

詳細な設計ガイドとEVPN VPWSを使用したSR-TE Explicit-Pathポリシーの設定例、IOS XRリリース7.5.x

内容

[概要](#)

[1.背景説明](#)

[1.1範囲外](#)

[1.2前提条件](#)

[1.3技術範囲](#)

[1.4.ドキュメントの概要](#)

[要件](#)

[2.ユーザ要件](#)

[2.1.要件の概要](#)

[2.2使用するコンポーネント](#)

[テクノロジーの概要](#)

[3.セグメントルーティング](#)

[3.1.セグメントルーティングとは](#)

[3.2セグメント識別子](#)

[4. SR-TEの概要](#)

[4.1. SR-TEとは](#)

[4.2 SR-TEポリシー](#)

[\(五\) TI-LFA FRR](#)

[5.1.概要](#)

[5.2.障害検出方法がFRRに与える影響](#)

[5.3 SRでのマイクロループの回避](#)

[6. EVPNオーバーレイ](#)

[6.1. EVPNの利点](#)

[6.1.1マルチホームおよびオールアクティブイーサネットアクセス](#)

[6.2. EVPNルートタイプ](#)

[6.2.1.ルートタイプ1 – イーサネット自動検出\(AD\)ルート](#)

[6.2.2.ルートタイプ4 – イーサネットセグメントルート](#)

[6.3. EVPNホスト接続](#)

[7. BoBとロードバランシング](#)

[7.1. BFD over Bundle\(BoB\)](#)

[7.2ロードバランシング](#)

[7.2.1 FATラベルを使用したコアロードバランシング](#)

[7.2.2接続回線のロードバランシング](#)

[設定テンプレートとコマンドサンプル](#)

[8.完全な設計ソリューション](#)

[8.1低レベルの要件](#)

[8.2.設計のまとめ](#)

[8.3設計ブロック](#)

[8.4物理トポロジの例](#)

[8.5レイヤ1設計の詳細](#)

[8.5.1設定テンプレート](#)

[8.6. OSPF/SR-TE設計の概要](#)

[8.6.1 SR-TEの通常のトラフィックシナリオ](#)

[8.6.1.1設定テンプレート](#)

[8.6.2. フェールオーバーシナリオのSR-TE](#)

[8.6.3. シングルリンクフェールオーバーシナリオ](#)

[8.6.3.1.設定テンプレート](#)

[8.6.4. ダブルリンクフェールオーバーシナリオ](#)

[8.6.4.1.設定テンプレート](#)

[8.6.5シングルノードフェールオーバーシナリオ](#)

[8.6.5.1.設定テンプレート](#)

[8.6.6ダブルノードフェールオーバーシナリオ](#)

[8.6.6.1.設定テンプレート](#)

[8.7. BGP/RR設計の概要](#)

[8.7.1設定テンプレート](#)

[8.8. サービス設計の概要](#)

[8.8.1. ラベルスタック表示](#)

[8.8.2.設定テンプレート](#)

[9.設定例とshowコマンド](#)

[9.1. PEノードでの設定例](#)

[9.1. PEノードでの関連するshowコマンド](#)

[トラブルシュート](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、XYZネットワークの要件に基づく詳細な設計ガイドと技術的な説明について説明し、Segment Routing Traffic Engineering(SR-TE)Explicit-Path Policy with Ethernet VPN(EVPN)Virtual Private Wired Service(VPWS)の使用例に対する低レベルの設定テンプレートと設定についても説明します。

1.背景説明

1.1範囲外

このドキュメントでは、XTCコントローラやEVPN ELANなどを使用する集中型の「オンデマンド」SR-TEポリシーの要件については説明しませんが、EVPN VPWSオーバーレイを使用するヘッドエンドノード駆動型のSR-TEポリシーについてのみ説明します。

1.2前提条件

このドキュメントの読者は、IP/MPLSとイーサネットの概念、およびセグメントルーティングとトラフィックエンジニアリングのテクノロジーに精通している必要があります。

1.3技術範囲

このドキュメントの主な技術範囲は次のものに限定されています。

- TI-LFA FRRによるOSPF
- ヘッドエンド (分散型) 制御のSR-TEポリシー
- 明示的なプライマリパスとダイナミックIGPベースのフェールオーバーパス
- シングルホームEVPN VPW

このドキュメントで提供されている設定テンプレートは、Cisco IOS®-XR 7.5.xと呼ばれます。

1.4.ドキュメントの概要

表1ドキュメントセクション

トピックタイプ	トピック名	セクション番号
概要	背景説明	1
要件	ユーザ要件	0
	セグメントルーティング	3
	SR-TEの概要	4
テクノロジーの概要	TI-LFA FRR	5
	EVPNオーバーレイ	6
	BoBとロードバランシング	7
設定テンプレート	完全な設計ソリューション	8
コマンドの例	設定例とShowコマンド	9 ミリ秒

要件

2.ユーザ要件

2.1.要件の概要

サービスプロバイダーのXYZネットワークは、Cisco NCS 5500デバイスを使用してグリーンフィールドネットワークを構築する必要があります。

目的は、マルチキャストデータストリーム (音声、ビデオ) をサービスとしてレイヤ2トランスポートネットワーク上を一定の要件を持って伝送することです。そのうちの1つは、ネットワークを通過するトラフィックパスをトラフィックエンジニアに提供することです。

トランスポートラベルにはSRを、トラフィックエンジニアリングにはSR-TEを、サービスラベルを提供するオーバーレイにはEVPNを推奨しています。

2.2使用するコンポーネント

ユーザXYZがNCS 5500ルータとラインカードに収束しました。

表2プロジェクトハードウェア要件

PEノード シャーシ	PID NCS-5504
Pノードを接続するMPA/LC	NC55-36X100G-A- SE
CEノードを接続するMPA/LC	NC55-36X100G-A- SE
Pノード シャーシ	PID NCS-5508
他のPノードを接続する MPA/LC	NC55-36X100G-A- SE
PEノードを接続するMPA/LC	NC55-36X100G-A- SE

このセクションでは、使用するテクノロジーの概要を簡単に説明します。

テクノロジーの概要

3.セグメントルーティング

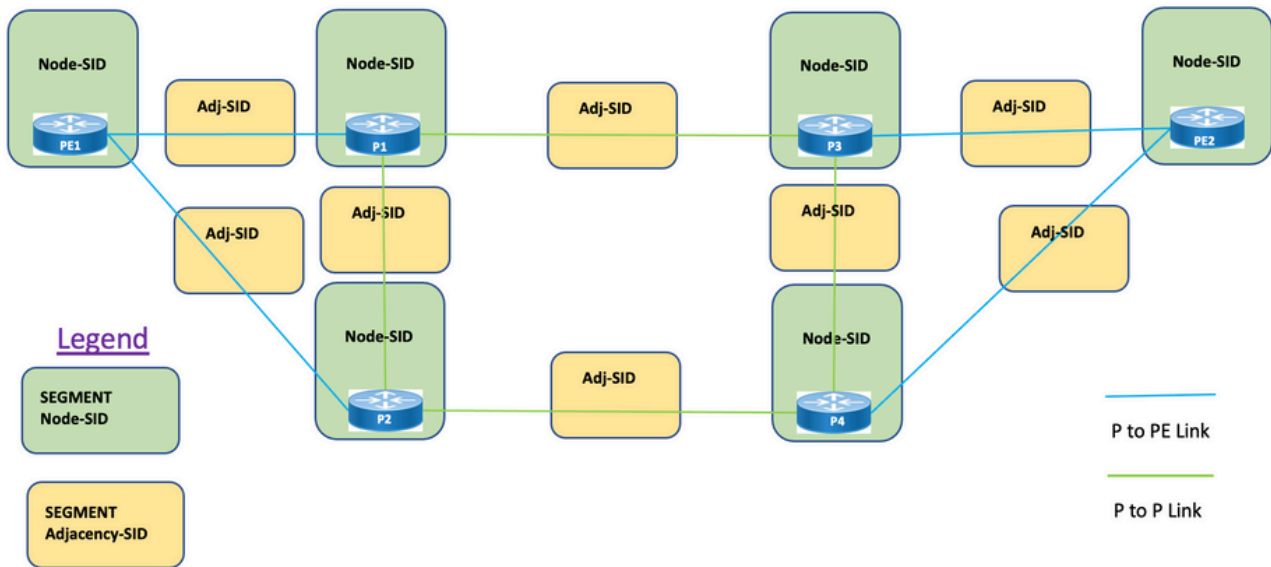
3.1.セグメントルーティングとは

セグメントルーティングは、従来のLDPおよびRSVP-TEプロトコルに代わり、ラベル配布とトラフィックエンジニアリングを1つにまとめて導入し、リンクステートIGP/BGPプロトコルによってのみ実現しようとしている最新の高度なMPLSテクノロジーです。

セグメントルーティングは、ソースルーティングパラダイムに基づいてネットワーク上でパケットを転送する方法です。送信元はパスを選択し、パケットヘッダー内でセグメントの順序付きリストとして符号化します。セグメントは、あらゆるタイプの命令の識別子です。たとえば、トポロジセグメントは宛先へのネクストホップを特定します。各セグメントは、フラットな符号なし20ビット整数で構成されるセグメントID(SID)によって識別されます。

3.2セグメント識別子

図1. SRノードSIDと隣接関係SID



セグメント:Interior Gateway Protocol(IGP)は、次の2種類のセグメントを配布します。プレフィックスセグメントと隣接関係セグメント。各ルータ(ノード)と各リンク(隣接関係)には、関連付けられたセグメントID(SID)があります。

プレフィックスSID:プレフィックスセグメントはグローバルセグメントであるため、プレフィックスSIDは、図1に示すように、セグメントルーティングドメイン内でグローバルに一意です。プレフィックスSIDはIPプレフィックスに関連付けられています。プレフィックスSIDは、セグメントルーティンググローバルブロック(SRGB)ラベル範囲から手動で設定され、IS-ISまたはOSPFによって配布されます。プレフィックスセグメントは、宛先までの最短パスに沿ってトラフィックを誘導します。

