# ハイブリッド モードの Supervisor 2 を搭載する Catalyst 6500/6000 スイッチでのユニキャスト IP ルーティング CEF のトラブルシューティング

## 目次



## 概要

この資料は、Supervisor 2 (Sup 2)/ Policy Feature Card 2 (PFC 2) / Multilayer Switch Feature Card 2 (MSFC 2)搭載のCatalyst 6000 スイッチ上でのユニキャストIPルーティングのトラブルシューティング ガイドです。 Sup 2のユニキャスト ルーティングは、Cisco Express Forwarding (CEF)を使用して実行されます。 ここでは、Sup 2、PFC 2、およびMSFC 2を搭載しているCatalyst 6000ファミリー スイッチのIPルーティングだけを取り上げています。 Supervisor 1 (Sup 1) またはMultilayer Switch Module (MSM)搭載スイッチの情報は含まれていません。 また、ハイブリッド ソフトウェアだけを対象にしているので、IOSモードを実行しているCatalyst

6000ファミリー スイッチは対象外です。

# 前提条件

## 要件

このドキュメントに関しては個別の要件はありません。

## 使用するコンポーネント

このドキュメントは、特定のソフトウェアやハードウェアのバージョンに限定されるものではありません。

## 表記法

ドキュメント表記の詳細は、『シスコ テクニカル ティップスの表記法』を参照してください。

# CEFとは

CEFは、パケット ルーティングをより高速化するために設計されたIOSスイッチング テクノロジーです。 CEFはファスト スイッチングに比べ、はるかに効率的です。（プロセス スイッチングに最初のパケットを送信する必要はありません）。 Sup 2搭載Catalyst 6500は、PFC 2上で実現されるハードウェア ベースのCEF転送メカニズムを採用しています。 CEFでは、ルーティングに必要な情報を2つの主要テーブルに保管しています。 Forwarding Information Database（FIB）および隣接テーブル

## 転送情報ベース（FIB）

CEFは、FIBを使用してIP宛先のプレフィクスに基づくスイッチングを判断します（最長マッチを最優先）。 FIB は概念的には、ルーティング テーブルや情報ベースに類似します。 FIB は、IP ルーティング テーブルに含まれるフォワーディング情報のミラー イメージを維持します。 ネットワークでルーティングまたはトポロジの変更が行われると、IP ルーティング テーブルが更新され、それらの変更が FIB に反映されます。 FIBは、IPルーティング テーブルの情報に基づいて、ネクスト ホップのアドレス情報を保守します。 FIBのエントリとルーティング テーブルのエントリは1対1で関連付けられているので、FIBにはすべての既知ルートが含まれています。したがって、ファスト スイッチングや最適スイッチングのように、スイッチング パスに関するルート キャッシュを保持する必要がありません。 デフォルトであっても、ワイルドカードであっても、常にFIBに一致しています。

## 隣接テーブル

ネットワーク内の2つのノードが、リンク レイヤ上の1ホップで相互に到達できる場合、これらを隣接ノードと呼びます。 CEFは、FIBのほかに、隣接テーブルを使用してレイヤ2（L2）アドレス情報を保持します。 隣接テーブルには、すべてのFIBエントリのL2ネクスト ホップ アドレスが含まれています。 つまり、完全なFIBエントリには隣接テーブル内にある、最終の宛先に到達するためのネクストホップL2情報の位置を示すポインタが含まれています。 Catalyst 6500/Sup 2システムでハードウェアCEFを正常に動作させるには、MSFC 2上で IP CEF を実行する必要があります。

