



セグメント ルーティングの設定

この章では、セグメント ルーティングの設定方法について説明します。

- [セグメント ルーティングについて \(1 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティングの注意事項と制限事項 \(3 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティングの設定 \(7 ページ\)](#)
- [IS-IS プロトコルでのセグメント ルーティングの設定 \(18 ページ\)](#)
- [OSPFv2 プロトコルでのセグメント ルーティングの設定 \(20 ページ\)](#)
- [トラフィック エンジニアリング用のセグメント ルーティングの設定 \(26 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティングでの出力ピア エンジニアリングの設定 \(39 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPNの設定 \(48 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティングの VNF の比例マルチパスの設定 \(62 ページ\)](#)
- [vPC マルチホーミング \(64 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティング MPLS を介したレイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN の構成 \(66 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティング MPLS および GRE トンネルの設定 \(75 ページ\)](#)
- [レイヤ 3 EVPN の SR-TE の確認 \(79 ページ\)](#)
- [セグメント ルーティングの設定の確認 \(80 ページ\)](#)
- [その他の参考資料 \(82 ページ\)](#)

セグメント ルーティングについて

セグメント ルーティングは、ソース ルーティングと同様に、パケットがたどるパスをパケット自体にエンコードする手法です。ノードは、制御された一連の命令 (セグメント) によってパケットをステアリングするために、パケットの前にセグメント ルーティング ヘッダーを付加する各セグメントを識別するセグメント ID (SID) は、フラットな 32 ビットの符号なし整数からなる

セグメントのサブクラスであるボーダーゲートウェイプロトコル (BGP) セグメントは、BGP 転送命令を識別します。BGP セグメントには、プレフィックス セグメントと隣接セグメントの 2 つのグループがあります。プレフィックス セグメントは、利用可能なすべての等コスト マルチパス (ECMP) パスを使用して、宛先への最短パスを通るようパケットを誘導します。

隣接セグメントは、パケットをネイバーへの特定のリンクに誘導します。

セグメントルーティングアーキテクチャは、MPLS データプレーンに直接適用される

セグメントルーティングアプリケーションモジュール

セグメントルーティングアプリケーション (SR-APP) モジュールは、セグメントルーティング機能を構成するために使用されます。セグメントルーティングアプリケーション (SR-APP) は、セグメントルーティングに関連するすべての CLI を処理する独立した内部プロセスです。SRGB 範囲を予約し、それについてクライアントに通知する役割を担います。また、プレフィックスから SID へのマッピングの維持も担当します。SR-APP サポートは、BGP、IS-IS、および OSPF プロトコルでも利用できます。

SR-APP モジュールは、以下の情報を保持します。

- セグメントルーティングの動作状態
- セグメントルーティングのグローバルブロック範囲
- プレフィックス SID マッピング

詳細については、「[セグメントルーティングの設定 \(7 ページ\)](#)」を参照してください。

MPLS の NetFlow

NetFlow は入力 IP パケットについてパケットフローを識別し、これらのパケットフローに基づいて統計情報を提供します。NetFlow のためにパケットやネットワークデバイスを変更する必要はありません。フロー用に NetFlow が収集したデータをエクスポートするには、フローエクスポートを使用し、このデータを Cisco Stealthwatch などのリモート NetFlow コレクタにエクスポートします。Cisco NX-OS は、NetFlow エクスポート用のユーザデータグラムプロトコル (UDP) データグラムの一部としてフローをエクスポートします。フロー用に NetFlow が収集したデータをエクスポートするには、フローエクスポートを使用し、このデータを Cisco Stealthwatch などのリモート NetFlow コレクタにエクスポートします。Cisco NX-OS は、NetFlow エクスポート用のユーザデータグラムプロトコル (UDP) データグラムの一部としてフローをエクスポートします。

Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、セグメントルーティング上の NetFlow Collector は、Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9500-EX、および 9500-FX プラットフォームスイッチでサポートされます。

Cisco NX-OS リリース 9.3(5) 以降、セグメントルーティング上の NetFlow Collector は、Cisco Nexus 9300-FX3 プラットフォームスイッチでサポートされます。

Netflow は Cisco Nexus 9300-GX プラットフォームスイッチではサポートされません。

NetFlow Collector は、シングルおよびダブル MPLS ラベルの両方をサポートします。エクスポートの宛先設定のデフォルトおよび非デフォルト VRF の両方がサポートされます。NetFlow は、MPLS データパスをサポートしていません。

セグメントルーティングは単一のラベルをサポートしないため、BGP ネイバーで **address-family ipv4labeled-unicast** コマンドを設定し、bgp 設定で **allocate-label** コマンドを設定する必要があります。

sFlow コレクタ

サンプリングされた Flow (sFlow) を使用すると、スイッチやルータを含むデータネットワーク内のリアルタイムトラフィックをモニターできます。sFlow では、トラフィックをモニターするためにスイッチとルータ上の sFlow エージェント ソフトウェアでサンプリング メカニズムを使用して、サンプルデータを中央のデータ コレクタに転送します。

Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、セグメントルーティング上の sFlow コレクタは Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9500-EX、および 9500-FX プラットフォーム スイッチでサポートされます。

Cisco NX-OS リリース 9.3(5) 以降、セグメントルーティング上の sFlow コレクタは Cisco Nexus 9300-FX3 プラットフォーム スイッチでサポートされます。

sFlow は Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチではサポートされていません。

sFlow 設定の詳細については、「*sFlow* の設定」のセクションを参照してください。『Cisco Nexus 9000 シリーズ NX-OS システム管理設定ガイド、リリース 9.3(x)』に掲載されています。

セグメントルーティングの注意事項と制限事項

セグメントルーティングに関する注意事項および制約事項は、次のとおりです。

- MPLS セグメントルーティングは、FEX モジュールではサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、**segment-routing mpls** コマンドは **segment-routing** に変更されました。
- -R シリーズ ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9504 および 9508 プラットフォーム スイッチで MPLS セグメントルーティングを有効にすると、BFD セッションがダウンしたり、戻ったりする場合があります。BGP ピアリングも、BFD で構成されている場合、ダウンしてからアップします。BGP セッションがダウンすると、ハードウェアからルートが取り消されます。これにより、BGP セッションが再確立されてルートが再インストールされるまで、パケット損失が発生します。ただし、いったん BFD が起動すると、追加のフラップは発生しません。
- セグメントルーティングは、IGP (OSPF など) の下で、または BGP での AF ラベル付きユニキャストによって実行できます。
- セグメントルーティングは、Cisco Nexus 9300-FX プラットフォーム スイッチおよび Cisco Nexus N9K-X9736C-FX ラインカードでサポートされています。
- セグメントルーティングと SR-EVPN は、Cisco Nexus C31108PC-V、C31108TC-V、および C3132Q-V スイッチでサポートされています。

- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、Cisco Nexus 9300-GX プラットフォーム スイッチ上ではレイヤ 3 VPN を設定できます。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、セグメントルーティングと SR-EVPN は Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、隣接関係 SID と OSPF は Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、OSPF でのセグメントルーティング、IS-IS アンダーレイ、および BGP ラベル付きユニキャストは Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- BGP は、`next-hop-self` が有効な場合にのみ、iBGP ルートリフレククライアントに SRGB ラベルを割り当てます（たとえば、プレフィックスは、RR 上のローカル IP/IPv6 アドレスの 1 つであるネクストホップでアドバタイズされます）。RR で `next-hop-self` を設定すると、影響を受けるルートのネクストホップが変更されます（ルートマップフィルタリングの対象）。
- Cisco Nexus 9300-EX および 9300-FX プラットフォーム スイッチの MPLS 機能では、無停止の ISSU はサポートされていません。
- スタティック MPLS、MPLS セグメントルーティング、および MPLS ストリッピングを同時に有効にすることはできません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(5) 以降、MPLS ストリッピングは Cisco Nexus 9300-GX プラットフォーム スイッチでサポートされます。以下の注意事項が当てはまります。
 - MPLS ストリップ機能を動作させるには、スイッチのリロード後に、`mpls strip` および `hardware acl tap-agg` コマンドを設定する必要があります。
 - Cisco Nexus 9300-GX プラットフォーム スイッチで MPLS ストリップが有効になっている場合、ACL ログプロセスは表示されません。
 - `dot1q VLAN` を使用した MPLS ストリップはサポートされていません。
 - すべての二重 VLAN タグについて、2 番目の VLAN 範囲は 2 ~ 510 である必要があります。
 - `dot1q` を使用した MPLS ストリップはサポートされていません。
 - PACL リダイレクトをサポートするには、入力タップインターフェイスで `mode tap-aggregation` コマンドを実行する必要があります。
- スタティック MPLS、MPLS セグメントルーティング、および MPLS ストリッピングは相互に排他的であるため、マルチホップ BGP の唯一のセグメントルーティングアンダーレイはシングルホップ BGP です。eBGP をオーバーレイとして実行する iBGP マルチホップトポロジはサポートされていません。

- 特定のインターフェイスへの転送がその後続く MPLS ポップはサポートされていません。最後から 2 番目のホップ ポップ (PHP) は、コントロールプレーンが IPv4 默示的 NULL ラベルをインストールした場合でも、ラベル FIB (LFIB) のアウトラベルとして明示的 NULL ラベルをインストールすれば回避できます。
- BGP ラベル付きユニキャストおよび BGP セグメントルーティングは、IPv6 プレフィックスではサポートされていません。
- BGP ラベル付きユニキャストおよび BGP セグメントルーティングは、トンネルインターフェイス (GRE および VXLAN を含む) または vPC アクセスインターフェイスではサポートされていません。
- MTU パス ディスカバリ (RFC 2923) は、MPLS ラベル スイッチドパス (LSP) またはセグメントルーテッドパスではサポートされていません。
- Cisco Nexus 9200 シリーズ スイッチの場合、レイヤ 3 または MPLS 隣接の隣接統計は維持されません。
- Cisco Nexus 9500 シリーズ スイッチの場合、MPLS LSP およびセグメントルーテッドパスは、サブインターフェイス (ポートチャネルまたは通常のレイヤ 3 ポートのいずれか) ではサポートされていません。
- Cisco Nexus 9500 プラットフォーム スイッチの場合、セグメントルーティングは非階層ルーティングモードでのみサポートされます。
- BGP 設定コマンドの **neighbor-down fib-accelerate** および **suppress-fib-pending** は、MPLS プレフィックスではサポートされていません。
- RFC 2973 および RFC 3270 で定義されている統一モデルはサポートされていません。したがって、IP DSCP ビットはインポーズされた MPLS ヘッダーにコピーされません。
- セグメントルーティング グローバルブロック (SRGB) を再構成すると、BGP プロセスが自動的に再起動され、既存の URIB および ULIB エントリが更新されます。トラフィックの損失は数秒間発生するため、本番環境で SRGB を再構成しないでください。
- セグメントルーティング グローバルブロック (SRGB) が範囲に設定されているが、ルートマップラベルインデックスデルタ値が設定された範囲外にある場合、割り当てられたラベルは動的に生成されます。たとえば、ルートマップのラベルインデックスが 9000 に設定されているときに SRGB が 16000 ~ 23999 の範囲に設定されている場合、ラベルは動的に割り当てられます。
- ネットワークの拡張性のため、トップオブラック (ToR) または境界リーフスイッチから接続されているプレフィックスをアダプタイズするマルチホップ BGP とともに階層型ルーティング設計を使用することを推奨します。
- BGP セッションは、MPLS LSP またはセグメントルーテッドパスではサポートされていません。
- レイヤ 3 転送整合性チェッカーは、MPLS ルートではサポートされていません。

- Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチのオンデマンド ネクスト ホップを使用して、セグメントルーティング トラフィック エンジニアリングを設定できます。
- セグメント ルーティングのレイヤ 3 VPN およびレイヤ 3 EVPN ステッチングは、Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチでサポートされています。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、セグメントルーティング用のレイヤ 3 VPN およびレイヤ 3 EVPN ステッチングは、9300-GX プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- OSPFv2 は、Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチのセグメントルーティングの IGP コントロールプレーンとして設定できます。
- セグメントルーティングのレイヤ 3 VPN およびレイヤ 3 EVPN ステッチングは、-EX ラインカードを備えた Cisco Nexus 9364C、9200、9300-EX、および 9500 プラットフォーム スイッチではサポートされていません。
- OSPF セグメントルーティング コマンドおよびオンデマンド ネクスト ホップを使用したセグメントルーティング トラフィック エンジニアリングは、Cisco Nexus 9364C スイッチではサポートされていません。
- セグメントルーティングは、Cisco Nexus 9300-FX2 および 9300-FX3 プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- セグメントルーティングのためのレイヤ 3 VPN およびレイヤ 3 EVPN ステッチング、OSPF セグメントルーティング コマンド、およびオンデマンド ネクスト ホップを使用したセグメントルーティング トラフィック エンジニアリングは、Cisco Nexus 9364C スイッチでサポートされています。
- セグメントルーティングを介したレイヤ 3 VPN は、Cisco Nexus 3100、3200、9200、9300、9300-EX/FX/FX2/FX3 プラットフォーム スイッチ、および EX\FX と R ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9500 プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- セグメントルーティング設定を削除すると、MPLS およびトラフィック エンジニアリング設定を含む、関連するすべてのセグメントルーティング設定が削除されます。
- ブート変数を設定してスイッチをリロードすることによって、Cisco Nexus デバイスを Cisco NX-OS リリース 9.3(1) から以前の NX-OS リリースにダウングレードすると、セグメントルーティング MPLS の以前の設定がすべて失われます。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) から ISSD を実行する前に、セグメントルーティング設定を無効にする必要があります。そうしないと、既存のセグメントルーティング構成が失われます。
- セグメントルーティング MPLS 隣接統計は、出力ラベル スタックと中間ノードのネクストホップに基づいて収集されます。ただし、PHP モードでは、同じスタックがすべての FEC で共有されるため、統計はすべての隣接で表示されます。
- スイッチでセグメントルーティングが有効になっている場合、dot1Q タグ付き MPLS パケットの Q-in-Q タギングはサポートされておらず、パケットは外部タグのみで出力されます。

例：VLAN 100 を使用する、アクセス dot1q トンネル モードの入力ポートについて考えます。着信 MPLS トラフィックには、200 の dot1Q タグがあります。通常、トラフィックは外部タグ 100、内部タグ 200(着信パケットのタグと同じ)で送信されます。ただし、パケットは外部タグ付きで送信され、内部タグは失われます。

- 着信 MPLS パケットにタグが付いておらず、入力ポートがアクセス VLAN モードの場合、セグメントルーティングが有効になっていれば、パケットはタグなしで出力されます。
- BGP、OSPF、および IS-IS アンダーレイを同時に使用してセグメントルーティングを構成しないことをお勧めします。

セグメントルーティングの設定

セグメントルーティングの設定

始める前に

セグメントルーティングを設定する前に、以下の条件を満たしていることを確認してください。

- **segment-routing** コマンドを構成する前に、**install feature-set mpls**、**feature-set mpls** および **feature mpls segment-routing** コマンドが存在している必要があります。
- グローバルブロックが構成されている場合、指定された範囲が使用されます。それ以外の場合は、デフォルトの 16000 ~ 23999 の範囲が使用されます。
- BGP は、**set label-index<value>** 構成と新しい **connected-prefix-sid-map** CLI の両方を使用するようになりました。競合が発生した場合は、SR-APP の構成が優先されます。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	segment-routing 例： switch(config)# segment-routing switch(config-sr)# mpls switch(config-sr-mpls)#	MPLS セグメントルーティング機能を有効にします。このコマンドの no 形式は、MPLS セグメントルーティング機能を無効化します。
ステップ 3	connected-prefix-sid-map 例：	接続されたプレフィックスセグメント ID マッピングを設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	switch(config-sr-mpls)# connected-prefix-sid-map switch(config-sr-mpls)#	
ステップ 4	global-block <min> <max> 例： switch(config-sr-mpls)# global-block <min> <max> switch(config-sr-mpls)#	セグメントルーティング バインディングのグローバルブロック範囲を指定します。
ステップ 5	connected-prefix-sid-map 例： switch(config-sr-mpls)# connected-prefix-sid-map switch(config-sr-mpls-conn-pfsid)#	接続されたプレフィックス セグメント ID マッピングを設定します。
ステップ 6	address-family ipv4 例： switch(config-sr-mpls-conn-pfsid)#address-family ipv4	IPv4 アドレス ファミリを設定します。
ステップ 7	<prefix>/<masklen> [index absolute] <label> 例： switch(config-sr-mpls)# 2.1.1.5/32 absolute 201101	オプションのキーワード index または absolute は、入力されたラベル値を SRGB へのインデックスとして解釈するか、絶対値として解釈するかを示します。

例

show コマンドについては、次の設定例を参照してください。

```
switch# show segment-routing mpls
Segment-Routing Global info

Service Name: segment-routing

State: Enabled

Process Id: 29123

Configured SRGB: 17000 - 24999

SRGB Allocation status: Alloc-Successful

Current SRGB: 17000 - 24999

Cleanup Interval: 60

Retry Interval: 180
```


次の CLI は、SR-APP に登録されているクライアントを表示します。クライアントが関心を登録した VRF がリストされます。

```
switch# show segment-routing mpls clients
Segment-Routing Mpls Client Info

Client: isis-1
  PIB index: 1      UUID: 0x41000118      PID: 29463      MTS SAP: 412
  TIBs registered:
    VRF: default Table: base

Client: bgp-1
  PIB index: 2      UUID: 0x11b      PID: 18546      MTS SAP: 62252
  TIBs registered:
    VRF: default Table: base

Total Clients: 2
```

show segment-routing mpls ipv4 connected-prefix-sid-map CLI コマンドの例では、SRGB は、プレフィックス SID が構成された SRGB 内にあるかどうかを示します。**Indx** フィールドは、構成されたラベルがグローバルブロックへのインデックスであることを示します。**Abs** フィールドは、構成されたラベルが絶対値であることを示します。