- SRグローバルブロック(SRGB)を使用
- ルータ機能TLVでアドバタイズされるSRGB - 設定では、Prefix-SIDを絶対値またはインデックスとして設定できます
- プロトコルアドバタイズメントでは、プレフィックスSIDは常にグローバルに一意なインデックスとしてエンコードされます。インデックスはSRGBベースからのオフセットを表し、ゼロから始まる番号です。つまり、0は最初のインデックスです。たとえば、インデックス1-SIDは $16,000 + 1 = 16,001$ です

ノードSID:ノードSIDは、特定のノードを識別する特殊なタイプのプレフィックスSIDです。これは、ループバックインターフェイスで、ノードのループバックアドレスをプレフィックスとして設定します。プレフィックスセグメントはグローバルセグメントであるため、プレフィックスSIDはセグメントルーティングドメイン内でグローバルに一意です。

言い換えると、ノードセグメントは、ノードを識別するホストプレフィックスに関連付けられたプレフィックスセグメントです。

- ノードを識別するプレフィックスであるルータIDプレフィックスに相当します
- Node-SIDは、アドバタイズメントにNフラグが設定されたPrefix-SIDです
- デフォルトでは、設定された各プレフィックスSIDはノードSIDです
- 'regular' (つまり、非ノードSID)プレフィックスSIDはIS-ISに対して構成可能です

隣接関係SID:隣接関係セグメントは、隣接関係SIDと呼ばれるラベルによって識別されます。このラベルは、出カインターフェイスなど、隣接ルータとの特定の隣接関係を表します。隣接関係SIDはIS-ISまたはOSPFによって配布されます。隣接関係セグメントは、トラフィックを特定の隣接関係に誘導します。隣接関係セグメントはローカルセグメントであるため、隣接関係SIDは特定のルータに対してローカルで一意です。

- ローカルで有効
- 隣接関係ごとに自動的に割り当てられる
- 常に絶対値 (インデックス化されていない値) としてエンコードされる

SIDまたはBSIDのバインド:これは、SRポリシーに関連付けられたローカルで有効なSIDです。パケットに関連付けられたSRポリシーに誘導するのに役立ちます。バインディングセグメントは、SR-TEポリシーを識別するローカルセグメントです。各SR-TEポリシーは、バインディングセグメントID(BSID)に関連付けられます。

BSIDは、SR-TEポリシーがインスタンス化されるときに各SR-TEポリシーに自動的に割り当てられるローカルラベルです。BSIDを使用すると、トラフィックをSR-TEポリシーに誘導し、ドメインの境界を越えて処理できるため、シームレスなエンドツーエンドのドメイン間SR-TEポリシーを作成できます。

4. SR-TEの概要

4.1. SR-TEとは

Segment Routing Traffic Engineering(SR-TE)は、SRのシンプルでステートレスなソースルーティングメカニズムを高度なレベルに変換し、事前に定義されたパスを通じてデータトラフィックをプログラムおよび誘導します。これにより、輻輳が回避され、高速道路のライブトラフィックマップと同様に代替パスが提供されます。

これは、プライマリおよび送信元から宛先ノードへのバックアップパスをプログラムするさまざまな制約の組み合わせによって定義されたポリシーを管理目的で設定することで実現されます。コントローラは、ネットワーク要件に応じて、集中型(SDN)または分散型 (ヘッドエンド) にすることができます。

図2に示したトポロジを考えてみます。リンクのコストがデフォルト値で、AからDに到達する最短パスがA-B-C-Dで、低遅延パスがA-E-F-G-H-Dであるとします。オペレータは、要件 (たとえば、遅延) に従ってトラフィックエンジニアリングパスを定義し、セグメントIDリスト(A、E、F、G、H、D)の形式で表現できます。RSVP-TEとは異なり、このポリシーの状態はルータAでのみ維持され、パケットが通過するルータ全体 (つまり、E、F、G、およびH) では維持されません。

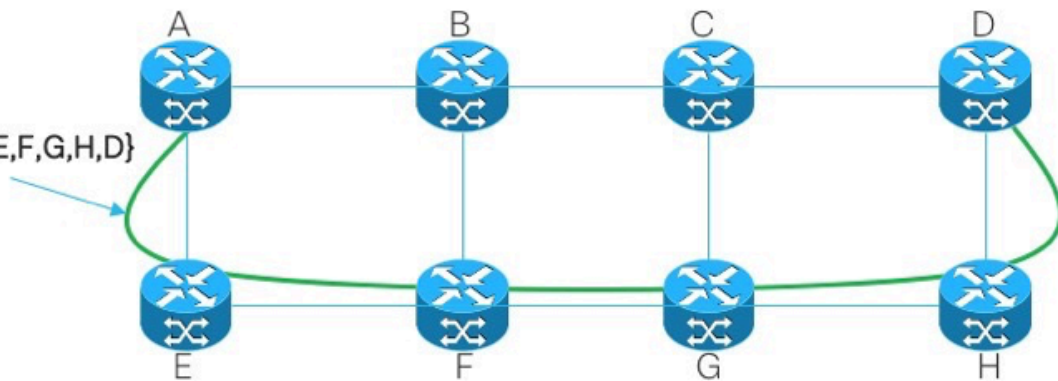
図2. SR-TEの管理上定義されたパスの例

SRTE Policy:

Destination: D

Source: A

Path: Sid List {E,F,G,H,D}



4.2 SR-TEポリシー

Segment Routing for Traffic Engineering(SR-TE)は、「ポリシー」を使用してトラフィックをネットワークに誘導します。SR-TEポリシーパスは、セグメントID(SID)リストと呼ばれる、パスを指定するセグメントのリストとして表現されます。各セグメントは送信元から宛先までのエンドツーエンドのパスであり、ネットワーク内のルータに対して、IGPによって計算された最短パスではなく、指定されたパスを使用するように指示します。パケットがSR-TEポリシーに誘導されると、SIDリストはヘッドエンドによってパケットにプッシュされます。ネットワークの残りの部分では、SIDリストに埋め込まれた命令が実行されます。

SR-TEポリシーは順序付きリスト(ヘッドエンド、カラー、エンドポイント)として識別されます。

- ヘッドエンド：SR-TEポリシーがインスタンス化される場所
- 色：同じノードペアに対する2つ以上のポリシーを区別する数値(ヘッドエンド-エンドポイント)
- エンドポイント：SR-TEポリシーの宛先
- 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すべてのポリシーには、一意のカラー値が必要です。

SR-TEポリシーは、プライマリパスとバックアップパスを含む1つ以上の候補パスで設定されます。

たとえば、ポリシーのプライマリパスを隣接関係SIDで明示的に定義し、障害が発生した場合には、バックアップパスをIGPメトリックが処理する動的パスにすることができます。

(五) TI-LFA FRR

5.1.概要

Topology Independent Loop-Free Alternate(TI-LFA)は、リンク、ノード、およびSRLGを保護する機能です。設定は簡単です。単純なTI-LFA設定をルータに実装するために必要な設定は2行だけです。ルータで使用されているプロトコルを変更する必要はありません。図3は、ローカルリンク障害とノード障害のシナリオにおけるTI-LFAによるプライマリトラフィックパスと事前に計算されたバックアップパスを示しています。

図3. TI LFAリンクフェールオーバーシナリオ

TI-LFA Link Failover

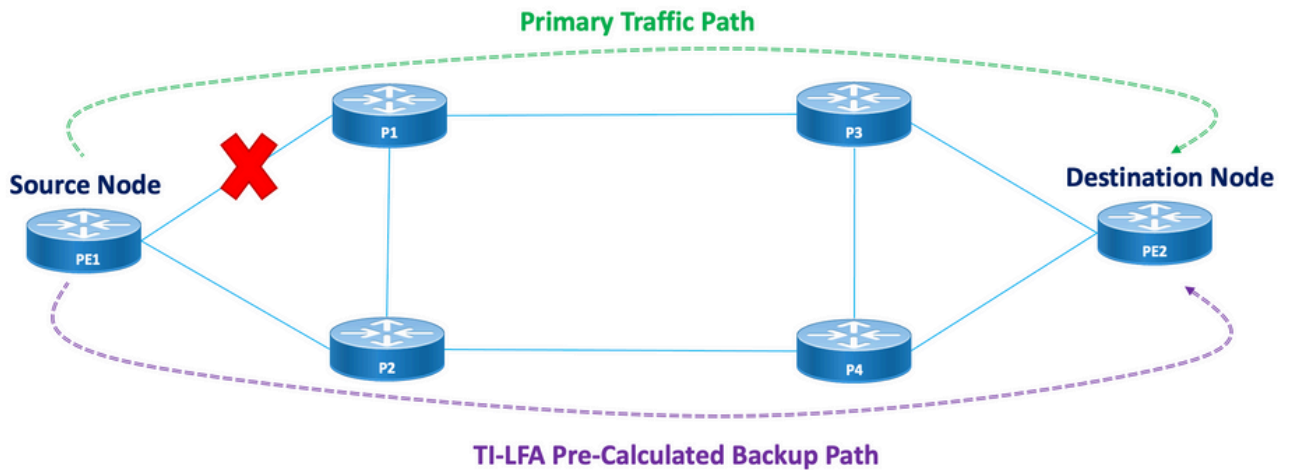
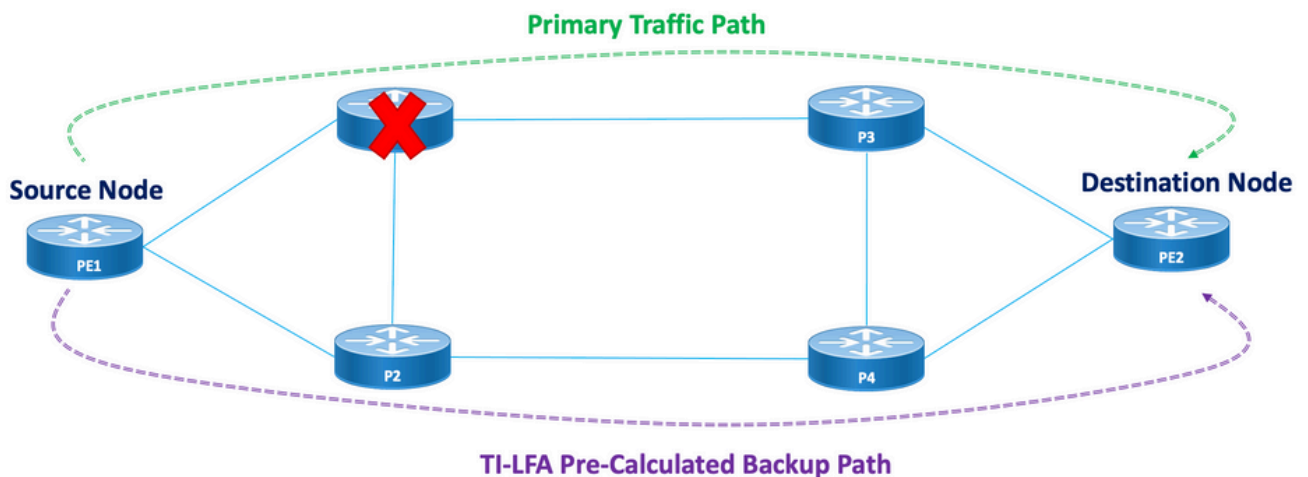