# PFC 2 の FIB および隣接テーブルの読み方

PFC 2のFIBテーブルは、MSFC 2のFIBテーブルと完全に一致した内容になります。 PFC 2では、FIBのすべてのIPプレフィクスはTernary Content Addressable Memory (TCAM)に保管され、マスク長によって最大マスク長から順番にソートされます。 つまり、最初にマスク長 32 ( ホスト エントリ ) の全エントリ、 次にマスク長 31 の全エントリというように、マスク長 0 のエントリまで順番に検索されます。 これが、デフォルトのエントリです。 FIBは順次読み込まれるので、最初に一致したエントリが使用されます。 次に、PFC 2のFIBテーブルの例を示します。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef
Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask NextHop-IP      Weight
--- --------- --------------- --------------- --------------- ------
15 receive   0.0.0.0         255.255.255.255
 !--- This is the first entry with mask length 32. 15 receive   255.255.255.255 255.255.255.255
15 receive   192.168.254.254 255.255.255.255 15 receive   10.48.72.237    255.255.255.255 15
receive   10.48.72.0      255.255.255.255 15 receive   10.48.72.255    255.255.255.255 15
receive   192.168.222.7   255.255.255.255 15 receive   192.168.100.254 255.255.255.255 15
receive   192.168.10.254  255.255.255.255 15 resolved  192.168.199.3   255.255.255.255
192.168.199.3        1 15 resolved  192.168.222.2   255.255.255.255  192.168.222.2        1 15
resolved  192.168.199.2   255.255.255.255  192.168.199.2        1 15 resolved  192.168.254.252
255.255.255.255  192.168.199.3        1  !--- This is the last entry with mask length 32. 15
connected 192.168.222.0   255.255.255.252  !--- This is the only entry with mask length 30. 15
receive   224.0.0.0       255.255.255.0 !--- This is the first entry with mask length 24. 15
connected 10.48.72.0      255.255.255.0 15 connected 192.168.10.0    255.255.255.0 15 connected
192.168.11.0    255.255.255.0 15 connected 192.168.100.0   255.255.255.0 15 connected
192.168.101.0   255.255.255.0 15 connected 192.168.199.0   255.255.255.0 !--- This is the last
entry with mask length 24. 15 connected 127.0.0.0       255.0.0. 0 !--- This is the entry with
mask length 8. 15 wildcard  0.0.0.0         0.0.0. 0  !--- This is the entry with mask length 0.
```

各エントリには、次のフィールドがあります。

- Mod — エントリを組み込む MSFC 2。指定 MSFC 2 に応じて、15 または 16 のどちらかになります。
- FIB-Type — この特定のエントリに関連付けられているタイプ。 次の FIB-Types があります。receive — MSFC インターフェイスに関連付けられているプレフィクス。 MSFCインターフェイスのIPアドレスおよびブロードキャスト サブネットのIPアドレスに対応するマスク長が32のプレフィクスです。resolved — 有効なネクスト ホップ アドレスに関連付けられているプレフィクス。 隣接関係が確認されたネクスト ホップのプレフィクスです。connected — 接続ネットワークに関連付けられているプレフィクス。wildcard — すべてのエントリ ( ドロップまたは MSFC リダイレクト ) が対象。 デフォルトのエントリが存在しない場合にのみ挿入される、マスク長が0のエントリです。default — デフォルト ルート。 ワイルドカード エントリと同様に、すべてのサブネットが対象で、マスク長は 0 です。 このエントリはネクスト ホップを宛先とします。 デフォルトのCEFエントリが挿入されるのは、ルーティング テーブルにデフォルト ルートが設定されている場合だけです。drop — drop を含むエントリと一致するすべてのパケットがドロップされます。
- Destination-IP — 宛先 IP アドレス、または該当する IP サブネット。
- Destination-Mask — エントリに関連付けられているマスク。 FIBのエントリは、最大マスク長 (255.255.255.255)から開始され、最小マスク長 (0.0.0.0)で終了します。
- Next-Hop IP — ネクストホップの IP。存在する場合に表示されます。

完全な隣接テーブルを表示するには、次のコマンドを入力します。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef adjacency
```

```
Mod:15
Destination-IP : 192.168.98.2 Destination-Mask : 255.255.255.255
FIB-Type :resolved
AdjType NextHop-IP      NextHop-Mac       VLAN Encp Tx-Packets   Tx-Octets
-------- --------------- ----------------- ---- ---- ------------ ----------
connect  192.168.98.2    00-90-21-41-c5-57   98 ARPA        0              0
```

**注:** FIBテーブルのresolved（またはdefault）の各CEFエントリについて、上記のような出力が表示されます。

# トラブルシューティングの方法

トラブルシューティングの具体的な例および詳細を示す前に、ここでは特定のIPアドレスへの接続性または到達性のトラブルシューティングについて、簡単に説明します。 PFC 2のCEFテーブルは、MSFC 2のCEFテーブルをミラーリングしたものであることに注意してください。 すなわち、MSFC 2の情報が正確であれば、PFC 2に含まれているIPアドレスへの到達情報も正確だということです。 したがって、常に、次の情報を確認する必要があります。

## MSFC2 を使用する場合：

次の手順を実行します。

1. **show ip route コマンド**（または、ルーティング テーブルを部分的に検索する場合は **show ip route x.x.x.x コマンド**）を入力し、正確なネクスト ホップが出力に含まれているか確認することにより、MSFC 2 テーブルの IP ルーティングに含まれる情報を確認できます。正確な情報が表示されない場合には、ルーティング プロトコル、コンフィギュレーション、ルーティング プロトコル ネイバを確認し、実行中のルーティング プロトコルに関するトラブルシューティングを行う必要があります。
2. ネクスト ホップ（または接続ネットワークの最終宛先）について、MSFC 2 に解決済みの正確な Address Resolution Protocol（ARP）エントリが含まれているか確認します。**show ip arp next_hop_ip_address** コマンドを入力することによって、ARP が解決され、正しい MAC（メディア アクセス制御）アドレスが含まれているかを確認できます。MACアドレスが不正な場合には、他のデバイスがそのIPアドレスを所有しているかどうかを確認する必要があります。 最終的には、そのMACアドレスを所有するデバイスの接続ポート上で、スイッチ レベルを確認します。 ARPエントリが不完全な場合は、ホストから応答を得られなかったことを意味しています。 ホストが起動し、アクティブかどうか確認する必要があります。 必要ならばスニファを使用して、ARP応答が得られるかどうか、ホストが正しく応答するかどうかを確認します。
3. 次の手順で、MSFC 2のCEFテーブルに正しい情報が含まれていて、隣接関係が解決されていることを確認します。**show ip cef destination_network** コマンドを入力し、CEF テーブルでのネクスト ホップが、IP ルーティング テーブルでのネクスト ホップ（上記の手順 1 を参照）と一致しているか確認します。**show adjacency detail | begin next_hop_ip_address** コマンドを入力して、この隣接関係が正しいことを確認します。手順 2で確認したARPのMACアドレスが含まれている必要があります。

上記の手順 1 と 2 で正しい結果を得られたとしても、手順 3a または 3b に失敗すると、Catalyst 6000 と関係がない IOS CEF の問題が発生します。 ARP テーブルと IP ルーティング テーブルをクリアする必要があります。

