

mVPNに非セグメント化グローバルテーブルマルチキャスト(GTM)を使用

内容

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景説明](#)

[アーキテクチャ](#)

[RFC 6513/6514の変更点](#)

[設定の変更](#)

[ルートアドバタイズメント](#)

[例](#)

[例1：プロファイル12：デフォルトMDT - mLDP - P2MP - BGP-AD - BGP C-mcastシグナリング](#)

[コンフィギュレーション](#)

[トラブルシューティング](#)

[入力ポータルータ](#)

[出力ポータルータ](#)

[例2：プロファイル20のデフォルトMDT - P2MP-TE - BGP-AD - PIM - C-mcastシグナリング](#)

[コンフィギュレーション](#)

[トラブルシューティング](#)

[入力ポータルータ](#)

[出力ポータルータ](#)

[例3：例1と同様に、PEとポータルータ間にiBGPがある](#)

[例4：シームレスなMPLS](#)

概要

このドキュメントでは、mVPN用のGlobal Table Multicast(GTM)非セグメント化について説明します。

前提条件

要件

このドキュメントに特有の要件はありません。

使用するコンポーネント

このドキュメントの内容は、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。

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、初期（デフォルト）設定の状態から起動しています。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

背景説明

NG mVPN(RFC 6513/6514)には多くのプロファイルがあります。ほとんどのプロファイルは、PEルータにVirtual Private Network (VPN; バーチャルプライベートネットワーク) またはVirtual Routing/Forwarding (VRF; バーチャルルーティング/転送) を備えています。一部のプロファイル(プロファイル7およびグローバルなコンテキスト)に存在します。すでにグローバルであるこれらのプロファイルについては、BGP自動検出(AD)がGTMに導入されています。VRFコンテキスト内のプロファイルについては、マルチキャスト配信ツリー(MDT)を使用してグローバルコンテキストでプロファイルを使用できます。これらはすべて、セグメント化されていないGTMモデルです。セグメント化されていないGTMで使用される手順は、IETFドラフトのdraft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcastで説明されています。

[RFC 7524](#)とドラフトのdraft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcast([RFC 7716](#))では、GTM送信元アドレスがBGPユニキャストルート(アドレスファミリipv4ユニキャストまたはアドレスファミリipv4マルチキャスト)を介して到達可能であることが必要です。

ドラフトdraft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcastがRFC 7524よりも優れている点は、通常のNG mVPN(RFC 6514)で使用される手順と同じものが維持されることです。

GTMを使用すると、mVPNを非セグメント化またはセグメント化できます。

アーキテクチャ

この記事では、境界ルータという用語は、ネットワークの2つのセグメントを接続するABR、ASBR、または集約ルータに使用されます。通常、ABRはシームレスMPLSネットワークにあります。ASBRは、Inter-AS MPLS VPNが使用される場合に使用されます。また、アグリゲーションルータは、GTMオーバーレイ非セグメント化ルータがコアネットワークの2つの部分を接続し、一方の部分が異なるマルチキャストコアツリープロトコルを実行する場合に使用されます。たとえば、集約ルータはコアネットワークのPIM部分とコアネットワークのmLDP部分を接続できます。

いずれのモデルでも、SAFI 2を使用できます。SAFI 2はSAFI 1とは異なるトポロジを持つことができるという利点があります。したがって、マルチキャストのRPFは、ユニキャスト転送を変更することなく変更できます。

境界ルータは、デュアルカプセル化をサポートしていません。つまり、ルータは2つのプロトコルまたはモードのコアツリープロトコルで同時にマルチキャストを転送できません。これは通常、あるコアツリーから別のコアツリーに移行するときに使用できます。移行中、入力PEは両方のコアツリーに転送されます。これは境界ルータでは不可能です。

GTMアーキテクチャは、セグメント化されていないGTMとセグメント化されたGTMをサポートします。このドキュメントでは、セグメント化されていないGTMについてのみ説明します。

GTM非セグメント化オーバーレイの手順は、draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcastで説明されている手順です。RFC 6513/6514と同じ手順に従いますが、いくつかの変更があります。

RFC 6513/6514の変更点

GTMでは、次のポイントが適用されます。これらの一部はRFC 6513/6514と同じですが、一部は異なります。

- Single Forwarding Selection(SFS)はサポートされていません。
- AF IPv6がサポートされています。
- C-PIMおよびC-BGPシグナリングがサポートされています。
- エッジに面するPEルータのインターフェイスにはVRFがありません。これらのインターフェイスは現在グローバルです。これらのルータは、draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcastではプロトコル境界ルータ(PBR)と呼ばれます。これらのルータは、LSMコアツリープロトコルとPIM間のインターフェイスとして機能します。これらのルータを境界ルータと呼びます。
- コアネットワークは、ラベルスイッチドマルチキャスト(LSM)コアツリープロトコルを実行します。
- mLDP、P2MP TE (スタティックおよびダイナミック)、およびIRがサポートされています。
- デフォルト、パーティション、およびデータMDTがサポートされています
- GTMにはVPNv4/6プレフィックスがないため、VRF Route-Import ECおよびSource-AS ECはIPv4ユニキャスト(SAFI 1)またはマルチキャスト(SAFI 2)プレフィックスにアタッチされます。

ルートタイプ1、3、および5にはRTがあります。Cisco IOS® XRでは、ドラフトに従ってGTMが必要とされていないにもかかわらず、これらのRTがGTMに存在する必要があります。GTMを使用するには、BGPでRTを設定する必要があります。これらのRTは、通常のmVPNのVRFで使用されるRTと似ていますが、現在はグローバルコンテキストに適用されます。

ルートタイプ4、6、および7は、アップストリームPEルータを識別するRTを伝送します。グローバル管理者フィールドは、アップストリームPEのIPアドレスです。GTMのローカル管理者フィールドは0に設定されます (非GTMまたは通常のmVPNでVRFを識別します)。

PEルータは、Label Switched Multicast (LSM ; ラベルスイッチドマルチキャスト) コアツリープロトコル(mLDP、P2MP Traffic Engineering、Ingress Replication(IR))とPIMの間を相互接続するルータになります。したがって、LSMを実行するコアネットワークの一部があり、PIMを実行するコアネットワークの一部があります。ネットワークのLSM部分とネットワークのPIM部分の間のインターフェイスとして機能するコアルータ (境界ルータ) を呼び出します。次の例では、C-PEルータ (コア用C) と呼ばれることがあります。