図4. TI-LFAノードフェールオーバーシナリオ

TI-LFA Node Failover



すべての保護されたノードとパスには、迅速に有効化できる計算されたバックアップパスがあります。保護パスのコンバージェンス時間は50ミリ秒以下です。つまり、遅延やパケット損失の影響を受けやすいアプリケーションであっても、ノードやリンクに障害が発生した場合に中断することなく機能できます。TI-LFAはバックアップパスを計算し、保護されたリンクまたはノードをデータベースから一時的に削除します。その後、最短パス優先でバックアップパスを計算します。これにより、バックアップパスのメトリックコストを最小限に抑えながら、保護されたパスを回避できます。障害が発生した場合は、バックアップパスに従ってトラフィックエンジニアリングされたトンネルがトラフィックに使用されます。リペアラベルリストは、宛先への新しいルートが必要とするパケットのパスを決定します。修復ラベルリストは通常のラベルスタックですが、保護ルートで障害が発生した場合にのみ使用されます。

5.2.障害検出方法がFRRに与える影響

SR-TEトラフィックエンジニアリングパスの高速再ルーティングは、フェールオーバーが発生した場合に、可能な限り50ミリ秒以内にプライマリパスからバックアップパスにトラフィックを切り替える手段として設定されます。高速再ルーティング機能は、IGP(OSPF/ISIS)プロトコルで設定されます。コンバージェンス時間は、リンク障害の検出が行われる方法によって異なります。

ファイバ切断の場合は即座に検出され、50ミリ秒未満のコンバージェンスが得られる可能性が高くなります。ただし、リンク障害検出を15ミリ秒 (マルチプライアx3) の間隔でBFDによって実行する必要がある場合は、コンバージェンス時間は主に50ミリ秒以上です。

5.3 SRでのマイクロループの回避

マイクロループは、トポロジの変更 (リンクダウン、リンクアップ、またはメトリック変更イベント) に続いてネットワークで発生する短いパケットループです。マイクロループは、ネットワーク内のさまざまなノードの非同時収束によって発生します。ノードが収束し、まだ収束していない隣接ノードにトラフィックを送信すると、これらの2つのノード間でトラフィックがループする可能性があり、その結果、パケット損失、ジッター、およびパケットの順序が正しくない結果になります。

セグメントルーティングマイクロループ回避機能は、マイクロループの後にトポロジの変更が発生する可能性があるかどうかを検出します。新しいトポロジでマイクロループが発生する可能性がある場合、ノードは計算した場合、ノードはセグメントのリストを使用して、宛先へのループフリーSR-TEポリシーパスを作成します。RIB更新遅延タイマーが期限切れになると、SR-TEポリシーは通常の転送パスに置き換えられます。RIBアップデート遅延には、TI-LFAによって処理されるデフォルトタイマーがあります。

6. EVPNオーバーレイ

EVPNは、当初はイーサネットマルチポイントサービス用に設計されたテクノロジーであり、高度なマルチホーミング機能を備え、BGPを使用してMACアドレスの到達可能性情報をMPLSネットワーク経路で配信し、IP VPNと同じ運用上および拡張上の特性をL2VPNにもたらしめます。今日では、DCIおよびE-LANアプリケーションを超えて、EVPNソリューションファミリは、E-LINE、E-TREE、およびデータセンタールーティングとブリッジングのシナリオを含むすべてのイーサネットサービスタイプに共通の基盤を提供しています。EVPNには、L2サービスとL3サービスを同じインスタンスで組み合わせるオプションもあります。

EVPNは、MPLSネットワーク上で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ソリューションです。EVPNは、コアでBGPコントロールプレーンベースのMACラーニングを有効にするVirtual Private LAN Service(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するPEは、MP-BGPプロトコルを使用してコントロールプレーンでユーザMACルートを学習します。

EVPNには次のような利点があります。

- フロー単位の冗長性とロードバランシング
- シンプルなプロビジョニングと運用
- 最適な転送
- 短時間でのコンバージェンス
- MACアドレスの拡張性
- IETF標準化下でのマルチベンダーソリューション

1つのデバイスで学習されたMACアドレスは、VLAN内の他のデバイスで学習または配布される必要があります。EVPNソフトウェアのMACラーニング機能を使用すると、あるデバイスで学習したMACアドレスを、ネットワークに接続されている他のデバイスに配布できます。MACアドレスは、BGPを使用してリモートデバイスから学習されます。

このセクションでは、EVPNの一般的な利点とルートタイプについて学習し、XYZネットワークサービスの設計に適用されるソリューション固有のコンポーネントについて理解します。

6.1 . EVPNの利点

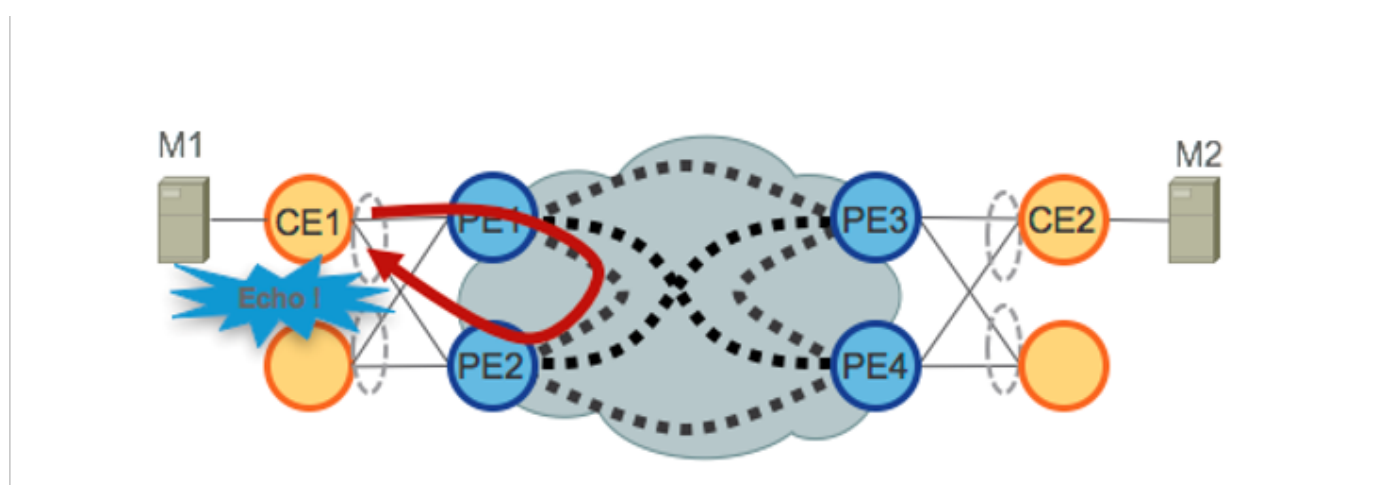
L2VPNおよびL3VPNは、さまざまなルートタイプを利用して1つのソリューションの包括的なサービスを提供するだけでなく、サービスプロバイダーネットワークにおけるイーサネットサービスに関する次の2つの長年の制限を解決します。

- マルチホームおよびオールアクティブイーサネットアクセス
- サービスプロバイダーネットワーク：セントラルオフィスまたはデータセンターとの統合

6.1.1マルチホームおよびオールアクティブイーサネットアクセス

図は、VPLSのような従来のL2マルチポイントソリューションの最大の制限を示しています。

図5. EVPNオールアクティブアクセス



VPLSがコアで動作している場合、ループ回避では、PE1/PE2およびPE3/PE4がそれぞれのCEに対してシングルアクティブ冗長性のみを提供する必要があります。従来、mLACPや、MST、REP、G.8032などのレガシーL2プロトコルなどの技術が、シングルアクティブアクセス冗長性を提供するために使用されていました。

同じ状況がHierarchical-VPLS(H-VPLS)でも発生します。Hierarchical-VPLSでは、アクセスノードがアクティブおよびバックアップスポーク疑似回線(PW)によるシングルアクティブH-VPLSアクセスを提供します。

VPLSテクノロジーには、特定のカテゴリのトラフィックに対してコアで使用される転送メカニズムから派生するL2ループを防止する機能がないため、オールアクティブアクセス冗長モデルは導入できません。CEを送信元とするブロードキャスト、不明なユニキャスト、およびマルチキャスト(BUM)トラフィックは、VPLSコア全体にフラッディングされ、すべてのPEで受信されます。その結果、接続されているすべてのCEにフラッディングされます。この例では、PE1はCE1からコアにBUMトラフィックをフラッディングし、PE2は受信したトラフィックをCE1に戻すことができます。

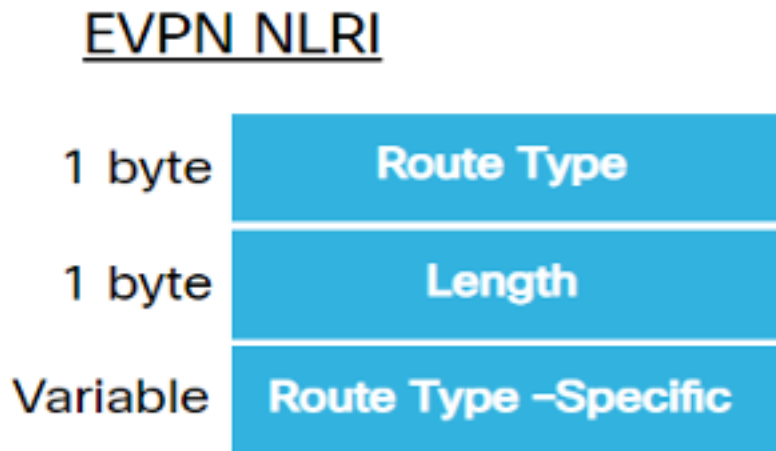
EVPNはBGPベースのコントロールプレーン技術を使用してこの問題に対処し、イーサネットまたはH-EVPNアクセスのアクティブ-アクティブアクセス冗長モデルを有効にします。