## PFC 2 を使用する場合：

次の手順を実行します。

1. PFC 2 の FIB 情報が、MSFC 2 の CEF テーブルの情報（手順 3 を参照）と一致しているかどうかを確認します。**show mls entry cef ip destination_ip_network/destination_subnet_mask** コマンドを入力することによって、ネクスト ホップの IP アドレスが正しいことを確認できます。表示された情報が、手順 3 の結果と一致していない場合には、MSFC 2とPFC 2間の通信に問題があります（Catalyst 6000内部の問題）。 実行中のPFC 2のCatOSまたはMSFC 2のIOSに既知の不具合がないかどうか調べてください。 正しいエントリを復元するには、MSFC 2 で **clear ip route コマンド**を入力します。
2. **show mls entry cef ip next_hop_ip_address/32 adjacency** コマンドを入力し、上記の「MSFC 2 を使用する場合」セクションの手順 2 と 3b で確認したものと同じ MAC アドレスが含まれていることを確認して、PFC 2 の隣接関係テーブルを確認します。PFC 2の隣接情報が、手順 3b で確認した隣接情報と異なる場合には、MSFC 2とPFC 2間の内部通信に問題があります。 隣接情報をクリアし、正しい情報を復元してください。

## ケーススタディ 1： 直接接続ネットワークのホストへの接続

ここでは、次のホスト間の接続について検証します。

- VLAN 10に存在するIPアドレス 192.168.10.10 のホスト 1
- VLAN 199に存在するIPアドレス 192.168.199.3 のホスト 2

次に、MSFC 2の設定例を示します。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef adjacency
Mod:15
Destination-IP : 192.168.98.2 Destination-Mask : 255.255.255.255
FIB-Type :resolved
AdjType NextHop-IP      NextHop-Mac       VLAN Encp Tx-Packets   Tx-Octets
-------- --------------- ----------------- ---- ---- ------------ ----------
connect  192.168.98.2    00-90-21-41-c5-57   98 ARPA        0             0
```

**注:** Sup 2 および MSFC 2 搭載の Catalyst 6000 は、ハードウェアの CEF を使用してルーティングを実行するので、 特別な設定は不要です。 MSFC 2 で CEF をディセーブルにすることはできません。

### トラブルシューティングの手順

IP アドレス 192.168.199.3 に到達するパスを確認するには、このドキュメントの「トラブルシューティングの方法」の項で示されている手順に従ってください。

1. 次のいずれかのコマンドを入力して、IPルーティング テーブルを確認します。

   ```
   Cat6k-MSFC2# show ip route 192.168.199.3
   Routing entry for 192.168.199.0/24
   Known via "connected", distance 0, metric 0 (connected, via interface)
   Routing Descriptor Blocks:
   * directly connected, via VLAN 199
   Route metric is 0, traffic share count is 1
   ```

   または

   ```
   Cat6k-MSFC2# show ip route | include 192.168.199.0
   C 192.168.199.0/24 is directly connected, VLAN 199
   ```

   これらのコマンドの出力から、宛先が、直接接続されたサブネット上にあることがわかります。 つまり、宛先に到達するためのネクスト ホップは存在しません。

2. MSFC 2のARPエントリを確認します。次のコマンドを入力して、宛先IPアドレスに対応するARPエントリがあることを確認します。

```
Cat6k-MSFC2# show ip arp 192.168.199.3
Protocol Address       Age (min) Hardware        Addr Type Interface
Internet 192.168.199.3 176       0030.7150.6800  ARPA VLAN 199
```

3. MSFC 2のCEFテーブルおよび隣接テーブルを確認します。次のコマンドを入力して、CEFテーブルを確認します。

```
Cat6k-MSFC2# show ip cef 192.168.199.3
192.168.199.3/32, version 281, connected, cached adjacency 192.168.199.3
0 packets, 0 bytes
via 192.168.199.3, VLAN 199, 0 dependencies
next-hop 192.168.199.3, VLAN 199
valid cached adjacency
```

マスク長 32の有効なCEFエントリと、有効な隣接キャッシュが存在することがわかります。次のコマンドを入力して、隣接テーブルを確認します。

```
Cat6k-MSFC2# show adjacency detail | begin 192.168.199.3
IP VLAN 199192.168.199.3(7)
0 packets, 0 bytes
003071506800
 !--- This is the destination MAC address. 00D0003F8BFC0800 ARP00:58:35
```

出力から、隣接関係が存在することがわかります。 隣接関係の宛先 MAC アドレスには、上記の手順 2 の ARP テーブル内の MAC アドレスと同じ情報が表示されています。パケットはハードウェアのレイヤ 3 ( L3 ) で切り替えられるので、手順 3b のカウンタはほとんどの場合 0 になることに注意してください。 パケットはMSFC 2には到達しないので、MSFC 2のCEFカウンタの対象にはなりません。 手順 5 の PFC 2 で見つかる隣接関係の統計を調べることによってのみ、特定の宛先に転送されるパケットの統計情報を確認できます。

4. スーパバイザ上でCEF/FIBエントリが正しいかどうかを確認します。次に示すように、FIBには2つの関連エントリがあります。宛先IPアドレスのエントリ

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.199.3/32
Mod FIB-Type   Destination-IP Destination-Mask  NextHop-IP      Weight
--- ---------  -------------- ----------------  --------------- ------
15  resolved   192.168.199.3   255.255.255.255 192.168.199.3       1
```