これらの境界ルータは、GTMに必要な設定を持つルータです。他のルータはいずれもGTM対応ではありません。

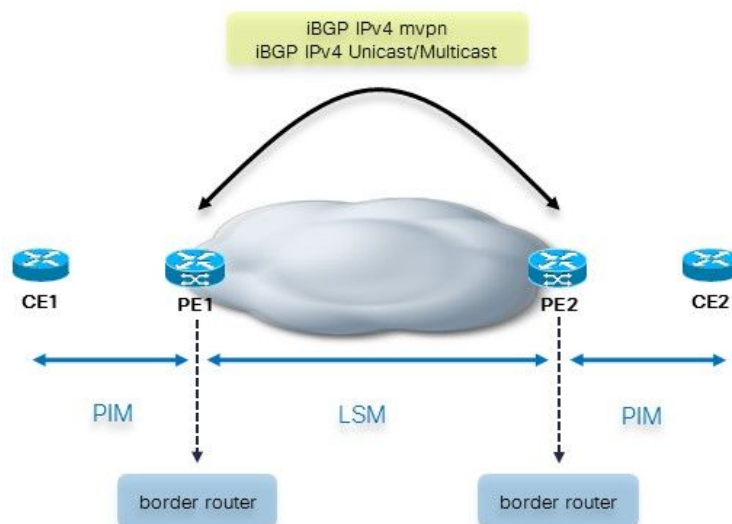
GTMの設定は、通常のmVPNプロファイルに必要な設定に似ています。エッジに向かうインター

フェイスがVRF内に存在しないだけです。

VRFが存在しないため、通常のルート識別子はありません。通常のルート識別子(RD)は存在しませんが、RDはBGPを使用したシグナリングに使用されるため、GTMのシグナリングには、すべてゼロのRDとオール1のRDが使用されます。この機能を使用するには、BGPコマンドglobal-table-multicastを設定する必要があります。

GTMでは、ユニキャストルートはVPNv4/6にはありません。したがって、ユニキャスト到達可能性は、AF IPv4またはAF IPv6およびSAFI 1またはSAFI 2のBGPで提供される必要があります。つまり、BGPは引き続き境界ルータ (VRFのないPEルータ) 間で使用する必要があります。図1を参照してください。

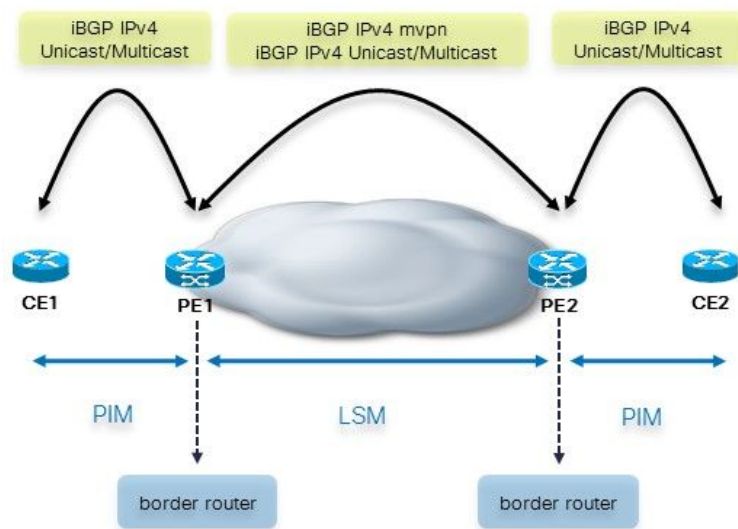
画像 1



境界ルータとCEルータの間にBGPはありません。境界ルータは、iBGPのルートを他の境界ルータにアドバタイズするときに、マルチキャスト属性を追加します。

CEルータとPEルータの間にBGPが存在する可能性があることに注意することが重要です。図2を参照してください。

画像 2



この場合、PEルータは、eBGPからiBGPにユニキャストルートを他のPEルータに転送するとき、マルチキャストアトリビュートを追加します。CEがすでにマルチキャスト属性を持つユニキャストルートでPEルータにアドバタイズしている場合、PEルータはマルチキャスト属性をそのまま保持し、ユニキャストルートで他のPEルータに転送します。デフォルトでは、eBGPセッションの場合、マルチキャストアトリビュートは削除されます。したがって、PEルートがiBGPからeBGPへのユニキャストルートでCEルートにアドバタイズする場合、マルチキャストアトリビュートはありません。

PEルータは、iBGPを介してユニキャストプレフィックスをアドバタイズすると、拡張コミュニティ(EC)VRFルートインポート(VRF-RI)とECソースASを付加します。他のPEルータは、これらのルートをeBGPで伝搬する前に、これらのルートを取り除きます。

eBGPセッションが2つのASBR間にある場合、Inter-AS MPLS VPNとInter-AS mVPNが存在します。この場合、マルチキャスト属性を保持できます。デフォルトの動作ではeBGPセッションでこれらを削除するため、2つのASBR間のeBGPセッションでコマンドsend-multicast-attributesを設定する必要があります。

RRがある場合は、iBGPからiBGPへの伝搬が可能です。これは、シームレスMPLSのインラインABR (next-hop-selfがある) の場合です。デフォルトの動作ではiBGPセッションのマルチキャスト属性を保持するため、インラインABRではこれらを削除するためにsend-multicast-attributes-disableコマンドを使用する必要があります。

設定の変更

ルータBGPのアドレスファミリ(AF)ipv4 mVPNでglobal-table-multicastを設定する必要があります。これにより、すべて0のRDとすべて1のRDの動作が可能になります。

グローバルコンテキストで、AF ipv4のマルチキャストルーティングの下に *import-rt* と *export-rt* を設定する必要があります。これは、GTMにはVRFがないため、VRF用に設定されたRTがなくなるためです。これらのRTは、通常のmVPNに使用されるRTと重複してはなりません。

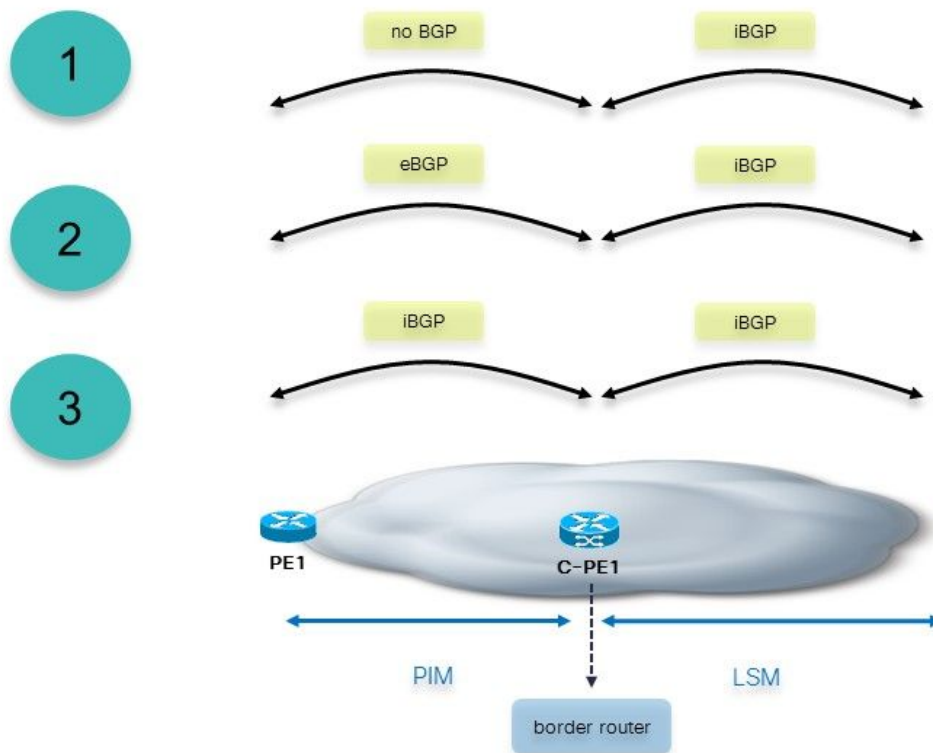
ルータのpimコマンド (*rpf topology* および *mdt* コマンド) がグローバルコンテキストで設定されるようになりました。