SRGB フィールドに N が表示されている場合は、構成されたプレフィックス SID が SRGB 範囲内になく、SR-APP クライアントに提供されていないことを意味します。SRGB 範囲に入るプレフィックス SID のみが SR-APP クライアントに与えられます。

```
switch# show segment-routing mpls ipv4 connected-prefix-sid-map
Segment-Routing Prefix-SID Mappings
Prefix-SID mappings for VRF default Table base
Prefix      SID      Type Range SRGB
13.11.2.0/24  713     Indx 1     Y
30.7.7.7/32   730     Indx 1     Y
59.3.24.0/30  759     Indx 1     Y
150.101.1.0/24 801     Indx 1     Y
150.101.1.1/32 802     Indx 1     Y
150.101.2.0/24 803     Indx 1     Y
1.1.1.1/32    16013   Abs 1      Y
```

次の CLI は **show running-config segment-routing** 出力を表示します。

```
switch# show running-config segment-routing ?

> Redirect it to a file
>> Redirect it to a file in append mode
all Show running config with defaults
| Pipe command output to filter

switch# show running-config segment-routing
switch# show running-config segment-routing

!Command: show running-config segment-routing
!Running configuration last done at: Thu Dec 12 19:39:52 2019
!Time: Thu Dec 12 20:06:07 2019

version 9.3(3) Bios:version 05.39
segment-routing
  mpls
```

```

connected-prefix-sid-map
  address-family ipv4
    2.1.1.1/32 absolute 100100

switch#

```

インターフェイス上の MPLS のイネーブル化

MPLS はセグメントルーティングで使用するインターフェイスで有効にすることができます。

始める前に

MPLS 機能セットは、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用してインストールし、有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	interface type slot/port 例： switch(config)# interface ethernet 2/2 switch(config-if)#	指定したインターフェイスのインターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	[no] mpls ip forwarding 例： switch(config-if)# mpls ip forwarding	指定されたインターフェイスで MPLS を有効にします。このコマンドの no 形式は、指定されたインターフェイスで MPLS を無効にします。
ステップ 4	(任意) copy running-config startup-config 例： switch(config-if)# copy running-config startup-config	実行コンフィギュレーションを、スタートアップコンフィギュレーションにコピーします。

セグメントルーティング グローバル ブロックの設定

セグメントルーティング グローバル ブロック (SRGB) の開始と終了 MPLS ラベルは設定できます。

始める前に

MPLS 機能セットは、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用してインストールし、有効にする必要があります。

MPLS セグメント ルーティング機能を有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例 : <pre>switch# configure terminal switch(config)#</pre>	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	[no] segment-routing 例 : <pre>switch(config)# segment-routing switch(config-sr)# mpls</pre>	<p>セグメントルーティング コンフィギュレーションモードを開始し、16000 ~ 23999 のデフォルトの SRGB を有効にします。このコマンドの no 形式は、そのラベルブロックの割り当てを解除します。</p> <p>設定されたダイナミックレンジがデフォルトの SRGB を保持できない場合、エラーメッセージが表示され、デフォルトの SRGB は割り当てられません。必要に応じて、次の手順で別の SRGB を設定できます。</p>
ステップ 3	[no] global-block beginning-label ending-label 例 : <pre>switch(config-sr-mpls)# global-block 16000 471804</pre>	<p>SRGB の MPLS ラベル範囲を指定します。このコマンドは、segment-routing コマンドで設定されたデフォルトの SRGB ラベル範囲を変更する場合に使用します。</p> <p>開始 MPLS ラベルと終了 MPLS ラベルの許容値は 16000 ~ 471804 です。mpls label range コマンドでは最小ラベルとして 16 が許可されますが、SRGB は 16000 からしか開始できません。</p>

	コマンドまたはアクション	目的
		(注) global-block コマンドの最小値は 16000 から始まります。以前のリリースからアップグレードする場合は、アップグレードをトリガーする前に、サポートされている範囲内に収まるように SRGB を変更する必要があります。
ステップ 4	(任意) show mpls label range 例： <pre>switch(config-sr-mpls)# show mpls label range</pre>	SRGB の割り当てが成功した場合にのみ、SRGB を表示します。
ステップ 5	show segment-routing	設定されている SRGB を表示します。
ステップ 6	show segment-routing mpls 例： <pre>switch(config-sr-mpls)# show segment-routing mpls</pre>	設定されている SRGB を表示します。
ステップ 7	(任意) copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config-sr-mpls)# copy running-config startup-config</pre>	実行コンフィギュレーションを、スタートアップ コンフィギュレーションにコピーします。

Configuring the Label Index

You can set the label index for routes that match the **network** command. Doing so causes the BGP prefix SID to be advertised for local prefixes that are configured with a route map that includes the **set label-index** command, provided the route map is specified in the **network** command that specifies the local prefix. (For more information on the **network** command, see the "Configuring Basic BGP" chapter in the [Cisco Nexus 9000 Series NX-OS Unicast Routing Configuration Guide](#).)



Note Segment Routing Application (SR-APP) module is used to configure the segment routing functionality. BGP now uses both **set label-index <value>** configuration under route-map and the new **connected-prefix-sid-map** CLI for prefix SID configuration. In case of a conflict, the configuration in SR-APP is preferred.



Note Route-map label indexes are ignored when the route map is specified in a context other than the **network** command. Also, labels are allocated for prefixes with a route-map label index independent of whether the prefix has been configured by the **allocate-label route-map route-map-name** command.

Procedure

	Command or Action	Purpose
ステップ 1	configure terminal Example: switch# configure terminal switch(config)#	Enters global configuration mode.
ステップ 2	route-map map-name Example: switch(config)# route-map SRmap switch(config-route-map)#	Creates a route map or enters route-map configuration mode for an existing route map.
ステップ 3	[no] set label-index index Example: switch(config-route-map)# set label-index 10	Sets the label index for routes that match the network command. The range is from 0 to 471788. By default, a label index is not added to the route.
ステップ 4	exit Example: switch(config-route-map)# exit switch(config)#	Exits route-map configuration mode.
ステップ 5	router bgp autonomous-system-number Example: switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)#	Enables BGP and assigns the AS number to the local BGP speaker. The AS number can be a 16-bit integer or a 32-bit integer in the form of a higher 16-bit decimal number and a lower 16-bit decimal number in xx.xx format.
ステップ 6	Required: address-family ipv4 unicast Example: switch(config-router)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af)#	Enters global address family configuration mode for the IPv4 address family.
ステップ 7	network ip-prefix [route-map map-name] Example: switch(config-router-af)# network 10.10.10.10/32 route-map SRmap	Specifies a network as local to this autonomous system and adds it to the BGP routing table.

	Command or Action	Purpose
ステップ 8	(Optional) show route-map [<i>map-name</i>] Example: switch(config-router-af)# show route-map	Displays information about route maps, including the label index.
ステップ 9	(Optional) copy running-config startup-config Example: switch(config-router-af)# copy running-config startup-config	Copies the running configuration to the startup configuration.

セグメントルーティングの構成例

このセクションの例は、2 台のルータ間の一般的な BGP プレフィックス SID 構成を示しています。

この例は、10.10.10.10/32 と 20.20.20.20/32 の BGP スピーカー構成を、それぞれ 10 と 20 のラベルインデックスでアドバタイズする方法を示しています。16000 ~ 23999 のデフォルトのセグメントルーティング グローバルブロック (SRGB) 範囲を使用します。

```
hostname s1
install feature-set mpls
feature-set mpls

feature telnet
feature bash-shell
feature scp-server
feature bgp
feature mpls segment-routing

segment-routing
 mpls
  vlan 1
segment-routing
 mpls
  connected-prefix-sid-map
  address-family ipv4
  2.1.1.1/32 absolute 100100

route-map label-index-10 permit 10
 set label-index 10
route-map label-index-20 permit 10
 set label-index 20

vrf context management
 ip route 0.0.0.0/0 10.30.108.1

interface Ethernet1/1
 no switchport
 ip address 10.1.1.1/24
 no shutdown

interface mgmt0
 ip address dhcp
 vrf member management
```

```
interface loopback1
  ip address 10.10.10.10/32

interface loopback2
  ip address 20.20.20.20/32

line console
line vty

router bgp 1
  address-family ipv4 unicast
    network 10.10.10.10/32 route-map label-index-10
    network 20.20.20.20/32 route-map label-index-20
    allocate-label all
  neighbor 10.1.1.2 remote-as 2
  address-family ipv4 labeled-unicast
```

この例は、BGP スピーカーからの構成を受信する方法を示しています。

```
hostname s2
install feature-set mpls
feature-set mpls

feature telnet
feature bash-shell
feature scp-server
feature bgp
feature mpls segment-routing

segment-routing mpls
vlan 1

vrf context management
  ip route 0.0.0.0/0 10.30.97.1
  ip route 0.0.0.0/0 10.30.108.1

interface Ethernet1/1
  no switchport
  ip address 10.1.1.2/24
  ipv6 address 10:1:1::2/64
  no shutdown

interface mgmt0
  ip address dhcp
  vrf member management

interface loopback1
  ip address 2.2.2.2/32
line console

line vty

router bgp 2
  address-family ipv4 unicast
    allocate-label all
  neighbor 10.1.1.1 remote-as 1
  address-family ipv4 labeled-unicast
```

この例は、BGP スピーカーからの構成を表示する方法を示しています。この例の **show** コマンドは、16000～23999 の SRGB 範囲のラベル 16010 にマッピングされているラベルインデックス 10 のプレフィックス 10.10.10.10 を表示します。

```

switch# show bgp ipv4 labeled-unicast 10.10.10.10/32

BGP routing table information for VRF default, address family IPv4 Label Unicast
BGP routing table entry for 10.10.10.10/32, version 7
Paths: (1 available, best #1)
Flags: (0x20c001a) on xmit-list, is in urib, is best urib route, is in HW, , has label
label af: version 8, (0x100002) on xmit-list
local label: 16010

Advertised path-id 1, Label AF advertised path-id 1
Path type: external, path is valid, is best path, no labeled nexthop, in rib
AS-Path: 1 , path sourced external to AS
10.1.1.1 (metric 0) from 10.1.1.1 (10.10.10.10)
Origin IGP, MED not set, localpref 100, weight 0
Received label 0
Prefix-SID Attribute: Length: 10
Label Index TLV: Length 7, Flags 0x0 Label Index 10

Path-id 1 not advertised to any peer
Label AF advertisement
Path-id 1 not advertised to any peer

```

この例は、BGP スピーカーで出力ピア エンジニアリングを構成する方法を示しています。

```

hostname epe-as-1
install feature-set mpls
feature-set mpls

feature telnet
feature bash-shell
feature scp-server
feature bgp
feature mpls segment-routing

segment-routing mpls
vlan 1

vrf context management
ip route 0.0.0.0/0 10.30.97.1
ip route 0.0.0.0/0 10.30.108.1

interface Ethernet1/1
no switchport
ip address 10.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/2
no switchport
ip address 11.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/3
no switchport
ip address 12.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/4
no switchport
ip address 13.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/5
no switchport
ip address 14.1.1.1/24

```



```
no shutdown
```

次に、**show ip route vrf 2** コマンドの例を示します。

```
show ip route vrf 2
IP Route Table for VRF "2"
'*' denotes best ucast next-hop
'***' denotes best mcast next-hop
'[x/y]' denotes [preference/metric]
'%<string>' in via output denotes VRF <string>

41.11.2.0/24, ubest/mbest: 1/0
    *via 1.1.1.9%default, [20/0], 13:26:48, bgp-2, external, tag 11 (mpls-vpn)
42.11.2.0/24, ubest/mbest: 1/0, attached
    *via 42.11.2.1, Vlan2, [0/0], 13:40:52, direct
42.11.2.1/32, ubest/mbest: 1/0, attached
    *via 42.11.2.1, Vlan2, [0/0], 13:40:52, local
```

次に、**show forwarding route vrf 2** コマンドの例を示します。

```
slot 1
=====

IPv4 routes for table 2/base
```

Prefix Labels	Next-hop Partial Install	Interface
0.0.0.0/32	Drop	Null0
127.0.0.0/8	Drop	Null0
255.255.255.255/32	Receive	sup-eth1
*41.11.2.0/24	27.1.31.4	Ethernet1/3
PUSH 30002 492529	27.1.32.4	Ethernet1/21
PUSH 30002 492529	27.1.33.4	port-channel23
PUSH 30002 492529	27.11.31.4	Ethernet1/3.11
PUSH 30002 492529	27.11.33.4	port-channel23.11
PUSH 30002 492529	37.1.53.4	Ethernet1/53/1
PUSH 29002 492529	37.1.54.4	Ethernet1/54/1
PUSH 29002 492529	37.2.53.4	Ethernet1/53/2
PUSH 29002 492529	37.2.54.4	Ethernet1/54/2
PUSH 29002 492529	80.211.11.1	Vlan801
PUSH 30002 492529		

次に、**show bgp l2vpn evpn summary** コマンドの例を示します。

```

show bgp l2vpn evpn summary
BGP summary information for VRF default, address family L2VPN EVPN
BGP router identifier 2.2.2.3, local AS number 2
BGP table version is 17370542, L2VPN EVPN config peers 4, capable peers 1
1428 network entries and 1428 paths using 268464 bytes of memory
BGP attribute entries [476/76160], BGP AS path entries [1/6]
BGP community entries [0/0], BGP clusterlist entries [0/0]
476 received paths for inbound soft reconfiguration
476 identical, 0 modified, 0 filtered received paths using 0 bytes

Neighbor      V    AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ  OutQ  Up/Down  State/PfxRcd
1.1.1.1        4    11      0       0        0    0    23:01:53  Shut (Admin)
1.1.1.9        4    11    4637   1836   17370542  0    0    23:01:40  476
1.1.1.10       4    11      0       0        0    0    23:01:53  Shut (Admin)
1.1.1.11       4    11      0       0        0    0    23:01:52  Shut (Admin)

```

次に、**show bgp l2vpn evpn** コマンドの例を示します。

```

show bgp l2vpn evpn 41.11.2.0
BGP routing table information for VRF default, address family L2VPN EVPN
Route Distinguisher: 14.1.4.1:115
BGP routing table entry for [5]:[0]:[0]:[24]:[41.11.2.0]:[0.0.0.0]/224, version 17369591
Paths: (1 available, best #1)
Flags: (0x000002) on xmit-list, is not in l2rib/evpn, is not in HW

  Advertised path-id 1
  Path type: external, path is valid, received and used, is best path
    Imported to 2 destination(s)
  AS-Path: 11 , path sourced external to AS
    1.1.1.9 (metric 0) from 1.1.1.9 (14.1.4.1)
      Origin incomplete, MED 0, localpref 100, weight 0
      Received label 492529
      Extcommunity: RT:2:20

  Path-id 1 not advertised to any peer

Route Distinguisher: 2.2.2.3:113
BGP routing table entry for [5]:[0]:[0]:[24]:[41.11.2.0]:[0.0.0.0]/224, version 17369595
Paths: (1 available, best #1)
Flags: (0x000002) on xmit-list, is not in l2rib/evpn, is not in HW

  Advertised path-id 1
  Path type: external, path is valid, is best path
    Imported from 14.1.4.1:115:[5]:[0]:[0]:[24]:[41.11.2.0]:[0.0.0.0]/224
  AS-Path: 11 , path sourced external to AS
    1.1.1.9 (metric 0) from 1.1.1.9 (14.1.4.1)

```

IS-IS プロトコルでのセグメントルーティングの設定

IS-IS について

IS-IS は、ISO（国際標準化機構）/IEC（国際電気標準化会議）10589 および RFC 1995 に基づく IGP（内部ゲートウェイプロトコル）です。Cisco NX-OS は、インターネットプロトコルバージョン 4（IPv4）および IPv6 をサポートします。IS-IS はネットワーク トポロジの変化を

検出し、ネットワーク上の他のノードへのループフリー ルートを計算できる、ダイナミック リンクステートルーティング プロトコルです。各ルータは、ネットワークの状態を記述する リンクステートデータベースを維持し、設定された各リンクにパケットを送信してネイバーを検出します。IS-IS はネットワークを介して各ネイバーにリンクステート情報をフラッディングします。ルータもすべての既存ネイバーを通じて、リンクステートデータベースのアドバタイズメントおよびアップデートを送信します。

IS-IS プロトコルでのセグメント ルーティングは、次をサポートしています。

- IPv4
- レベル 1、レベル 2、およびマルチレベルのルーティング
- プレフィックス SID
- ドメイン ボーダー ノード用の同じループバック インターフェイス上の複数の IS-IS インスタンス
- 隣接関係用の隣接関係 SID

IS-IS プロトコルでのセグメント ルーティングの設定

セグメント ルーティングは IS-IS プロトコルで設定できます。

始める前に

次の条件が満たされると、IS-IS セグメント ルーティングが完全に有効になります。

- **mpls segment-routing** 機能が有効になっていること。
- IS-IS 機能が有効になっていること。
- セグメントルーティングが、IS-IS の下で少なくとも 1 つのアドレス ファミリに対して有効になっていること。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	router isis instance-tag	instance tag を設定して、新しい IS-IS インスタンスを作成します。
ステップ 3	net network-entity-title	この IS-IS インスタンスに対応する NET を設定します。
ステップ 4	address-family ipv4 unicast	アドレス ファミリ設定モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	<code>segment-routing mpls</code>	<p>セグメントルーティングを IS-IS プロトコルで設定します。</p> <p>(注)</p> <ul style="list-style-type: none"> • IS-IS コマンドは、IPv4 アドレス ファミリでのみサポートされます。IPv6 アドレス ファミリではサポートされていません。 • SR プレフィックスの他のプロトコルから ISIS への再配布はサポートされていません。すべてのプレフィックス SID インターフェイスで <code>ip router isis</code> コマンドを有効にする必要があります。