6.2. EVPNルートタイプ

EVPNは、すべてのEVPNルートの伝送に使用される新しいBGP NLRIを定義します。EVPN

NLRIは、AFIが25(L2VPN)でSAFIが70のマルチプロトコル拡張を使用してBGPで伝送されます。BGP機能アドバタイズメントは、2つのスピーカーがEVPN NLRIをサポートすることを保証するために使用されます。

図6. EVPN NLRI



この実装に必要な関連するEVPNルートタイプは次のとおりです。

6.2.1. ルートタイプ1 – イーサネット自動検出(AD)ルート

イーサネット自動検出(AD)ルートは、EVI単位およびESI単位でアドバタイズされます。これらのルートはESごとに送信されます。ESに属するEVIのリストを保持しています。CEがシングルホームの場合、ESIフィールドはゼロに設定されます。このルートタイプは、MACアドレスの大量引き出し、ロードバランシング用のエイリアシング、およびスプリットホライズンフィルタリングに使用されます。

6.2.2. ルートタイプ4 – イーサネットセグメントルート

イーサネットセグメントルートを使用すると、CEデバイスを2台またはPEデバイスに接続できます。ESルートを使用すると、同じイーサネットセグメントに接続されている接続されたPEデバイスの検出、つまり冗長グループの検出が可能になります。また、指定フォワーダ(DF)の選択にも使用されます。

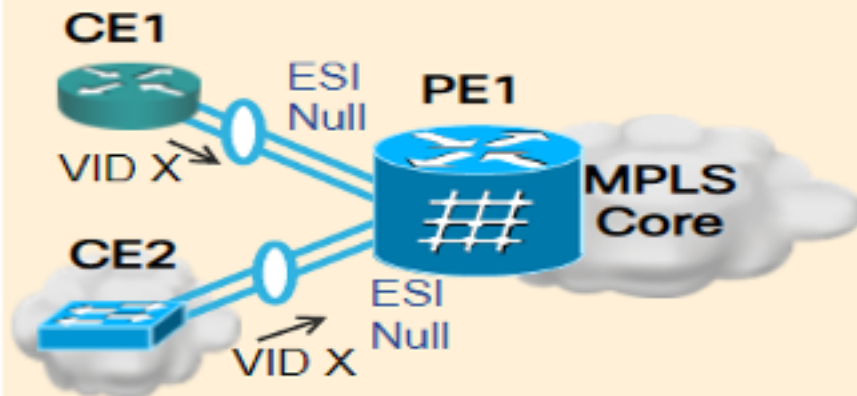
6.3. EVPNホスト接続

次のEVPNモードがサポートされています。

- シングルホーミング：これにより、ユーザエッジ(CE)デバイスを1つのプロバイダーエッジ(PE)デバイスに接続できます。このESI値は、各PE-CEリンクに対してヌルです。
- マルチホーミング：ユーザエッジ(CE)デバイスを2つ以上のプロバイダーエッジ(PE)デバイスに接続して、冗長接続を提供できます。中間リンクは必要ありません。冗長PEデバイスは、ネットワーク障害が発生したときにトラフィックの中断がないことを保証します。マルチホーミングのタイプは次のとおりです。

図7. EVPNシングルホーミング

Single Home Device (SHD) Single Home Network (SHN)

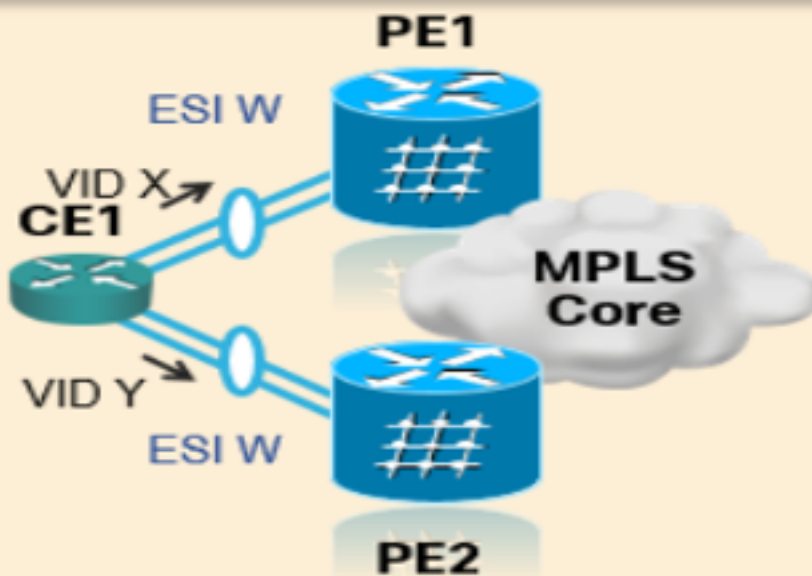


マルチホーミング：マルチホーミングのタイプは次のとおりです。

1. シングルアクティブ：シングルアクティブモードでは、特定のイーサネットセグメントに接続されたPEのグループ内の1つのPEだけが、そのイーサネットセグメントとの間でトラフィックを転送できます。

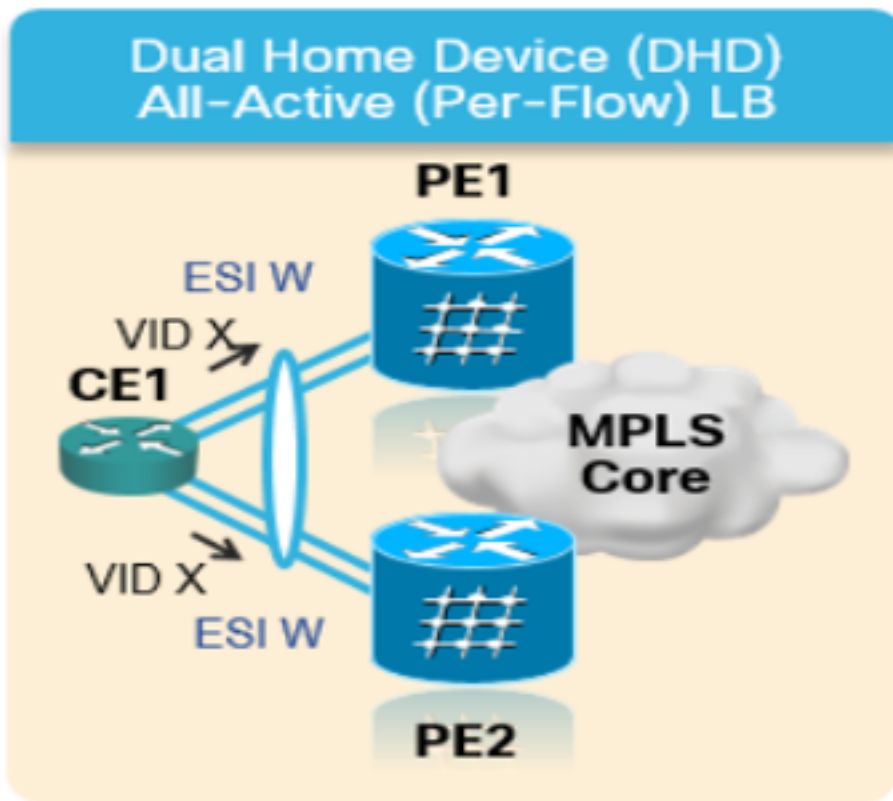
図8. EVPNシングルアクティブ

Dual Home Device (DHD) Single-Active (Per-Service) LB



2. アクティブ-アクティブ：アクティブ-アクティブモードでは、特定のイーサネットセグメントに接続されているすべてのPEが、そのイーサネットセグメントとの間でトラフィックを転送できます。

図9. EVPNデュアルアクティブ



7. BoBとロードバランシング

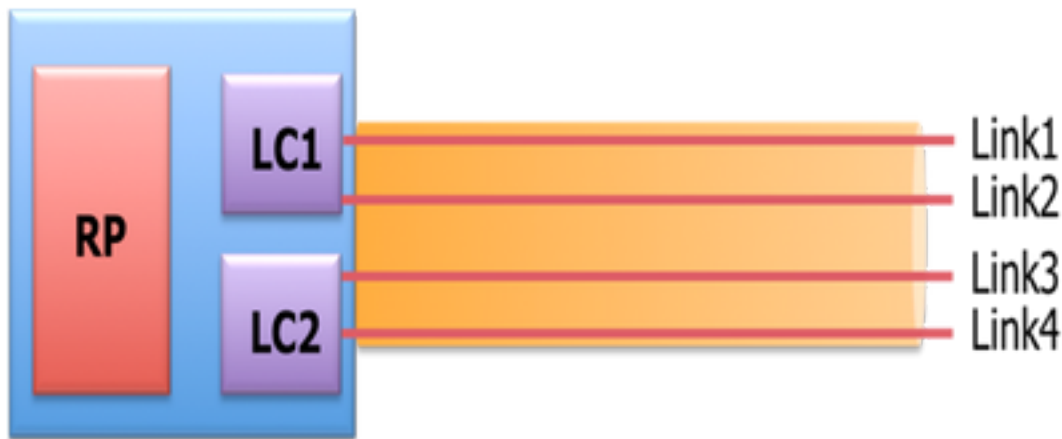
7.1. BFD over Bundle(BoB)

Bidirectional Forwarding Detection(BFD)は、隣接するフォワーディングエンジン間のパスの障害を低オーバーヘッドで短時間で検出します。BFDを使用すると、メディアやプロトコルレイヤを問わず、さまざまな検出時間とオーバーヘッドを使用して、単一のメカニズムを障害検出に使用できます。障害を迅速に検出することで、リンクまたはネイバーに障害が発生した場合に、障害に対する迅速な対応が可能になります。