マルチキャストルーティングコマンド (*bgp auto-discovery* および *mdt* コマンド) がグローバルコンテキストで設定されるようになりました。

ルート アドバタイズメント

境界ルータ間には、送信元プレフィックスをアドバタイズするiBGPがあります。入力ボーダルータはどのように送信元プレフィックスを学習できますか。3つの方法があります。

図3に、考えられる3つのシナリオを示します。



画像 3

1. 境界ルータは、非BGPプレフィックスとしてPEからプレフィックスを受信しました。境界ルータは、これらのプレフィックスをBGPに再配布する必要があります。この境界ルータは、マルチキャスト属性を追加します。
2. ボーダルータには、PEルータへのeBGPセッションがあります。境界ルータは、プレフィックスをiBGP経由で他の境界ルータに伝搬する前に、マルチキャスト属性を追加します。eBGPセッションを介して受信したプレフィックスにすでにマルチキャスト属性がある場合は、そのまま維持され、転送されます。境界ルータは上書きしません。

- 入力ボーダルータは、送信元プレフィックスをiBGPから学習します。この場合、入力ボーダルータはRRです。このシナリオは、境界ルータがABRであるシームレスMPLSで使用されます。

境界ルータは、別の境界ルータから受信したiBGPプレフィックスをアドバタイズすると、プレフィックスをPEルータに送信する前にマルチキャストアトリビュートを削除します。これを行うには、境界ルータのルータBGPでsend-multicast-attributes disableコマンドを設定する必要があります。

例

次に例をいくつか示します。最初の例では、プロファイル12をGTM展開に変換することから始めます。

例1：プロファイル12：デフォルトMDT - mLDP - P2MP - BGP-AD - BGP C-multicastシグナリング

図4に、このネットワークを示します。CEルータに向かうPEルータにはVRFがありません。

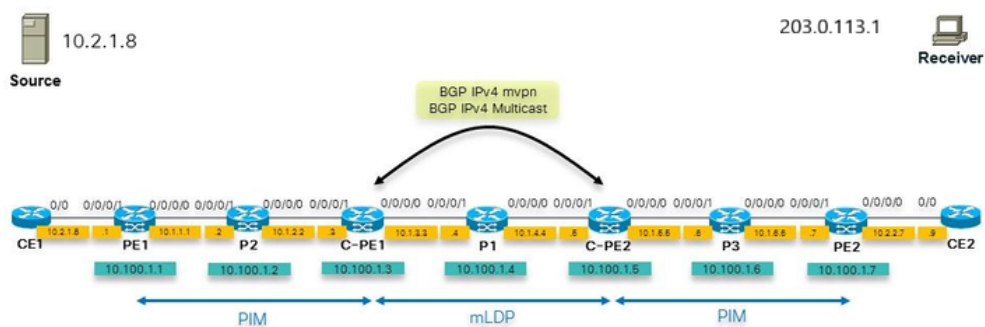


図 4

内部コアネットワークではmLDPが実行されることに注意してください。外部コアネットワークはPIMを実行します。したがって、PIMをmLDPコアに接続する境界ルータは、PIMをmLDPに変換し、その逆も行う必要があります。

送信元は、境界ルータであるルータC-PE2上のIGPルートとして学習できません。IGPはISISです。この場合、境界ルータのRPFはISISルートを使用し、P1を指します。この場合、PIMネイバーシップがないため、RPFは失敗します。C-PE2ルータに10.2.1.8のRPFを設定し、MDTをRPFインターフェイスとしてポイントさせる場合。これは、mLDP、P2MP、またはIRに基づくMDTです。

解決策は、SAFI 2を使用することです。これは、BGPで送信元がAFI 2ルートとして学習されるように使用されます。したがって、境界ルータ(C-PE2)には、BGP SAFI 2ルートとして送信元(show route ipv4 multicast)があります。送信元のRPFはMDTインターフェイスを指します。

SAFI 2を使用するとRPFが変更され、すべてのソースのRPFでSAFI 2が使用されるようになりました。つまり、グローバル内のすべてのソースのRPFはSAFI 2を使用し、これにはVPNサービスなどの入力PEのRPFが含まれます。SAFI 2を有効にすると、すべてのRPFはSAFI 2を介してのみ発生します。送信元のみがSAFI 2にあるため、入力PEルータのRPFに障害が発生します。この機能を有効にするには、ルータribで**rump always-replicate**コマンドを設定します。globalの送信元プレフィックスに対してはRPFだけが、PEルータに対してはRPFだけが機能する必要があるため、rump always-replicateコマンドに対してアクセスリストを設定し、access-listにはglobalの送信元PEルータと入力PEルータだけを指定できます。この方法で、境界ルータがすでにSAFI 1に対してBGPを実行していて、このSAFI 1が多数のプレフィックスを伝送した場合、これらのプレフィックスがすべてSAFI 2 RIBに再配布されず、メモリが不必要に使用されます。

または、ルータBGPでaddress-family ipv4マルチキャスト用にdistance bgp 20 20 20を設定できます。これにより、グローバルの送信元もIGPのAFI 2を通じて学習される場合、iBGPの距離はIGPの距離より短いため、BGPで学習された送信元が優先されるようになります。

