.25-8)
- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング設定時の注意事項および制約事項」(P.25-8)
- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定」(P.25-9)
- 「IPv4 双方向 PIM の設定」(P.25-20)

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの機能概要

ここでは、IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの機能について説明します。

- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの概要」(P.25-2)
- 「マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング キャッシュ」(P.25-2)
- 「レイヤ 3 スイッチド マルチキャスト パケットの書き換え」(P.25-3)
- 「フローの部分的なスイッチングおよび完全なスイッチング」(P.25-4)

- 「非 RPF トラフィックの処理」(P.25-5)
- 「IPv4 双方向 PIM の機能概要」(P.25-7)

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの概要

Policy Feature Card 3B (PFC3B; ポリシー フィーチャ カード 3B) は、ハードウェア レプリケーション テーブルおよびハードウェア Cisco Express Forwarding (CEF) (PFC3B の Forwarding Information Base (FIB; 転送情報ベース) および隣接テーブルを使用) を使用して、IP マルチキャスト フローのレイヤ 3 スイッチング機能を提供します。

PFC3B は、(*,G) ステート フローのハードウェア スイッチングをサポートします。PFC3B は、非 RPF トラフィックのレート制限をサポートします。

マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングは、高度な Application-Specific Integrated Circuit (ASIC; 特定用途向け集積回路) スイッチング ハードウェアを使用して、IP サブネット間で IP マルチキャスト データ パケット フローを転送します。その結果、プロセッサを集中的に使用するマルチキャスト転送および複製といったネットワーク ルータの負荷を軽減します。

ハードウェア スイッチングが不可能なレイヤ 3 フローは、引き続きルータによってソフトウェアで転送されます。ルートの決定には、Protocol Independent Multicast (PIM) が使用されます。

PFC3B はレイヤ 2 マルチキャスト転送テーブルを使用して、レイヤ 2 マルチキャスト トラフィックを転送するポート (ある場合) を判別します。マルチキャスト転送テーブル エントリは、Internet Group Management Protocol (IGMP) スヌーピングとともに読み込まれます (第 27 章「IPv4 マルチキャスト トラフィック用 IGMP スヌーピングの設定」を参照)。

マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング キャッシュ

ここでは、PFC3B がハードウェア テーブルにレイヤ 3 スイッチング情報を保持する方法について説明します。

PFC3B は、適切なマスクを使用して (S,G) または (*,G) フローをハードウェア FIB テーブルに読み込みます。たとえば、(S/32, G/32) および (*/0, G/32) などです。RPF インターフェイスおよび隣接ポインタ情報も、各エントリに保存されます。隣接テーブルには、書き換え情報およびレプリケーション エントリへのポインタが含まれます。フローが FIB エントリと一致した場合、RPF チェックによって着信インターフェイス/VLAN がエントリと比較されます。一致しない場合は RPF 障害であり、レート制限機能がイネーブルになっている場合はレート制限の対象になります。

Programmable Intelligent Services Accelerator (PISA) は新しいフローのトラフィックを受信するたびに、自身のマルチキャスト ルーティング テーブルを更新し、新しい情報を PFC3B に転送します。さらに、PISA 上のマルチキャスト ルーティング テーブルのエントリが期限切れになると、PISA はそのエントリを削除し、更新された情報を PFC3B に転送します。

レイヤ 3 スイッチング キャッシュには、すべてのアクティブなレイヤ 3 スイッチド フローに関する情報が含まれます。スイッチング キャッシュが読み込まれたあと、既存のフローに属することが識別されたマルチキャスト パケットは、そのフローに対応するキャッシュ エントリに基づいて、レイヤ 3 スイッチングされます。PFC3B はキャッシュ エントリごとに、IP マルチキャスト グループに対応する発信インターフェイスのリストを維持します。PFC3B はこのリストを使用して、特定のマルチキャスト フローからのトラフィックをどの VLAN に複製しなければならないかを識別します。

レイヤ 3 スwitチング キャッシュ エントリに有効なコマンドは、次のとおりです。

- **clear ip mroute** コマンドを使用してマルチキャスト ルーティング テーブルを消去すると、マルチキャスト レイヤ 3 スwitチング キャッシュ エントリがすべて消去されます。
- **no ip multicast-routing** コマンドを使用して PISA 上の IP マルチキャスト ルーティングをディセーブルにすると、PFC3B 上のマルチキャスト レイヤ 3 スwitチング キャッシュ エントリがすべて消去されます。
- **no mls ip multicast** コマンドを使用してインターフェイス単位でマルチキャスト レイヤ 3 スwitチングをディセーブルにすると、そのインターフェイスを RPF インターフェイスとして使用するフローが、ソフトウェア上で PISA によってだけルーティングされます。

レイヤ 3 スwitチド マルチキャスト パケットの書き換え

マルチキャスト送信元から宛先マルチキャスト グループへマルチキャスト パケットがレイヤ 3 スwitチングされる場合、PFC3B は、PISA から得た情報とその隣接テーブルに保存されている情報に基づき、パケットの書き換えを実行します。

たとえば、サーバ A が IP マルチキャスト グループ G1 を宛先とするマルチキャスト パケットを送信するとします。送信元 VLAN 以外の VLAN 上にグループ G1 のメンバーが存在する場合、PFC3B は他の VLAN にトラフィックを複製するとき、パケットの書き換えを実行しなければなりません (スイッチはさらに、送信元 VLAN 内でパケットをブリッジします)。

PFC3B がマルチキャスト パケットを受信した時点でのパケットの形式は (概念的には)、次のとおりです。

レイヤ 2 フレーム ヘッダー		レイヤ 3 IP ヘッダー				データ	FCS
宛先	送信元	宛先	送信元	TTL	チェックサム		
グループ G1 MAC ¹	送信元 A MAC	グループ G1 IP	送信元 A IP	n	計算 1		

1. この例では、宛先 B はグループ G1 のメンバーです。

PFC3B は、パケットを次のように書き換えます。

- レイヤ 2 フレーム ヘッダーの送信元 Media Access Control (MAC; メディア アクセス制御) アドレスを、ホストの MAC アドレスから PISA の MAC アドレスに変更します (システムに組み込まれている MAC アドレスです。この MAC アドレスは、全ての発信インターフェイスの場合と同じで変更できません。この MAC アドレスを表示するには、**show mls multicast statistics** コマンドを使用します)。
- IP ヘッダーの Time to Live (TTL) を 1 だけ減らし、IP ヘッダー チェックサムを再計算します。

その結果、表示される書き換えられた IP マルチキャスト パケットは、ルーティングされていることとなります。PFC3B は書き換えたパケットを該当する宛先 VLAN に複製し、パケットはその VLAN 上で IP マルチキャスト グループ G1 のメンバーに転送されます。

PFC3B がパケットの書き換えを行ったあとの形式は (概念的には)、次のとおりです。

フレーム ヘッダー		IP ヘッダー				データ	FCS
宛先	送信元	宛先	送信元	TTL	チェックサム		
グループ G1 MAC	PISA MAC	グループ G1 IP	送信元 A IP	n-1	計算 2		