OSPFv2 プロトコルでのセグメントルーティングの設定

OSPF について

Open Shortest Path First (OSPF) は、Internet Engineering Task Force (IETF) の OSPF ワーキンググループによって開発された内部ゲートウェイ プロトコル (IGP) です。OSPF は特に IP ネットワーク向けに設計されており、IP サブネット化、および外部から取得したルーティング情報のタギングをサポートしています。OSPF を使用するとパケット認証も可能になり、パケットを送受信するときに IP マルチキャストが使用されます。

OSPF プロトコルのセグメントルーティング設定は、プロセス レベルまたはエリア レベルで適用できます。プロセス レベルでセグメントルーティングを設定すると、すべてのエリアで有効になります。ただし、エリア レベルごとに有効または無効にすることもできます。

OSPF プロトコルでのセグメントルーティングは、次をサポートしています。

- OSPFv2 のコントロールプレーン
- マルチエリア
- ループバック インターフェイス上のホスト プレフィックスの IPv4 プレフィックス SID
- 隣接関係用の隣接関係 SID

隣接関係 SID のアドバタイズメント

OSPF は、セグメントルーティング隣接関係 SID のアドバタイズメントをサポートしています。隣接関係セグメント識別子 (Adj-SID) は、セグメントルーティングにおけるルータ隣接関係を表します。

セグメントルーティング対応ルータは、隣接関係ごとに Adj-SID を割り当てることができ、この SID を拡張不透明リンク LSA で伝送するように Adj-SID サブ TLV が定義されます。

OSPF は、OSPF 隣接関係が 2 つの方法または完全な状態にある場合、各 OSPF ネイバーに隣接関係 SID を割り当てます。OSPF は、セグメントルーティングが有効になっている場合にのみ隣接関係 SID を割り当てます。隣接関係 SID のラベルは、システムによって動的に割り当てられます。これにより、ローカルでしか有効でないため、設定ミスの可能性がなくなります。

接続されたプレフィックス SID

OSPFv2 は、ループバック インターフェイスに関連付けられたアドレスのプレフィックス SID のアドバタイズをサポートします。これを実現するために、OSPF は、不透明な拡張プレフィックス LSA で拡張プレフィックス サブ TLV を使用します。OSPF がネイバーからこの LSA を受信すると、SR ラベルは、拡張プレフィックス サブ TLV に存在する情報に基づいて、受信したプレフィックスに対応する RIB に追加されます。

設定では、セグメントルーティングを OSPF で有効にする必要があります、OSPF で設定されたループバック インターフェイスに対応して、セグメントルーティングモジュールでプレフィックス-SID マッピングが必要です。



(注) SID は、ループバック アドレスに対してのみ、またエリア内およびエリア間プレフィックスタイプに対してのみアドバタイズされます。外部プレフィックスまたはNSSAプレフィックスの SID 値はアドバタイズされません。

エリア間のプレフィックス伝播

エリア境界を越えたセグメントルーティングサポートを提供するには、エリア間で SID 値を伝播するために OSPF が必要です。OSPF は、エリア間のプレフィックス到達可能性をアドバタイズするときに、プレフィックスの SID がアドバタイズされているかどうかを確認します。通常、SID 値はルータから取得され、送信元エリアのプレフィックスへの最適なパスに寄与します。この場合、OSPF はその SID を使用してエリア間でアドバタイズを行います。SID 値がエリア内のベストパスに寄与するルータによってアドバタイズされない場合、OSPF は送信元エリア内の他のルータからの SID 値を使用します。

セグメントルーティングのグローバル範囲の変更

OSPF は、SID/ラベル範囲 TLV のアドバタイズに関して、そのセグメントルーティング機能をアドバタイズします。OSPFv2 では、SID/ラベル範囲 TLV はルータ情報 LSA で伝えられます。

セグメントルーティングのグローバル範囲設定は、「segment-routing mpls」設定の下にあります。OSPF プロセスが来たら、segment-routing からグローバル範囲の値を取得し、その後の変更はそれに伝播する必要があります。

OSPF セグメントルーティングが設定されている場合、OSPF は、OSPF セグメントルーティングの動作状態を有効にする前に、セグメントルーティング モジュールとのインタラクションをリクエストする必要があります。SRGB 範囲が作成されていない場合、OSPF は有効になりません。SRGB 変更イベントが発生した場合、OSPF は、そのサブブロック エントリで対応する変更を行います。

SID エントリの競合処理

理想的な状況では、各プレフィックスに一意の SID エントリが割り当てられている必要があります。

SID エントリと関連付けられているプレフィックス エントリの間には競合がある場合は、次のいずれかの方法を使用して競合を解決します。

- 1 つのプレフィックスに複数の SID : 同じプレフィックスが異なる SID を持つ複数の送信元によってアドバタイズされる場合、OSPF はそのプレフィックスのラベルのないパスをインストールします。OSPF は、到達可能なルータからの SID のみを考慮し、到達不能なルータからの SID は無視します。1 つのプレフィックスに対して複数の SID がアドバタイズされると、競合と見なされ、そのプレフィックスの接続領域に SID はアドバタイズされません。同様のロジックは、バックボーンエリアと非バックボーンエリアの間でエリア間プレフィックスを伝搬するときにも使用されます。
- SID の範囲外 : SID 範囲に収まらない SID の場合、RIB の更新時にラベルは使用されません。

インターフェイスでの MPLS 転送

セグメントルーティングがインターフェイスを使用する前に、MPLS 転送を有効にする必要があります。OSPF は、インターフェイスでの MPLS 転送を有効にする役割を担います。

セグメントルーティングが OSPF トポロジに対して有効になっている場合、または OSPF セグメントルーティングの動作状態が有効になっている場合、OSPF は、OSPF トポロジがアクティブである任意のインターフェイスに対して MPLS を有効にします。同様に、OSPF トポロジのセグメントルーティングが無効になっている場合、OSPF は、そのトポロジのすべてのインターフェイスで MPLS 転送を無効にします。

MPLS 転送は、IPIP/GRE トンネルを終端するインターフェイスではサポートされていません。

OSPFv2 でのセグメントルーティングの設定

セグメントルーティングを OSPFv2 プロトコルで設定します。

始める前に

OSPFv2 でセグメントルーティングを設定する前に、次の条件が満たされていることを確認してください。

- OSPFv2 機能が有効になっている。
- セグメントルーティング機能が有効になっている。
- セグメントルーティングが OSPF で有効になっている。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	[no]router ospf process 例： switch(config)# router ospf test	OSPF モードを有効にします。
ステップ 3	segment-routing 例： switch(config-router)# segment-routing mpls	OSPF でのセグメントルーティング機能を設定します。

OSPF ネットワークでのセグメントルーティングの設定：エリア レベル

始める前に

OSPF ネットワークでセグメントルーティングを設定する前に、ネットワーク上で OSPF を有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	router ospf process 例： switch(config)# router ospf test	OSPF モードを有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	area <area id> segment-routing [mpls disable] 例： switch(config-router)# area 1 segment-routing mpls	特定の領域にセグメントルーティング MPLS モードを設定します。
ステップ 3	[no]area <area id> segment-routing [mpls disable] 例： switch(config-router)#area 1 segment-routing disable	指定されたエリアのセグメントルーティング mpls モードを無効にします。
ステップ 4	show ip ospf process segment-routing 例： switch(config-router)# show ip ospf test segment-routing	OSPF の下で SR を設定するための出力を示します。

OSPF のプレフィックス SID の設定

ここでは、各インターフェイスでプレフィックスセグメント ID (SID) を設定する方法について説明します。

始める前に

セグメントルーティングを対応するアドレスファミリでイネーブルにする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	[no]router ospf process 例： switch(config)# router ospf test	OSPF を設定します。
ステップ 3	segment-routing 例： switch(config-router)# segment-routing switch(config-sr)#mpls switch(config-sr-mpls)#	OSPF でのセグメントルーティング機能を設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 4	interface loopback <i>interface_number</i> 例 : switch(config-sr-mpls)# Interface loopback 0	OSPF が有効になっているインターフェイスを指定します。
ステップ 5	ip address 1.1.1.1/32 例 : switch(config-sr-mpls)# ip address 1.1.1.1/32	ospf インターフェイスで設定された IP アドレスを指定します。
ステップ 6	ip router ospf 1 area 0 例 : switch(config-sr-mpls)# ip router ospf 1 area 0	エリア内のインターフェイスで有効になっている OSPF を指定します。
ステップ 7	segment-routing 例 : switch(config-router)#segment-routing (config-sr)#mpls	SR モジュールの下でプレフィックス SID マッピングを設定します。
ステップ 8	connected-prefix-sid-map 例 : switch(config-sr-mpls)# connected-prefix-sid-map switch(config-sr-mpls-conn-pfxsid)#	セグメントルーティングモジュールの下でプレフィックス SID マッピングを設定します。
ステップ 9	address-family ipv4 例 : switch(config-sr-mpls-conn-pfxsid)# address-family ipv4 switch(config-sr-mpls-conn-pfxsid-af)#	OSPF インターフェイスで設定されている IPv4 アドレス ファミリーを指定します。
ステップ 10	1.1.1.1/32 index 10 例 : switch(config-sr-mpls-conn-af)# 1.1.1.1/32 index 10	SID 100 にアドレス 1.1.1.1/32 を関連付けます。
ステップ 11	exit 例 : switch(config-sr-mpls-conn-af)# exit	セグメントルーティングモードを終了し、コンフィギュレーション端末モードに戻ります。

プレフィックス属性 **N-flag-clear** の設定

OSPF は、その不透明 LSA に拡張プレフィックス TLV を介してプレフィックス SID をアドバタイズします。これはプレフィックスのフラグを送信します。そのうちの1つはNフラグ（ノー

ド) で、プレフィックスに沿って送信されたトラフィックが、LSAを発信するルータ宛てであることを示します。このフラグは通常、ルータのループバックのホストルートをマークします。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	interface loopback3 例： switch(config)# interface loopback3	インターフェイス ループバックを指定します。
ステップ 3	ip ospf prefix-attributes n-flag-clear 例： switch#(config-if)# ip ospf prefix-attributes n-flag-clear	プレフィックス N-flag をクリアします。

OSPFのプレフィックスSIDの設定例

この例は、OSPFのプレフィックスSIDの設定を示しています。

```
Router ospf 10
  Segment-routing mpls
Interface loop 0
  Ip address 1.1.1.1/32
  Ip router ospf 10 area 0
Segment-routing
  Mpls
  connected-prefix-sid-m
  address-family ipv4
  1.1.1.1/32 index 10
```

トラフィックエンジニアリング用のセグメントルーティングの設定

トラフィックエンジニアリング用のセグメントルーティングについて

トラフィックエンジニアリング用のセグメントルーティング (SR-TE) は、送信元と宛先のペア間のトンネルを通じて行われます。トラフィックエンジニアリング用のセグメントルー

ティングでは、送信元ルーティングの概念が使用されます。送信元はパスを計算し、パケットヘッダーでセグメントとしてエンコードします。トラフィック エンジニアリング (TE) トンネルは、トンネルの入力とトンネルの宛先との間でインスタンス化された TE LSP のコンテナです。TE トンネルは、同じトンネルに関連付けられた 1 つ以上の SR-TE LSP をインスタンス化できます。

トラフィック エンジニアリング用のセグメントルーティング (SR-TE) では、ネットワークはアプリケーション単位およびフロー単位の状態を維持する必要はありません。代わりに、パケットで提供されている転送指示に従うだけです。

SR-TE は、すべてのセグメント レベルで ECMP を使用することにより、従来の MPLS-TE ネットワークよりも効果的にネットワーク帯域幅を利用します。単一のインテリジェントソースを使用し、残りのルータをネットワーク経路で必要なパスを計算するタスクから解放します。

SR-TE ポリシー

トラフィック エンジニアリングを実現するためのセグメントルーティング (SR-TE) では、ネットワークを介してトラフィックを誘導する「ポリシー」を使用します。SR-TE ポリシーは、セグメントまたはラベルのセットを含むコンテナです。このセグメントのリストは、ステートフル PCE であるオペレータによってプロビジョニングされます。ヘッドエンドは、SR-TE ポリシーを介して伝送されるトラフィック フローに、対応する MPLS ラベル スタックを付します。SR-TE ポリシー パスに沿った各通過ノードは、パケットが最終的な宛先に到達するまで、着信トップ ラベルを使用してネクストホップを選択し、ラベルをポップまたはスワップし、ラベル スタックの残りの部分を使用して次のノードにパケットを転送します。

SR-TE ポリシーは、タプル (カラー、エンドポイント) によって一意に識別されます。カラーは 32 ビットの数値で表され、エンドポイントは IPv4 です。すべての SR-TE ポリシーにはカラー値があります。同じノード ペア間の各ポリシーには、一意のカラー値が必要です。ポリシーに異なるカラーを選択することで、同じ 2 つのエンドポイント間で複数の SR-TE ポリシーを作成できます。

Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチは、次の 2 種類の SR-TE ポリシーをサポートしています。

- **ダイナミック SR-TE ポリシー** : SR-TE ポリシー構成またはオンデマンド カラー構成でダイナミック パス プリファレンスを構成すると、パス計算エンジン (PCE) が宛先アドレスへのパスを計算します。PCE でのダイナミック パス計算の結果、ヘッドエンド SR-TE ポリシーに適用されるセグメント/ラベルのリストが生成されます。したがって、トラフィックは、SR-TE ポリシーが保持するセグメントにヒットすることによってネットワークを介してルーティングされます。
- **明示 SR-TE ポリシー** : 明示パスはラベルのリストであり、明示パスのノードまたはリンクを示します。この機能をイネーブルにするには、**explicit-path** コマンドを使用します。このコマンドにより、明示パスを作成し、パスを指定するためのコンフィギュレーションサブモードを開始できます。

SR-TE Policy Paths

A SR-TE policy path is a list of segments that specifies the path, called a segment ID (SID) list. Every SR-TE policy consists of one or more candidate paths, which can be either a dynamic or an explicit path. The SR-TE policy instantiates a single path and the selected path is the preferred valid candidate path.

You can also add on-demand color with dynamic path option and explicit policy configuration with an explicit path option for the same color and endpoint. In this case, a single policy is created on the head-end and the path with the highest preference number configured is used for forwarding traffic.

The following two methods are used to compute the SR-TE policy path:

- **Dynamic Path** - When you specify the dynamic PCEP option while configuring the path preference under an on-demand color configuration or a policy configuration, the path computation is delegated to a path computation engine(PCE).
- **Explicit Path** - This path is an explicitly specified SID-list or a set of SID-lists.

アフィニティおよびディスジョイント制約について

アフィニティ制約：パス計算エンジン（PCE）にアドバタイズされるリンクには、属性を割り当てることができます。SRTEプロセスは、アフィニティマップとインターフェイスレベルの構成をホストします。ルーティングプロトコル（IGP）はインターフェイスの更新を登録し、SRTEはIGPにインターフェイスの更新を通知します。IGP tlvはBGPに渡され、外部ピアにアドバタイズされます。アフィニティ制約には3つのタイプがあります。

- **exclude-any**: 指定されたアフィニティ カラーのいずれかを持つリンクをパスが通過してはならないことを指定します。
- **include-any**: 指定されたアフィニティ カラーのいずれかを持つリンクのみをパスが通過しなければならないことを指定します。したがって、指定されたアフィニティカラーを持たないリンクを使用してはなりません。
- **include-all**: 指定されたアフィニティカラーをすべて持つリンクのみをパスが通過しなければならないことを指定します。したがって、指定されたアフィニティカラーのすべてを持たないリンクを使用してはなりません。

ディスジョイント制約 - PCEにアドバタイズされるSR-TEポリシーにディスジョイント制約を割り当てることができます。次に、PCEは、同じアソシエーショングループIDおよびディスジョイントのディスジョイントネス タイプを共有するポリシーに、ディスジョイントパスを提供します。

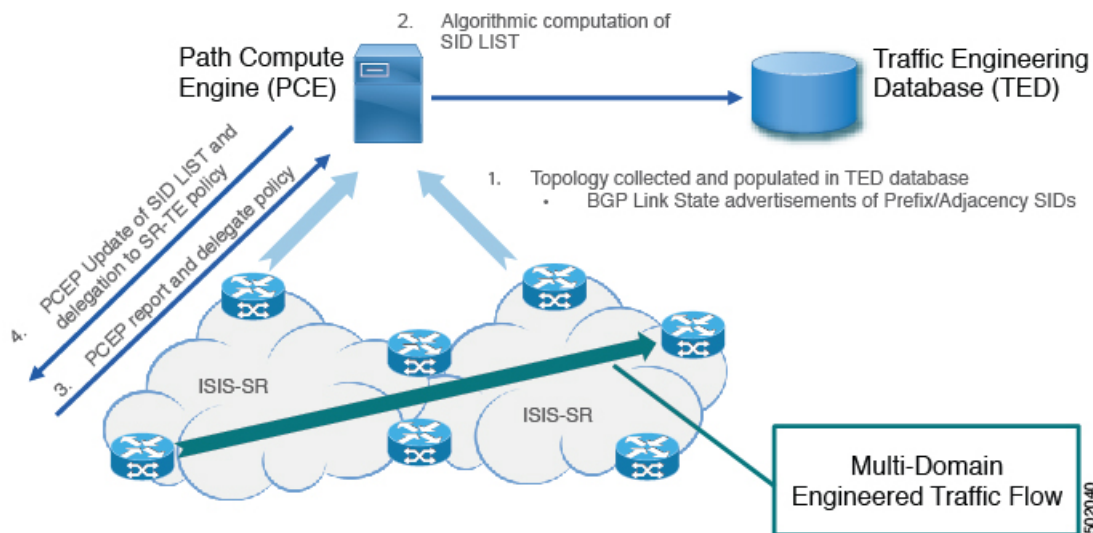
Cisco NX-OS リリース 9.3(1) は、次のディスジョイントパス レベルをサポートします。

- **リンク**：パスは異なるリンクを通過します（ただし、同じノードを通過する場合があります）。
- **ノードのディスジョイントネス**：パスは異なるリンクを通過しますが、同じノードを通過する場合があります。

セグメントルーティング オンデマンドネクストホップ

オンデマンドネクストホップ (ODN) は、BGP ダイナミック SR-TE 機能を活用し、要件に基づいてエンドツーエンドパスを検索してダウンロードするためのパス計算 (PCE) 機能を追加します。ODN は定義された BGP ポリシーに基づいて SR-TE 自動トンネルをトリガーします。次の図に示すように、ToR1 と AC1 間のエンドツーエンドパスは、IGP メトリックに基づいて両端から確立できます。ODN のワークフローは次のようにまとめられます。

図 1: ODN 操作



Guidelines and Limitations for SR-TE

SR-TE has the following guidelines and limitations:

- SR-TE ODN for both, IPv4 and IPv6 overlay is supported.
- SR-TE ODN is supported only with IS-IS underlay.
- Forwarding does not support routes with recursive next hops, where the recursive next hop resolves to a route with a binding SID.
- Forwarding does not support mixing paths with binding labels and paths without binding labels for the same route.
- The affinity and disjoint constraints are applicable only to those SR-TE policies that have a dynamic PCEP option.
- XTC supports only two policies with disjointness in the same group.
- When configuring the SR-TE affinity interfaces, the interface range is not supported.
- A preference cannot have both, the dynamic PCEP and the explicit segment lists configured together for the same preference.
- Only one preference can have a dynamic PCEP option per policy.