コンフィギュレーション

これは境界ルータの設定です。

```
hostname C-PE1

router rib
  address-family ipv4
  rump always-replicate
  !
route-policy global-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!
route-policy sources-in-ISIS
  if destination in (10.2.1.0/24) then
    pass
  endif
end-policy

!
router isis 1
  is-type level-1
  net 49.0001.0000.0000.0003.00
  address-family ipv4 unicast
  metric-style wide
  mpls traffic-eng level-1
  mpls traffic-eng router-id Loopback0
  !
  interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
  !
  address-family ipv4 multicast
  !
  !
```



```

interface GigabitEthernet0/0/0/0
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
!
router bgp 1
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
redistribute connected route-policy loopback
redistribute isis 1 route-policy sources-in-ISIS
!
address-family ipv4 mvpn
global-table-multicast
!
neighbor 10.100.1.5
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 multicast
next-hop-self
!
address-family ipv4 mvpn
!
!
mpls ldp
mldp
address-family ipv4
rib unicast-always
!
!
router-id 10.100.1.3
address-family ipv4
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0
address-family ipv4
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
address-family ipv4
!
!
!
multicast-routing
address-family ipv4
interface Loopback0
enable
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
enable
!
!
mdt source Loopback0
export-rt 1:1
import-rt 1:1
bgp auto-discovery mldp
!
mdt default mldp p2mp

```

```
mdt data mldp 10 immediate-switch
!  
!  
router pim  
address-family ipv4  
rpf topology route-policy global-one  
mdt c-multicast-routing bgp  
interface Loopback0  
enable  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/1  
!  
!  
!
```

注:mLDPを使用したGTMの代わりに、グローバルインバンドmLDPを実行できます。これを行わない理由は、オーバーレイシグナリングプロトコルとしてBGPを使用するか、またはフローの集約にデフォルトMDTを使用することです。GTMモデルでは、デフォルトMDTとデータMDTを使用できますが、グローバルインバンドmLDPでは、mLDP状態ごとに1つのマルチキャストフローがあります。また、GTMではスパスモードのサポートが非常に簡単ですが、インバンドmLDPでは制限 (RPの配置など) があります。スパスモードは、オーバーレイシグナリングプロトコルとしてPIMで最も簡単にサポートされます。

次の設定を境界ルータで行う必要があります。

- AF ipv4 mvpnで設定されたBGP
- BGP AD有効
- 指定されたMDT
- ルータbgpで設定されたimport-rtおよびexport-rt
- router bgp AF ipv4/6 mvpnで設定されたglobal-table-multicast

オプションで、ルータBGPでSAFI 2を有効にする必要があります

トラブルシューティング

- 最初に、境界ルートにはルートタイプ1ルートが存在する必要があります。
- 内部コアのコアツリーを確認します。ここでは、mLDPです。mLDPシグナリングは正常ですか。デフォルトMDTおよび可能なデータMDTのmLDPデータベースエントリを確認します。
- BGPでソースルートをチェックします。
- 出力ポータルルータのRPFをチェックします。
- 境界ルータのBGP (ルートタイプ6および7) でCマルチキャストシグナリングをチェックします。

入力ポータルルータ

入力ポータルルータの出カインターフェイスはLmdtインターフェイスです。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mrib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Routing Information Base
```

Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN

Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface

(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.1.2.2 Flags: RPF

Up: 00:08:58

Incoming Interface List

GigabitEthernet0/0/0/1 Flags: A, Up: 00:08:58

Outgoing Interface List

Lmtdefault Flags: F LMI MA, Up: 00:08:58

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mfib route 203.0.113.1 10.2.1.8

IP Multicast Forwarding Information Base

Entry flags: C - Directly-Connected Check, S - Signal, D - Drop,
IA - Inherit Accept, IF - Inherit From, EID - Encap ID,
ME - MDT Encap, MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed,
MH - MDT interface handle, CD - Conditional Decap,
DT - MDT Decap True, EX - Extranet, RPFID - RPF ID Set,
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, X - VXLAN

Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
EG - Egress, EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept

Forwarding/Replication Counts: Packets in/Packets out/Bytes out

Failure Counts: RPF / TTL / Empty Olist / Encap RL / Other

(10.2.1.8,203.0.113.1), Flags:

Up: 01:47:24

Last Used: 00:00:00

SW Forwarding Counts: 1197/1197/239400

SW Replication Counts: 1197/0/0

SW Failure Counts: 0/0/0/0/0

Lmtdefault Flags: F LMI, Up:01:47:24

GigabitEthernet0/0/0/1 Flags: A, Up:01:47:24

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show route ipv4 multicast

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, (>) - Diversion path
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - ISIS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, su - IS-IS summary null, * - candidate default
U - per-user static route, o - ODR, L - local, G - DAGR, l - LISP
A - access/subscriber, a - Application route
M - mobile route, r - RPL, (!) - FRR Backup path

Gateway of last resort is not set

i L1 10.1.1.0/24 [255/20] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1

```

C    10.1.2.0/24 is directly connected, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
L    10.1.2.3/32 is directly connected, 3d19h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.1.3.0/24 [115/20] via 10.1.3.4, 3d13h, GigabitEthernet0/0/0/0
L    10.1.3.3/32 is directly connected, 3d19h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.1.4.0/24 [115/20] via 10.1.3.4, 3d13h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.1.5.0/24 [115/30] via 10.1.3.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.1.6.0/24 [255/40] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.2.1.0/24 [255/30] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.2.2.0/24 [255/50] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.1/32 [255/30] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.100.1.2/32 [255/20] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
L    10.100.1.3/32 is directly connected, 1d21h, Loopback0
i L1 10.100.1.4/32 [115/20] via 10.1.3.4, 3d13h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.5/32 [115/30] via 10.1.3.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.6/32 [255/40] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.7/32 [255/50] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0

```

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show pim rpf 10.2.1.8
```

```
Table: IPv4-Multicast-default
```

```
* 10.2.1.8/32 [255/30]
  via GigabitEthernet0/0/0/1 with rpf neighbor 10.1.2.2
```

出力ポータルータ

ソースルートの場合、VRF Route-Import ECとSource-AS ECはIPv4ユニキャストまたはマルチキャストプレフィックスにアタッチされます。これはIPv4マルチキャストルートです。

```

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 multicast 10.2.1.0/24
BGP routing table entry for 10.2.1.0/24
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          32        32
Last Modified: Sep 12 08:34:56.441 for 15:09:58
Paths: (1 available, best #1)
  Not advertised to any peer
  Path #1: Received by speaker 0
  Not advertised to any peer
Local
  10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
  Origin incomplete, metric 30, localpref 100, valid, internal, best, group-best
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 32
  Extended community: VRF Route Import:10.100.1.3:0 Source AS:1:0

```

注：何らかの理由でVRF RI ECと送信元AS ECが存在しない場合、出力ポータルータのRPFは失敗します。

ルートに次のECがない場合の例を示します。

```

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 multicast 10.2.1.0/24
BGP routing table entry for 10.2.1.0/24
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          277       277
Last Modified: Sep 13 04:08:37.441 for 00:00:02