ネクスト ホップ ( この場合は宛先 ) がわかっているホスト エントリです。宛先ネットワークに対応するエントリ

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.199.0/24
Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask NextHop-IP      Weight
--- --------- -------------- ---------------- --------------- ------
15  connected 192.168.199.0   255.255.255.0
```

接続先のFIBエントリです。このエントリにヒットするパケットはすべて、次の処理のためにMSFC 2に転送されます ( 主として、ARPを送信し、ARP解決を待機します ) 。FIBエントリは、最大マスク長のものから順番に検索されます。 したがって、上記の両エントリが存在する場合には、マスク長32 ( ホスト エントリ ) が最初にヒットするので、次には進みません。 /32 エントリが存在しない場合は、2 つ目のネットワーク エントリがヒットします。 これは接続先エントリなので、パケットは MSFC 2 にリダイレクトされて処理されます。 たとえば、MSFC 2から宛先マスクのARP要求が送信されます。 ARP応答を受信すると、MSFC 2のARPテーブルと隣接テーブルに、そのホストの情報が保管されます。

5. マスク長32の正しいFIBエントリが作成されたら、次のコマンドを入力して、そのホストについて隣接関係が正しくポピュレートされているか確認する必要があります。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.199.3/32 adjacency
Mod:15
Destination-IP : 192.168.199.3 Destination-Mask : 255.255.255.255
FIB-Type : resolved
AdjType  NextHop-IP      NextHop-Mac        VLAN Encp TX-Packets   TX-Octets
-------- --------------- ------------------ ---- ---- ------------ -------------
connect  192.168.199.3   00-30-71-50-68-00 199  ARPA     0               0
```