フローの部分的なスイッチングおよび完全なスイッチング

特定のフローで、1つまたは複数の出力レイヤ 3 インターフェイスがマルチレイヤ スイッチングされ、1つまたは複数の発信インターフェイスがマルチレイヤ スイッチングされない場合、そのフローは部分的にスイッチングされていると見なされます。部分的にスイッチングされるフローが作成されると、そのフローに属するすべてのマルチキャスト トラフィックが PISA に到達し、マルチレイヤ スイッチングされない発信インターフェイス上でソフトウェアによって転送されます。

ここでは、フローの部分的なスイッチングおよび完全なスイッチングについて説明します。

- 「フローの部分的なスイッチング」(P.25-4)
- 「フローの完全なスイッチング」(P.25-5)

フローの部分的なスイッチング

次の状況で、フローは完全にスイッチングされずに部分的にスイッチングされる可能性があります。

- マルチキャスト送信元の RPF インターフェイスで、スイッチが IP マルチキャスト グループのメンバーとして設定されている場合 (`ip igmp join-group` コマンドを使用)
- 登録ステートの間 PIM sparse (疎) モードで、スイッチが送信元への最初のホップ ルータである場合 (この場合、スイッチは Rendezvous Point (RP; ランデブー ポイント) に PIM 登録メッセージを送信しなければなりません)
- フローの発信インターフェイスで、マルチキャスト TTL しきい値が設定されている場合 (`ip multicast ttl-threshold` コマンドを使用)
- フローの RPF インターフェイスにマルチキャスト ヘルパーが設定されていて、マルチキャストからブロードキャストへの変換が必要な場合
- 発信インターフェイスが Generic Routing Encapsulation (GRE; 総称ルーティング カプセル化) トンネル インターフェイスの場合
- 発信インターフェイスが Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP) トンネル インターフェイスの場合
- インターフェイスに Network Address Translation (NAT; ネットワーク アドレス変換) が設定されていて、発信インターフェイス用に送信元アドレスの変換が必要な場合
- 発信インターフェイスが特定のフローでレイヤ 3 スイッチングされない場合、フローは部分的にスイッチングされます

次の状況で、(S,G) フローは完全にスイッチングされずに部分的にスイッチングされます。

- (S,G) エントリに RPT ビット (R ビット) が設定されている場合、(S,G) フローは部分的にスイッチングされます。
- (S,G) エントリに Shortest-Path-Tree (SPT) ビット (T フラグ) およびプルーニング ビット (P フラグ) が設定されていない場合、(S,G) フローは部分的にスイッチングされます。

次の状況で、(*,G) フローは完全にスイッチングされずに部分的にスイッチングされます。

- 共有ツリーから SPT へのしきい値が無限に等しくならない場合、(*,G) フローは最後のホップリーフ ルータ上で部分的にスイッチングされます。これによって、フローは SPT から移行できます。
- 少なくとも 1 つの (S,G) エントリに (*,G) エントリと同じ RPF があるが、いずれも真の場合、(*,G) フローは部分的にスイッチングされます。
 - RPT フラグ (R ビット) は設定されません。
 - SPT フラグ (T ビット) は設定されません。
 - プルーニング フラグ (P ビット) は設定されません。
- DVMRP ネイバーが (*,G) エントリの入力インターフェイスで検出された場合、(*,G) フローは部分的にスイッチングされます。
- インターフェイス/マスク エントリが、(*,G) エントリの RPF インターフェイスにインストールされておらず、RPF インターフェイスがポイントツーポイント インターフェイスではない場合、(*,G) フローは部分的にスイッチングされます。

フローの完全スイッチング

特定のフローで、すべての発信インターフェイスがレイヤ 3 スイッチングされ、かつフローに上記の状況がいずれも該当しない場合、そのフローは完全にスイッチングされていると見なされます。完全にスイッチングされるフローが作成されると、PFC3B は、送信元 VLAN 上でそのフロー用にブリッジされているマルチキャスト トラフィックが VLAN の PISA インターフェイスに到達できないようにして、そのフローの転送および複製など PISA の負荷を軽減します。

フローが完全にスイッチングされると、そのフローに関してはパケット単位でのマルチキャスト統計情報を記録できません。そのため、PFC3B はすべての完全にスイッチングされたフローに関するマルチキャスト パケットおよびバイト カウント統計情報を、定期的に PISA に送信します。PISA は対応するマルチキャスト ルーティング テーブル エントリを更新し、そのマルチキャスト ルートに対応する期限タイマーをリセットします。



(注) PIM-RP または PIM-dense (密) モードでは (*,G) ステートが作成されますが、フローの転送には使用されず、これらのフローについてはレイヤ 3 スイッチング エントリは作成されません。

非 RPF トラフィックの処理

ここでは、非 RPF トラフィックの処理について説明します。

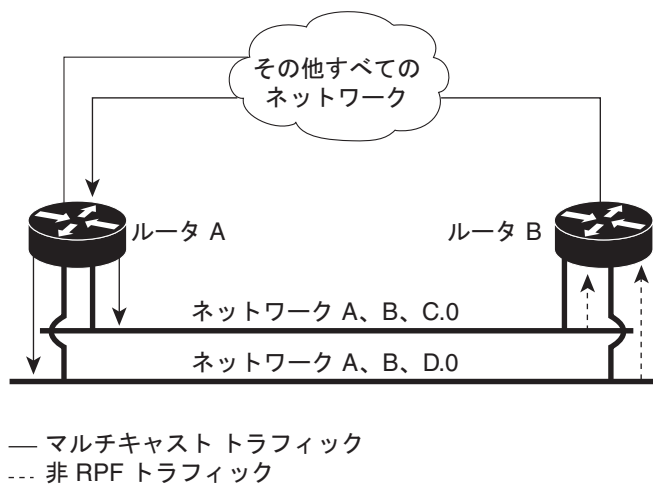
- 「非 RPF トラフィックの概要」(P.25-6)
- 「スタブ ネットワークのための RPF 障害のフィルタリング」(P.25-6)
- 「RPF 障害トラフィックのレート制限」(P.25-7)

非 RPF トラフィックの概要

複数のルータが同一 LAN セグメントに接続する冗長構成では、1 台のルータだけが、発信インターフェイス上でマルチキャスト トラフィックを送信元から受信側まで転送します (図 25-1 を参照)。このようなトポロジでは、PIM Designated Router (PIM DR; PIM 指定ルータ) だけが共通の VLAN 内でデータを転送し、非 PIM DR は転送されたマルチキャスト トラフィックを受信します。このトラフィックは、誤ったインターフェイスに着信して RPF チェックに失敗するため、冗長ルータ (非 PIM DR) はこのトラフィックを廃棄しなければなりません。このように RPF チェックに失敗するトラフィックを、「非 RPF トラフィック」といいます。