```

```
Paths: (1 available, best #1)
Not advertised to any peer
Path #1: Received by speaker 0
Not advertised to any peer
Local
 10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.1)
  Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 277
  Originator: 10.100.1.1, Cluster list: 10.100.1.3
```

このため、RPFは失敗します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim rpf 10.2.1.8
```

```
Table: IPv4-Multicast-default
* 10.2.1.8/32 [200/30]
  via Null with rpf neighbor 0.0.0.0
```

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn
```

```
BGP router identifier 10.100.1.5, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0   RD version: 0
BGP main routing table version 56
BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
Global table multicast is enabled
BGP scan interval 60 secs
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
               i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
```

```
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 0:0:0					
*>i[1][10.100.1.3]/40	10.100.1.3		100	0	i
*> [1][10.100.1.5]/40	0.0.0.0			0	i
*>i[3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120					
	10.100.1.3		100	0	i
*> [7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184					
	0.0.0.0			0	i

```
Processed 4 prefixes, 4 paths
```

このコマンドは、キーワードrd all-zero-rdを使用して指定できます。次に、すべてゼロのRDを持つすべてのエントリが表示されます。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
```

```
BGP router identifier 10.100.1.5, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0   RD version: 0
BGP main routing table version 56
BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
Global table multicast is enabled
```

BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 0:0:0					
*>i[1][10.100.1.3]/40	10.100.1.3			100	0 i
*> [1][10.100.1.5]/40	0.0.0.0				0 i
*>i[3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120					
	10.100.1.3			100	0 i
*> [7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184					
	0.0.0.0				0 i

Processed 4 prefixes, 4 paths

タイプ1のルート :

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd [1][10.100.1.3]/40

BGP routing table entry for [1][10.100.1.3]/40, Route Distinguisher: 0:0:0

Versions:

Process	bRIB/RIB	SendTblVer
Speaker	43	43

Last Modified: Sep 8 07:42:43.786 for 1d17h

Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)

Not advertised to any peer

Path #1: Received by speaker 0

Not advertised to any peer

Local

10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)

Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported

Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 43

Community: no-export

Extended community: RT:1:1

PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID 0x060001040a640103000701000400000001

Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0

デコードされたPMSI:

PMSI : フラグ0x00、タイプ2、ラベル0、ID 0x060001040a640103000701000400000001

前のコマンドでデコードされたPMSIは次のとおりです。

The PMSI Tunnel Type is : 2 : mLDP P2MP LSP The PMSI Tunnel ID is : 0x060001040a640103000701000400000001 FEC
Element FEC Element Type : 6 : P2MP AF Type : 1 Address Length : 4 Root Node Address : 10.100.1.3 MP Opaque Length : 7
MP Opaque Value Element Opaque Type : 1 : LSP ID Global Opaque Length : 4 Global ID (Generic LSP Identifier) : 1

データMDTは、C-PE1からのルートタイプ3 ADルートによってシグナリングされます。

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd [3][32][10.2.1.8]
[32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120

BGP routing table entry for [3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120, Route
Distinguisher: 0:0:0

Versions:

```

Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          56        56
Last Modified:  Sep 10 00:51:52.786 for 00:04:57
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)
Not advertised to any peer
Path #1: Received by speaker 0
Not advertised to any peer
Local
 10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
  Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 56
  Community: no-export
  Extended community: RT:1:1
  PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID 0x060001040a640103000701000400000007
  Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0

```

デコードされたPMSIは、グローバルLSP IDが7であることを示します。次に、このデータMDTのmLDPデータベースエントリに使用されます。

PMSI : フラグ0x00、タイプ2、ラベル0、ID 0x060001040a640103000701000400000007

前のコマンドでデコードされたPMSIは次のとおりです。

```

The PMSI Tunnel Type is : 2 : mLDP P2MP LSP The PMSI Tunnel ID is : 0x060001040a640103000701000400000007 FEC
Element FEC Element Type : 6 : P2MP AF Type : 1 Address Length : 4 Root Node Address : 10.100.1.3 MP Opaque Length : 7
MP Opaque Value Element Opaque Type : 1 : LSP ID Global Opaque Length : 4 Global ID (Generic LSP Identifier) : 7

```

次のコマンドを使用すると、入力PEがデータMDTに関してアドバタイズする内容を確認できます。これはGTMであるため、次のコマンドにはVRFがないことに注意してください。

```

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim mdt mldp remote
Core          MDT          Cache Max DIP Local VRF Routes
Identifier    Source          Count Agg      Entry Using Cache
[global-id 7] 10.100.1.3     1      255 N      N      1

```

```

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim mdt mldp cache

```

```

Core Source    Cust (Source, Group)          Core Data          Expires
10.100.1.3     (10.2.1.8, 203.0.113.1)      [global-id 7]     never

```

ルートタイプ7にはPMSIが接続されていません。

```

RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
[7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184

```

```

BGP routing table entry for [7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184, Route
Distinguisher: 0:0:0

```

```

Versions:

```

```

Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          52        52
Last Modified:  Sep 10 00:51:51.786 for 00:07:37
Paths: (1 available, best #1)
Advertised to peers (in unique update groups):

```

```
10.100.1.3
Path #1: Received by speaker 0
Advertised to peers (in unique update groups):
 10.100.1.3
Local
 0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.5)
  Origin IGP, localpref 100, valid, redistributed, best, group-best, import-candidate
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 52
  Extended community: RT:10.100.1.3:0
```

RTは、アップストリームPEルータを識別します。グローバル管理者フィールドは、アップストリームPEのIPアドレスです。GTMのローカル管理者フィールドは0に設定されています。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mrib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
  C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
  IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
  MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
  CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
  MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
  MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
  NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
  II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
  LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
  EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
  EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
  MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
  IRMI - IR MDT Interface
```

```
(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.100.1.3 Flags: RPF
Up: 00:52:34
Incoming Interface List
  Lmdtdefault Flags: A LMI, Up: 00:52:34
Outgoing Interface List
  GigabitEthernet0/0/0/0 Flags: F NS, Up: 00:52:34
```

着信インターフェイスはLmdtインターフェイスである必要があります。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mfib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Forwarding Information Base
Entry flags: C - Directly-Connected Check, S - Signal, D - Drop,
  IA - Inherit Accept, IF - Inherit From, EID - Encap ID,
  ME - MDT Encap, MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed,
  MH - MDT interface handle, CD - Conditional Decap,
  DT - MDT Decap True, EX - Extranet, RPFID - RPF ID Set,
  MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
  NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
  EG - Egress, EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface,
  EX - Extranet, A2 - Secondary Accept
Forwarding/Replication Counts: Packets in/Packets out/Bytes out
Failure Counts: RPF / TTL / Empty Olist / Encap RL / Other
```

```
(10.2.1.8,203.0.113.1), Flags:
```



```
Up: 02:31:00
Last Used: never
SW Forwarding Counts: 0/2037/407400
SW Replication Counts: 0/2037/407400
SW Failure Counts: 0/0/0/0/0
Lmdtdefault Flags: A LMI, Up:02:31:00
GigabitEthernet0/0/0/0 Flags: NS EG, Up:02:31:00
```