**注:** 隣接関係がポピュレートされると、NextHop-Mac フィールドにホスト 2 の有効な MAC アドレスが含まれます ( 手順 2 と 3b を参照 ) 。この時点で、この隣接関係の送信したパケットの数はまだ 0 ですが、すべての出力は正しい状態です。 次に、ホスト1からホスト2に100バイトのpingを10回送信し、もう一度、隣接関係を確認します。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.199.3/32 adjacency
Mod:15
Destination-IP : 192.168.199.3 Destination-Mask : 255.255.255.255
FIB-Type : resolved
AdjType  NextHop-IP      NextHop-Mac       VLAN Encp TX-Packets   TX-Octets
-------- --------------- ----------------- ---- ---- ------------ -------------
connect  192.168.199.3   00-30-71-50-68-00  199 ARPA       10          1000
```

TX-Packets の値が 10 になります。これは、送信したトラフィック数と一貫性があります。

## 考慮事項および結論

「トラブルシューティングの手順」の手順 4 で説明したように、一致する FIB エントリは 2 つあります。

- 1 つは、ネットワーク エントリの 192.168.199.0/24 です。このエントリは常に存在し、MSFC 2 のルーティングおよび CEF テーブルから直接挿入されます。 ルーティング テーブル内の直接接続ネットワークです。
- もう 1 つは、宛先ホスト エントリの 192.168.199.3/32 です。このエントリは必ずしも存在するわけではありません。 存在しない場合にはネットワーク エントリがヒットし、次の処理が行われます。パケットがMSFC 2に転送されます。PFCのFIBテーブルにマスク長32のホスト エントリが作成されます。 ただし、完全な隣接関係はありません。隣接関係は、frc drop ( force drop [強制廃棄] ) タイプとして作成されます。宛先への以降のパケットが /32 frc drop エントリにヒットし、廃棄されます。同時に、MSFC 2に転送された最初のパケットにより、MSFC 2からARP要求が送信されます。ARPが解決されると、ARPエントリが完成します。 MSFC 2 で完全な隣接関係が作成され、スーパバイザに更新情報が送信されます。既存の frc drop の隣接関係は終了します。スーパバイザにより、ホストの隣接関係が新しいMACアドレスに変更されます。隣接関係がconnectに変わります。ARP が解決されるまでの待機中に frc drop の隣接関係を設定するメカニズムは、ARP throttle と呼ばれます。 これにより、すべてのパケットがMSFC 2に転送され、複数のARP要求が送信されるのを防ぐことができます。 MSFC 2に送信されるのは最初のいくつかのパケットだけで、以降のパケットは、隣接関係が完了するまで、PFC 2上で廃棄されます。また、この動作によって、直接接続ネットワーク内に存在しないホストまたは非応答ホストに宛てられたトラフィックを廃棄することもできます。

異なるVLANに属す2ユーザ間の接続のトラブルシューティングを行うには、常に、次の事項を確認する必要があります。

- ホスト 1 からホスト 2 へのトラフィックについては、宛先 IP アドレスをホスト 2 にし、上記の「トラブルシューティングの方法」を実行します。
- ホスト2からホスト1へのトラフィックについては、同じ手順で宛先 IPアドレスをホスト1にします。

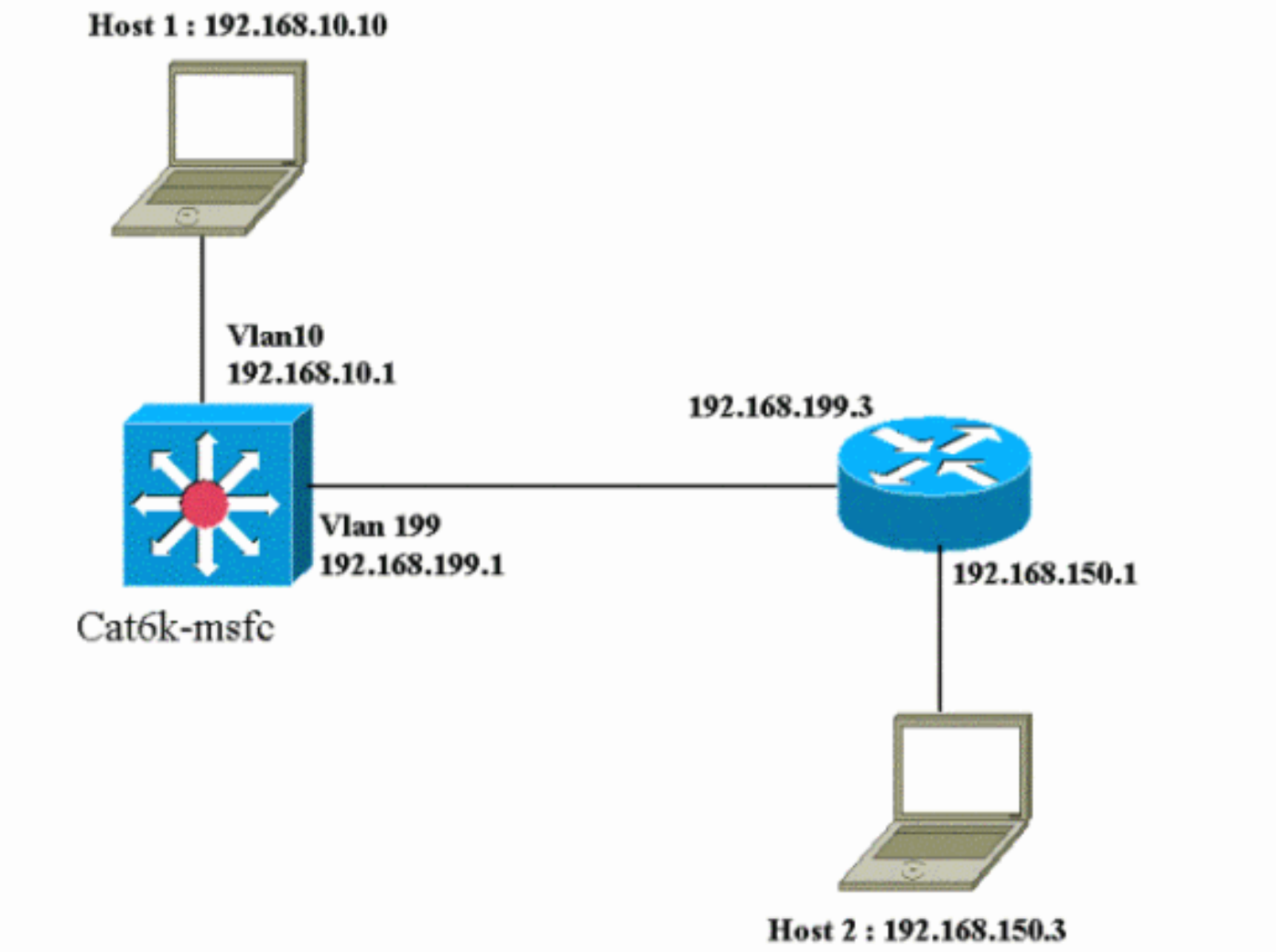
送信元のデフォルト ゲートウェイ上で出力を生成することも重要です。ホスト1からホスト2へのデフォルトゲートウェイと、ホスト2からホスト1へのデフォルトゲートウェイ双方が同じである必要はありません。

**注:** パケットはハードウェアの L3 で切り替えられるため、上記の「トラブルシューティングの手順」の手順 3b のカウンタはほとんどの場合 0 になります。 パケットはMSFC 2には到達しない

ので、MSFC 2のCEFカウンタの対象にはなりません。 上記の「トラブルシューティングの手順」の手順 5 の PFC 2 で見つかる隣接関係の統計を調べることによってのみ、特定の宛先に転送されるパケットの統計情報を確認できます。

## ケーススタディ 2： リモート ネットワークへの接続

次の図を参照してください。IPアドレス 192.168.10.10 のホスト1から、IPアドレス 192.168.150.3 のホスト2にpingを送信します。 ただし、このホスト2は、Catalyst 6000 MSFC 2に直接接続しているネットワーク上ではなく、2ホップ先の位置にあります。 ケーススタディ 1と同じ方法を使用して、Catalyst 6000 MSFC 2上のルーティング パスを確認します。




## トラブルシューティングの手順

次の手順を実行します。

1. 次のコマンドを入力して、MSFC 2のルーティング テーブルを確認します。

```
Cat6k-MSFC2# show ip route 192.168.150.3
Routing entry for 192.168.150.0/24
Known via "ospf 222", distance 110, metric 2, type intra area
Last update from 192.168.199.3 on VLAN 199, 00:12:43 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 192.168.199.3, from 192.168.254.252, 00:12:43 ago, via VLAN 199
Route metric is 2, traffic share count is 1
Cat6k-MSFC2#sh ip route | include 192.168.150.0
O 192.168.150.0/24 [110/2] via 192.168.199.3, 00:13:00, VLAN 199
```

出力から、IPアドレス 192.168.150.3 のホスト2に到達するために、Open Shortest Path First (OSPF)ルートを使用することがわかります。 ネクスト ホップとしてVLAN 199のIPアドレス 192.168.199.3 を使用する必要があります。

2. 次のコマンドを入力して、MSFC 2 の ARP テーブルを確認します。**注:** 最終宛先ではなくネクスト ホップのARPエントリをチェックする必要があります。

```
Cat6k-MSFC2# show ip arp 192.168.199.3
Protocol Address         Age (min) Hardware       Addr Type   Interface
Internet 192.168.199.3   217       0030.7150.6800 ARPA       VLAN 199
```

3. a. 次のコマンドを入力して、MSFC 2のCEFテーブルおよび隣接テーブルを確認します。