Catalyst 6500 シリーズ スイッチは、PFC3B のハードウェアで、非 RPF トラフィックをフィルタリング (廃棄) するか、またはレート制限することによって処理します。

図 25-1 スタブ ネットワークにおける冗長マルチキャスト ルータの構成



スタブ ネットワークのための RPF 障害のフィルタリング

PFC3B は、sparse (疎) モードのスタブ ネットワーク用に、RPF 障害の Access Control List (ACL; アクセス制御リスト) ベースのフィルタリング機能をサポートしています。冗長ルータ上で **mls ip multicast stub** コマンドを入力して、ACL ベースの方式による RPF 障害のフィルタリングをイネーブにすると、次の ACL が自動的に PFC3B にダウンロードされ、指定するインターフェイスに適用されます。

```
access-list 100 permit ip A.B.C.0 0.0.0.255 any
access-list 100 permit ip A.B.D.0 0.0.0.255 any
access-list 100 permit ip any 224.0.0.0 0.0.0.255
access-list 100 permit ip any 224.0.1.0 0.0.0.255
access-list 100 deny ip any 224.0.0.0 15.255.255.255
```

ACL によって、ハードウェアで RPF 障害がフィルタリングおよび廃棄されるため、ルータに転送されなくなります。

ACL ベースの RPF 障害フィルタリング機能は、ダウンストリーム ルータの存在しない、sparse (疎) モードのスタブ ネットワークに限って使用してください。dense (密) モード グループの場合は、PIM アサート メカニズムを正常に動作させるために、ルータ上で RPF 障害パケットを認識する必要があります。dense (密) モードのネットワーク、および sparse (疎) モードの中継ネットワークでは、CEF ベースまたは NetFlow ベースのレート制限を使用して、RPF 障害のレートを制限してください。

RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングについての詳細は、「[RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングの設定](#)」(P.25-15) を参照してください。

RPF 障害トラフィックのレート制限

RPF チェックに失敗するパケット（非 RPF パケット）のレート制限を行うと、ほとんどの非 RPF パケットがハードウェアで廃棄されます。マルチキャストプロトコルの仕様に従って、PIM アサートメカニズムが正しく機能するには、ルータが非 RPF パケットを受信する必要がありますので、すべての非 RPF パケットをハードウェアで廃棄できません。

非 RPF パケットを受信すると、NetFlow エントリが非 RPF フローごとに作成されます。

最初の非 RPF パケットが到着すると、PFC3B はパケットを PISA およびブリッジドポートへブリッジし、送信元、グループ、入力インターフェイス情報を含む NetFlow エントリを作成します。NetFlow エントリでは、その送信元およびグループのパケットがすべて処理されたあと、パケットを PISA ではなくブリッジドポートにだけ送信します。

PIM アサートメカニズムをサポートするために、PFC3B は非 RPF フローパケットの一部を PISA に定期的に転送します。

PIM sparse (疎) モードで直接接続された送信元の最初のパケットはレートが制限され、CPU により処理されます。

RPF 障害のレート制限は、デフォルトでディセーブルに設定されています。

IPv4 双方向 PIM の機能概要

PFC3B では、IPv4 双方向 PIM グループのハードウェア転送をサポートします。IPv4 双方向 PIM グループをサポートするために、PFC3B は Designated Forwarder (DF) モードという新しいモードを実行します。DF は、IPv4 双方向 PIM グループのセグメントへ、またセグメントからパケットを転送するよう選定されたルータです。DF モードでは、スーパーバイザエンジンは RPF および DF インターフェイスからパケットを受け入れます。

スーパーバイザエンジンが IPv4 双方向 PIM グループを転送するとき、RPF インターフェイスは常に (*,G) エントリの発信インターフェイスリストに含まれ、DF インターフェイスが含まれるエントリは IGMP/PIM Join に応じて決まります。

RP へのルートが使用できない場合、グループは dense (密) モードに変更されます。RP への RPF リンクが使用できなくなると、IPv4 双方向 PIM フローはハードウェア FIB から削除されます。

IPv4 双方向 PIM の設定手順については、「[IPv4 双方向 PIM の設定](#)」(P.25-20) を参照してください。

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのデフォルト設定

表 25-1 に、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのデフォルト設定を示します。

表 25-1 IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのデフォルト設定

機能	デフォルト値
スタブ ネットワーク用の ACL	全インターフェイスでディセーブル
直接接続されたサブネット エントリのインストール	グローバルにイネーブル
マルチキャスト ルーティング	グローバルにディセーブル
PIM ルーティング	全インターフェイスでディセーブル
IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング	マルチキャスト ルーティングがイネーブルで、インターフェイス上で PIM がイネーブルになっている場合はイネーブル
ショートカット整合性検査	イネーブル

IGMP スヌーピングは、すべての VLAN インターフェイス上で、デフォルトでイネーブルに設定されています。インターフェイス上で IGMP スヌーピングをディセーブルにしても、マルチキャスト レイヤ 3 フローは引き続きハードウェアによりスイッチングされます。IGMP スヌーピングをディセーブルに設定したインターフェイス上でフローをブリッジすると、VLAN のすべての転送インターフェイスにフラッドが発生します。IGMP スヌーピングの設定については、第 27 章「IPv4 マルチキャスト トラフィック用 IGMP スヌーピングの設定」を参照してください。

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング設定時の注意事項および制約事項

ここでは、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定に関する制約事項について説明します。

- 「制約事項」(P.25-8)
- 「サポートされない機能」(P.25-9)

制約事項

次のような場合に、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングは IP マルチキャスト フローに提供されません。

- 224.0.0.* (* は 0 ~ 255) の範囲の IP マルチキャスト グループ。これらのグループは、ルーティング プロトコルが使用しません。レイヤ 3 スイッチングは、225.0.0.* ~ 239.0.0.*、および 224.128.0.* ~ 239.128.0.* のグループでサポートされます。



(注) 224.0.0.* の範囲のグループはルーティング コントロール パケット専用で、VLAN のすべての転送ポートにフラッドする必要があります。これらのアドレスは、マルチキャスト MAC アドレス範囲 01-00-5E-00-00-xx (xx は 0 ~ 0xFF) に対応します。

- PIM 自動 RP マルチキャスト グループ (IP マルチキャスト グループ アドレス 224.0.1.39 および 224.0.1.40)
- IP オプションを指定されたパケット。ただし、IP オプションを指定されていないフロー内でのパケットは、ハードウェア スイッチングされます。
- トンネル インターフェイスで受信する送信元トラフィック (MBONE トラフィックなど)
- sparse (疎) モードの (S,G) エントリに、SPT ビット、RPT ビット、またはブルーニング フラグが設定されていない場合
- 1 つ以上の (S,G) エントリに (*,G) エントリの RPF とは異なる RPF があり、(S,G) がハードウェアでスイッチングされない場合、(*,G) エントリはハードウェアでスイッチングされません。
- (S,G) または (*,G) エントリの入力インターフェイスがヌルの場合。(*,G) エントリが IPv4 双方向 PIM エントリでスイッチがグループの RP である場合を除く。
- DF インターフェイスまたは RPF インターフェイスがトンネルの場合の IPv4 双方向 PIM エントリ
- マルチキャスト パケットの GRE トンネル カプセル化および非カプセル化は、ソフトウェアで処理されます。
- Supervisor Engine 32 は、出力マルチキャスト レプリケーションをサポートせず、マルチキャスト レプリケーション モードを検出できません。