SAFI 2ルートを確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show route ipv4 multicast
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, (>) - Diversion path
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - ISIS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, su - IS-IS summary null, * - candidate default
U - per-user static route, o - ODR, L - local, G - DAGR, l - LISP
A - access/subscriber, a - Application route
M - mobile route, r - RPL, (!) - FRR Backup path
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
i L1 10.1.2.0/24 [115/30] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.1.3.0/24 [115/20] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
C 10.1.4.0/24 is directly connected, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
L 10.1.4.5/32 is directly connected, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
C 10.1.5.0/24 is directly connected, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
L 10.1.5.5/32 is directly connected, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/0
B 10.2.1.0/24 [200/30] via 10.100.1.3, 1d17h
i L1 10.100.1.3/32 [115/30] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.100.1.4/32 [115/20] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
L 10.100.1.5/32 is directly connected, 1d21h, Loopback0
```

送信元のルートがSAFI 2 (AF IPv4マルチキャスト内) であることに注意してください。これは、RIB AF IPv4マルチキャスト内にあるためです。

ネクストホップはC-PE1のループバックである10.100.1.3であることに注意してください。これは、ルータにはルータBGPのAF ipv4マルチキャストの下にnext-hop-selfがあるためです。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 multicast 10.2.1.0/24
BGP routing table entry for 10.2.1.0/24
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          34        34
```

```
Last Modified: Sep  8 07:42:18.786 for 1d17h
```

```
Paths: (1 available, best #1)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Local
```

```
10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
```

```
Origin incomplete, metric 30, localpref 100, valid, internal, best, group-best
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 34
```

```
Extended community: VRF Route Import:10.100.1.3:0 Source AS:1:0
```

送信元のRPFは、Lmdtインターフェイスと、そのインターフェイスを経由するPIMネイバーを指します。RPFはIPv4マルチキャストテーブルで実行されます。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim rpf 10.2.1.8
```

```
Table: IPv4-Multicast-default
* 10.2.1.8/32 [200/30]
  via Lmdtdefault with rpf neighbor 10.100.1.3
```

入力ボーダルータがPEルータとして認識されていることを確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim pe
```

```
MVPN Provider Edge Router information
```

```
PE Address : 10.100.1.3 (0x1071da64)
RD: 0:0:0 (valid), RIB_HLI 0, RPF-ID 3, Remote RPF-ID 0, State: 1, S-PMSI: 2
PPMP_LABEL: 0, MS_PMSI_HLI: 0x00000, Bidir_PMSI_HLI: 0x00000, MLDP-added: [RD 0, ID 0, Bidir ID
0, Remote Bidir ID 0], Counts(SHR/SRC/DM/DEF-MD): 0, 1, 0, 0, Bidir: GRE RP Count 0, MPLS RP
Count 0RSVP-TE added: [Leg 0, Ctrl Leg 0, Part tail 0 Def Tail 0, IR added: [Def Leg 0, Ctrl Leg
0, Part Leg 0, Part tail 0, Part IR Tail Label 0
  bgp_i_pmsi: 1,0/0 , bgp_ms_pmsi/Leaf-ad: 0/0, bgp_bidir_pmsi: 0, remote_bgp_bidir_pmsi: 0,
PMSIs: I 0x106a2d50, 0x0, MS 0x0, Bidir Local: 0x0, Remote: 0x0, BSR/Leaf-ad 0x0/0, Autorp-
disc/Leaf-ad 0x0/0, Autorp-ann/Leaf-ad 0x0/0
  IIDs: I/6: 0x1/0x0, B/R: 0x0/0x0, MS: 0x0, B/A/A: 0x0/0x0/0x0

Bidir RPF-ID: 4, Remote Bidir RPF-ID: 0
I-PMSI: MLDP-P2MP, Opaque: [global-id 1] (0x106a2d50)
I-PMSI rem: (0x0)
MS-PMSI: (0x0)
Bidir-PMSI: (0x0)
Remote Bidir-PMSI: (0x0)
BSR-PMSI: (0x0)
A-Disc-PMSI: (0x0)
A-Ann-PMSI: (0x0)
RIB Dependency List: 0x1016446c
Bidir RIB Dependency List: 0x0
  Sources: 1, RPs: 0, Bidir RPs: 0
```

Inclusive PMSI(I-PMSI)が存在します。

mLDPデータベース内の2つの境界ルータ間でデフォルトMDTを形成する2つのP2MP mLDPエントリが表示されます。データMDTのルートとしてC-PE1を持つP2MP mLDPエントリも1つあります。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mpls mldp database brief
```

LSM ID	Type	Root	Up	Down	Decoded	Opaque	Value
0x00007	P2MP	10.100.1.3	1	1	[global-id 1]		
0x00008	P2MP	10.100.1.5	0	2	[global-id 1]		
0x0000B	P2MP	10.100.1.3	1	1	[global-id 7]		

例2：プロファイル20のデフォルトMDT - P2MP-TE - BGP-AD - PIM - C-mcastシグナリング

これは例1とよく似ています。これで、コアにP2MP TEが存在します。トンネルは自動トンネルとして設定されます。テールエンドルータはBGP ADを介して検出されます。例1のもう1つの違いは、オーバーレイプロトコルがPIMになったことです。図5を見てください。

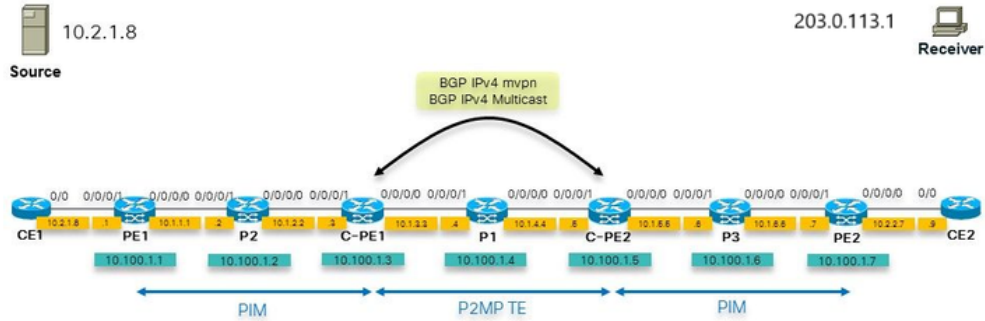


図 5

コンフィギュレーション

境界ルータの設定を次に示します。