- For explicit policy, when configuring ECMP paths under same preference, if the first hop (NHLFE) is same for both the ECMP paths, ULIB will only install one path in switching. This occurs because both the ECMP paths create the same SRTE FEC as the NHLFE is same for both.
- In Cisco NX-OS Release 9.3(1), unprotected mode with affinity configuration is not supported by PCE (XTC).
- Beginning with Cisco NX-OS Release 9.3(3), SR-TE ODN, policies, policy paths, and the affinity and disjoint constraints are supported on Cisco Nexus 9364C-GX, Cisco Nexus 9316D-GX, and Cisco Nexus 93600CD-GX switches.

SR-TE の設定

トラフィック エンジニアリング用にセグメント ルーティングを設定することができます。

始める前に

mpls セグメント ルーティング機能が有効になっていることを確認する必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	segment-routing	セグメントルーティングモードを開始します。
ステップ 3	traffic-engineering	トラフィック エンジニアリングモードに入ります。
ステップ 4	encapsulation mpls source ipv4 tunnel_ip_address	SR-TE トンネルの送信元アドレスを設定します。
ステップ 5	pcc	PCC モードに入ります。
ステップ 6	source-address ipv4 pcc_source_address	PCC の送信元アドレスを設定する
ステップ 7	pce-address ipv4 pce_source_address precedence num	PCE の IP アドレスを設定します。最も小さい番号の PCE が優先され、その他はバックアップとして使用されます。
ステップ 8	on-demand color color_num	オンデマンドモードに入り、カラーを設定します。
ステップ 9	candidate-paths	ポリシーの候補パスを指定します。
ステップ 10	preference preference_number	候補パスの優先順位を指定します。
ステップ 11	dynamic	パス オプションを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 12	pcep	PCE から実行する必要があるパス計算を指定します。

アフィニティ制約の設定

SR-TE ポリシーに対するアフィニティ制約を設定できます。

始める前に

mpls セグメント ルーティング機能が有効になっていることを確認する必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	segment-routing 例： switch(config)# segment-routing switch(config-sr)#	MPLS セグメント ルーティング機能を有効にします。
ステップ 3	traffic-engineering 例： switch(config-sr)# traffic-engineering switch(config-sr-te)#	トラフィックエンジニアリングモードに入ります。
ステップ 4	pcc	PCC モードに入ります。
ステップ 5	source-address ipv4 pcc_source_address	PCC の送信元アドレスを設定する
ステップ 6	pce-address ipv4 pce_source_address precedence num	PCE の IP アドレスを設定します。 最も小さい番号の PCE が優先され、その他はバックアップとして使用されます。
ステップ 7	affinity-map 例： switch(config-sr-te)#affinity-map switch(config-sr-te-affmap)#	アフィニティマップコンフィギュレーション モードを設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 8	color name bit-position position 例 : <pre>switch(config-sr-te-affmap)# color red bit-position 2 switch(config-sr-te-affmap)#</pre>	アフィニティビットマップ内の特定のビット位置へのユーザー定義名のマッピングを構成します。
ステップ 9	interface interface-name 例 : <pre>Enter SRTE interface config mode switch(config-sr-te-if)#interface eth1/1 switch(config-sr-te-if)#</pre>	インターフェイスの名前を指定します。これは、アフィニティビットマップの特定のビットを参照するアフィニティマッピング名です。
ステップ 10	affinity 例 : <pre>switch(config-sr-te-if)# affinity switch(config-sr-te-if-aff)# switch(config-sr-te-if-aff)# color red switch(config-sr-te-if-aff)#</pre>	インターフェイスにアフィニティカラーを追加します。
ステップ 11	policy name on-demand color color_num 例 : <pre>switch(config-sr-te)# on-demand color 211</pre> または <pre>switch(config-sr-te-color)# policy test_policy</pre>	ポリシーを設定します。
ステップ 12	color color end-point address 例 : <pre>switch(config-sr-te-pol)#color 200 endpoint 2.2.2.2</pre>	ポリシーのカラーとエンドポイントを設定します。これは、「ポリシー名」設定モードを使用してポリシーを設定するときが必要です。
ステップ 13	candidate-path 例 : <pre>switch(config-sr-te-color)# candidate-paths switch(cfg-cndpath)#</pre>	ポリシーの候補パスを指定します。
ステップ 14	preference preference_number 例 : <pre>switch(cfg-cndpath)# preference 100 switch(cfg-pref)#</pre>	候補パスの優先順位を指定します。
ステップ 15	dynamic 例 :	パス オプションを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	<pre>switch(cfg-pref)# dynamic switch(cfg-dyn)#</pre>	
ステップ 16	<p>pcep</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-dyn)# pcep switch(cfg-dyn)#</pre>	ヘッドエンドが PCEP を使用して、それ自体からセグメントルーティングのポリシーのエンドポイントまでのパスを計算するように PCE に要求することを指定します。
ステップ 17	<p>constraints</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-dyn)# constraints switch(cfg-constraints)#</pre>	候補パス優先制約モードに入ります。
ステップ 18	<p>affinity</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-constraints)# affinity switch(cfg-const-aff)#</pre>	ポリシーのアフィニティ制約を指定します。
ステップ 19	<p>exclude-any include-all include-any</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-const-aff)# include-any switch(cfg-aff-inclany)#</pre>	<p>アフィニティ制約タイプを指定します。次のアフィニティタイプを使用できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> • exclude-any - 指定されたアフィニティカラーのいずれかを持つリンクをパスが通過してはならないことを指定します。 • include-any - 指定されたアフィニティカラーのいずれかを持つリンクのみをパスが通過する必要があることを指定します。 • include-all - 指定されたアフィニティカラーをすべて持つリンクのみをパスが通過する必要があることを指定します。
ステップ 20	<p>color color_name</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-aff-inclany)# color blue switch(cfg-aff-inclany)#</pre>	アフィニティカラーの定義を指定します。

ディスジョイントパスの構成

SR-TE ポリシーに対するディスジョイント制約を設定できます。

始める前に

mpls セグメントルーティング機能が有効になっていることを確認する必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	segment-routing 例： switch(config)# segment-routing switch(config-sr)#	MPLS セグメントルーティング機能を有効にします。
ステップ 3	traffic-engineering 例： switch(config-sr)# traffic-engineering switch(config-sr-te)#	トラフィックエンジニアリングモードに入ります。
ステップ 4	pcc	PCC モードに入ります。
ステップ 5	source-address ipv4 pcc_source_address	PCC の送信元アドレスを設定する
ステップ 6	pce-address ipv4 pce_source_address precedence num	PCE の IP アドレスを設定します。 最も小さい番号の PCE が優先され、その他はバックアップとして使用されます。
ステップ 7	policy name on-demand color color_num 例： switch(config-sr-te)# on-demand color 211 または switch(config-sr-te-color)# policy test_policy	ポリシーを設定します。
ステップ 8	color color end-point address 例： switch2(config-sr-te-pol)# color 200 endpoint 2.2.2.2	ポリシーのカラーとエンドポイントを設定します。これは、「ポリシー名」設定モードを使用してポリシーを設定するときに必要です。
ステップ 9	candidate-path 例：	ポリシーの候補パスを指定します

	コマンドまたはアクション	目的
	<pre>switch(config-sr-te-color)# candidate-paths switch(cfg-cndpath)#</pre>	
ステップ 10	<p>preference <i>preference_number</i></p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-cndpath)# preference 100 switch(cfg-pref)#</pre>	候補パスの優先順位を指定します。
ステップ 11	<p>dynamic</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-pref)# dynamic switch(cfg-dyn)#</pre>	パス オプションを指定します。
ステップ 12	<p>pcep</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-dyn)# pcep switch(cfg-dyn)#</pre>	ヘッドエンドが PCEP を使用して、それ自体からセグメントルーティングのポリシーのエンドポイントまでのパスを計算するように PCE に要求することを指定します。
ステップ 13	<p>constraints</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-dyn)# constraints switch(cfg-constraints)#</pre>	候補パス優先制約モードに入ります。
ステップ 14	<p>association-group</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-constraints)# association-group switch(cfg-assoc)#</pre>	アソシエーショングループタイプを指定します。
ステップ 15	<p>disjoint</p> <p>例 :</p> <pre>switch(cfg-assoc)# disjoint switch(cfg-disj)#</pre>	ディスジョイントネスアソシエーショングループに属するパスを指定します。
ステップ 16	<p>type link node</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-if)#type link</pre>	ディスジョイントネスグループタイプを指定します。
ステップ 17	<p>id <i>number</i></p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-if)#id 1</pre>	アソシエーショングループの識別子を指定します。

SR-TE の設定例

このセクションの例は、アフィニティおよびディスジョイントの設定を示しています。

この例は、ユーザー定義名から管理グループへのマッピングを示しています。

```
segment-routing
 traffic-eng
  affinity-map
   color green bit-position 0
   color blue bit-position 2
   color red bit-position 3
```

この例では、**eth1/1** の隣接のアフィニティリンクの色が赤と緑、**eth1/2** の隣接のアフィニティリンクの色が緑であることを示しています。

```
segment-routing
 traffic-eng
  interface eth1/1
   affinity
    color red
    color green
  !
  interface eth1/2
   affinity
    color green
```

この例は、ポリシーのアフィニティ制約を示しています。

```
segment-routing
 traffic-engineering
  affinity-map
   color blue bit-position 0
   color red bit-position 1
  on-demand color 10
  candidate-paths
   preference 100
   dynamic
    pcep
  constraints
   affinity
    [include-any|include-all|exclude-any]
    color <col_name>
    color <col_name>
  policy new_policy
   color 201 endpoint 2.2.2.0
  candidate-paths
   preference 200
   dynamic
    pcep
  constraints
   affinity
    include-all
    color red
```

この例は、ポリシーのディスジョイント制約を示しています。

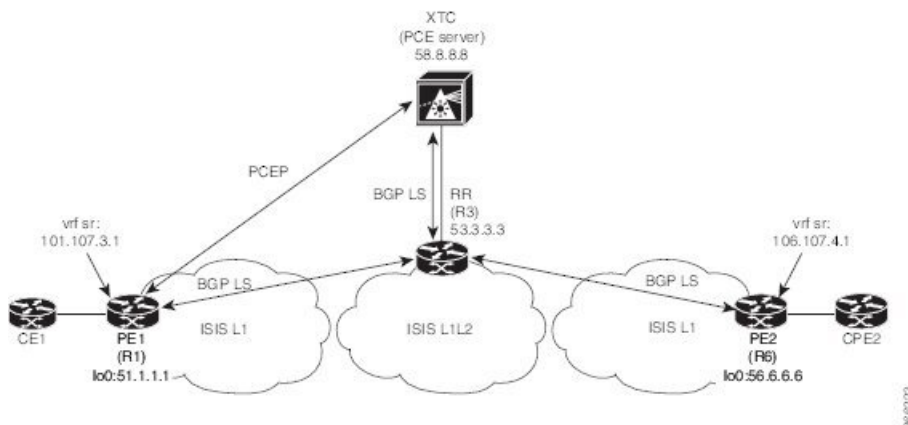
```
segment-routing
 traffic-eng
  on-demand color 99
  candidate-paths
   preference 100
  dynamic
   pcep
```

```
constraints
  association-group
  disjoint
  type link
  id 1
```

SR-TE ODN の設定例 - ユースケース

SR-TE の ODN を設定するには、次のステップを実行します。設定ステップを説明するため、次の図を参考として使用します。

図 2: 参照トポロジ



1. PE1 から PE2 への IS-IS ポイントツーポイントセッションですべてのリンクを設定します。また、上記のトポロジーに従ってドメインを設定します。
2. R1、R3、および R6 の IS-IS セッションに対して「リンク状態の配布」を有効にします。

```
router isis 1
  net 31.0000.0000.0000.712a.00
  log-adjacency-changes
  distribute link-state
  address-family ipv4 unicast
  bfd
  segment-routing mpls
  maximum-paths 32
  advertise interface loopback0
```

3. ルータ R1（ヘッドエンド）と R6（テールエンド）に VRF インターフェイスを設定します。

R1 上の VRF 設定 :

```
interface Ethernet1/49.101
  encapsulation dot1q 201
  vrf member sr
  ip address 101.10.1.1/24
  no shutdown

vrf context sr
  rd auto
  address-family ipv4 unicast
  route-target import 101:101
  route-target import 101:101 evpn
```

```

route-target export 101:101
route-target export 101:101 evpn
router bgp 6500
vrf sr
bestpath as-path multipath-relax
address-family ipv4 unicast
advertise l2vpn evpn

```

4. R6 (テールエンド) での BGP コミュニティで VRF プレフィックスをタグ付けします。

```

route-map color1001 permit 10
set extcommunity color 1001

```

5. R6 (テールエンド) および R1 (ヘッドエンド) 上の BGP を有効にして VRF SR プレフィックスのアドバタイズと受信を行い、R6 (テールエンド) 上のコミュニティ設定とマッチングします。

R6 <EVPN> R3 <EVPN> R1

BGP の設定 R6 :

```

router bgp 6500
address-family ipv4 unicast
allocate-label all
neighbor 53.3.3.3
remote-as 6500
log-neighbor-changes
update-source loopback0
address-family l2vpn evpn
send-community extended
route-map Color1001 out
encapsulation mpls

```

BGP の設定 R1 :

```

router bgp 6500
address-family ipv4 unicast
allocate-label all
neighbor 53.3.3.3
remote-as 6500
log-neighbor-changes
update-source loopback0
address-family l2vpn evpn
send-community extended
encapsulation mpls

```

6. R3 での BGP 構成と、R1、R3.abd での XTC による BGP LS の有効化

BGP の設定 R3 :

```

router bgp 6500
router-id 2.20.1.2
address-family ipv4 unicast
allocate-label all
address-family l2vpn evpn
retain route-target all
neighbor 56.6.6.6
remote-as 6500
log-neighbor-changes
update-source loopback0
address-family l2vpn evpn
send-community extended
route-reflector-client
route-map NH_UNCHANGED out

```

```
        encapsulation mpls
neighbor 51.1.1.1
  remote-as 6500
  log-neighbor-changes
  update-source loopback0
  address-family l2vpn evpn
    send-community extended
    route-reflector-client
    route-map NH_UNCHANGED out
  encapsulation mpls
neighbor 58.8.8.8
  remote-as 6500
  log-neighbor-changes
  update-source loopback0
  address-family link-state

route-map NH_UNCHANGED permit 10
  set ip next-hop unchanged
```

BGP の設定 R1 :

```
router bgp 6500
neighbor 58.8.8.8
  remote-as 6500
  log-neighbor-changes
  update-source loopback0
  address-family link-state
```

BGP の設定 R6 :

```
outer bgp 6500
  neighbor 58.8.8.8
  remote-as 6500
  log-neighbor-changes
  update-source loopback0
  address-family link-state
```

7. R1 で PCE および SR-TE トンネル設定を有効にします。

```
segment-routing
traffic-engineering
  pcc
    source-address ipv4 51.1.1.1
    pce-address ipv4 58.8.8.8
  on-demand color 1001
  metric-type igp
```

セグメントルーティングでの出カピア エンジニアリングの設定

BGP プレフィックス SID

セグメントルーティングをサポートするためには、BGP が BGP プレフィックスのセグメント ID (SID) をアドバタイズできなければなりません。BGP プレフィックス SID は常にセグメントルーティング BGP ドメイン内でグローバルであり、命令を識別し、BGP によって計算され

た ECMP 対応のベストパスを介して、パケットを関連するプレフィックスに転送します。BGP プレフィックス SID は、BGP プレフィックス セグメントを識別します。

隣接 SID

隣接関係セグメント識別子 (SID) は、特定のインターフェイスとそのインターフェイスからの次のホップを指す、ローカル ラベルです。隣接関係 SID を有効にするために必要な特定の設定はありません。アドレスファミリの BGP を介してセグメントルーティングが有効になると、BGP が実行されるすべてのインターフェイスに対して、アドレスファミリがそのインターフェイスのすべてのネイバーに対して隣接 SID を自動的に割り当てます。

セグメントルーティングのための高可用性

インサービス ソフトウェア アップグレード (ISSU) は、BGP グレースフル リスタートで最低限サポートされます。すべての状態 (セグメントルーティング状態を含む) は、BGP ルータのピアから再学習する必要があります。グレースフルリスタート期間中、以前に学習したルートとラベルの状態は保持されます。

セグメントルーティングを使用した BGP 出力ピア エンジニアリングの概要

Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチは、多くの場合、大規模データセンター (MSDC) に導入されます。このような環境では、セグメントルーティング (SR) で BGP 出力ピア エンジニアリング (EPE) をサポートすることが要件となります。