サポートされない機能

IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをイネーブルにした場合、レイヤ 3 インターフェイスに関する IP アカウンティングでは、正確な値が報告されません。show ip accounting コマンドはサポートされません。

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定

ここでは、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定手順について説明します。

- 「IGMPv3、IGMP v3lite、および URD を使用した Source-Specific Multicast (SSM)」 (P.25-10)
- 「IPv4 マルチキャスト ルーティングのグローバルなイネーブル化」 (P.25-10)
- 「レイヤ 3 インターフェイス上での IPv4 PIM のイネーブル化」 (P.25-11)
- 「レイヤ 3 インターフェイス上での IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのイネーブル化」 (P.25-12)
- 「マルチキャスト ルートの最大数の指定」 (P.25-12)
- 「レイヤ 3 スイッチングのグローバルしきい値の設定」 (P.25-13)
- 「直接接続されたサブネットのインストールのイネーブル化」 (P.25-13)
- 「フロー統計情報メッセージインターバルの指定」 (P.25-14)
- 「IPv4 双方向 PIM の設定」 (P.25-20)
- 「IPv4 双方向 PIM スキャン インターバルの設定」 (P.25-22)
- 「ショートカット整合性検査のイネーブル化」 (P.25-14)
- 「RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングの設定」 (P.25-15)
- 「RPF 障害のレート制限情報の表示」 (P.25-15)
- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 ハードウェア スイッチング要約情報の表示」 (P.25-15)

- 「IPv4 マルチキャスト ルーティング テーブルの表示」 (P.25-18)
- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報の表示」 (P.25-19)
- 「IPv4 双方向 PIM 情報の表示」 (P.25-22)
- 「IPv4 デバッグ コマンドの使用」 (P.25-24)
- 「IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報の消去」 (P.25-25)
- 「マルチキャスト トラフィックの冗長性」 (P.25-26)



(注)

コンフィギュレーション モードで EXEC モード レベルのコマンドを入力するには、コマンドの前に **do** キーワードを入力します。

IGMPv3、IGMP v3lite、および URD を使用した Source-Specific Multicast (SSM)

IGMPv3、IGMP v3lite、および URL Rendezvous Directory (URD) を使用した Source-Specific Multicast (SSM) の詳細および手順については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfssm.html

IPv4 マルチキャスト ルーティングのグローバルなイネーブル化

レイヤ 3 インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをイネーブルにするには、事前に IP マルチキャスト ルーティングをグローバルにイネーブルにする必要があります。

詳しい説明および設定手順については、次のマニュアルを参照してください。

- 次の URL の『Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide』 Release 12.2
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/fipr_c.html
- 次の URL の『Cisco IOS IP and IP Routing Command Reference』 Release 12.1
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ipaddr/command/reference/fipras_r.html

IP マルチキャスト ルーティングをグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# ip multicast-routing	IP マルチキャスト ルーティングをグローバルにイネーブルにします。
Router(config)# no ip multicast-routing	IP マルチキャスト ルーティングをグローバルにディセーブルにします。

次に、マルチキャスト ルーティングをグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Router(config)# ip multicast-routing
Router(config)#
```

レイヤ 3 インターフェイス上での IPv4 PIM のイネーブル化

レイヤ 3 インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングを動作させるには、事前にレイヤ 3 インターフェイス上で PIM をイネーブルにする必要があります。

レイヤ 3 インターフェイス上で IP PIM をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface {{vlan vlan_ID} {type ¹ slot/port}}	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	Router(config-if)# ip pim {dense-mode sparse-mode sparse-dense-mode}	レイヤ 3 インターフェイス上で IP PIM をイネーブルにします。
	Router(config-if)# no ip pim [dense-mode sparse-mode sparse-dense-mode]	レイヤ 3 インターフェイス上で IP PIM をディセーブルにします。

1. *type* = ethernet、fastethernet、gigabitethernet、または tengigabitethernet

次に、インターフェイス上でデフォルト モード (**sparse-dense-mode**) を使用して PIM をイネーブルにする例を示します。

```
Router(config-if)# ip pim
Router(config-if)#
```

次に、インターフェイス上で PIM sparse (疎) モードをイネーブルにする例を示します。

```
Router(config-if)# ip pim sparse-mode
Router(config-if)#
```

IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのグローバルなイネーブル化

システム上でマルチキャスト ルートのハードウェア スイッチングをグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# mls ip multicast	マルチキャスト ルートのハードウェア スイッチングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 2	Router# show mls ip multicast	MLS IP マルチキャスト設定を表示します。

次に、マルチキャスト ルートのハードウェア スイッチングをグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Router(config)# mls ip multicast
Router(config)#
```

レイヤ 3 インターフェイス上での IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのイネーブル化

レイヤ 3 インターフェイス上で PIM をイネーブルにすると、インターフェイス上では IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングがデフォルトでイネーブルになります。次の作業は、インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをディセーブルにしたあと、再びイネーブルにする場合だけ行います。

PIM は、VLAN インターフェイスも含めて、任意のレイヤ 3 インターフェイス上でイネーブルに設定できます。



(注) IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングを動作させるには、事前に関与するすべてのレイヤ 3 インターフェイス上で PIM をイネーブルにする必要があります。レイヤ 3 インターフェイス上での PIM の設定手順については、「[レイヤ 3 インターフェイス上での IPv4 PIM のイネーブル化](#)」(P.25-11) を参照してください。

レイヤ 3 インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface {{vlan vlan_ID} {type ¹ slot/port}}	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	Router(config-if)# mls ip multicast	レイヤ 3 インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをイネーブルにします。
ステップ 3	Router(config-if)# no mls ip multicast	レイヤ 3 インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをディセーブルにします。

1. *type* = **ethernet**、**fastethernet**、**gigabitethernet**、または **tengigabitethernet**

次に、レイヤ 3 インターフェイス上で IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングをイネーブルにする例を示します。

```
Router(config-if)# mls ip multicast
Router(config-if)#
```

マルチキャスト ルートの最大数の指定

sparse (疎) モードの場合、PFC3B はデフォルトで 32,000 のマルチキャスト ルートをサポートします。マルチキャスト ルートの最大数に関して適用されるデフォルト設定は、次のとおりです。

- 入力または出力レプリケーション モードの PIM-SM/DM/SSM では 32,000
- IPv4 双方向 PIM 入力レプリケーション モードでは 32,000
- IPv4 双方向 PIM 出力レプリケーション モードでは 10,700

mls ip multicast max-routes コマンドを入力すると、入力および出力レプリケーションモードのどちらでも、PIM-SM/DM/SSM の最大マルチキャスト ルート数を 64,000 に増やすことができます。