```
Cat6k-MSFC2# show ip cef 192.168.150.0
192.168.150.0/24, version 298, cached adjacency 192.168.199.3
0 packets, 0 bytes
via 192.168.199.3, VLAN 199, 0 dependencies
next-hop 192.168.199.3, VLAN 199
valid cached adjacency
```

宛先ネットワークに CEF エントリがあることがわかります。ネクスト ホップの結果は、ルーティング テーブルの手順 1 の結果と一致します。

4. b. 次のコマンドを入力して、ネクスト ホップの隣接テーブルを確認します。

```
Cat6k-MSFC2# show adjacency detail | begin 192.168.199.3
IP VLAN 199 192.168.199.3(9)
0 packets, 0 bytes
003071506800
00D0003F8BFC0800
ARP 00:17:48
```

ネクスト ホップの有効な隣接関係が存在し、宛先の MAC アドレスは上記の手順 2 の ARP エントリと一致します。

5. 次のコマンドを入力して、スーパバイザ (PFC 2) のFIBテーブルを確認します。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.150.0/24
Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask NextHop-IP      Weight
--- --------- --------------- ---------------- --------------- ------
15  resolved  192.168.150.0   255.255.255.0    192.168.199.3       1
```

FIB には手順 3 で確認したのと同じ情報が反映され、同じネクスト ホップがあります。

6. 次のコマンドを入力して、スーパバイザ (PFC 2) の隣接関係を確認します。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.150.0/24 adjacency
Mod:15
Destination-IP : 192.168.150.0 Destination-Mask : 255.255.255.0
FIB-Type : resolved
AdjType  NextHop-IP      NextHop-Mac       VLAN Encp TX-Packets   TX-Octets
-------- --------------- ----------------- ---- ---- ------------ ------------
connect  192.168.199.3   00-30-71-50-68-00  199 ARPA           0            0
```

上記の手順 2 および 4 と同じ MAC アドレスを反映する接続の隣接関係があることも確認できます。

**注:** PFC 2 の隣接関係を表示すると、最終宛先の隣接関係を確認できます。 MSFC 2のIOSでは最終宛先の確認はできないので、ネクスト ホップの隣接関係を見る必要があります。 PFC 2では、1つのコマンドで出力される最終宛先の隣接テーブルに、ネクスト ホップとネクスト ホップの隣接関係 ( 解決されている場合 ) の両方が表示されます。 MSFC 2では、まずネクスト ホップのCEFエントリを確認してから、別途、ネクスト ホップの隣接関係を見る必要かあります。

## 考慮事項および結論

この例からわかるように、Catalyst 6000 MSFC 2 からリモート ネットワークへの接続を確認するためのトラブルシューティング手順は、セクション「ケーススタディ 1 :」にある例とほとんど同じです。 直接接続ネットワークのホストへの接続」の項にあります。 以下に、相違点をまとめます。

- IP ルーティング テーブル、CEF テーブル、FIB の最終的な宛先を確認します ( 手順 1、3、および 5 ) 。
- ARPテーブルおよび隣接テーブルでネクスト ホップ情報を確認します ( 手順 2 および 手順 3b)。
- 手順 5 では最終宛先の隣接関係を直接確認できます。 FIBのネクスト ホップ情報と、隣接テーブルの隣接関係更新情報の両方が表示されます。

次に示すように、この例では、FIBに最終宛先のエントリはありません。 ( マスク長24のネットワーク エントリだけです )

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.150.3/32 adjacency
Cat6k> (enable)
```

## ケーススタディ 3： 複数のネクスト ホップへの負荷分散

ここでは、同じ宛先ネットワークに到達する方法として、複数のネクスト ホップと複数のルートが存在するケースについて説明します。

1. 次のルーティング テーブルの例を見ると、宛先IPアドレス 192.168.254.253 への到達方法として、3つの異なるルートと3つの異なるネクスト ホップが存在することがわかります。
   ```
   Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.150.3/32 adjacency
   Cat6k> (enable)
   ```
2. 次の手順で、3つのネクスト ホップについて、それぞれARPエントリを確認します。宛先のCEFテーブルを確認します。この宛先について、MSFC 2のCEFテーブルに3つの異なるエントリがあることがわかります。 IOS CEF は、異なるルートを使用した負荷分散をサポートしています。
   ```
   cat6k-MSFC2# show ip cef 192.168.254.253
   192.168.254.253/32, version 64, per-destination sharing
   0 packets, 0 bytes
   via 192.168.222.6, POS8/2, 0 dependencies
   traffic share 1
   next-hop 192.168.222.6, POS8/2
   valid adjacency
   via 192.168.222.2, VLAN 222, 0 dependencies
   traffic share 1
   next-hop 192.168.222.2, VLAN 222
   valid adjacency
   via 192.168.199.2, VLAN 199, 0 dependencies
   traffic share 1
   next-hop 192.168.199.2, VLAN 199
   valid adjacency
   0 packets, 0 bytes switched through the prefix
   ```
   MSFC 2の隣接テーブルで、3つの隣接関係を確認します。これらは、上記の手順 2 の ARP エントリと一致する必要があります。
3. 同じ宛先について、3つの異なるFIBエントリが挿入されています。PFC 2のハードウェアCEFは、1つの宛先について最大6つの異なるルートに負荷を分散させることができます。各ネクスト ホップのウェイトは、Weightフィールドで確認できます。 PFC 2がサポートしているのはフロー単位の負荷分散だけです。 パケット単位の負荷分散はサポートされません。
   ```
   Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.254.253/32
   Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask  NextHop-IP      Weight
   --- --------- --------------- ----------------  --------------- ------
   15  resolved  192.168.254.253 255.255.255.255   point2point        1

   192.168.222.2      1
   ```

```
192.168.199.2      1
```