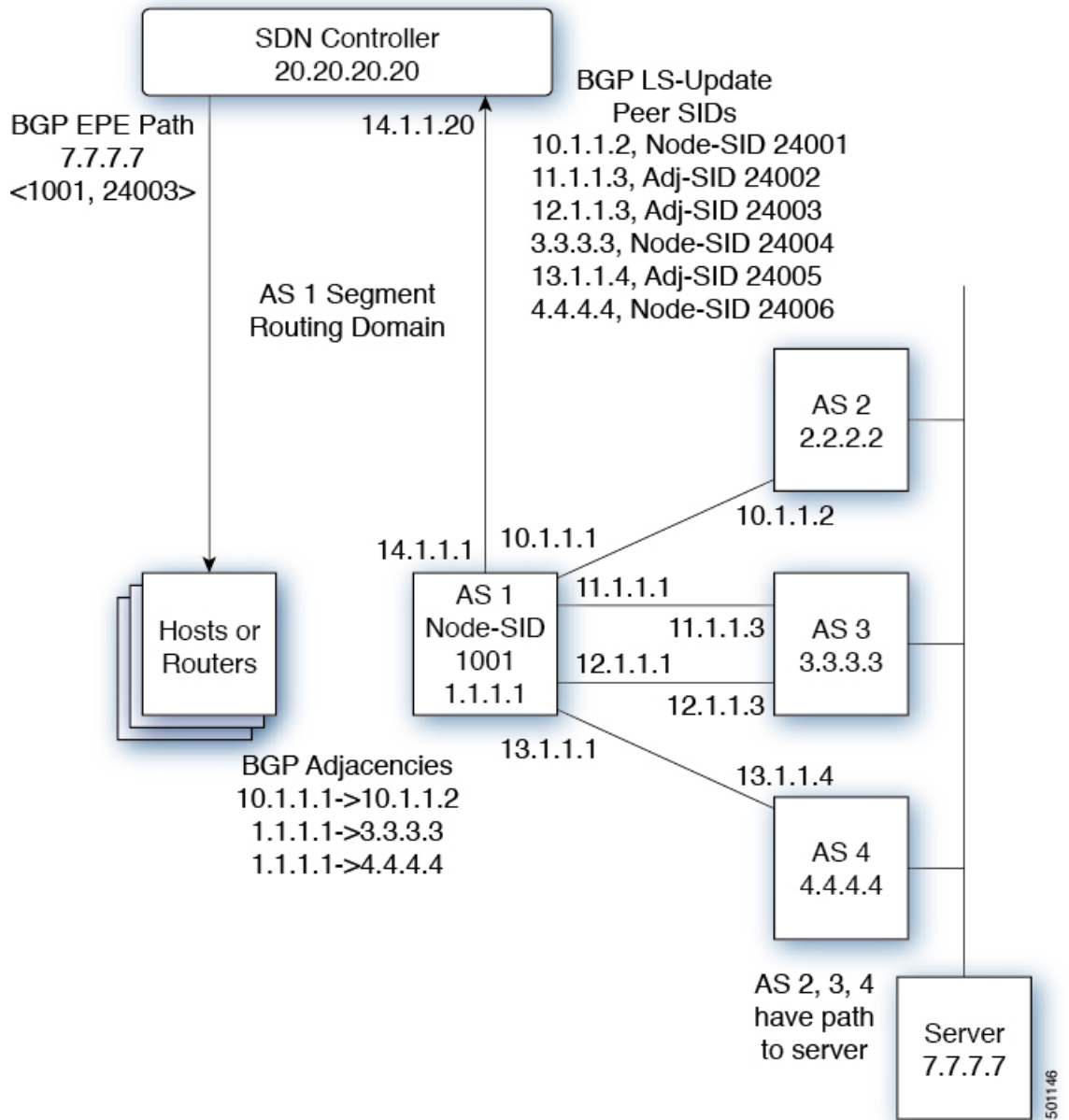
セグメントルーティング (SR) はソースルーティングを利用します。ノードは、制御された一連の命令 (セグメント) によってパケットを操作するために、パケットの前に SR ヘッダーを付加します。セグメントは、トポロジまたはサービスベースの命令を表すことができます。SR では、SR ドメインの入力ノードでのみフローごとの状態を維持しながら、トポロジパスまたはサービスチェーンを介してフローを操作できます。この機能の場合、セグメントルーティングアーキテクチャは、MPLS データプレーンに直接適用されます。

セグメントルーティングをサポートするためには、BGP が BGP プレフィックスのセグメント ID (SID) をアドバタイズできなければなりません。BGP プレフィックスは常に SR または BGP ドメイン内でグローバルであり、命令を識別し、BGP によって計算された ECMP 対応のベストパスを介して、パケットを関連するプレフィックスに転送します。BGP プレフィックスは、BGP プレフィックス セグメントの識別子です。

SR ベースの出力ピア エンジニアリング (EPE) ソリューションにより、集中型 (SDN) コントローラは、ドメイン内の入力境界ルータまたはホストで任意の出力ピアポリシーをプログラムできます。

次の例では、3 つのルータすべてが iBGP を実行し、NRLI を相互にアドバタイズします。また、ルータはループバックをネクストホップとしてアドバタイズし、再帰的に解決します。これにより、図に示すように、ルータ間に ECMP が提供されます。

図 3: 出カピア エンジニアリングの例



SDN コントローラは、そのピアおよび隣接のそれぞれについて、出力ルータ 1.1.1.1 からのセグメント ID を受信します。次に、出口ポイントをコントローラのルーティング ドメイン内の他のルータおよびホストにインテリジェントにアダプタイズできます。図に示すように、BGP ネットワーク層到達可能性情報 (NLRI) には、ルータ 1.1.1.1 へのノード SID と、7.7.7.7 へのトラフィックがリンク 12.1.1.1->12.1.1.3 を介して出力されることを示すピア隣接 SID 24003 の両方が含まれています。

BGP 出力ピア エンジニアリングのガイドラインと制限事項

BGP 出力ピア エンジニアリングには、次のガイドラインと制限事項があります。

- BGP 出力ピア エンジニアリングは、IPv4 BGP ピアでのみサポートされています。IPv6 BGP ピアはサポートされていません。
- BGP 出力ピア エンジニアリングは、デフォルトの VPN ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンスでのみサポートされます。
- 出力ピア エンジニアリング (EPE) ピア セットには、任意の数の EPG ピアを追加できます。ただし、インストールされている復元力のある CE ごとの FEC は 32 ピアに制限されています。
- 特定の BGP ネイバーは、単一のピア セットのメンバーにしかありません。ピアセットが構成されています。複数のピアセットはサポートされていません。オプションのピアセット名を指定して、ネイバーをピアセットに追加できます。対応する RPC FEC は、ピアセット内のすべてのピア間でトラフィックを負荷分散します。ピアセット名は、最長 63 文字の文字列です (64 NULL で終了)。この長さは、NX-OS ポリシー名の長さとは一致しません。ピアは、単一のピアセットのメンバーにしかありません。
- 特定のピアの隣接関係は、異なるピアセットに個別に割り当てることはできません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、BGP 出力ピア エンジニアリングは Cisco Nexus 9300-GX プラットフォーム スイッチでサポートされます。

BGP を使用したネイバー出力ピア エンジニアリングの設定

RFC 7752 および draft-ietf-idr-bgpls-segment-routing-epe の導入により、出力園児に名リングを設定できます。この機能は、外部 BGP ネイバーに対してのみ有効であり、デフォルトでは設定されていません。出力エンジニアリングでは、RFC 7752 エンコーディングを使用します。

始める前に

- BGP を有効にする必要があります。
- リリース 7.0(3)I3(1) またはリリース 7.0(3)I4(1) からアップグレードした後、Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチで出力ピア エンジニアリング (EPE) を設定する前に、次のコマンドを使用して、TCAM リージョンを設定します。
 1. switch# **hardware access-list tcam region vpc-convergence 0**
 2. switch# **hardware access-list tcam region racl 0**
 3. switch# **hardware access-list tcam region mpls 256 double-wide**
- 設定を保存して、スイッチをリロードします。

詳細については、*Cisco Nexus 9000 Series NX-OS Security Configuration Guide* の「Using Templates to Configure ACL TCAM Region Sizes」および「Configuring ACL TCAM Region Sizes」のセクションを参照してください。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	router bgp <bgp autonomous number>	自律ルータ BGP 番号を指定します。
ステップ 3	neighbor <IP address>	ネイバーの IP アドレスを設定します。
ステップ 4	[no default] egress-engineering [peer-set peer-set-name] 例： switch(config)# router bgp 1 switch(config-router)# neighbor 4.4.4.4 switch(config-router)# egress-engineering peer-set NewPeer	ピアノード SID がネイバーに割り当てられ、BGP リンク状態 (BGP-LS) アドレス ファミリ リンク NLRI のインスタンスでアドバタイズされるかどうかを指定します。ネイバーがマルチホップ ネイバーである場合、BGP-LS リンク NLRI インスタンスもネイバーへの等コストマルチパス (ECMP) パスごとにアドバタイズされます。これには、一意の Peer-Adj-SID が含まれます。 オプションで、ネイバーをピアセットに追加できます。ピアセット SID は、ピアノード SID と同じインスタンスの BGP-LS リンク NLRI でもアドバタイズされます。BGP リンクステート NLRI は、リンクステートアドレスファミリが設定されているすべてのネイバーにアドバタイズされます。 EPE の詳細については、RFC 7752 および draft-ietf-idr-bgppls-segment-routing-epe-05 を参照してください。

出力ピア エンジニアリングの設定例

BGP スピーカー 1.1.1.1 の出力ピア エンジニアリングのサンプル設定を参照してください。ネイバー 20.20.20.20 は SDN コントローラであることに注意してください。

```
hostname epe-as-1
install feature-set mpls
feature-set mpls

feature telnet
feature bash-shell
feature scp-server
feature bgp
feature mpls segment-routing

segment-routing mpls
vlan 1

vrf context management
ip route 0.0.0.0/0 10.30.97.1
ip route 0.0.0.0/0 10.30.108.1

interface Ethernet1/1
no switchport
ip address 10.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/2
no switchport
ip address 11.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/3
no switchport
ip address 12.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/4
no switchport
ip address 13.1.1.1/24
no shutdown

interface Ethernet1/5
no switchport
ip address 14.1.1.1/24
no shutdown

interface mgmt0
ip address dhcp
vrf member management

interface loopback1
ip address 1.1.1.1/32
line console

line vty
ip route 2.2.2.2/32 10.1.1.2
ip route 3.3.3.3/32 11.1.1.3
ip route 3.3.3.3/32 12.1.1.3
ip route 4.4.4.4/32 13.1.1.4
ip route 20.20.20.20/32 14.1.1.20

router bgp 1
address-family ipv4 unicast
address-family link-state
neighbor 10.1.1.2
remote-as 2
address-family ipv4
```

```

    egress-engineering
neighbor 3.3.3.3
  remote-as 3
  address-family ipv4
  update-source loopback1
  ebgp-multihop 2
    egress-engineering
neighbor 4.4.4.4
  remote-as 4
  address-family ipv4
  update-source loopback1
  ebgp-multihop 2
    egress-engineering
neighbor 20.20.20.20
  remote-as 1
  address-family link-state
  update-source loopback1
  ebgp-multihop 2
neighbor 124.11.50.5
  bfs
  remote-as 6
  update-source port-channel50.11
  egress-engineering peer-set pset2 <<<<<<<
  address-family ipv4 unicast
neighbor 124.11.101.2
  bfd
  remote-as 6
  update-source Vlan2401
  egress-engineering
  address-family ipv4 unicast

```

次に、**show bgp internal epe** コマンドの出力例を示します。

```

switch# show bgp internal epe
BGP Egress Peer Engineering (EPE) Information:
Link-State Server: Inactive
Link-State Client: Active
Configured EPE Peers: 26
Active EPE Peers: 3
EPE SID State:
RPC SID Peer or Set Assigned
ID Type Set Name ID Label Adj-Info, iod
1 Node 124.1.50.5 1 1600
2 Set pset1 2 1601
3 Node 6.6.6.6 3 1602
4 Node 124.11.50.5 4 1603
5 Set pset2 5 1604
6 Adj 6.6.6.6 6 1605 124.11.50.4->124.11.50.5/0x1600b031, 80
7 Adj 6.6.6.6 7 1606 124.1.50.4->124.1.50.5/0x16000031, 78
EPE Peer-Sets:
IPv4 Peer-Set: pset1, RPC-Set 2, Count 7, SID 1601
Peers: 124.11.116.2 124.11.111.2 124.11.106.2 124.11.101.2
124.11.49.5 124.1.50.5 124.1.49.5
IPv4 Peer-Set: pset2, RPC-Set 5, Count 5, SID 1604
Peers: 124.11.117.2 124.11.112.2 124.11.107.2 124.11.102.2
124.11.50.5
IPv4 Peer-Set: pset3, RPC-Set 0, Count 4, SID unspecified
Peers: 124.11.118.2 124.11.113.2 124.11.108.2 124.11.103.2
IPv4 Peer-Set: pset4, RPC-Set 0, Count 4, SID unspecified
Peers: 124.11.119.2 124.11.114.2 124.11.109.2 124.11.104.2
IPv4 Peer-Set: pset5, RPC-Set 0, Count 4, SID unspecified
Peers: 124.11.120.2 124.11.115.2 124.11.110.2 124.11.105.2
switch#

```

BGP リンク ステート アドレス ファミリの設定

対応する SID をアドバタイズするコントローラを持つネイバーセッションに対し、BGP リンクステートアドレスファミリを設定することができます。この機能は、グローバルコンフィギュレーションモードおよびネイバーアドレスファミリコンフィギュレーションモードで設定できます。

始める前に

BGP を有効にする必要があります。

手順

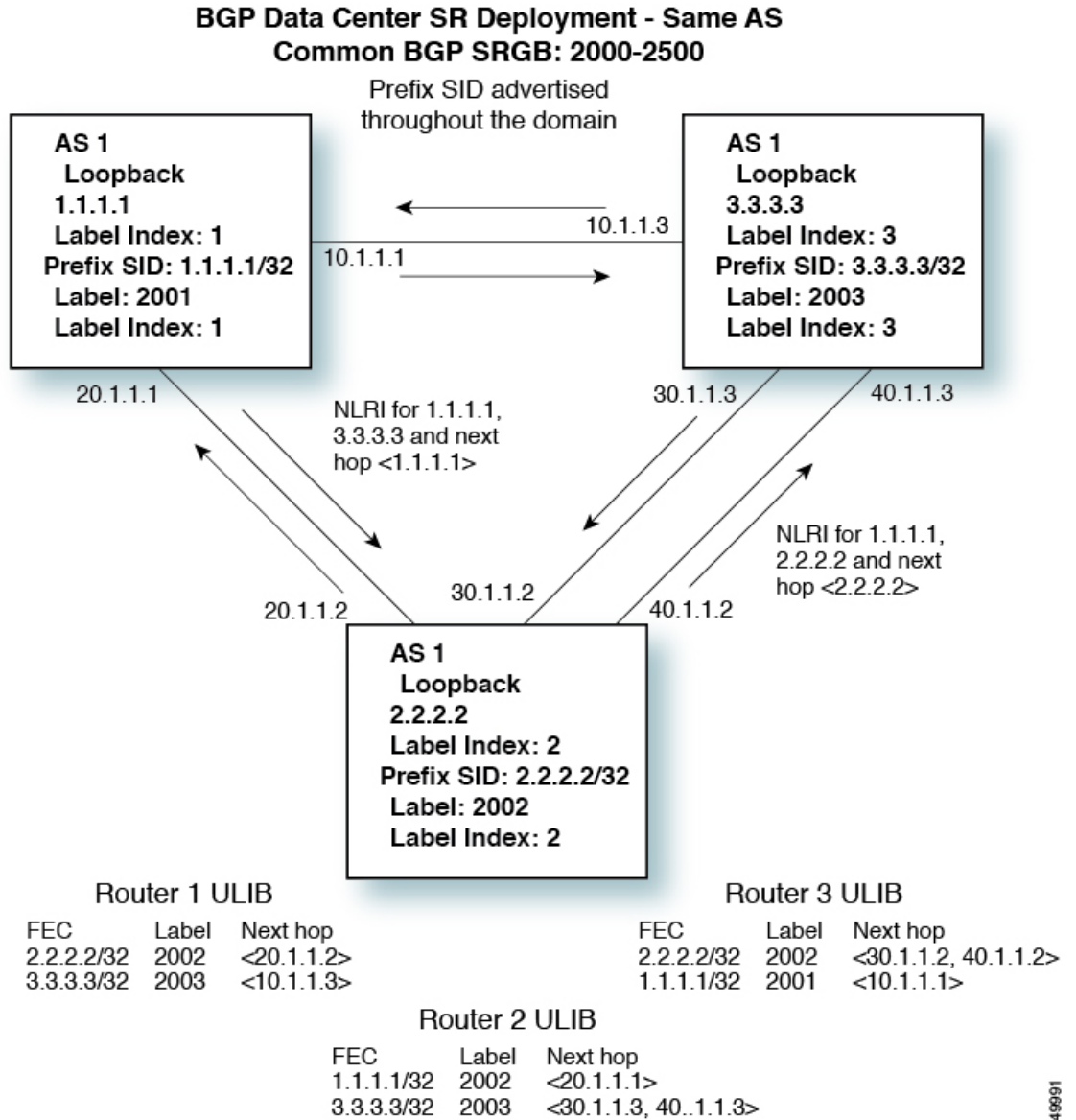
	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	router bgp <bgp autonomous number>	自律ルータ BGP 番号を指定します。
ステップ 3	[no] address-family link-state 例： switch(config)# router bgp 64497 switch (config-router af)# address-family link-state	アドレスファミリ インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。 (注) このコマンドは、ネイバー アドレスファミリコンフィギュレーションモードでも設定できます。
ステップ 4	neighbor <IP address>	ネイバーの IP アドレスを設定します。
ステップ 5	[no] address-family link-state 例： switch(config)#router bgp 1 switch(config-router)#address-family link-state switch(config-router)#neighbor 20.20.20.20 switch(config-router)#address-family link-state	アドレスファミリ インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。 (注) このコマンドは、ネイバー アドレスファミリコンフィギュレーションモードでも設定できます。