これにより、IGPはFRR (IGPの場合) とPIC (BGPの場合) を使用してすでに計算されたバックアップパスにトラフィックを転送し始めます。

BFD Over Bundle(BoB)機能では、IPv4 BFDセッションがすべてのアクティブなバンドルメンバー上で実行されます。

図10. BoBの論理図



Bundlemgrは、既存のL1/L2状態に加えてBFD状態を考慮して、メンバリリンクの使用可能性を決定します。バンドルメンバーの状態は、次の機能の1つです。

L1状態 (物理リンク)

L2状態(LACP)

L3状態(BFD)

BFDエージェントは引き続きラインカード上で動作します。バンドルメンバーリンクのBFD状態はRPに統合されます。メンバーリンクは、L2スイッチを介さずにバックツーバックで接続する必要があります。BoB機能は、XYZネットワークのすべてのバンドルイーサネットインターフェイスで設定されます。

7.2ロードバランシング

対象ネットワークのフロー単位ECMPロードバランシングは、バンドル間イーサネットインターフェイスとバンドル内イーサネット (バンドルインターフェイスの物理メンバー間) にまたがっています。これは、前述のように、PEからPE (コアロードバランス) およびPEからCE (ACロードバランス) のネットワーク全体に適用されます。

7.2.1 FATラベルを使用したコアロードバランシング

XYZネットワークの範囲に従い、フロー単位のECMP (等コストマルチパス) ロードバランシングのみを考慮する必要があります。前述のとおり。

ルータは通常、ラベルスタック内の最も低いラベルに基づいてトラフィックのロードバランシングを行います。このラベルは、特定の疑似回線のすべてのフローに対して同じラベルです。これにより、非対称ロードバランシングが発生する可能性があります。このコンテキストでは、フローは同じ送信元と宛先のペアを持つ一連の packets を指します。Packetは、送信元プロバイダーエッジ(PE)から宛先プロバイダーエッジ(PE)に転送されます。

Flow-Aware Transport Pseudowire(FAT PW)は、疑似配線内の個々のフローを識別する機能を提供し、ルータがこれらのフローを使用してトラフィックをロードバランシングする機能を提供します。FAT PWは、等コストマルチパス(ECMP)が使用されている場合に、コア内のトラフィックのロードバランシングに使用されます。疑似回線に入る不可分Packetフローに基づいてフローラベルが作成され、Packetの最も低いラベルとして挿入されます。ルータはロードバランシングにフローラベルを使用でき、コア内のECMPパスまたはリンクバンドルパス間のトラフィック分散が向上します。

フローラベルと呼ばれる追加のラベルがスタックに追加されます。フローラベルは、PE上の一意の着信フローごとに生成されます。フローラベルは、PW内のフローを区別する一意の識別子であり、送信元と宛先のMACアドレス、および送信元と宛先のIPアドレスから取得されます。フローラベルには、ラベルスタック(EOS)ビットセットの最後が含まれています。フローラベルは、VCラベルの後、および制御語(ある場合)の前に挿入されます。入力PEはフローラベルを計算して転送します。FAT PW設定により、フローラベルがイネーブルになります。出力PEはフローラベルを破棄するため、決定は行われません。

7.2.2 接続回線のロードバランシング

ただし、ACバンドルメンバーのロードバランシングでは、ネットワークのこのセクションにSR-MPLSがないため、異なるアプローチが必要です。

フロー単位のロードバランシングは、すべてのPEルータの特定のI2vpn設定ノブを明示的に調整することで実現できます。要件に従って、SRC/DST MACまたはSRC/DST IPごとに設定できます。

設定テンプレート コマンドの例

8. 完全な設計ソリューション

このセクションでは、前のセクションで説明したさまざまな個々のコンポーネントによってステップされた設計の詳細について説明します。このセクションでは、Cisco IOS-XR 7.5.xに関連するトポロジと関連する設定テンプレートを示します。

8.1 低レベルの要件

通常のトラフィックシナリオでは、トラフィックフローはPE1とPE3のサービス終了の間およびPE2とPE4の間でのみ常に伝搬するように設計されています。この状況における主な目的は、図12に示すように、トラフィックパスを完全に分離することです。

ここで関係するトラフィックは、EVPNオーバーレイを介してカプセル化されたマルチキャストフローになります。CE1およびCE2ノードから、マルチキャストメディアストリーム(音声/ビデオ)が着信し、PE1およびPE2ノードでカプセル化され、PE3およびPE4ノードでカプセル化解除された後、EVPN L2オーバーレイを介してCE3およびCE4ノードにそれぞれ転送されます。

したがって、特に指定がない限り、すべての状況において、送信元と宛先のトラフィックペアはPE1-PE3およびPE2-PE4と見なされます。要件の詳細については、[サブセクション2.2](#)を参照してください。

8.2 設計のまとめ

この要件を満たすために、XYZネットワークが必要とするアンダーレイIGPとしてOSPFが選択されます。カプセル化されたマルチキャストストリームを望ましいパスを介して送信元と宛先のトラフィックペアに誘導するには、PEノード間にSR-TEを実装する必要があります。

SR-TEポリシーは、Explicit-PathおよびDynamic IGP Pathsを使用して設計されています。

明示パスでは、次の項目について説明します。

- 通常のトラフィックシナリオ
 - 代替パス・オプションが利用可能になるまでフェイルオーバーを実行
- ダイナミックIGPパスの内容は次のとおりです。

• 代替パス・オプションを使用できないフェイルオーバー・シナリオのバックアップ・パス
BFD、TI-LFA、マイクロループ回避などの機能は、設定テンプレートサブセクションに示すように、OSPFの下で設定されます。

通常のトラフィックシナリオについては、設定テンプレートおよびその他の詳細をサブセクション8.5.1で説明します。

トラフィックフェイルオーバーのシナリオについては、設定テンプレートおよびその他の詳細をサブセクション8.5.2で説明します。

これらとは別に、マイクロループの回避や障害シナリオの場合の50ミリ秒未満のコンバージェンスなどの要件にも対応します。

8.3設計ブロック

このサブセクションでは、以降これらのセクションで詳細に説明するすべての設計ブロックをキャプチャします。

一般的な設計の概要 (レイヤ1) :

- XYZネットワークのMTUサイズは「9216」に固定されており、最大5 ~ 6のSRラベルスタックをサポートすることを目的としています
- 「BFD over Bundle」は、ファイバ切断を50ミリ秒未満で検出するために15ミリ秒の間隔で実装されます

OSPF/SR-TE設計の概要 :

- TI-LFAを使用するIGPプロトコルとしてOSPFを使用し、コンバージェンス時間50ミリ秒でFRRを提供
- フォワーディングプレーンとしてセグメントルーティング、ルーティングプロトコルとしてOSPFに基づくトランスポート層
- XYZネットワークでは、Segment Routing Traffic Engineeringの明示パスによって、必要なすべてのプライマリパス方向でトラフィックが転送されます。リンク/ノードのフェイルオーバーシナリオの場合、トラフィックはダイナミックIGPパスによってルーティングされます
- マイクロループ回避とOSPF最大メトリックも、この設計の一部です

BGP/RR設計の概要 :

- 冗長性を提供するためにクラスタに2つのRRが設定されています
- 各PEのXYZネットワーク、BGPプロセスは、両方のRRを個別にピアリングする「IPv4」と「L2VPN EVPN」を形成します

サービス設計の概要 :

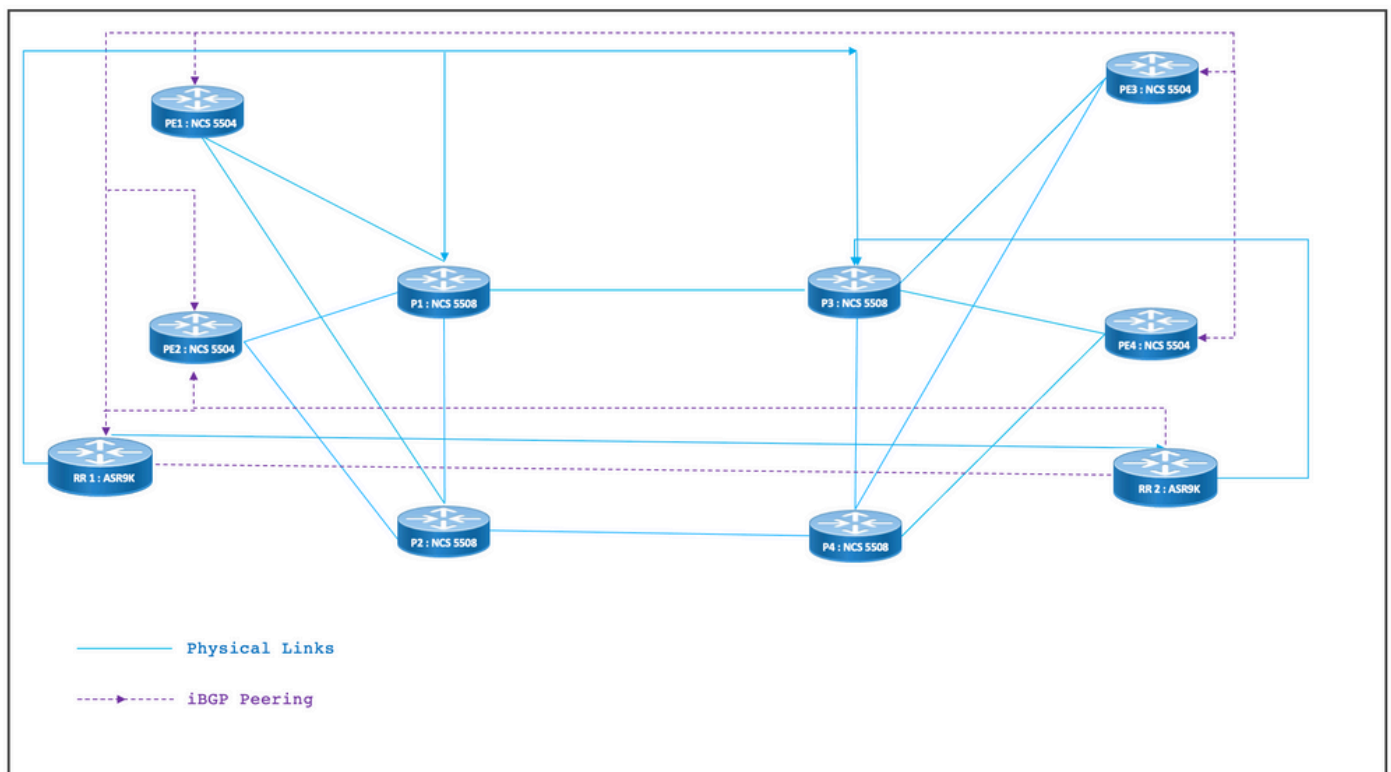
- サービスレイヤは、BGPベースのコントロールプレーン(CP)およびレイヤ2ポイントツーポイントEVPN(EVPN-VPWS)の上に構築されます
- マルチキャストビデオ(UDP)トラフィックは、ポイントツーポイントEVPN-VPWS PWを介してカプセル化されて送信されます