(注) 最大マルチキャスト ルート数をデフォルト値より大きくした場合は、直接接続の送信元に対するルート制限は使用できません。

PIM-SM/DM/SSM でサポートされる最大マルチキャスト ルート数を変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# mls ip multicast max-routes	マルチキャスト ルートの最大数を指定します。
ステップ 1	Router# show mls ip multicast	マルチキャスト ルートの設定を表示します。

レイヤ 3 スイッチングのグローバルしきい値の設定

しきい値に満たないマルチキャスト トラフィックは、すべて PISA によってルーティングされるように、グローバルなマルチキャスト レートしきい値（パケット/秒で指定）を設定できます。この設定により、低速のレイヤ 3 フローに対応するスイッチング キャッシュ エントリの作成を防止できます。



(注) このコマンドは、すでにルーティングされているフローには影響しません。既存のルートにしきい値を適用するには、ルートをいったん消去して、再び確立させます。

レイヤ 3 スイッチングしきい値を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# mls ip multicast threshold <i>ppsec</i>	IP MMLS しきい値を設定します。
Router(config)# no mls ip multicast threshold	デフォルトの IP MMLS しきい値に戻します。

次に、レイヤ 3 スイッチングしきい値を 10 パケット/秒に設定する例を示します。

```
Router(config)# mls ip multicast threshold 10
Router(config)#
```

直接接続されたサブネットのインストールのイネーブル化

PIM sparse（疎）モードでは、インターフェイスの指定ルータであるファースト ホップ ルータが、送信元トラフィックを PIM 登録メッセージにカプセル化し、それを RP にユニキャストしなければならない場合があります。グループの新しい送信元がルーティング テーブルで学習されないようにするには、(*,G) フローを完全なハードウェア スイッチド フローのままにする必要があります。ハードウェアに (subnet/mask, 224/4) エントリをインストールすると、FIB によって (*,G) フローが完全なハードウェア スイッチド フローのままになり、新たに直接接続された送信元が正常に学習されます。直接接続されたサブネットのインストールは、デフォルトでグローバルにイネーブル化されます。PIM 対応のインターフェイスごとに (subnet/mask, 224/4) が 1 つインストールされます。

FIB エントリを表示するには、**show mls ip multicast connected** コマンドを入力します。

直接接続されたサブネットのインストールをイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# mls ip multicast connected	直接接続されたサブネットのインストールをイネーブルにします。
Router(config)# no mls ip multicast connected	直接接続されたサブネットのインストールをディセーブルにします。

次に、直接接続されたサブネットのインストールをイネーブルにする例を示します。

```
Router(config)# mls ip multicast connected
Router(config)#
```

フロー統計情報メッセージ インターバルの指定

デフォルトでは、スーパーバイザ エンジンがフロー統計情報メッセージを 25 秒ごとに PISA へ転送します。メッセージはバッチ単位で転送され、各メッセージ バッチにはフロー全体の 25% の統計情報が含まれます。デフォルトの 25 秒にインターバルが設定されたままの場合、すべてのフローの統計情報を PISA へ転送するには 100 秒かかります。

スーパーバイザ エンジンからフロー 統計情報メッセージを PISA へ転送する頻度を指定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# mls ip multicast flow-stat-timer num	スーパーバイザ エンジンがフロー 統計情報メッセージを PISA へ転送する頻度を指定します。
Router(config)# no mls ip multicast flow-stat-timer num	デフォルトに戻します。

次に、10 秒ごとにフロー統計情報メッセージを PISA へ転送するようにスーパーバイザ エンジンを設定する例を示します。

```
Router(config)# mls ip multicast flow-stat-timer 10
Router(config)#
```

ショートカット整合性検査のイネーブル化

ショートカット整合性検査機能をイネーブルにすると、マルチキャスト ルート テーブルおよびマルチキャスト ハードウェア エントリの整合性を検査し、矛盾を修正します。**show mls ip multicast consistency-check** コマンドを入力して、矛盾を表示できます。

整合性検査がイネーブルの場合、マルチキャスト ルート テーブルは 2 秒ごとにスキャンされ、全体スキャンは 4 分以内に完了します。

ショートカットの整合性検査をイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# mls ip multicast consistency-check	ショートカットの整合性検査をイネーブルにします。
Router(config)# no mls ip multicast consistency-check num	デフォルトに戻します。

次に、ハードウェア ショートカットの整合性検査をイネーブルにする例を示します。

```
Router (config)# mls ip multicast consistency-check
Router (config)#
```

RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングの設定

RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングを設定すると、ハードウェアで RPF 障害をフィルタリングするための ACL がハードウェア ベースの ACL エンジンにダウンロードされ、指定するインターフェイスに適用されます。

RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングをインターフェイス上でイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface {{ vlan <i>vlan_ID</i> } { <i>type</i> ¹ <i>slot/port</i> } { port-channel <i>number</i> }}	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	Router(config-if)# mls ip multicast stub Router(config-if)# no mls ip multicast stub	RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングを、インターフェイス上でイネーブルにします。 RPF 障害に対する ACL ベースのフィルタリングを、インターフェイス上でディセーブルにします。

1. *type* = ethernet、fastethernet、gigabitethernet、または tengigabitethernet

RPF 障害のレート制限情報の表示

RPF 障害のレート制限情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router# show mls ip multicast summary	RPF 障害のレート制限情報を表示します。

次に、RPF 障害のレート制限情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast summary
10004 MMLS entries using 1280464 bytes of memory
Number of partial hardware-switched flows:4
Number of complete hardware-switched flows:10000
Router#
```

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 ハードウェア スイッチング要約情報の表示



(注) **show interface statistics** コマンドでは、ハードウェア スイッチングされたパケットについては表示されず、ソフトウェア スイッチングされたパケットに関する情報だけが表示されます。

show ip pim interface count コマンドを実行すると、IP PIM インターフェイス上の IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのイネーブル ステート、およびそのインターフェイス上で送受信されたパケット数が表示されます。

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定

IP PIM レイヤ 3 インターフェイスに関する IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング情報を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
Router# show ip pim interface [{vlan vlan_ID} {type ¹ slot/port} {port-channel number}] count	すべての PISA IP PIM レイヤ 3 インターフェイスに関する、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのイネーブル ステート情報を表示します。
Router# show ip interface	レイヤ 3 インターフェイス上の IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのイネーブル ステートを表示します。

1. type = ethernet、fastethernet、gigabitethernet、または tengigabitethernet

次に、インターフェイスの IP PIM 設定を表示する例を示します。