4. 次のコマンドを入力して、宛先エントリの隣接関係を確認します。

```
cat6k> (enable) show mls entry cef ip 192.168.254.253/32 adjacency
Mod : 15
Destination-IP : 192.168.254.253 Destination-Mask : 255.255.255.255
FIB-Type : resolved
AdjType  NextHop-IP      NextHop-Mac       VLAN Encp TX-Packets TX-Octets
-------- --------------- ----------------- ---- ---- ------------ ------------
connect  point2point     00-00-08-00-04-00 1025 ARPA  0 0
connect  192.168.222.2 00-90-21-41-c4-07  222 ARPA 0       0
connect  192.168.199.2   00-90-21-41-c4-17  199 ARPA            0       0
```

# ケーススタディ 4 : デフォルト ルーティング

ルーティング テーブルの内容によらず、Sup 2には、他のどのエントリとも一致しないパケットを転送するためのFIBエントリが必ず存在します。 このエントリは、次のコマンドで確認できます。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 0.0.0.0/0
Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask NextHop-IP Weight
--- --------- --------------- ---------------- --------------- ------
15  default   0.0.0.0         0.0.0.0          192.168.98.2        1
```

これは、マスク長が 0 の唯一のエントリです。 このデフォルト設定には、2 つのタイプがあります。これについては、以下のセクション「MSFC 2 ルーティング テーブルにデフォルト ルートがある場合」と「ルーティング テーブルにデフォルト ルートがない場合」で説明されています。

## MSFC 2 ルーティング テーブルにデフォルト ルートがある場合

最初に、MSFC 2のルーティング テーブルにデフォルト ルートが存在するかどうかを確認します。 宛先0.0.0.0のルートを表示するか、またはルーティング テーブル全体を確認します。 デフォルト ルートには、アスタリスク (*)が付いています。 （また、太字でも表示されています）。

```
Cat6k-MSFC2# show ip route 0.0.0.0
Routing entry for 0.0.0.0/0, supernet
Known via "rip", distance 120, metric 1, candidate default path
Redistributing via rip
Last update from 192.168.98.2 on VLAN 98, 00:00:14 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 192.168.98.2, from 192.168.98.2, 00:00:14 ago, via VLAN 98
Route metric is 1, traffic share count is 1
Cat6k-MSFC2#sh ip ro | include 0.0.0.0
R* 0.0.0.0/0 [120/1] via 192.168.98.2, 00:00:22, VLAN 98
```

この例では、MSFC 2ルーティング テーブルにデフォルト ルートが存在します。このルートはRouting Information Protocol (RIP)経由で学習されたものです。 ただし、デフォルト ルートが何によって得られたか（スタティック、OSPF、RIPなど）に関係なく、CEFの動作は同じです。

この場合にはデフォルト ルートが存在するので、マスク長 0 で FIB-Type が default である CEF エントリが必ず存在し、他のどのプレフィクスとも一致しないすべてのトラフィックの転送に使用されます。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 0.0.0.0/0
Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask NextHop-IP      Weight
```

```
--- --------- --------------- ---------------- --------------- ------
15  default 0.0.0.0         0.0.0.0          192.168.98.2         1
Cat6k< (enable) show mls entry cef ip 0.0.0.0/0 adjacency
Mod : 15
Destination-IP : 0.0.0.0 Destination-Mask : 0.0.0.0
FIB-Type : default
AdjType  NextHop-IP      NextHop-Mac       VLAN Encp TX-Packets   TX-Octets
-------- --------------- ----------------- ---- ---- ------------ -------------
connect  192.168.98.2     00-90-21-41-c5-57  98 ARPA    10433743     3052325803
```

各パケットは、最大長のFIBから順番に照合されます。したがってデフォルトのFIBは、他のどのエントリとも一致しなかったパケットに対してのみ適用されます。

## ルーティング テーブルにデフォルト ルートがない場合

```
Cat6k-MSFC2# show ip route 0.0.0.0
% Network not in table
```

ルーティング テーブルにデフォルト ルートがない場合でも、Sup 2 にマスク長 0 の FIB エントリがあります。 ただし、このエントリの FIB-Type は ワイルドカードです。 ワイルドカードのFIB-Typeは、ヒットしたすべてのパケット、すなわち、FIBの他のどのエントリとも一致しないすべてのパケットを廃棄します。 デフォルト ルートが存在しない場合、これらのパケットは廃棄したほうが便利です。 いずれにしても廃棄されるので、これらのパケットをMSFC 2に転送する必要はないからです。 ワイルドカードFIBを使用することによって、ハードウェアで不要なパケットを確実に廃棄することができます。

```
Cat6k> (enable) show mls entry cef ip 0.0.0.0/0
Mod FIB-Type  Destination-IP  Destination-Mask NextHop-IP      Weight
--- --------- --------------- ---------------- --------------- ------
15  wildcard  0.0.0.0         0.0.0.0
```