BGP プレフィックス SID の展開例

以下の簡単な例では、3つのルーターすべてが iBGP を実行し、ネットワーク層到達可能性情報 (NRLI) を互いにアドバタイズしています。また、ルーターは、ルーター 2.2.2.2 と 3.3.3.3

の間に ECMP を提供するネクスト ホップとして、ループバック インターフェイスをアドバタイズしています。

図 4: BGP プレフィックス SID の簡単な例



3-49991

セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定

レイヤ 2 EVPN について

イーサネット VPN (EVPN) は、MPLS ネットワークを介してイーサネット マルチポイント サービスを提供する次世代のソリューションです。EVPN は、コアでコントロールプレーン ベースの MAC ラーニングを可能にする既存の仮想プライベート LAN サービス (VPLS) とは 対照的に動作します。EVPN では、EVPN インスタンスに参加している PE が MP-BGP プロト コルを使用してコントロールプレーン内でカスタマー MAC ルートを学習します。コントロ ールプレーン MAC 学習には数多くの利点があり、フローごとのロードバランシングによるマル チホーミングのサポートなどにより、VPLS の弱点に EVPN で対処できるようにします。

EVPN コントロールプレーンでは、データセンター ネットワークにおいて、次のものを提供 します。

- データセンター ネットワークの物理トポロジに制限されない、柔軟なワークロード配置。 そのため、データセンターファブリック内の任意の場所に仮想マシン (VM) を配置でき ます。
- データセンター内部およびデータセンター間における最適なサーバー間 East-West トラ フィック。サーバ/仮想マシン間の East-West トラフィックは、ファーストホップルータ でのほぼ特定されたルーティングで達成されます。ファーストホップルーティングはア クセスレイヤで行われます。ホストルートの交換は、サーバまたはホストへの流入と送 出に関するルーティングがほぼ特定されるようにする必要があります。VM モビリティ は、新しい MAC アドレスまたは IP アドレスがローカルスイッチに直接接続されている 場合に、新しいエンドポイント接続を検出することでサポートされます。ローカルスイ ャッチは、新しい MAC または IP アドレスを検出すると、ネットワークの残りの部分に新しい ロケーションを通知します。
- レイヤ 2 およびレイヤ 3 トラフィックのセグメンテーション。トラフィックセグメンテ ーションは MPLS カプセル化を使用して実現され、ラベル (BD ごとのラベルおよび VRF ご とのラベル) はセグメント識別子として機能します。

セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の注意事項と制限 事項

セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN には、次の注意事項と制限事項がありま す。

- セグメントルーティングレイヤ 2 EVPN フラッドイングは、入力レプリケーションメカ ニズムに基づいています。MPLS コアはマルチキャストをサポートしていません。
- ARP 抑制はサポートされていません。
- vPC での整合性チェックはサポートされていません。

- 同じレイヤ 2 EVI とレイヤ 3 EVI を一緒に設定することはできません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、レイヤ 2 EVPN は Cisco Nexus 9300-FX2 プラットフォーム スイッチでサポートされます。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(5) 以降、セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN は、Cisco Nexus 9300-GX および Cisco Nexus 9300-FX3 プラットフォーム スイッチでサポートされます。

セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定

始める前に

次の手順を実行します。

- **install feature-set mpls** コマンドと **feature-set mpls** コマンドを使用して、MPLS 機能セットをインストールして有効にする必要があります。
- MPLS セグメントルーティング機能を有効にする必要があります。
- **nv overlay** コマンドを使用して、nv オーバーレイ機能を有効にする必要があります。
- **nv overlay evpn** コマンドを使用して EVPN コントロールプレーンを有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	feature bgp 例： switch(config)#feature bgp	BGP 機能と構成を有効にします。
ステップ 3	install feature-set mpls 例： switch(config)#install feature-set mpls	MPLS 構成コマンドを有効にします。
ステップ 4	feature-set mpls 例： switch(config)#install feature-set mpls	MPLS 構成コマンドを有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	feature mpls segment-routing 例： switch(config)#feature mpls segment-routing	セグメントルーティング構成コマンドを有効にします。
ステップ 6	feature mpls evpn 例： switch(config)#feature mpls evpn	EVPN over MPLS 構成コマンドを有効にします。このコマンドは feature-nv CLI コマンドとは相互に排他的です。
ステップ 7	feature nv overlay 例： switch(config)#feature nv overlay	セグメントルーティングレイヤ 2 EVPN に使用される NVE 機能を有効にします。
ステップ 8	nv overlay evpn 例： switch(config)#nv overlay evpn	EVPN を有効にします。
ステップ 9	interface loopback <i>Interface_Number</i> 例： switch(config)#interface loopback 1	NVE のループバック インターフェイスを設定します。
ステップ 10	ip address <i>address</i> 例： switch(config-if)#ip address 192.168.15.1	IP アドレスを設定します。
ステップ 11	exit 例： switch(config-if)#exit	グローバルアドレスファミリー コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 12	evpn 例： switch(config)#evpn	EVPN コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 13	evi <i>number</i> 例： switch(config-evpn)#evi 1000 switch(config-evpn-sr)#	レイヤ 2 EVI を設定します。必要であれば、自動生成された EVI に基づいて RT を手動で構成できます。
ステップ 14	encapsulation mpls 例： switch(config-evpn)#encapsulation mpls	MPLS カプセル化と入力レプリケーションを有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 15	source-interface loopback <i>Interface_Number</i> 例： switch(config-evpn-nve-encap)#source-interface loopback 1	NVE 送信元インターフェイスを指定します。
ステップ 16	exit 例： switch(config-evpn-nve-encap)#exit	設定を終了します。
ステップ 17	vrf context VRF_NAME 例： switch(config)#vrf context Tenant-A	VRF を設定します。
ステップ 18	evi EVI_ID 例： switch(config-vrf)#evi 30001	L3 EVI を設定します。
ステップ 19	exit 例： switch(config-vrf)#exit	設定を終了します。
ステップ 20	VLAN VLAN_ID 例： switch(config)#vlan 1001	VLAN を設定します。
ステップ 21	evi auto 例： switch(config-vlan)#evi auto	L2 EVI を設定します。
ステップ 22	exit 例： switch(config-vlan)#exit	
ステップ 23	router bgp autonomous-system-number 例： switch(config)#router bgp 1	BGP コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 24	address-family l2vpn evpn 例： switch(config-router)#address-family l2vpn evpn	EVPN アドレス ファミリをグローバルに有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 25	neighbor address remote-as autonomous-system-number 例： switch(config-router)#neighbor 192.169.13.1 remote as 2	BGP ネイバーを設定します。
ステップ 26	address-family l2vpn evpn 例： switch(config-router-neighbor)#address-family l2vpn evpn	ネイバーの EVPN アドレスファミリを有効にします。
ステップ 27	encapsulation mpls 例： switch(config-router-neighbor)#encapsulation mpls	MPLS カプセル化を有効にします。
ステップ 28	send-community extended 例： switch(config-router-neighbor)#send-community extended	BGP を設定し、拡張コミュニティリストをアドバタイズします。
ステップ 29	vrf VRF_NAME 例： switch(config-router)#vrf Tenant-A	BGP VRF を設定します。
ステップ 30	exit 例： switch(config-router)#exit	設定を終了します。

EVI 用の VLAN の設定

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	vlan number	VLAN を設定します。
ステップ 2	evi auto	VLAN の BD ラベルを作成します。このラベルは、セグメントルーティングレイヤ 2 EVPN 全体で VLAN の識別子として使用されます。

NVE インターフェイスの設定

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	interface loopback loopback_number 例： switch(config)# interface loopback 1	IPアドレスをこのループバックインターフェイスに関連付け、この IP アドレスをセグメント ルーティング設定に使用します。
ステップ 3	ip address 例： switch(config-if)# ip address 192.169.15.1/32	IPv4 アドレス ファミリを指定し、ルータ アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	evpn 例： switch(config)# evpn	EVPN 設定モードを開始します。
ステップ 5	encapsulation mpls 例： switch(config-evpn)# encapsulation mpls	MPLS カプセル化と入力レプリケーションを有効にします。
ステップ 6	source-interface loopback_number 例： switch(config-evpn-nve-encap)# source-interface loopback 1	NVE 送信元インターフェイスを指定します。
ステップ 7	exit 例： switch(config)# exit	セグメント ルーティング モードを終了し、コンフィギュレーション 端末モードに戻ります。

VRF 下での EVI の設定

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	vrf context tenant	VRF テナントを作成します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	<code>evi number</code>	VRF 下でレイヤ 3 EVI を設定します。

エニーキャスト ゲートウェイの設定

ファブリック転送の設定は、SVIがエニーキャストモードで設定されている場合にのみ必要です。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<code>fabric forwarding anycast-gateway-mac 0000.aabb.ccdd</code>	分散ゲートウェイの仮想MACアドレスを設定します。
ステップ 2	<code>fabric forwarding mode anycast-gateway</code>	インターフェイスコンフィギュレーションモードでSVIをエニーキャストゲートウェイと関連付けます。

ループバック インターフェイスのラベル付きパスのアドバタイズ

レイヤ2EVPNエンドポイントとしてアドバタイズされるループバック インターフェイスは、ラベル インデックスにマッピングする必要があります。これにより、BGP は、同じものに対応する MPLS ラベル付きパスをアドバタイズします。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code> 例： <code>switch# configure terminal</code> <code>switch(config)#</code>	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	<code>[no]router ospf process</code> 例： <code>switch(config)# router ospf test</code>	OSPF モードを有効にします。
ステップ 3	<code>segment-routing</code> 例： <code>switch(config-router)# segment-routing mpls</code>	OSPFでのセグメントルーティング機能を設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 4	connected-prefix-sid-map 例： switch(config-sr-mpls)# connected-prefix-sid-map	ローカルプレフィックスと SID のアドレスファミリ固有のマッピングを設定できるサブモードを開始します。
ステップ 5	address-family ipv4 例： switch(config-sr-mpls-conn)# address-family ipv4	IPv4 アドレスプレフィックスを指定します。
ステップ 6	1.1.1.1/32 index 100 例： switch(config-sr-mpls-conn-af)# 1.1.1.1/32 100	SID 100 にアドレス 1.1.1.1/32 を関連付けます。
ステップ 7	exit-address-family 例： switch(config-sr-mpls-conn-af)# exit-address-family	アドレスファミリを終了します。

SRv6 静的プレフィックス単位 TE について

SRv6 静的プレフィックス単位 TE 機能を使用すると、デフォルト以外の VRF にマッピングされたプレフィックスをマッピングおよびアドバタイズできます。この機能により、一致する VRF ルートターゲットを使用して単一のインスタンスで複数のプレフィックスをアドバタイズでき、各プレフィックスを手動で入力する必要がなくなります。

Cisco NX-OS リリース 9.3(5) では、1 つの VNF だけが VM にサービスを提供できます。

SRv6 の静的なプレフィックスごとの TE の設定

始める前に

次の手順を実行します。

- **install feature-set mpls** コマンドと **feature-set mpls** コマンドを使用して、MPLS 機能セットをインストールして有効にする必要があります。
- MPLS セグメントルーティング機能を有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	vrf context VRF_Name 例： switch(config)# vrf context vrf_2_7_8	VRF を定義し、VRF コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	rd rd_format 例： switch(config-vrf)# rd 2.2.2.0:2	RD を VRF に割り当てます。
ステップ 4	address-family {ipv4 ipv6 } 例： switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast	VRF インスタンス用に IPv4 または IPv6 アドレスファミリーを指定し、アドレスファミリーコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	route-target import route-target-id 例： switch(config-vrf)# route-target import 1:2	VRF へのルートのインポートを設定します。
ステップ 6	route-target import route-target-id evpn 例： switch(config-vrf)# route-target import 1:2 evpn	一致するルートターゲット値を持つ、レイヤ3 EVPN から VRF へのルートのインポートを設定します。
ステップ 7	route-target export route-target-id 例： switch(config-vrf)# route-target export 1:2	VRF からのルートのエクスポートを設定します。
ステップ 8	route-target export route-target-id evpn 例： switch(config-vrf)# route-target export 1:2 evpn	一致するルートターゲット値を持つ、VPN から レイヤ3 EVPN からへのルートのエクスポートを設定します。
ステップ 9	router bgp autonomous-system-number 例： switch(config)# router bgp 65000	BGP を有効にして、ローカル BGP スピーカに AS 番号を割り当てます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 10	router-id <i>id</i> 例 : switch(config-router)# router-id 2.2.2.0	ルータ ID を設定します。
ステップ 11	address-family l2vpn evpn 例 : switch(config-router-af)# address-family l2vpn evpn	レイヤ 2 VPN EVPN のグローバルアドレスファミリー コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 12	neighbor <i>ipv4-address</i> remote-as 例 : switch(config-router)# neighbor 7.7.7.0 remote-as 65000 switch(config-router-neighbor)#	リモート BGP ピアの IPv4 アドレスおよび AS 番号を設定します。
ステップ 13	update-source loopback <i>number</i> 例 : switch(config-router-neighbor)# update-source loopback0	ループバック番号を指定します
ステップ 14	address-family l2vpn evpn 例 : switch(config-router-neighbor)#address-family l2vpn evpn	ネイバーの EVPN アドレスファミリーを有効にします。
ステップ 15	send-community extended 例 : switch(config-router-neighbor)#send-community extended	BGP を設定し、拡張コミュニティリストをアドバタイズします。
ステップ 16	encapsulation mpls 例 : switch(config-router-neighbor)#encapsulation mpls	MPLS カプセル化を有効にします。
ステップ 17	exit 例 : switch(config-router-neighbor)#exit	設定を終了します。

例

次の例は、VRF VT を定義するために RPM 構成を設定する方法を示しています。

```
rf context vrf_2_7_8
  rd 2.2.2.0:2
```

```

address-family ipv4 unicast
  route-target import 0.0.1.1:2
  route-target import 0.0.1.1:2 evpn
  route-target export 0.0.1.1:2
  route-target export 0.0.1.1:2 evpn
ip extcommunity-list standard vrf_2_7_8-test permit rt 0.0.1.1:2
  route-map Node-2 permit 4
  match extcommunity vrf_2_7_8-test
  set extcommunity color 204

```

RD Auto について

自動派生ルート識別子 (rd auto) は、IETF RFC 4364 セクション 4.2 で説明されているタイプ 1 エンコーディング形式に基づいています。 <https://tools.ietf.org/html/rfc4364#section-4.2> タイプ 1 エンコーディングでは、4 バイトの管理フィールドと 2 バイトの番号フィールドを使用できます。Cisco NX-OS 内では、自動導出 RD は、4 バイトの管理フィールド (RID) としての BGP ルータ ID の IP アドレスと、2 バイトの番号フィールド (VRF ID) の内部 VRF ID を使用して構築されます。

2 バイトの番号付けフィールドは常に VRF から取得されますが、IP-VRF または MAC-VRF での使用に応じて異なる番号付け方式になります。

- IP-VRF の 2 バイトの番号付けフィールドは、1 から始まる内部 VRF ID を使用します。VRF ID 1 および 2 は、それぞれデフォルト VRF および管理 VRF 用に予約されています。最初のカスタム定義 IP VRF は VRF ID 3 を使用します。
- MAC-VRF の 2 バイトの番号付けフィールドは、VLAN ID + 32767 を使用します。その結果、VLAN ID 1 は 32768 になります。

例：自動取得ルート識別子 (RD)

- BGP ルータ ID 192.0.2.1 および VRF ID 6-RD 192.0.2.1:6 の IP-VRF
- BGP ルータ ID 192.0.2.1 および VLAN 20-RD 192.0.2.1:32787 の MAC-VRF

Route-Target Auto について

自動派生 Route-Target (route-target import/export/both auto) は、IETF RFC 4364 セクション 4.2 (<https://tools.ietf.org/html/rfc4364#section-4.2>) で説明されているタイプ 0 エンコーディング形式に基づいています。IETF RFC 4364 セクション 4.2 ではルート識別子形式について説明し、IETF RFC 4364 セクション 4.3.1 では、Route-Target に同様の形式を使用することが望ましいとしています。タイプ 0 エンコーディングでは、2 バイトの管理フィールドと 4 バイトの番号フィールドを使用できます。Cisco NX-OS 内では、自動派生 Route-Target は、2 バイトの管理フィールドとして自律システム番号 (ASN)、4 バイトの番号フィールドのサービス識別子 (EVI) で構成されます。

2 バイト ASN

タイプ 0 エンコーディングでは、2 バイトの管理フィールドと 4 バイトの番号フィールドを使用できます。Cisco NX-OS 内では、自動派生 Route-Target は、2 バイトの管理フィールドとし

ての自律システム番号 (ASN) と、4 バイトの番号フィールドのサービス識別子 (EVI) で構成されます。

自動派生 Route-Target (RT) の例 :

- ASN 65001 と L3EVI 50001 内の IP-VRF : Route-Target 65001:50001
- ASN 65001 と L2VNI 30001 内の MAC-VRF : Route-Target 65001:30001