- ECMPロードバランシングは、EVPNセクションでFATラベルを設定することによって実現されます
- このサービスは、ロードバランシング用のSRトランスポートラベル、EVPNラベル、およびFATラベルを含む最大5 ~ 6個のSRラベルスタックをサポートすることを目的としています

8.4物理トポロジの例

XYZネットワークの物理トポロジを次の図に示します。説明を簡単にするため、ここでは4つのPEノードと4つのPノードのみを示しています。冗長性を提供するためにクラスタで動作する2つのRRノードがあります。

図11.物理トポロジ



8.5レイヤ1設計の詳細

一般的なレイヤ1設計では、バンドルごとに少なくとも2つのメンバーリンクが設定されたバンドルイーサネットがあります。リンク障害を迅速に検出するには、バンドル機能でBFDを選択します。時間間隔は、5 ~ 15ミリ秒の間で変更するのが理想的です。オフロードするハードウェア機能によって異なります。

BFDの詳細については、<https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/iosxr/ncs5500/routing/73x/b-routing-cg-ncs5500-73x/implementing-bfd.html>を参照してください。この機能はバンドルイーサネットインターフェイスでのみ設定する必要があり、IGPで設定する必要はありません。MTUサイズは9216に固定されており、最大5 ~ 6のSRラベルスタックをサポートすることを目的としています。

8.5.1設定テンプレート

すべてのノードのBFD over Bundle設定テンプレートは次のとおりです。

```
interface Bundle-Ether <Intf-Number>

bfd address-family ipv4 timers start 60

bfd address-family ipv4 timers nbr-unconfig 60

bfd address-family ipv4 multiplier 3

bfd address-family ipv4 destination <Connected-Intf-IP>

bfd address-family ipv4 fast-detect

bfd address-family ipv4 minimum-interval <Time in msec>

mtu <Value as per requirement>

ipv4 address <Intf IP> <Subnet Mask>>

bundle minimum-active links 1
```

!

8.6. OSPF/SR-TE設計の概要

ネットワーク内のすべてのOSPFv2ルータはエリア0内にあるため、ネットワークは単一のIGPドメインを処理します。

ルータOSPFでは、セグメントルーティングが有効になっており、関連するバンドルイーサネットインターフェイスが設定されています。同様に、[Bundle Interfaces]では、ネットワークタイプと高速再ルーティングパラメータが有効になっています。最も重要な点は、ループバックインターフェイスがパッシブモードでイネーブルにされ、Prefix-SIDが設定されていることです。

OSPFはリンクステートプロトコルであるため、ダウンリンクを即座に特定し、バックアップパスを作成することが必要です。この問題に対処するために、バンドルインターフェイスの下のBFD over BundleとOSPFの下のTI-LFA FRRが設定されており、ファイバカットのシナリオの場合はコンバージェンス時間を50ミリ秒に維持します。

次のサブセクションでは、トラフィックパスの通常のシナリオとフェールオーバーシナリオについて詳しく説明します。

8.6.1 SR-TEの通常のトラフィックシナリオ

非常に厳格なプライマリパスを維持するために、SR-TEポリシーは、前述した送信元と宛先のトラフィックペア間のエンドツーエンドの明示的なパスを使用して設計する必要があります。また、SR-TEポリシー内で複数の優先権候補パスを使用して、複数のフェールオーバーシナリオのプロビジョニングを行う必要があります。

この図は、[サブセクション8.3](#)で説明した設計ブロックに沿ったユーザネットワークの詳細を示しています。

- PEからPおよびPからPノード間のリンク
- すべてのノードのループバックアドレス
- すべてのノードのインターフェイスアドレス
- SR-TEで通常のトラフィックパスの方向をステアリング
- PEノード間のEVPNオーバーレイ

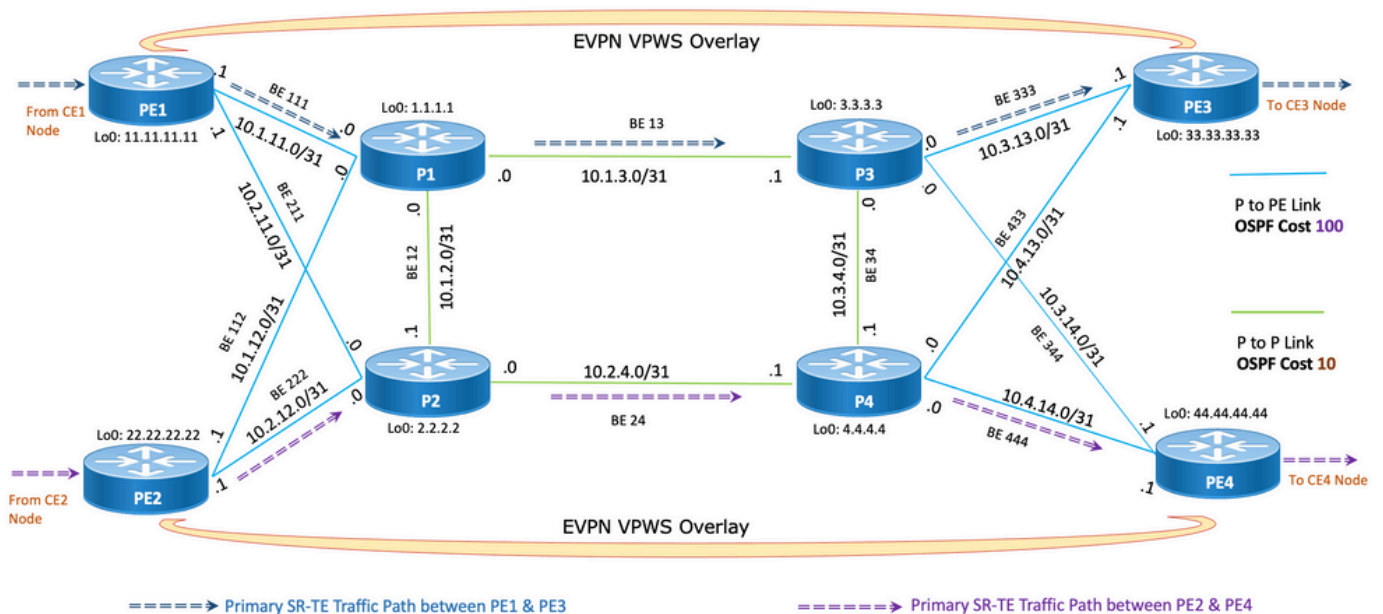
RRは、トポロジ内の混乱を軽減するために意図的に示されたものではありません。

PEとPの間のリンクは青色で、PとPの間のリンクは緑色でマークされています。PE-to-PリンクのOSPFコストは100で、P-to-Pリンクのコストは10です。

プライマリSR-TEトラフィックフローは、PE1-PE3ペア間の青色の矢印と、PE2-PE4ペア間の紫色の矢印でマークされています。

図12.トポロジの詳細

Normal Traffic Scenario: SR-TE Steered Path with EVPN Overlay



8.6.1.1 設定テンプレート

このサブセクションには、PE1およびPE2ノードに関するOSPF/SR-TEの関連する設定テンプレートが記載されています。

PE1 Node: OSPF & SR-TE configs

router ospf CORE

```

nsr
distributed link-state          Command to distribute OSPF database into SR-TE database
log adjacency changes
router-id <Router-ID-PE1>      OSPF Router-ID
segment-routing mpls
nsf cisco

```

```

microloop avoidance segment-routing Command to enable microloop avoidance with TI-LFA

area 0

interface Bundle-Ether<Intf-Number> OSPF PE to P Link

cost 100 OSPF PE to P Metric

authentication keychain <Key-Chain> Command to enable OSPF Authentication per link

network point-to-point

fast-reroute per-prefix Commands to enable TI-LFA

fast-reroute per-prefix ti-lfa enable

fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index <Index-Value>

prefix-suppression

!

interface Loopback <Loopback-ID-PE1>

passive enable

prefix-sid index <SID-Index-Number1> OSPF Loopback Prefix SID

```

注：Source-Addressコマンドをグローバルに、またはポリシーに基づいて設定します。デフォルトの動作では、ポリシーの下の送信元アドレスがグローバルコマンドよりも優先されます。

同じPEでSR-TEポリシーの送信元として複数のループバックアドレスを1つ選択する必要がある特定のシナリオ、またはISISとOSPFの両方が別々のループバックで実行され、そのうちの1つでフリーズする必要がある特定のシナリオでは、次に示すセグメントルーティング設定の下でsource addressコマンドが必要です。それ以外の場合、通常のシナリオでは、一意のループバックで実行されるIGPが1つしかないため、送信元アドレスの設定はオプションです。

segment-routing

```

global-block 16000 23999 Default SRGB Value (Need not be configured). Needs to be configured
only if non-default value is assigned

```

```

local-block 15000 15999 Default SRLB Value (Need not be configured). Needs to be configured
only if non-default value is assigned

```

```

traffic-eng

```

candidate-paths

```

all

```

```

source-address ipv4

```

```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Global Option)

```

```

!
```

```

!
segment-list name <SIDLIST1>      Primary/Normal Path SID-LIST1
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
!
segment-list name <SIDLIST2>      Primary Back Up Path SID-LIST2
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
!
segment-list name <SIDLIST3>      Secondary Back Up Path SID-LIST3
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
!
policy <Pol-Name1>
source-address ipv4

```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```

color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE3>
candidate-paths
preference 50      Tertiary Back Up Path with least preference
dynamic
metric
    type igp
!
!
!
preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
explicit segment-list <SIDLIST3>

```

```

!
!
preference 150      Primary Back Up Path with 2nd highest preference
explicit segment-list <SIDLIST2>
!
!
preference 200      Primary/Normal Path with highest preference (Active Path for PE1 in this
scenario)
explicit segment-list <SIDLIST1>
!
!
!
!
!
!
!
!
# PE2 Node: OSPF & SR-TE configs

router ospf CORE

nsr

distribute link-state          Command to distribute OSPF database into SR-TE
database

log adjacency changes

router-id <Router-ID-PE2>      OSPF Router-ID

segment-routing mpls

nsf cisco

microloop avoidance segment-routing      Command to enable microloop avoidance with TI-LFA

area 0

interface Bundle-Ether<Intf-Number>      OSPF PE to P Link

cost 100                                OSPF PE to P Metric

authentication keychain <Key-Chain>      Command to enable OSPF Authentication per link

network point-to-point

```

```

fast-reroute per-prefix                               Commands to enable TI-LFA

fast-reroute per-prefix ti-lfa enable

fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index <Index-Value>

prefix-suppression

!

interface Loopback <Loopback-ID-PE2>

passive enable

prefix-sid index <SID-Index-Number2>                OSPF Loopback Prefix SID

```

注：オプションのsource address、default SRGB、およびSRLBコマンドは削除されました。

segment-routing

```

traffic-eng

!