```
Router# show ip pim interface count

State:* - Fast Switched, D - Distributed Fast Switched
       H - Hardware Switching Enabled
Address      Interface      FS  Mpackets In/Out
10.15.1.20   GigabitEthernet4/8 * H 952/4237130770
10.20.1.7    GigabitEthernet4/9 * H 1385673757/34
10.25.1.7    GigabitEthernet4/10* H 0/34
10.11.1.30   FastEthernet6/26 * H 0/0
10.37.1.1    FastEthernet6/37 * H 0/0
1.22.33.44   FastEthernet6/47 * H 514/68
```

[*] フラグはこのインターフェイスを高速スイッチングできることを示し、[H] フラグはこのインターフェイスをハードウェアでスイッチングすることを示します。[In] フラグは、インターフェイスで受信されたマルチキャスト パケット バイト数を示します。[Out] フラグは、インターフェイスから転送されたマルチキャスト パケット バイト数を示します。

```
Router# show ip mroute count
IP Multicast Statistics
56 routes using 28552 bytes of memory
13 groups, 3.30 average sources per group
Forwarding Counts:Pkt Count/Pkts per second/Avg Pkt Size/Kilobits per second
Other counts:Total/RPF failed/Other drops(OIF-null, rate-limit etc)

Group:224.2.136.89, Source count:1, Group pkt count:29051
  Source:132.206.72.28/32, Forwarding:29051/-278/1186/0, Other:85724/8/56665
Router#
```



(注)

-tive カウンタは、対応するエントリの発信インターフェイス リストがヌルであることを意味し、このフローが引き続きアクティブであることを表します。

次に、インターフェイス VLAN 10 について、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定を表示する例を示します。

```
Router# show ip interface vlan 10
Vlan10 is up, line protocol is up
  Internet address is 10.0.0.6/8
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by non-volatile memory
  MTU is 1500 bytes
  Helper address is not set
  Directed broadcast forwarding is disabled
  Multicast reserved groups joined: 224.0.0.1 224.0.0.2 224.0.0.13 224.0.0.10
  Outgoing access list is not set
```

```
Inbound access list is not set
Proxy ARP is enabled
Security level is default
Split horizon is enabled
ICMP redirects are always sent
ICMP unreachable are never sent
ICMP mask replies are never sent
IP fast switching is enabled
IP fast switching on the same interface is disabled
IP Flow switching is disabled
IP CEF switching is enabled
IP Fast switching turbo vector
IP Normal CEF switching turbo vector
IP multicast fast switching is enabled
IP multicast distributed fast switching is disabled
IP route-cache flags are Fast, CEF
Router Discovery is disabled
IP output packet accounting is disabled
IP access violation accounting is disabled
TCP/IP header compression is disabled
RTP/IP header compression is disabled
Probe proxy name replies are disabled
Policy routing is disabled
Network address translation is disabled
WCCP Redirect outbound is disabled
WCCP Redirect exclude is disabled
BGP Policy Mapping is disabled
IP multicast multilayer switching is enabled
IP mls switching is enabled
Router#
```

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/2 について、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの設定を表示する例を示します。

```
Router# show interfaces gigabitEthernet 1/2
GigabitEthernet1/2 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is C6k 1000Mb 802.3, address is 0001.c9db.2441 (bia 0001.c9db.2441)
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
Last clearing of "show interface" counters 00:05:13
...
Input queue: 0/2000/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 10000 bits/sec, 1 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
 284 packets input, 113104 bytes, 0 no buffer
  Received 284 broadcasts (284 multicast)
   0 runts, 41 giants, 0 throttles
  41 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
  0 input packets with dribble condition detected
 198 packets output, 14732 bytes, 0 underruns
   0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
   0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
   0 lost carrier, 0 no carrier
   0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
Router#
```

IPv4 マルチキャスト ルーティング テーブルの表示

show ip mroute コマンドを実行すると、IP マルチキャスト ルーティング テーブルが表示されます。

IP マルチキャスト ルーティング テーブルを表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router# show ip mroute partical-sc [hostname group_number]	IP マルチキャスト ルーティング テーブルおよびハードウェア スイッチド インターフェイスを表示します。

次に、IP マルチキャスト ルーティング テーブルを表示する例を示します。

```
Router# show ip mroute 230.13.13.1
IP Multicast Routing Table
Flags:D - Dense, S - Sparse, s - SSM Group, C - Connected, L - Local,
      P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag, T - SPT-bit set,
      J - Join SPT, M - MSDP created entry, X - Proxy Join Timer Running
      A - Advertised via MSDP, U - URD, I - Received Source Specific Host
      Report
Outgoing interface flags:H - Hardware switched
Timers:Uptime/Expires
Interface state:Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 230.13.13.1), 00:16:41/00:00:00, RP 10.15.1.20, flags:SJC
  Incoming interface:GigabitEthernet4/8, RPF nbr 10.15.1.20
  Outgoing interface list:
  GigabitEthernet4/9, Forward/Sparse-Dense, 00:16:41/00:00:00, H

(*, 230.13.13.2), 00:16:41/00:00:00, RP 10.15.1.20, flags:SJC
  Incoming interface:GigabitEthernet4/8, RPF nbr 10.15.1.20, RPF-MFD
  Outgoing interface list:
  GigabitEthernet4/9, Forward/Sparse-Dense, 00:16:41/00:00:00, H

(10.20.1.15, 230.13.13.1), 00:14:31/00:01:40, flags:CJT
  Incoming interface:GigabitEthernet4/8, RPF nbr 10.15.1.20, RPF-MFD
  Outgoing interface list:
  GigabitEthernet4/9, Forward/Sparse-Dense, 00:14:31/00:00:00, H
(132.206.72.28, 224.2.136.89), 00:14:31/00:01:40, flags:CJT
  Incoming interface:GigabitEthernet4/8, RPF nbr 10.15.1.20, RPF-MFD
  Outgoing interface list:Null
Router#
```



(注)

RPF-MFD フラグは、フローが完全にハードウェアでスイッチングされていることを表します。H フラグは、フローが発信インターフェイス上でハードウェアによってスイッチングされていることを示します。

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報の表示

show mls ip multicast コマンドを実行すると、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングに関する詳細情報が表示されます。

IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングに関する詳細情報を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
Router# show mls ip multicast group <i>ip_address</i> [<i>interface type slot/port</i> <i>statistics</i>]	IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング グループの情報を表示します。
Router# show mls ip multicast interface {{ <i>vlan vlan_ID</i> } { <i>type¹ slot/port</i> } { <i>port-channel number</i> }} [<i>statistics</i> <i>summary</i>]	すべてのインターフェイスについて、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの詳細情報を表示します。
Router# show mls ip multicast source <i>ip_address</i> [<i>interface</i> {{ <i>vlan vlan_ID</i> } { <i>type¹ slot/port</i> } { <i>port-channel number</i> }}] <i>statistics</i>]	IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの送信元の情報を表示します。
Router# show mls ip multicast summary	IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの要約情報を表示します。
Router# show mls ip multicast statistics	IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの統計情報を表示します。

1. *type* = ethernet、fastethernet、gigabitethernet、または tengigabitethernet

次に、特定の IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング エントリに関する情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast group 10.1.0.11
Multicast hardware switched flows:
Total shortcut installed: 0
```