Multi-AS 環境では、Route-Target を静的に定義するか、Route-Target の ASN 部分と一致するよう書き換える必要があります。



(注) 4 バイト ASN の自動派生 Route-Target はサポートされていません。

4 バイト ASN

タイプ 0 エンコーディングでは、2 バイトの管理フィールドと 4 バイトの番号フィールドを使用できます。Cisco NX-OS 内では、自動派生 Route-Target は、2 バイトの管理フィールドとしての自律システム番号 (ASN) と、4 バイトの番号フィールドのサービス識別子 (EVI) で構成されます。4 バイト長の ASN 要求と 24 ビット (3 バイト) を必要とする EVI では、拡張コミュニティ内のサブフィールド長が使い果たされます (2 バイトタイプと 6 バイトサブフィールド)。長さ形式の制約、およびサービス識別子 (EVI) の一意性の重要性の結果、4 バイトの ASN は、IETF RFC 6793 セクション 9 (<https://tools.ietf.org/html/rfc6793#section-9>) で説明されているように、AS_TRANS という名前の 2 バイトの ASN で表されます。2 バイトの ASN 23456 は、4 バイトの ASN をエイリアスする特別な目的の AS 番号である AS_TRANS として IANA (<https://www.iana.org/assignments/iana-as-numbers-special-registry/iana-as-numbers-special-registry.xhtml>) によって登録されます。

4 バイトの ASN (AS_TRANS) を使用した自動派生 Route-Target (RT) の例 :

- ASN 65656 と L3VNI 50001 内の IP-VR : Route-Target 23456:50001
- ASN 65656 と L2VNI 30001 内の MAC-VRF : Route-Target 23456:30001

BD 用の RD およびルートターゲットの設定

VLAN で `evi auto` を設定すると、ブリッジドメイン (BD) とルートターゲットが自動的に生成されます。BDRD およびルートターゲットを手動で設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例 : <pre>switch# configure terminal switch(config)#</pre>	グローバル設定モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	evpn 例： switch(config)# evpn	EVPN 設定モードを開始します。
ステップ 3	evi VLAN_ID 例： switch(config-evpn)# evi 1001	RD/ルートターゲットを設定するための L2 EVI を指定します。
ステップ 4	rd rd_format 例： switch(config-evpn-evi-sr)# rd 192.1.1.1:33768	RD を設定します。
ステップ 5	route-target both rt_format 例： switch(config-evpn-evi-sr)# route-target both 1:20001	ルートターゲットを設定します。

VRF用のRDおよびルートターゲットの設定

VRF で **evi evi_ID** を設定すると、VRF RD およびルートターゲットが自動的に生成されます。VRF RD およびルートターゲットを手動で設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	vrf context VRF_NAME 例： switch(config)# vrf context A	VRF を設定します。
ステップ 3	rd auto または rd_format 例： switch(config-vrf)# rd auto	RD を設定します。
ステップ 4	address-family ipv4 unicast 例： switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast	IPv4 アドレスファミリを有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	route-target both <i>rt_format</i> evpn 例 : <pre>switch(config-vrf-af-ipv4)# route-target both 1:30001 evpn</pre>	ルートをターゲットを設定します。

セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定例

次の例は、セグメントルーティング MPLS を介したレイヤ 2 EVPN の設定を示しています。

```
install feature-set mpls
feature-set mpls
nv overlay evpn
feature bgp
feature mpls segment-routing
feature mpls evpn
feature interface-vlan
feature nv overlay

fabric forwarding anycast-gateway-mac 0000.1111.2222

vlan 1001
  evi auto

vrf context Tenant-A
  evi 30001

interface loopback 1
  ip address 192.168.15.1/32

interface vlan 1001
  no shutdown
  vrf member Tenant-A
  ip address 111.1.0.1/16
  fabric forwarding mode anycast-gateway

router bgp 1
  address-family l2vpn evpn
  neighbor 192.169.13.1
  remote-as 2
  address-family l2vpn evpn
  send-community extended
  encapsulation mpls
  vrf Tenant-A

evpn
  encapsulation mpls
  source-interface loopback 1
```

セグメントルーティングの VNF の比例マルチパスの設定

セグメントルーティングの VNF の比例マルチパスについて

ネットワーク機能仮想化インフラストラクチャ (NFVi) では、サービス ネットワーク (ポータブル IP) が仮想ネットワーク機能 (VNF) によりアドバタイズされます。VNF は、ポータブル IP ゲートウェイ (PIP-GW) と呼ばれ、VNF 内の VM 間でデータ パケットをルーティングします。セグメントルーティング機能の VNF の比例マルチパスにより、EVPN アドレス ファミリでサービス ネットワーク (PIP) の VNF をアドバタイズできます。VNF の IP アドレスは、サービス ネットワークの EVPN IP プレフィックス ルート NLRI アドバタイズメントの「ゲートウェイ IP アドレス」フィールドでエンコードされます。

VNF の IP アドレスをアドバタイズすることにより、EVPN ファブリックの入力ノードは、VNF IP アドレスを VNF に接続されたリーフに再帰的に解決します。リーフは、サービス ネットワーク (PIP) をアドバタイズするのと同じノードである可能性があります。

ルートインジェクタは、IPv4 または IPv6 AF にルートを挿入する BGP プロトコルです。この場合、ルートインジェクタは、ネクスト ホップが VNF として設定されている VM にルートを挿入します。

ルートインジェクタとは異なり、VNF はルーティング プロトコルに参加して、VM の到達可能性をアドバタイズできます。サポートされているプロトコルは、eBGP、IS-IS、および OSPF です。

セグメントルーティングの VNF の比例マルチパスの有効化

セグメントルーティング機能の VNF の比例マルチパスを有効にして、ネクストホップパスを保持することにより、IGP または静的ルートのルートを再配布できます。その後、再構築された EVPN タイプ 5 ルートのゲートウェイ IP をエクスポートしてアドバタイズできます。

Cisco NX-OS リリース 9.3(5) では、1 つの VNF だけが VM にサービスを提供できます。

始める前に

次の手順を実行します。

- **install feature-set mpls** コマンドと **feature-set mpls** コマンドを使用して、MPLS 機能セットをインストールして有効にします。
- MPLS セグメントルーティング機能を有効化します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	route-map export-l2evpn-rtmap permit 10 例： switch(config)# route-map export-l2evpn-rtmap permit 10	<<説明が必要>>
ステップ 3	match ip address prefix-list pip-pfx-list 例： switch(config-route-map)# match ip prefix-list vm-pfx-list	PIP-GW をゲートウェイとしてアドバタイズする必要があるプレフィックスを定義します。
ステップ 4	set evpn gateway-ip use-nexthop 例： switch(config-route-map)# set evpn gateway-ip use-nexthop	gateway-ip をアドバタイズするための特定のルートを定義します。
ステップ 5	vrf context VRF_Name 例： switch(config-route-map)# vrf context vrf switch(config-route-map)# address-family ipv4 unicast switch(config-route-map)# export map export-l2evpn-rtmap	ルート マップを vrf コンテキストに適用します。
ステップ 6	address-family ipv4 unicast 例： switch(config-route-map)# address-family ipv4 unicast switch(config-route-map)# export map export-l2evpn-rtmap	ルート マップを vrf コンテキストに適用します。
ステップ 7	export map export-l2evpn-rtmap 例： switch(config-route-map)# export map export-l2evpn-rtmap	ルート マップを vrf コンテキストに適用します。
ステップ 8	router bgp number 例：	BGP を設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	<code>switch(config)# router bgp 100</code>	
ステップ 9	vrf VRF_Name 例： <code>switch(config-route-map)# vrf vrf3</code>	ルート マップを vrf コンテキストに適用します。
ステップ 10	address-family ipv4 unicast 例： <code>switch(config-router)# address-family ipv4 unicast</code>	IPv4 のアドレス ファミリを設定します。
ステップ 11	export-gateway-ip 例： <code>switch(config-route-map)# export-gateway-ip</code>	gateway-ip をエクスポートしてアドバタイズして、EVPN タイプ 5 ルートを再接続します。 (注) gateway-ip のエクスポートと EVPN ゲートウェイ構成の設定は同時に実行できます。同時に設定すると、すべてのプレフィックスがゲートウェイ IP とともにエクスポートされます。

vPC マルチホーミング

マルチホーミングについて

Cisco Nexus プラットフォーム スイッチは、vPC ベースのマルチホーミングをサポートします。このマルチホーミングでは、スイッチのペアが冗長性のために単一のデバイスとして機能し、両方のスイッチがアクティブ モードで機能します。EVPN 環境の Cisco Nexus プラットフォーム スイッチでは、レイヤ 2 マルチホーミングをサポートする 2 つのソリューションがあります。これらのソリューションは、MCT リンクが必要な従来の vPC (エミュレートまたは仮想 IP アドレス) と BGP EVPN 技術に基づいています。

BGP EVPN コントロールプレーンを使用している間、各 vPC ペアは共通の仮想 IP (VIP) を使用して、アクティブ/アクティブの冗長性を提供します。さらに、BGP EVPN ベースのマルチホーミングは、特定の障害シナリオで高速コンバージェンスを提供します。

vPC ピア上の BD ごとのラベル

vPC ピアが同じ BD ごとのラベルを持つようにするには、BD ごとのラベルに次の値を指定する必要があります。


```
Label value = Label_base + VLAN_ID
```

ラベルベースは、同じ vPC ピアで設定されます。現在、VLAN 設定は両方の vPC ピアで同一であるため、両方の vPC ピアに同じラベルが付けられます。

Cisco NX-OS リリース 9.3(1) では、BD ごとのラベルの設定はサポートされていません。このリリースでは、evi auto のみがサポートされています。

vPC ピア上の VRF ごとのラベル

vPC ピアが同じ VRF ごとのラベルを持つようにするには、VRF ごとのラベルに次の値を指定する必要があります。

```
Label value = Label_base + vrf_allocate_index
```

vPC ピアの割り当てインデックスを設定するには、次の手順を実行します。

```
Router bgp 1
  vrf Tenant_A
    allocate-index 11
```

バックアップリンクの設定

バックアップリンクは、vPC ピア間で設定する必要があります。このリンクとしては、MCT に並列な任意のレイヤ 3 リンクが可能です。

例

```
interface vlan 100
  ip add 10.1.1.1/24
  mpls ip forwarding

< enable underlay protocol >
```

vPC マルチホーミング ピアリングの注意事項と制約事項

vPC マルチホーミング ピアリングには、次の注意事項と制約事項があります。

- ESI ベースのマルチホーミングはサポートされていません。
- 物理および仮想セカンダリ IP アドレスは、両方とも MPLS ラベル付きパスを介してアドバタイズされる必要があります。
- vPC 整合性チェックは、BD ごとのラベル設定ではサポートされていません。

vPC マルチホーミングの設定例

次の例は、vPC マルチホーミングの設定を示しています。

- vPC プライマリ

```
interface loopback1
  ip address 192.169.15.1/32
  ip address 192.169.15.15/32 secondary

evpn
```

```

encapsulation mpls
  source-interface loopback1

vlan 101
  evi auto

vrf context A
  evi 301

router bgp 1
  vrf A
  allocate-index 1001

```

• vPC セカンダリ

```

interface loopback1
  ip address 192.169.15.2/32
  ip address 192.169.15.15/32 secondary

evpn
  encapsulation mpls
  source-interface loopback1

vlan 101
  evi auto

vrf context A
  evi 301

router bgp 1
  vrf A
  allocate-index 1001

```

セグメントルーティング MPLS を介したレイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN の構成

このセクションでは、レイヤ 3 EVPN を設定するタスクと、L3 EVPN および L3VPN ルータのステッチングについて説明します。構成を完了するには、次の作業を実行します。

レイヤー 3 EVPN およびレイヤー 3 VPN を有効にする機能の設定

始める前に

VPN ファブリック ライセンスをインストールします。

feature interface-vlan コマンドが有効になっていることを確認してください。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	feature bgp	BGP 機能と構成を有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	install feature-set mpls	MPLS 構成コマンドを有効にします。
ステップ 3	feature-set mpls	MPLS 構成コマンドを有効にします。
ステップ 4	feature mpls segment-routing	セグメント ルーティング構成コマンドを有効にします。
ステップ 5	feature mpls evpn	EVPN over MPLS 構成コマンドを有効にします。このコマンドは feature-nv CLI コマンドとは相互に排他的です。
ステップ 6	feature mpls l3vpn	EVPN over MPLS 構成コマンドを有効にします。このコマンドは feature-nv CLI コマンドとは相互に排他的です。

インポートおよびエクスポートルール用の VRF およびルートターゲットの設定

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	vrf <i>vrf-name</i>	VPN ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンスを定義し、VRF コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	rd auto	一意のルート識別子 (RD) を VRF に自動的に割り当てます。
ステップ 4	address-family { ipv4 ipv6 } unicast	VRF インスタンス用に IPv4 または IPv6 アドレス ファミリを指定し、アドレス ファミリ コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ 5	route-target import <i>route-target-id</i>	一致するルートターゲット値を持つ、L3 VPN BGP NLRI から VRF へのルートのインポートを設定します。
ステップ 6	route-target export <i>route-target-id</i>	VRF から L3VPN BGP NLRI へのルートのエクスポートを設定し、指定されたルートターゲット識別子を L3VPN BGP NLRI に割り当てます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	route-target import route-target-id evpn	一致するルートターゲット値を持つ L3 EVPN BGP NLRI からのルートのインポートを設定します。
ステップ 8	route-target export route-target-id evpn	VRF から L3 EVPN BGP NLRI へのルートのエクスポートを設定し、指定されたルートターゲット識別子を BGP EVPN NLRI に割り当てます。

BGP EVPN およびラベル割り当てモードの設定

encapsulation mpls コマンドを使用して MPLS トンネル カプセル化を使用できます。EVPN アドレスファミリのラベル割り当てモードを設定できます。NX-OS の IP ルートタイプの EVPN でのデフォルトのトンネルカプセル化は VXLAN です。

BGP EVPN を介した Cisco Nexus 9000 シリーズスイッチからの (IP またはラベル) バインディングのアドバタイズにより、リモートスイッチはルーティングされたトラフィックをその IP に送信できます。その際、MPLS を介して IP をアドバタイズしたスイッチへの IP のラベルを使用します。

IP プレフィックスルート (タイプ 5) は次のとおりです。

- MPLS カプセル化によるタイプ 5 ルート

```
RT-5 Route - IP Prefix

RD: L3 RD
IP Length: prefix length
IP address: IP (4 bytes)
Label1: BGP MPLS Label
Route Target
RT for IP-VRF
```

デフォルトのラベル割り当てモードは、MPLS 上のレイヤ 3 EVPN の VRF 単位です。

BGP EVPN とラベル割り当てモードを設定するには、次の手順を実行します。

始める前に

install feature-set mpls コマンドと **feature-set mpls** コマンドを使用して、MPLS 機能セットをインストールして有効にする必要があります。

MPLS セグメントルーティング機能を有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal	グローバル設定モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	<p>[no] router bgp <i>autonomous-system-number</i></p> <p>例 :</p> <pre>switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)#</pre>	<p>BGP を有効にして、ローカル BGP スピーカに AS 番号を割り当てます。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数にできます。上位 16 ビット 10 進数と下位 16 ビット 10 進数による xx.xx という形式です。</p> <p>BGP プロセスおよび関連する設定を削除するには、このコマンドで no オプションを使用します。</p>
ステップ 3	<p>必須: address-family l2vpn evpn</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-router)# address-family l2vpn evpn switch(config-router-af)#</pre>	レイヤ 2 VPN EVPN のグローバルアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 4	<p>必須: exit</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-router-af)# exit switch(config-router)#</pre>	グローバルアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	<p>neighbor ipv4-address remote-as <i>autonomous-system-number</i></p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-router)# neighbor 10.1.1.1 remote-as 64497 switch(config-router-neighbor)#</pre>	リモート BGP ピアの IPv4 アドレスおよび AS 番号を設定します。
ステップ 6	<p>address-family l2vpn evpn</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family l2vpn evpn switch(config-router-neighbor-af)#</pre>	ラベル付きのレイヤ 2 VPN EVPN をアドバタイズします。
ステップ 7	<p>encapsulation mpls</p> <p>例 :</p> <pre>router bgp 100 address-family l2vpn evpn neighbor NVE2 remote-as 100 address-family l2vpn evpn send-community extended encapsulation mpls vrf foo address-family ipv4 unicast advertise l2vpn evpn</pre>	<p>BGP EVPN アドレスファミリーを有効にし、EVPN タイプ 5 ルートアップデートをネイバーに送信します。</p> <p>(注) NX-OS の IP ルートタイプの EVPN でのデフォルトのトンネルカプセル化は VXLAN です。これをオーバーライドするために、MPLS トンネルのカプセル化を示す新しい CLI が導入されています。</p>

	コマンドまたはアクション	目的
	BGP セグメントルーティング設定： <pre>router bgp 100 address-family ipv4 unicast network 200.0.0.1/32 route-map label_index_pol_100 network 192.168.5.1/32 route-map label_index_pol_101 network 101.0.0.0/24 route-map label_index_pol_103 allocate-label all neighbor 192.168.5.6 remote-as 20 address-family ipv4 labeled-unicast send-community extended</pre>	
ステップ 8	vrf <customer_name>	VRF を設定します。
ステップ 9	address-family ipv4 unicast	IPv4 アドレス ファミリに対応するグローバルアドレス ファミリ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 10	advertise l2vpn evpn	レイヤ 2 VPN EVPN をアドバタイズします。
ステップ 11	redistribute direct route-map DIRECT_TO_BGP	直接接続されたルートを BGP-EVPN に再配布します。
ステップ 12	label-allocation-mode per-vrf	ラベル割り当てモードを VRF 単位に設定します。プレフィックス単位のラベルモードを設定する場合は、 no label-allocation-mode per-vrf CLI コマンドを使用します。 EVPN アドレス ファミリの場合、デフォルトのラベル割り当ては VRF 単位です。一方、ラベル割り当て CLI がサポートされている他のアドレスファミリではプレフィックス単位モードです。実行コンフィギュレーションでは、CLI の no 形式は表示されません。

例

プレフィックス単位のラベル割り当ての設定については、次の例を参照してください。

```
router bgp 65000
  [address-family l2vpn evpn]
  neighbor 10.1.1.1
    remote-as 100
```

```

address-family l2vpn evpn
send-community extended
neighbor 20.1.1.1
remote-as 65000
address-family l2vpn evpn
encapsulation mpls
send-community extended
vrf customer1
address-family ipv4 unicast
advertise l2vpn evpn
redistribute direct route-map DIRECT_TO_BGP
no label-allocation-mode per-vrf