!

segment-list name <SIDLIST1>      Primary/Normal Path SID-LIST1

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>

!

segment-list name <SIDLIST2>      Primary Back Up Path SID-LIST2

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>

!

segment-list name <SIDLIST3>      Secondary Back Up Path SID-LIST3

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>

    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>

!

policy <Pol-Name1>

source-address ipv4

```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE4>
```

```
candidate-paths
```

```
preference 50      Tertiary Back Up Path with least preference
```

```
dynamic
```

```
metric
```

```
type igp
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST3>
```

```
!
```

```
!
```

```
preference 150    Primary Back Up Path with 2nd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST2>
```

```
!
```

```
!
```

```
preference 200    Primary/Normal Path with highest preference (Active Path for PE2 in this scenario)
```

```
explicit segment-list <SIDLIST1>
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

注：前述のソリューションでは、セグメントリストの明示的なホップはIPアドレスに基づいています。これは、前述のように、パス検証が7.3.xのリモートリンク障害に対して機能し

ない「**mpls label**」に基づく明示的なパスSR-TEポリシー設定であるためです

PEノードのローカルリンク以外のリモートリンクで障害が発生しても、パスは有効なままです。
これは設計どおりであり、XR 7.5.xまでは変更できません

PE Node: SR-TE configs

```
router ospf <Process-Name>

address-family ipv4 unicast

area 0

interface <Core BE Intf1>

adjacency-sid absolute <Adj-SID1>

interface <Core BE Intf2>

adjacency-sid absolute < Adj-SID2>

interface <Core BE Intf3>

adjacency-sid absolute < Adj-SID3>

segment-routing

traffic-eng

policy <Pol-Name1>

color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE>

candidate-paths

preference 10

explicit segment-list <SIDLIST1>

!

preference 20

dynamic

metric

type igp

!

segment-list name <SIDLIST1>

index 10 mpls label <Adj-SID-Link1>

index 20 mpls label <Adj-SID-Link2>
```

8.6.2. フェールオーバーシナリオのSR-TE

トラフィックフェールオーバーのシナリオを理解するには、前のサブセクションのトポロジ図で説明したように、通常のトラフィック状態でのプライマリパストラフィックを詳しく調べる必要があります。

フェールオーバーシナリオの場合の主な目的は、現在のトポロジインフラストラクチャを前提として、トラフィックパスの非一貫性を最大限に維持することです。XYZネットワークには、送信元と宛先のノードペア間の最大距離を維持するために、バックアップパス内の特定のノードを通るトラフィックを管理上で誘導する厳しい要件があります。この設計は、使用されるリンクが過負荷にならないようにし、未使用のリンクを最小限に抑えるために行われます。

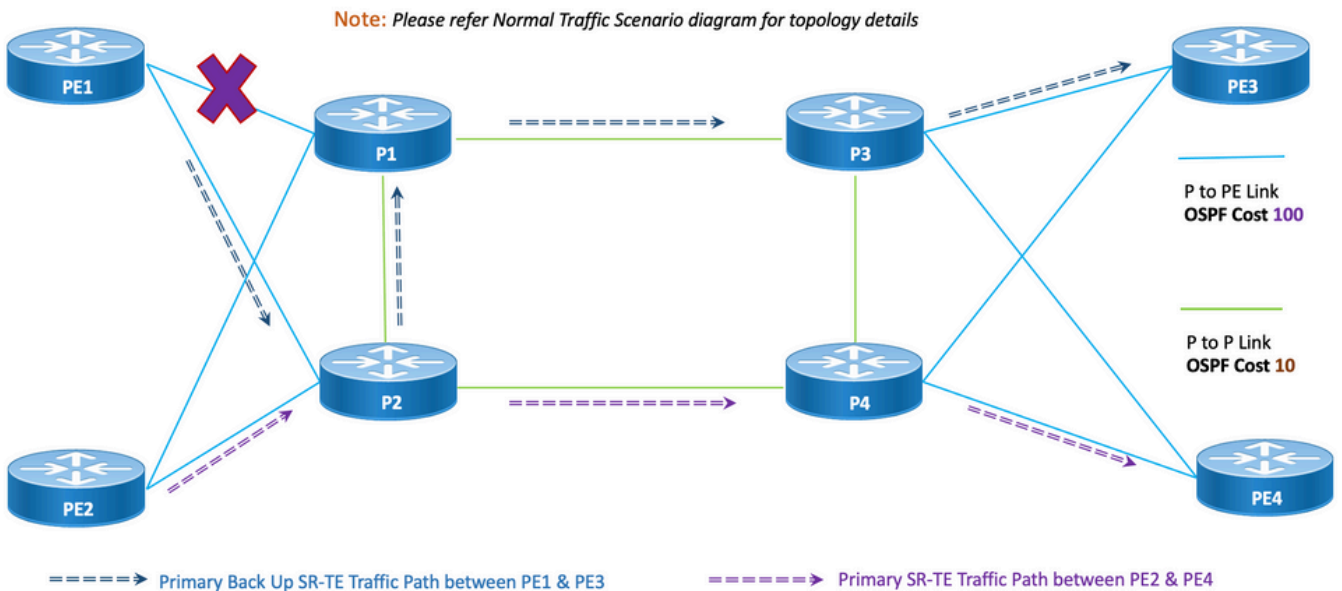
次のサブセクションでは、シングルリンク、ダブルリンク、シングルノード、ダブルノードなどのさまざまなフェールオーバーシナリオと、トラフィックが最大の非一貫性を維持するために必要なフェールオーバーパスを示します。

8.6.3. シングルリンクフェールオーバーシナリオ

これは、PE1とP1の間のローカルリンクに障害が発生し、トラフィックがコアP2およびP1ノード経由で迂回するシングルリンク障害シナリオです。これは、PE1ノードとPE3ノード間のプライマリバックアップパスを形成するsegment-list <SIDLIST1>を介して管理目的で制御されます

図13.シングルリンクフェールオーバーシナリオ

Single Link Failure



まとめのなさ：シングルリンク障害の場合、前のトポロジに示すように、共有される共通リンクの数はゼロ(0)です。

8.6.3.1. 設定テンプレート

このサブセクションには、次に示すように、PE1およびPE2ノード用のOSPF/SR-TEの関連する設定テンプレートが含まれています。

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

```
# PE1 Node: OSPF & SR-TE configs
```

```
segment-routing
```

```
traffic-eng
```

```
!
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST1> Primary/Normal Path SID-LIST1
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST2> Primary Back Up Path SID-LIST2
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST3> Secondary Back Up Path SID-LIST3
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
policy <Pol-Name1>
```

```
source-address ipv4
```

```
Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)
```

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE3>
```

```
candidate-paths
```

```
preference 50 Tertiary Back Up Path with least preference
```

```

dynamic
  metric
  type igp
  !
  !
  !
preference 100      Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
  explicit segment-list <SIDLIST3>
  !
  !

preference 150      Primary Back Up Path with 2nd highest preference (Active Path for PE1 in
this scenario)
  explicit segment-list <SIDLIST2>
  !
  !

preference 200      Primary/Normal Path with highest preference
  explicit segment-list <SIDLIST1>
  !
  !

!
!
!
!

```

注 : PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

PE2 Node: OSPF & SR-TE configs

segment-routing

traffic-eng

!

!

```
segment-list name <SIDLIST1>      Primary/Normal Path SID-LIST1

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
```

!

```
segment-list name <SIDLIST2>      Primary Back Up Path SID-LIST2

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

!

```
segment-list name <SIDLIST3>      Secondary Back Up Path SID-LIST3

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

!

```
policy <Pol-Name1>
```

```
  source-address ipv4
```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
  color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE4>
```

```
  candidate-paths
```

```
    preference 50      Tertiary Back Up Path with least preference
```

```
    dynamic
```

```
    metric
```

```
    type igp
```

!

!

!

```
    preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
```

```
    explicit segment-list <SIDLIST3>
```

!

```
!  
  
preference 150    Primary Back Up Path with 2nd highest preference  
  
    explicit segment-list <SIDLIST2>  
  
!  
  
!  
  
preference 200    Primary/Normal Path with highest preference (Active Path for PE2 in this scenario)  
  
    explicit segment-list <SIDLIST1>  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!  
  