次に、IP マルチキャスト グループの情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast group 230.13.13.1 source 10.20.1.15
Multicast hardware switched flows:
(10.20.1.15, 230.13.13.1) Incoming interface:Gi4/8, Packets switched:0
Hardware switched outgoing interfaces:Gi4/9
RPF-MFD installed

Total hardware switched flows :1
Router#
```

次に、VLAN 10 について、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast interface vlan 10
Multicast hardware switched flows:
(10.1.0.15, 224.2.2.15) Incoming interface: Vlan10, Packets switched: 0
Hardware switched outgoing interfaces:
MFD installed: Vlan10

(10.1.0.19, 224.2.2.19) Incoming interface: Vlan10, Packets switched: 1970
Hardware switched outgoing interfaces:
MFD installed: Vlan10

(10.1.0.11, 224.2.2.11) Incoming interface: Vlan10, Packets switched: 0
Hardware switched outgoing interfaces:
MFD installed: Vlan10
```

```
(10.1.0.10, 224.2.2.10) Incoming interface: Vlan10, Packets switched: 2744
Hardware switched outgoing interfaces:
MFD installed: Vlan10
```

```
(10.1.0.17, 224.2.2.17) Incoming interface: Vlan10, Packets switched: 3340
Hardware switched outgoing interfaces:
MFD installed: Vlan10
```

```
(10.1.0.13, 224.2.2.13) Incoming interface: Vlan10, Packets switched: 0
Hardware switched outgoing interfaces:
```

次に、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの統計情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast statistics
```

```
MLS Multicast Operation Status:
MLS Multicast configuration and state:
  Router Mac: 00e0.b0ff.7b00, Router IP: 33.0.33.24
  MLS multicast operating state: ACTIVE
  Shortcut Request Queue size 4
  Maximum number of allowed outstanding messages: 1
  Maximum size reached from feQ: 3096
  Feature Notification sent: 1
  Feature Notification Ack received: 1
  Unsolicited Feature Notification received: 0
  MSM sent: 205170
  MSM ACK received: 205170
  Delete notifications received: 0
  Flow Statistics messages received: 35211
```

```
MLS Multicast statistics:
  Flow install Ack: 996508
  Flow install Nack: 1
  Flow update Ack: 1415959
  Flow update Nack: 0
  Flow delete Ack: 774953
  Complete flow install Ack: 958469
```

```
Router#
```

IPv4 双方向 PIM の設定

このセクションでは、IPv4 双方向 PIM を設定する手順について説明します。

- 「IPv4 双方向 PIM のグローバルなイネーブル化」 (P.25-21)
- 「IPv4 双方向 PIM グループの RP の設定」 (P.25-21)
- 「IPv4 双方向 PIM スキャン インターバルの設定」 (P.25-22)
- 「IPv4 双方向 PIM 情報の表示」 (P.25-22)

IPv4 双方向 PIM のグローバルなイネーブル化

IPv4 双方向 PIM をイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# ip pim bidir-enable	スイッチ上で IPv4 双方向 PIM をグローバルにイネーブルにします。
Router(config)# no ip pim bidir-enable	スイッチ上で IPv4 双方向 PIM をグローバルにディセーブルにします。

次に、スイッチで IPv4 双方向 PIM をイネーブルにする例を示します。

```
Router(config)# ip pim bidir-enable
Router(config)#
```

IPv4 双方向 PIM グループの RP の設定

IPv4 双方向 PIM グループの RP をスタティックに設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# ip pim rp-address ip_address access_list [override]	グループの RP の IP アドレスをスタティックに設定します。 override オプションを指定する場合、スタティック RP が使用されます。
ステップ 2	Router(config)# access-list access-list permit deny ip_address	アクセス リストを設定します。
ステップ 3	Router(config)# ip pim send-rp-announce type number scope ttl_value [group-list access-list] [interval seconds] [bidir]	Auto-RP を使用してルータが RP として動作するグループを設定するように、システムを設定します。
ステップ 4	Router(config)# ip access-list standard access-list-name permit deny ip_address	標準 IP アクセス リストを設定します。
ステップ 5	Router(config)# mls ip multicast	MLS IP マルチキャストをイネーブルにします。

次に、IPv4 双方向 PIM グループのスタティック RP を設定する例を示します。

```
Router(config)# ip pim rp-address 10.0.0.1 10 bidir override
Router(config)# access-list 10 permit 224.1.0.0 0.0.255.255
Router(config)# ip pim send-rp-announce Loopback0 scope 16 group-list c21-rp-list-0 bidir
Router(config)# ip access-list standard c21-rp-list-0 permit 230.31.31.1 0.0.255.255
```

IPv4 双方向 PIM スキャン インターバルの設定

IPv4 双方向 PIM RP RPF スキャンの間のインターバルを指定できます。

IPv4 双方向 PIM RP RPF スキャン インターバルを設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router(config)# mls ip multicast bidir gm-scan-interval interval	IPv4 双方向 PIM RP RPF スキャン インターバルを指定します。有効な範囲は、1 ~ 1000 秒です。デフォルト値は 10 秒です。
Router(config)# no mls ip multicast bidir gm-scan-interval	デフォルトに戻します。

次に、IPv4 双方向 PIM RP RPF スキャン インターバルを設定する例を示します。

```
Router(config)# mls ip multicast bidir gm-scan-interval 30
Router(config)#
```

IPv4 双方向 PIM 情報の表示

IPv4 双方向 PIM 情報を表示するには、次の作業のいずれかを行います。

コマンド	目的
Router# show ip pim rp mapping [in-use]	PIM グループと RP の間のマッピング、および使用中の学習した RP を表示します。
Router# show mls ip multicast rp-mapping [rp_address]	アクティブな RP マッピングに対する PIM グループを表示します。
Router# show mls ip multicast rp-mapping gm-cache	RP マッピング キャッシュのグループ/マスク範囲に基づいた情報を表示します。
Router# show mls ip multicast rp-mapping df-cache	RP マッピング キャッシュの DF リストに基づいた情報を表示します。
Router# show mls ip multicast bidir	IPv4 双方向 PIM 情報を表示します。
Router# show ip mroute	マルチキャスト ルーティング テーブルの情報を表示します。

次に、PIM グループおよび RP マッピングの情報を表示する例を示します。

```
Router# show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings
This system is an RP (Auto-RP)
This system is an RP-mapping agent
Group(s) 230.31.0.0/16
  RP 60.0.0.60 (?), v2v1, bidir
    Info source:60.0.0.60 (?), elected via Auto-RP
    Uptime:00:03:47, expires:00:02:11
  RP 50.0.0.50 (?), v2v1, bidir
    Info source:50.0.0.50 (?), via Auto-RP
    Uptime:00:03:04, expires:00:02:55
  RP 40.0.0.40 (?), v2v1, bidir
    Info source:40.0.0.40 (?), via Auto-RP
    Uptime:00:04:19, expires:00:02:38
```


次に、IPv4 双方向 PIM に関連した IP マルチキャスト ルーティング テーブルの情報を表示する例を示します。