```

BGP レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN スティッチングの構成

同じルーターでスティッチングを構成するには、レイヤ 3 VPN ネイバー関係とルーター アドバタイズメントを構成します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	[no] router bgp <i>autonomous-system-number</i> 例： switch# configure terminal switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)#	BGP を有効にして、ローカル BGP スピーカに AS 番号を割り当てます。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数にできます。上位 16 ビット 10 進数と下位 16 ビット 10 進数による xx.xx という形式です。 BGP プロセスおよび関連する設定を削除するには、このコマンドで no オプションを使用します。
ステップ 3	address-family {vpn4 vpn6} unicast 例： switch(config-router)# address-family vpn4 unicast switch(config-router-af)# address-family vpn6 unicast switch(config-router-af)#	レイヤ 3 VPNv4 または VPNv6 に対するグローバルアドレスファミリ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 4	exit 例： switch(config-router-af)# exit switch(config-router)#	グローバルアドレスファミリ コンフィギュレーションモードを終了します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	neighbor ipv4-address remote-as autonomous-system-number 例 : <pre>switch(config-router)# neighbor 20.1.1.1 remote-as 64498</pre>	リモート BGP L3VPN ピアの IPv4 アドレスおよび AS 番号を設定します。
ステップ 6	address-family {vpn4 vpn6} unicast 例 : <pre>switch(config-router)# address-family vpn4 unicast switch(config-router-af)# address-family vpn6 unicast switch(config-router-af)#</pre>	VPNv4 または VPNv6 のネイバー アドレス ファミリを設定します。
ステップ 7	send-community extended	BGP VPN アドレス ファミリを有効にします
ステップ 8	import l2vpn evpn reoriginate	標準のルートターゲット識別子と一致するルートターゲット識別子を持つレイヤ 3 BGPEVPNLRI からのルーティング情報のインポートを設定し、このルーティング情報を、スティッチングルートターゲット識別子に割り当てる再発信の後に、BGP EVPN ネイバーへエクスポートします。
ステップ 9	neighbor ipv4-address remote-as autonomous-system-number 例 : <pre>switch(config-router)# neighbor 10.1.1.1 remote-as 64497 switch(config-router-neighbor)#</pre>	リモート レイヤ 3 EVPN BGP ピアの IPv4 アドレスおよび AS 番号を設定します。
ステップ 10	address-family {l2vpn evpn} 例 : <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family l2vpn evpn switch(config-router-neighbor-af)#</pre>	レイヤ 3 EVPN のネイバー アドレス ファミリを設定します。
ステップ 11	import vpn unicast reoriginate	スティッチングルートターゲット識別子と一致するルートターゲット識別子を持つ BGPEVPNLRI からのルーティング情報のインポートを有効にし、この再発信後のルーティング情報をレイヤ 3 VPN BGP ネイバーにエクスポートします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 12	vrf <customer_name>	VRF を設定します。
ステップ 13	address-family ipv4 unicast	IPv4 アドレス ファミリに対応するグローバルアドレス ファミリ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 14	advertise l2vpn evpn	レイヤ 2 VPN EVPN をアドバタイズします。

例

```
vrf context Customer1
  rd auto
  address-family ipv4 unicast
    route-target import 100:100
    route-target export 100:100
    route-target import 100:100 evpn
    route-target export 100:100 evpn

segment-routing
  mpls
    global-block 11000 20000
    connected-prefix-sid
      address-family ipv4 unicast
        200.0.0.1 index 101
  !
int lo1
  ip address 200.0.0.1/32
  !
interface e1/13
  description "MPLS interface towards Core"
  ip address 192.168.5.1/24
  mpls ip forwarding
  no shut

router bgp 100
  address-family ipv4 unicast
  allocate-label all
  address-family ipv6 unicast
  address-family l2vpn evpn
  address-family vpv4 unicast
  address-family vpv6 unicast
  neighbor 10.0.0.1 remote-as 200
    update-source loopback1
    address-family vpv4 unicast
      send-community extended
    import l2vpn evpn reoriginate
  address-family vpv6 unicast
    import l2vpn evpn reoriginate
    send-community extended
  neighbor 20.0.0.1 remote-as 300
    address-family l2vpn evpn
      send-community extended
    import vpn unicast reoriginate
  encapsulation mpls
  neighbor 192.168.5.6 remote-as 300
    address-family ipv4 labeled-unicast
```

```
vrf Customer1
  address-family ipv4 unicast
  advertise l2vpn evpn
  address-family ipv6 unicast
  advertise l2vpn evpn
```

セグメントルーティングを介した BGP L3 VPN の構成

始める前に

install feature-set mpls コマンドと **feature-set mpls** コマンドを使用して、MPLS 機能セットをインストールして有効にする必要があります。

MPLS セグメントルーティング機能を有効にする必要があります。

feature mpls l3vpn コマンドを使用して、MPLS L3 VPN 機能を有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： switch# configure terminal switch(config)#	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	[no] router bgp <i>autonomous-system-number</i> 例： switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)#	BGP を有効にして、ローカル BGP スピーカに AS 番号を割り当てます。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数にできます。上位 16 ビット 10 進数と下位 16 ビット 10 進数による xx.xx という形式です。 BGP プロセスおよび関連する設定を削除するには、このコマンドで no オプションを使用します。
ステップ 3	address-family {vpn4 vpn6} unicast 例： switch(config-router)# address-family vpn4 unicast switch(config-router-af)# address-family vpn6 unicast switch(config-router-af)#	レイヤ 3 VPNv4 または VPNv6 に対するグローバルアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 4	[no] allocate-label option-b	AS 間オプション b を無効にします
ステップ 5	必須: exit 例：	グローバルアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを終了します。

	コマンドまたはアクション	目的
	<pre>switch(config-router-af)# exit switch(config-router)#</pre>	
ステップ 6	neighbor ipv4-address remote-as autonomous-system-number 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 20.1.1.1 remote-as 64498 switch(config-router-neighbor)#</pre>	リモート BGP L3VPN ピアの IPv4 アドレスおよび AS 番号を設定します。
ステップ 7	address-family {vpn4 vpn6} unicast 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family vpn4 unicast switch(config-router-neighbor-af)#</pre>	VPNv4 または VPNv6 のネイバー アドレス ファミリを設定します。
ステップ 8	send-community extended	BGP VPN アドレス ファミリを有効にします。
ステップ 9	vrf <customer_name>	VRF を設定します。
ステップ 10	allocate-index x	割り当てインデックスを設定します。
ステップ 11	address-family ipv4 unicast	IPv4 アドレス ファミリに対応するグローバルアドレス ファミリ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 12	redistribute direct route-map DIRECT_TO_BGP	直接接続されたルートを BGP-L3VPN に再配布します。

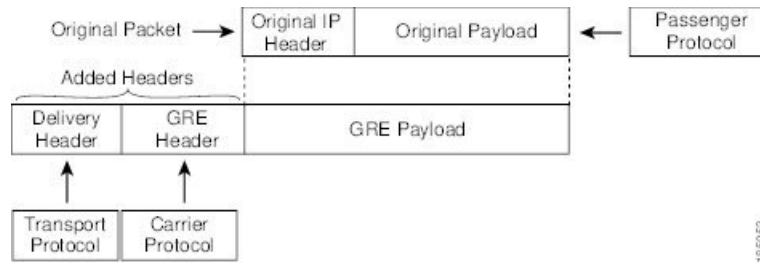
セグメントルーティング MPLS および GRE トンネルの設定

GRE トンネル

Generic Routing Encapsulation (GRE) をさまざまなパッセンジャプロトコルのキャリアプロトコルとして使用できます。

この次図は、GRE トンネルの IP トンネルのコンポーネントを示しています。オリジナルのパッセンジャプロトコルパケットは GRE ペイロードとなり、デバイスはパケットに GRE ヘッダーを追加します。次にデバイスはトランスポートプロトコルヘッダーをパケットに追加して送信します。

図 5: GRE PDU



セグメントルーティング MPLS および GRE

Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、Cisco Nexus デバイスではセグメントルーティング MPLS とジェネリックルーティングカプセル化(GRE)の両方を設定できます。これらのテクノロジーは両方ともシームレスに動作します。MPLS トンネルの終了後には、すべてのMPLSトラフィックをGREトンネルに転送できます。同様に、GREの終了後には、GREトンネルからのすべてのトラフィックをMPLSクラウドに転送できます。

すべてのPEルータは、別のGREクラウドとの間でGREトラフィックを開始、転送、または終了できます。同様に、すべてのトンネル通過ノードまたはトンネルエンドノードは、MPLSトンネルカプセル化を設定できます。

Cisco Nexus 9000 スイッチでトンネルとセグメントルーティングの両方が有効になっている場合、それぞれのフローのTTL動作は次のとおりです。

- 着信 IP トラフィック、GRE ヘッダー付きの出力では、GRE ヘッダーの TTL 値は、着信 IP パケットの TTL 値より 1 少ない値です。
- 着信 IP トラフィック、MPLS ヘッダー付きの出力では、MPLS ヘッダーの TTL 値は、着信 IP パケットの TTL 値より 1 少ない値です。
- 着信 GRE トラフィック、MPLS ヘッダー付きの出力、MPLS ヘッダーの TTL 値はデフォルト (255) です。
- 着信 MPLS トラフィック、GRE ヘッダー付きの出力、GRE ヘッダーの TTL 値はデフォルト (255) です。

セグメントルーティング MPLS および GRE の注意事項と制限事項

セグメントルーティング MPLS および GRE には、次の注意事項と制限事項があります。

- トンネルパケットの入力統計はサポートされていません。
- `template-mpls-heavy` テンプレートのみがサポートされています。
- MPLS セグメントルーティングは、トンネルインターフェイスではサポートされていません。

- モジュラスイッチのハードウェア制限により、トンネルの宛先IPアドレスの出力インターフェイスが Cisco Nexus 9300-FX/FX2 プラットフォーム スイッチを越える場合、トンネル Tx トラフィックはサポートされません。
- 最大 4 つの GRE トンネルがサポートされます。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、Cisco Nexus 9300-GX プラットフォーム スイッチ上ではセグメントルーティング MPLS と GRE の両方を設定できます。
- セグメントルーティング MPLS と GRE の両方が共存している場合、トンネル Rx パケットカウンタは機能しません。

セグメントルーティング MPLS および GRE の設定

静的 MPLS などの相互に排他的な MPLS 機能がイネーブルになっていない限り、MPLS セグメントルーティングをイネーブルにできます。

始める前に

MPLS 機能セットは、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用してインストールし、有効にする必要があります。

feature tunnel コマンドを使用して、トンネリング機能を有効にする必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure terminal 例： <pre>switch# configure terminal switch(config)#</pre>	グローバル設定モードを開始します。
ステップ 2	[no] feature segment-routing 例： <pre>switch(config)# feature segment-routing</pre>	MPLS セグメントルーティング機能を有効化します。このコマンドの no 形式は、MPLS セグメントルーティング機能を無効化します。
ステップ 3	(任意) show running-config inc 'feature segment-routing' 例： <pre>switch(config)# show running-config inc 'feature segment-routing'</pre>	MPLS セグメントルーティング機能のステータスを表示します。
ステップ 4	(任意) copy running-config startup-config 例：	実行コンフィギュレーションをスタートアップコンフィギュレーションにコピーします

	コマンドまたはアクション	目的
	<code>switch(config)# copy running-config startup-config</code>	
ステップ 5	configure terminal 例： <code>switch# configure terminal</code> <code>switch(config)#</code>	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 6	feature tunnel 例： <code>switch(config)# feature tunnel</code> <code>switch(config-if)#</code>	新しいトンネルインターフェイスを作成できます。 トンネルインターフェイス機能を無効にするには、このコマンドの no 形式を使用します。
ステップ 7	<code>switch(config)# interface tunnel number</code>	トンネル インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 8	<code>switch(config-if)# tunnel mode {gre ip }</code>	このトンネル モードを GRE に設定します。 IP での GRE カプセル化の使用を指定するには、 gre キーワードおよび ip キーワードを指定します。
ステップ 9	tunnel source {ip-address interface-name} 例： <code>switch(config-if)# tunnel source ethernet 1/2</code>	この IP トンネルの送信元アドレスを設定します。送信元は、IP アドレスまたは論理インターフェイス名によって指定できます。
ステップ 10	tunnel destination {ip-address host-name} 例： <code>switch(config-if)# tunnel destination 192.0.2.1</code>	この IP トンネルの宛先アドレスを設定します。宛先は、IP アドレスまたは論理ホスト名によって指定できます。
ステップ 11	tunnel use-vrf vrf-name 例： <code>switch(config-if)# tunnel use-vrf blue</code>	
ステップ 12	ipv6 address IPv6 address	<code>switch(config-if)# 10.1.1.1</code> IPv6 アドレス を設定します。 (注) トンネルの送信元アドレスと宛先アドレスは同じままです (IPv4アドレス)。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 13	(任意) <code>switch(config-if)# show interface tunnel number</code>	トンネルインターフェースの統計情報を表示します。
ステップ 14	<code>switch(config-if)# mtu value</code>	インターフェースで送信される IP パケットの Maximum Transmission Unit (MTU; 最大伝送単位) を設定します。
ステップ 15	(任意) <code>switch(config-if)# copy running-config startup-config</code>	リポートおよびリスタート時に実行コンフィギュレーションをスタートアップコンフィギュレーションにコピーして、変更を継続的に保存します。

セグメントルーティング MPLS および GRE の設定の確認

スタティックルーティング MPLS および GRE の設定を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
<code>show segment-routing mpls</code>	セグメントルーティング MPLS 情報を表示します

レイヤ 3 EVPN の SR-TE の確認

ODN の検証は、L3VPN VRF プレフィックスに基づいています。

1. R1 (ヘッドエンドと PCE サーバー) 間の PCEP セッションが確立されていることを確認します。

```
R1# show srte pce ipv4 peer

PCC's peer database:
-----
Remote PCEP conn IPv4 addr: 58.8.8.8
Local PCEP conn IPv4 addr: 51.1.1.1
Precedence: 0
State: up
```

2. 次のコマンドを使用して、R1、R3、および R6 の BGP LS および BGP EVPN セッションを確認します。

- Show bgp l2vpn evpn summary
- Show bgp link-state summary

3. R1 (ヘッドエンド) に、R6 ループバック アドレスへの可視性がないことを確認します。

```
R1# show ip route 56.6.6.6
IP Route Table for VRF "default"
```

```
'*' denotes best ucast next-hop
'***' denotes best mcast next-hop
'[x/y]' denotes [preference/metric]
'%<string>' in via output denotes VRF <string>
```

```
56.6.6.6/32, ubest/mbest: 1/0
  *via Null0, [1/0], 1d02h, static
```

4. VRF プレフィックスが MP-BGP によって R1 VRF SR ルーティング テーブルにインジェクトされることを確認します。

```
R1# show ip route vrf sr
106.107.4.1/32, ubest/mbest: 1/0
  *via binding label 100534%default, [20/0], 1d01h, bgp-6503, external, tag 6500
(mpls-vpn)
```

5. SR-TE トンネルを確認します。

```
R1# show srte policy
Policy name: 51.1.1.1|1001
Source: 51.1.1.1
End-point: 56.6.6.6
Created by: bgp
State: UP
Color: 1001
Insert: FALSE
Re-opt timer: 0
Binding-sid Label: 100534
Policy-Id: 2
Flags:
Path type = MPLS          Path options count: 1
Path-option Preference:100 ECMP path count: 1
 1.      PCE              Weighted: No
      Delegated PCE: 58.8.8.8
          Index: 1          Label: 101104
          Index: 2          Label: 201102
          Index: 3          Label: 201103
```

セグメントルーティングの設定の確認

スタティックルーティングの設定を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
show bgp ipv4 labeled-unicast <i>prefix</i>	指定された IPv4 プレフィックスのアドバタイズされたラベルインデックスおよび選択されたローカルラベルを表示します。
show bgp paths	アドバタイズされたラベルインデックスを含む BGP パス情報を表示します。
show mpls label range	構成されたラベルの SRGB 範囲を表示します。
show route-map [<i>map-name</i>]	ラベルインデックスなど、ルートマップに関する情報を表示します。

コマンド	目的
show running-config inc 'feature segment-routing'	MPLS セグメントルーティング機能のステータスを表示します。
show ip ospf neighbors detail	OSPFv2 ネイバー、および割り当てられた隣接関係 SID のリストを、対応するフラグとともに表示します。
show ip ospf database opaque-area	隣接 SID の LSA を表示します。
show ip ospf segment-routing adj-sid-database	ローカルに割り当てられた隣接 SID をすべて表示します。
show running-config segment-routing	セグメントルーティング機能のステータスを表示します。
show srte policy	SR-TE で使用可能なポリシーのリストを表示します。
show srte policy fh	最初のホップのセットを表示します。
show segment-routing mpls clients	SR-APP に登録されているクライアントを表示します。
show segment-routing mpls details	詳細情報を表示します。
show segment-routing ipv4	IPv4 アドレスファミリの BGP 情報を表示します。
show segment-routing mpls	セグメントルーティング MPLS 情報を表示します
show segment-routing ipv4 connected-prefix-sid	SRGB の MPLS ラベル範囲を表示します。 (注) このコマンドは、Cisco NX-OS リリース 9.3(1) でのみ使用できます。
show ip ospf process	OSPF モードを表示します。
show ip ospf process segment-routing sid-database	セグメントルーティングデータベースの詳細を表示します。
show ip ospf process segment-routing global block	セグメントルーティンググローバルブロック情報を表示します。
show nve evi	EVI のステータスを表示します。
show nve peer mpls	セグメントルーティングピアのステータスを表示します。

コマンド	目的
<code>show nve adjacency mpls</code>	ピア隣接のステータスを表示します。

その他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアルタイトル
BGP	<i>Cisco Nexus 9000</i> シリーズ ユニキャストルーティング設定ガイド