```
hostname C-PE1
logging console debugging
router rib
  address-family ipv4
    rump always-replicate
  !
!
line default
  timestamp disable
  exec-timeout 0 0
!
ipv4 unnumbered mpls traffic-eng Loopback0
interface Loopback0
  ipv4 address 10.100.1.3 255.255.255.255
!
interface MgmtEth0/0/CPU0/0
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0
  ipv4 address 10.1.3.3 255.255.255.0
  load-interval 30
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
  ipv4 address 10.1.2.3 255.255.255.0
```

```
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/2  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/3  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/4  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/5  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/6  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/7  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/8  
  shutdown  
!  
route-policy loopback  
  if destination in (10.100.1.3/32) then  
    pass  
  endif  
end-policy  
!  
route-policy global-one  
  set core-tree p2mp-te-default  
end-policy  
!  
route-policy sources-in-ISIS  
  if destination in (10.2.1.0/24) then  
    pass  
  endif  
end-policy  
!  
router isis 1  
  is-type level-1  
  net 49.0001.0000.0000.0003.00  
  address-family ipv4 unicast  
metric-style wide  
  mpls traffic-eng level-1  
  mpls traffic-eng router-id Loopback0  
  !  
  interface Loopback0  
  address-family ipv4 unicast  
  !  
address-family ipv4 multicast  
  !  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0  
  address-family ipv4 unicast  
  !  
address-family ipv4 multicast  
  !  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/1  
  address-family ipv4 unicast  
  !  
address-family ipv4 multicast  
  !  
  !
```

```
!  
router bgp 1  
  address-family ipv4 unicast  
  !  
  address-family ipv4 multicast  
  redistribute connected route-policy loopback  
  redistribute ospf 1  
  redistribute isis 1 route-policy sources-in-ISIS  
  !  
  address-family ipv4 mvpn  
global-table-multicast  
  !  
  neighbor 10.100.1.5  
  remote-as 1  
  update-source Loopback0  
  address-family ipv4 multicast  
    next-hop-self  
  !  
  address-family ipv4 mvpn  
  !  
  !  
!  
mpls oam  
!  
rsvp  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0  
  bandwidth 1000000  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/1  
  bandwidth 1000000  
  !  
!  
mpls traffic-eng  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0  
  auto-tunnel backup  
  !  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/1  
  auto-tunnel backup  
  !  
  !  
  auto-tunnel p2mp  
  tunnel-id min 1000 max 2000  
  !  
!  
mpls ldp  
  log  
  neighbor  
  !  
  mldp  
  logging notifications  
  address-family ipv4  
    rib unicast-always  
  !  
  !  
  router-id 10.100.1.3  
  address-family ipv4  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0  
  address-family ipv4  
  !  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/1  
  address-family ipv4
```

```

!
!
!
multicast-routing
address-family ipv4
  interface Loopback0
    enable
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/1
    enable
  !
mdt source Loopback0
  export-rt 1:1
  import-rt 1:1
  bgp auto-discovery p2mp-te
  !
  mdt default p2mp-te
  mdt data p2mp-te 100 immediate-switch
  !
!
router pim
  address-family ipv4
rpf topology route-policy global-one
  interface Loopback0
    enable
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/1
  !
!
!
!

```

トラブルシューティング

入力ボーダルータ

RDの全ゼロが存在することを確認します。P2MP TEトンネルに基づいてP2MP TEを構築するには、ルートタイプ1ルートが存在する必要があります。

```

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
BGP router identifier 10.100.1.3, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0   RD version: 0
BGP main routing table version 140
BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
Global table multicast is enabled
BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
              i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
   Network          Next Hop              Metric LocPrf Weight Path
Route Distinguisher: 0:0:0
*> [1][10.100.1.3]/40 0.0.0.0                      0 i
*>i[1][10.100.1.5]/40 10.100.1.5                    100   0 i

Processed 2 prefixes, 2 paths

```

ルートタイプ1のルートを詳細に確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd [1][10.100.1.5]/40
```

```
BGP routing table entry for [1][10.100.1.5]/40, Route Distinguisher: 0:0:0
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          135      135
```

```
Last Modified: Sep 12 08:21:42.207 for 00:20:14
```

```
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGP peer)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Local
```

```
10.100.1.5 (metric 30) from 10.100.1.5 (10.100.1.5)
```

```
Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 135
```

```
Community: no-export
```

```
Extended community: RT:1:1
```

```
PMSI: flags 0x00, type 1, label 0, ID 0x000003e8000003e80a640105
```

```
Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0
```

MDTのデフォルトでPIMネイバーを確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show pim neighbor
```

```
PIM neighbors in VRF default
```

```
Flag: B - Bidir capable, P - Proxy capable, DR - Designated Router,
```

```
E - ECMP Redirect capable
```

```
* indicates the neighbor created for this router
```

Neighbor Address	Interface	Uptime	Expires	DR pri	Flags
10.1.2.2	GigabitEthernet0/0/0/1	6d02h	00:01:16	1	B
10.1.2.3*	GigabitEthernet0/0/0/1	6d02h	00:01:15	1 (DR)	B E
10.100.1.3*	Loopback0	6d02h	00:01:32	1 (DR)	B E
10.100.1.3*	Tmdtdefault	00:36:21	00:01:40	1	
10.100.1.5	Tmdtdefault	00:17:37	00:01:26	1 (DR)	

MRIBルートをチェックします。発信インターフェイスはTmdtである必要があります。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mrib route 203.0.113.1
```

```
IP Multicast Routing Information Base
```

```
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
```

```
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
```

```
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
```

```
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
```

```
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
```

```
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
```

```
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
```

```
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
```

```
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
```

```
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
```

```
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
```

```
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
```

EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface

```
(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.1.2.2 Flags: RPF
Up: 00:09:10
Incoming Interface List
  GigabitEthernet0/0/0/1 Flags: A, Up: 00:09:10
Outgoing Interface List
  Tmtddefault Flags: F NS TMI, Up: 00:09:10
```

境界ルータごとに、ヘッドエンドルータとしてP2MP TEトンネルが1つあることを確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mpls traffic-eng tunnels tabular
```

Tunnel Name	LSP ID	Destination Address	Source Address	State	FRR State	LSP Role	Path Prot
^tunnel-mte1001	10004	10.100.1.5	10.100.1.3	up	Inact	Head	
auto_C-PE2_mt1000	10005	10.100.1.3	10.100.1.5	up	Inact	Tail	

^ = automatically created P2MP tunnel

データMDTがトリガーされると、ルートタイプ3および4のルートが開始されます。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
```

```
BGP router identifier 10.100.1.3, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 0
BGP main routing table version 143
BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
Global table multicast is enabled
BGP scan interval 60 secs
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
               i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
```

```
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*> [1][10.100.1.3]/40	0.0.0.0			0	i
*>i[1][10.100.1.5]/40	10.100.1.5		100	0	i
*> [3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120	0.0.0.0			0	i
*>i[4][3][0:0:0][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3][10.100.1.5]/224	10.100.1.5		100	0	i