```
Router# show ip mroute bidirectional
(*, 225.1.3.0), 00:00:02/00:02:57, RP 3.3.3.3, flags:BC
  Bidir-Upstream:GigabitEthernet2/1, RPF nbr 10.53.1.7, RPF-MFD
  Outgoing interface list:
    GigabitEthernet2/1, Bidir-Upstream/Sparse-Dense, 00:00:02/00:00:00,H
    Vlan30, Forward/Sparse-Dense, 00:00:02/00:02:57, H

(*, 225.1.2.0), 00:00:04/00:02:55, RP 3.3.3.3, flags:BC
  Bidir-Upstream:GigabitEthernet2/1, RPF nbr 10.53.1.7, RPF-MFD
  Outgoing interface list:
    GigabitEthernet2/1, Bidir-Upstream/Sparse-Dense, 00:00:04/00:00:00,H
    Vlan30, Forward/Sparse-Dense, 00:00:04/00:02:55, H

(*, 225.1.4.1), 00:00:00/00:02:59, RP 3.3.3.3, flags:BC
  Bidir-Upstream:GigabitEthernet2/1, RPF nbr 10.53.1.7, RPF-MFD
  Outgoing interface list:
    GigabitEthernet2/1, Bidir-Upstream/Sparse-Dense, 00:00:00/00:00:00,H
    Vlan30, Forward/Sparse-Dense, 00:00:00/00:02:59, H
```

次に、特定のマルチキャスト ルートに関連した情報を表示する例を示します。次の出力では、余白の矢印は部分的なショートカット情報を示しています。

```
Router# show ip mroute 239.1.1.2 4.4.4.4
IP Multicast Routing Table
Flags:D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
      L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
      T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
      X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
      U - URD, I - Received Source Specific Host Report, Z - Multicast Tunnel
      Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags:H - Hardware switched
Timers:Uptime/Expires
Interface state:Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(4.4.4.4, 239.1.1.2), 1d02h/00:03:20, flags:FTZ
  Incoming interface:Loopback0, RPF nbr 0.0.0.0, Partial-SC
  Outgoing interface list:
    Vlan10, Forward/Sparse-Dense, 1d02h/00:02:39 (ttl-threshold 5)
```

次に、特定のマルチキャスト グループ アドレスのエントリを表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast group 230.31.31.1
Multicast hardware switched flows:
(*, 230.31.31.1) Incoming interface:Vlan611, Packets switched:1778
Hardware switched outgoing interfaces:Vlan131 Vlan151 Vlan415 Gi4/16 Vlan611
RPF-MFD installed
```

次に、アクティブな RP マッピングに対する PIM グループを表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast rp-mapping
State:H - Hardware Switched, I - Install Pending, D - Delete Pending, Z - Zombie

RP Address      State      RPF      DF-count  GM-count
60.0.0.60      H          V1611    4          1
```

IPv4 双方向 PIM の設定

次に、RP マッピング キャッシュのグループ/マスク範囲に基づいた情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast rp-mapping gm-cache
State:H - Hardware Switched, I - Install Pending, D - Delete Pending,
      Z - Zombie

RP Address      State      Group      Mask      State      Packet/Byte-count
60.0.0.60      H          230.31.0.0 255.255.0.0 H          100/6400
```

次に、特定の MLS IP マルチキャスト グループの情報を表示する例を示します。

```
Router# show mls ip multicast rp-mapping df-cache
State:H - Hardware Switched, I - Install Pending, D - Delete Pending, Z - Zombie

RP Address      State      DF          State
60.0.0.60      H          V1131      H
60.0.0.60      H          V1151      H
60.0.0.60      H          V1415      H
60.0.0.60      H          Gi4/16     H
```

IPv4 デバッグ コマンドの使用

表 25-2 に、IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングのデバッグ コマンドを示します。これらのコマンドを使用して、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの問題をトラブルシューティングできます。

表 25-2 IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチングの デバッグ コマンド

コマンド	目的
[no] debug mls ip multicast events	IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング イベントを表示します。
[no] debug mls ip multicast errors	マルチキャスト MLS 関連のエラーに関するデバッグ メッセージをオンにします。
[no] debug mls ip multicast group <i>group_id</i> <i>group_mask</i>	フローのサブセットに対してデバッグをオンにします。
[no] debug mls ip multicast messages	ハードウェア スイッチング エンジンとの間で送受信される IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング メッセージを表示します。
[no] debug mls ip multicast all	すべての IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング メッセージをオンにします。
[no] debug mdss errors	MDSS ¹ エラー メッセージをオンにします。
[no] debug mdss events	デバッグ用の MDSS 関連イベントを表示します。
[no] debug mdss events mroute-bidir	デバッグ用の IPv4 双方向 PIM MDSS イベントを表示します。
[no] debug mdss all	すべての MDSS メッセージを表示します。
[no] debug ip pim df <i>ip_address</i>	デバッグするために、特定の RP の DF 選定を表示します。

1. MDSS = Multicast Distributed Switching Services

IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報の消去

IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報を消去するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Router# <code>clear mls ip multicast statistics</code>	IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報を消去します。

次に、IP マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報を消去する例を示します。

```
Router# clear mls ip multicast statistics
```

`show mls multicast statistics` コマンドを実行すると、PFC3B が処理しているマルチキャスト フローに関する各種の情報が表示されます。関連する PISA、VLAN、マルチキャスト グループ アドレス、またはマルチキャスト トラフィック送信元を任意に組み合わせて、エントリを表示できます。`show mls ip multicast statistics` コマンドの例は、「[IPv4 マルチキャスト レイヤ 3 スイッチング統計情報の表示 \(P.25-19\)](#)」を参照してください。

マルチキャスト トラフィックの冗長性

マルチキャスト トラフィックの冗長性には、次の条件が必要です。

- OSPF、EIGRP などのユニキャストルーティング プロトコル

PIM では、ユニキャスト ルーティング テーブルで RPF チェックを使用して、マルチキャスト データが経路する適切なパスを決定します。ユニキャスト ルーティング パスが変更されると、PIM はユニキャスト ルーティング プロトコル (OSPF) に依存して適切に収束します。これにより、PIM で使用する RPF チェックが継続して動作し、マルチキャスト ストリームの送信元であるサーバの送信元 IP アドレスとの間の有効なユニキャスト パスを示します。

- 関連するすべてのレイヤ 3 インターフェイス上で設定されている PIM

ユニキャスト ルーティング テーブルを使用して、PIM のパスを選択します。PIM では、RPF チェックを使用してクライアント (受信側 VLAN) と送信元 (マルチキャスト VLAN) の間の SPT を最終的に決定します。したがって、PIM の目的は受信側サブネットと送信元サブネットの間の最短ユニキャスト パスを見つけることです。ユニキャスト ルーティング プロトコルが正常に動作しており、PIM がユニキャスト ルーティング プロトコルに関連するすべてのレイヤ 3 リンク上で設定されている場合は、マルチキャスト用に他には何も設定する必要はありません。