**注:** ただし、FIB テーブルが満杯の場合には、ワイルドカード エントリは一致したパケットをドロップせずに MSFC 2 に転送します。 すなわち、FIBに256K以上のプレフィクスが存在し、FIBにすべてのルーティング テーブルとARP隣接関係を保管できない場合です。 このような状況では、デフォルトでパケットをMSFC 2に転送する必要があります。MSFC 2に、FIBに保管できなかったルーティング エントリが設定されているからです。

# その他のトラブルシューティングのためのヒントおよび既知の問題

## show mls cef mac コマンドの使用

Sup 2は、受信したパケットの宛先MACアドレスがMSFC 2 MACアドレスの1つと一致している場合に限り、潜在的にL3パケットであるとみなします。 Sup 2が認識するアドレスは、次のコマンドによって確認できます。

```
Cat6k> (enable) show mls cef mac
Module 15 : Physical MAC-Address  00-d0-00-3f-8b-fc
VLAN Virtual MAC-Address(es)
---- ----------------------
10   00-00-0c-07-ac-0a
100  00-00-0c-07-ac-64
Module 15 is the designated MSFC for installing CEF entries
```

MSFC 2の物理 MAC アドレスが表示されます。 ( MSFC 2 のインターフェイスはすべて同じ

MAC アドレスを使用します。 異なるインターフェイスに異なる MAC アドレスを設定することはできません ）。 このMACアドレスは、MSFC 2上のアドレスと一致している必要があります。

```
Cat6k-MSFC2# show interface
VLAN1 is up, line protocol is up
Hardware is Cat6k RP Virtual Ethernet, address is 00d0.003f.8bfc (bia 00d0.003f.8bfc)
?..
```

**show mls cef mac** コマンドでは、MSFC がアクティブである Hot Standby Router Protocol ( HSRP ) グループにリンクしている MAC アドレスも、すべて表示されます。 上記の **show mls cef mac** コマンドの出力は、VLAN 10 および VLAN 100 の MSFC で HSRP がアクティブであることを意味しています。 MSFC 2上で次のコマンドを入力すると、この情報が正しいかどうかを確認できます。

```
Cat6k-MSFC2# show standby brief
P indicates configured to preempt.
|
Interface   Grp Prio P State    Active addr     Standby addr    Group addr
Vl10        10  200  P Active   local           192.168.10.2    192.168.10.254
Vl11        11  100  P Standby  192.168.11.1    local           192.168.11.254
Vl98        98  200    Standby  192.168.98.2    local           192.168.98.5
Vl99        99  200    Standby  192.168.99.2    local           192.168.99.5
Vl100       100 200  P Active   local           192.168.100.2   192.168.100.254
Vl101       101 100  P Standby  192.168.101.2   local           192.168.101.254
```

状態が Active に設定されているのは、VLAN 10 と VLAN 100 だけです。 他の設定済み HSRP グループの状態はすべて Standby です。 何らかの理由で別の VLAN が Active 状態に変更された場合、**show mls cef mac** コマンドにその VLAN がアクティブではないことが反映される必要があります。

**show mls cef mac** コマンドの出力と実際の設定が異なる場合には、次のコマンドを入力すると、**show mls cef mac** コマンド リストに追加された、またはリストから削除された MAC アドレスの詳細情報が表示されます。

```
Cat6k-MSFC2#Cat6k> (enable) show mls rlog l2
SWLOG at 82a7f410: magic 1008, size 51200, cur 82a81ca4, end 82a8bc20
Current time is: 12/28/01,17:09:15
1781 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_cfg: router_add_mac_to_earl 00-d0-00-3f-8b-
 fcadded for mod 15/1 VLAN 99 Earl AL =0
1780 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_Cfg: process add(3) router intf for mNo 15/1
 VLAN 99
1779 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_cfg: router_add_mac_to_earl 00-d0-00-3f-8b-
 fcadded for mod 15/1 VLAN 99 Earl AL =0
1778 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_Cfg: process add(3) router intf for mNo 15/1
 VLAN 99
1777 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_cfg: router_add_mac_to_earl 00-d0-00-3f-8b-
 fcadded for mod 15/1 VLAN 99 Earl AL =0
1776 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_Cfg: Process add mls entry for mod 15/1
 VLAN 99 i/f 1, proto 3, LC 0
1775 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_cfg: router_add_mac_to_earl 00-d0-00-3f-8b-
 fcadded for mod 15/1 VLAN 99 Earl AL =0
1774 12/28/01,11:40:05:(RouterConfig)Router_Cfg: Process add mls entry for mod 15/1
 VLAN 99 i/f 1, proto 2, LC 0
```

このコマンドでは、**show mls cef mac** コマンド テーブルで MAC アドレスを追加または削除するごとにメッセージが表示されます。

## シャドウ TCAM

この資料には、Sup 2 の **show mls entry cef** コマンド テーブルの確認手順が記載されています。 このコマンドは、PFC 2 の実際の特定用途向け集積回路（ASIC）プログラミングを表示するわけではありません。 表示されるのは、ASIC設定のシャドウ コピーだけです。 実際のハードウェア設定がシャドウTCAMの表示内容に反映されていない場合、一部のパケットが不正なネクスト ホップに転送されることがあります。 XXX

### デフォルト ルーティングの問題

旧バージョンのソフトウェアで、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) または OSPFで、デフォルト ルートへの転送が正常に動作しないという問題が見つかっています。 XXX

## 関連情報

- MSFC を使用する Catalyst 6000 スイッチの IP MLS の設定とトラブルシューティング
- LAN 製品に関するサポート ページ
- LAN スイッチングに関するサポート ページ
- ツールおよびユーティリティ
- テクニカルサポート - Cisco Systems