```
Processed 4 prefixes, 4 paths
```

ルートタイプ3は、データMDTが通知されたことを、すべてのテールエンドルータにアナウンスします。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
```



```
[3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120
```

```
BGP routing table entry for [3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120, Route Distinguisher: 0:0:0
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          141      141
```

```
Last Modified: Sep 12 08:46:17.207 for 00:00:41
```

```
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)
```

```
Advertised to peers (in unique update groups):
```

```
10.100.1.5
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Advertised to peers (in unique update groups):
```

```
10.100.1.5
```

```
Local
```

```
0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.3)
```

```
Origin IGP, localpref 100, valid, redistributed, best, group-best, import-candidate
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 141
```

```
Community: no-export
```

```
Extended community: RT:1:1
```

```
PMSI: flags 0x01, type 1, label 0, ID 0x000003ed000003ed0a640103
```

デコードされたPMSI:

PMSI : フラグ0x01、タイプ1、ラベル0、ID 0x000003ed000003ed0a640103

前のコマンドでデコードされたPMSIは次のとおりです。

The PMSI Tunnel Type is : 1 : RSVP-TE P2MP LSP The PMSI Tunnel ID is : 0x000003ed000003ed0a640103 Extended Tunnel ID : 1005 Reserved part (should be zero): 0X0000 Tunnel ID : 1005 P2MP ID : 10.100.1.3

これは次の場所でも確認できます。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show pim mdt cache
```

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.100.1.3	(10.2.1.8, 203.0.113.1)	[p2mp 6]	never

```
Leaf AD: 10.100.1.5
```

ルートタイプ4は、どのルータがテールエンドであるかをヘッドエンドルータにアナウンスします。
。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
```

```
[4][3][0:0:0][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3][10.100.1.5]/224
```

```
BGP routing table entry for
```

```
[4][3][0:0:0][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3][10.100.1.5]/224, Route Distinguisher: 0:0:0
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          143      143
```

```
Last Modified: Sep 12 08:46:17.207 for 00:01:25
```

```
Paths: (1 available, best #1)
```

```

Not advertised to any peer
Path #1: Received by speaker 0
Not advertised to any peer
Local
 10.100.1.5 (metric 30) from 10.100.1.5 (10.100.1.5)
  Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 143
  Extended community: SEG-NH:10.100.1.5:0 RT:10.100.1.3:0
  Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0

```

P2MP TEトンネルのデータMDTが設定されていることを確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mpls traffic-eng tunnels tabular
```

Tunnel Name	LSP ID	Destination Address	Source Address	State	FRR State	LSP Role	Path Prot
^tunnel-mtel1001	10004	10.100.1.5	10.100.1.3	up	Inact	Head	
^tunnel-mtel1005	10002	10.100.1.5	10.100.1.3	up	Inact	Head	
auto_C-PE2_mt1000	10005	10.100.1.3	10.100.1.5	up	Inact	Tail	

^ = automatically created P2MP tunnel

出力ポータルータ

着信インターフェイスがTmdtインターフェイスであることを確認します。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mrib route 203.0.113.1
```

```

IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
  C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
  IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
  MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
  CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
  MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
  MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
  NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
  II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
  LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
  EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
  EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
  MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
  IRMI - IR MDT Interface

```

```
(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.100.1.3 Flags: RPF
```

```
Up: 00:18:03
```

```
Incoming Interface List
```

```
Tmdtdefault Flags: A TMI, Up: 00:18:00
```

```
Outgoing Interface List
```

```
GigabitEthernet0/0/0/0 Flags: F NS, Up: 00:18:03
```

出力ポータルータのRPFは、入力ポータルータを指しています。入力インターフェイスはTmdtdefaultです。TEトンネルのTに注目してください。

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim rpf 10.2.1.8
```

Table: IPv4-Multicast-default

```
* 10.2.1.8/32 [200/30]
```

```
via Tmtddefault with rpf neighbor 10.100.1.3
```

例3：例1と同様に、PEとポータルータ間にiBGPがある

図6を見ます。

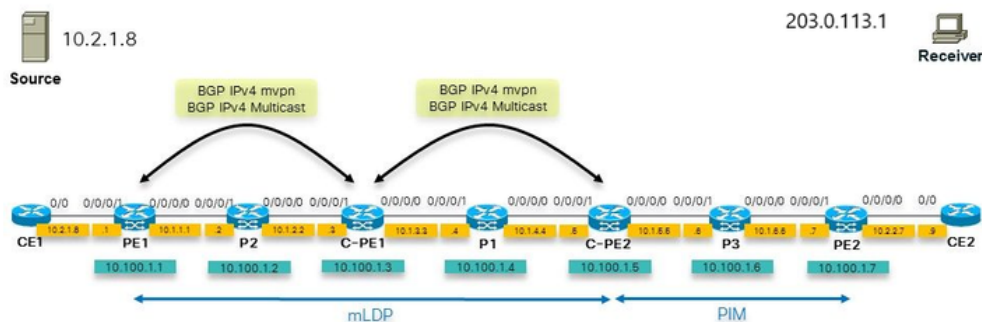


図 6

一方のコアネットワークにmLDP、もう一方の側にPIM、GTMを配置した非対称セットアップが見られます。これは、コアツリーの移行中に発生する可能性があります。C-PE1ルータは、BGP IPv4マルチキャストおよびBGP IPv4 mVPNのRRである必要があります。ここでは、例1のC-PE1で行ったPIMとマルチキャストルーティングの設定がPE1で必要になります。

例4：シームレスなMPLS

GTMをシームレスMPLS(Unified MPLS)上に導入します。PEルータは、Cisco IOS XRルータだけが実行できるGTMを理解している必要があります。PEルータはPIMドメイン内でPIM RPF-Proxyベクトルを発信する必要があります。このPIM RPF-Proxyベクトルは、PルータがプロキシIPアドレス(ABR)にRPFできるようにするために必要です。Cisco IOS XR 5.3.2以降、Cisco IOS XRはグローバルコンテキストでRPF-Proxy Vectorを発信できます。したがって、GTMはRPF-Proxy Vectorを持つことができます。

PIM RPF-Proxy Vectorを発信するには、PEルータに次の設定が必要です。

```
router pim
address-family [ipv4|ipv6]
```

```
rpf-vector
```

```
!
```

```
!
```

注:PIM RPF-Proxy Vectorの解釈のサポート (Pルータが行う必要がある処理) は、Cisco IOS XRの以前のリリースで導入されました。

これにより、シームレスMPLS上でGTMを導入できます。

翻訳について

シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。