!
```

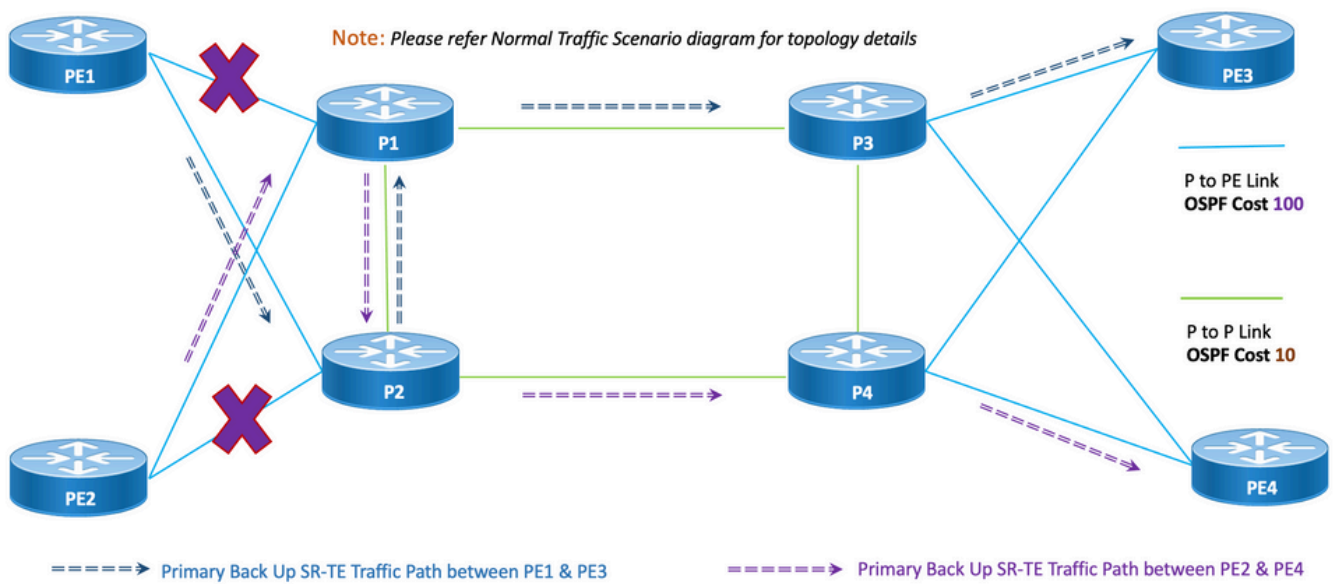
8.6.4. ダブルリンクフェールオーバーシナリオ

これは、PE1とP1の間のローカルリンクとPE2とP2の間のローカルリンクに障害が発生するダブルリンク障害シナリオです。PE1からのトラフィックはコアP2およびP1ノード経由で迂回し、PE2からのトラフィックはコアP1およびP2ノード経由で迂回します。

これらは、PE1とPE3およびPE2とPE4ノード間のセカンダリバックアップパスをそれぞれ形成するPE1とPE2のそれぞれのsegment-list <SIDLIST2>を介して管理目的で制御されます。

図14.ダブルリンクフェールオーバーシナリオ

Double Link Failure



まとめのなさ：ダブルリンク障害の場合、前述のトポロジに示すように、共有される共通リンクの数は1です。

8.6.4.1.設定テンプレート

このサブセクションには、次に示すように、PE1およびPE2ノード用のOSPF/SR-TEの関連する設定テンプレートが含まれています。

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

```
# PE1 Node: OSPF & SR-TE configs
```

```
#show run router ospf
```

```
router ospf CORE
```

```
  distribute link-state
```

```
  log adjacency changes
```

```
  router-id 11.11.11.11
```

```
  segment-routing mpls
```

```
  microloop avoidance segment-routing
```

```
  area 0
```

```
  interface Bundle-Ether11
```

```
cost 100

authentication keychain XYZ-CONT-PE1

network point-to-point

fast-reroute per-prefix

fast-reroute per-prefix ti-lfa enable

fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index 200

prefix-suppression

!

interface Bundle-Ether12

cost 100

authentication keychain XYZ-CONT-PE1

network point-to-point

fast-reroute per-prefix

fast-reroute per-prefix ti-lfa enable

fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index 200

prefix-suppression

!

interface Loopback0

passive enable

prefix-sid index 11

!

!
```

segment-routing

```
traffic-eng

!

!

segment-list name <SIDLIST1> Primary/Normal Path SID-LIST1

index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>

index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
```



```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST2> Primary Back Up Path SID-LIST2
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST3> Secondary Back Up Path SID-LIST3
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
policy <Pol-Name1>
```

```
source-address ipv4
```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE3>
```

```
candidate-paths
```

```
preference 50 Tertiary Back Up Path with least preference
```

```
dynamic
```

```
metric
```

```
type igp
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
preference 100 Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST3>
```

```
!
```

```
!
```

```
preference 150 Primary Back Up Path with 2nd highest preference (Active Path for PE1 in this scenario)
```

```
explicit segment-list <SIDLIST2>
```

```

!
!
preference 200      Primary/Normal Path with highest preference
explicit segment-list <SIDLIST1>
!
!

!
!
!
!

```

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

PE2 Node: OSPF & SR-TE configs

segment-routing

traffic-eng

```

!
!
segment-list name <SIDLIST1>      Primary/Normal Path SID-LIST1
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
!
segment-list name <SIDLIST2>      Primary Back Up Path SID-LIST2
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
!
segment-list name <SIDLIST3>      Secondary Back Up Path SID-LIST3
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>

```

```
!  
policy <Pol-Name1>  
source-address ipv4  
  
    Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)  
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE4>  
candidate-paths  
preference 50    Tertiary Back Up Path with least preference  
dynamic  
metric  
    type igp  
!  
!  
!  
preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference  
explicit segment-list <SIDLIST3>  
!  
!  
preference 150    Primary Back Up Path with 2nd highest preference (Active Path for PE2 in  
this scenario)  
explicit segment-list <SIDLIST2>  
!  
!  
preference 200    Primary/Normal Path with highest preference  
explicit segment-list <SIDLIST1>  
!  
!  
!  
!  
!  
!
```

!

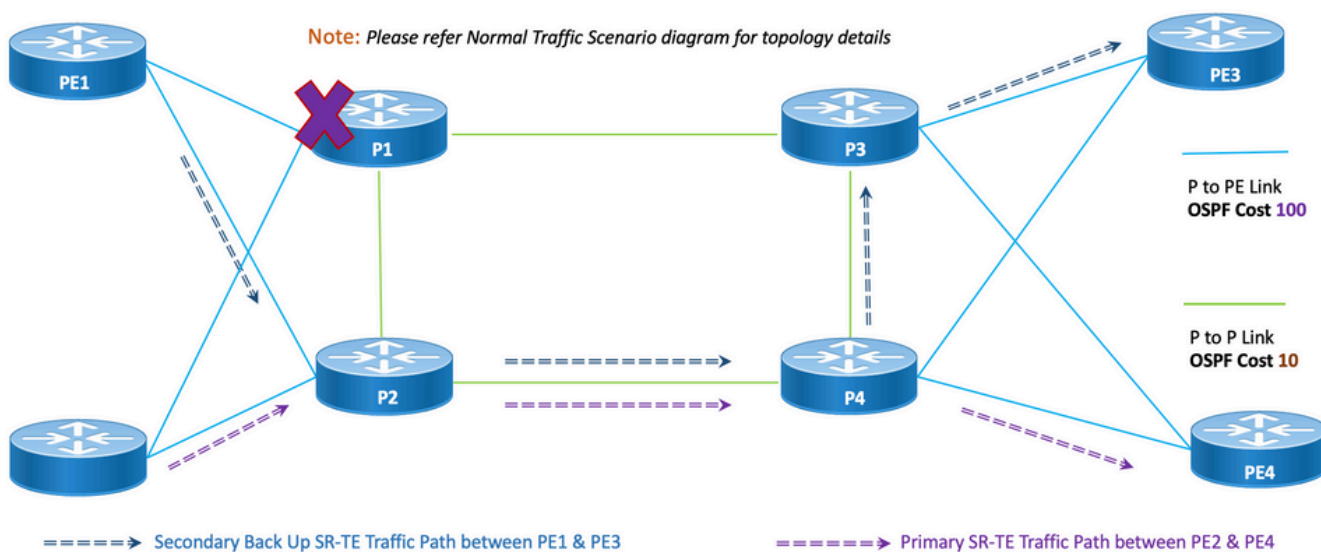
8.6.5 シングルノードフェールオーバーシナリオ

これは、ノードP1に障害が発生し、トラフィックがコアP2およびP4ノード経由で迂回するシングルノード障害シナリオです。これは、PE1ノードとPE3ノード間のセカンダリバックアップパスを形成するsegment-list <SIDLIST3>を介して管理目的で制御されます。

ただし、PE2とPE4の間のトラフィックは、このトポロジに示すようにプライマリパスと同じままです。

図15. シングルノードフェールオーバーシナリオ

Single Node Failure



まとめのなさ：シングルノード障害の場合、前述のトポロジに示すように、共有される共通リンクの数は1です。

8.6.5.1. 設定テンプレート

このサブセクションには、PE1およびPE2ノードに関するOSPF/SR-TEの関連する設定テンプレートが記載されています。

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

```
segment-routing
```

```
traffic-eng
```

```
!
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST1>    Primary/Normal Path SID-LIST1

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
```

!

```
segment-list name <SIDLIST2>    Primary Back Up Path SID-LIST2

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

!

```
segment-list name <SIDLIST3>    Secondary Back Up Path SID-LIST3

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

!

```
policy <Pol-Name1>
```

```
  source-address ipv4
```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE3>
```

```
candidate-paths
```

```
  preference 50    Tertiary Back Up Path with least preference
```

```
  dynamic
```

```
  metric
```

```
  type igp
```

!

!

!

```
  preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference (Active Path for PE1 in this scenario)
```

```
  explicit segment-list <SIDLIST3>
```

!

```
!  
preference 150    Primary Back Up Path with 2nd highest preference  
explicit segment-list <SIDLIST2>
```

```
!
```

```
!  
preference 200    Primary/Normal Path with highest preference  
explicit segment-list <SIDLIST1>
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

```
# PE2 Node: OSPF & SR-TE configs
```

```
segment-routing
```

```
traffic-eng
```

```
!
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST1>    Primary/Normal Path SID-LIST1  
  
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>  
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>  
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST2>    Primary Back Up Path SID-LIST2  
  
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>  
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>  
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST3>      Secondary Back Up Path SID-LIST3
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
policy <Pol-Name1>
```

```
  source-address ipv4
```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE4>
```

```
candidate-paths
```

```
  preference 50      Tertiary Back Up Path with least preference
```

```
dynamic
```

```
metric
```

```
type igp
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
  preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST3>
```

```
!
```

```
!
```

```
  preference 150    Primary Back Up Path with 2nd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST2>
```

```
!
```

```
!
```

```
  preference 200    Primary/Normal Path with highest preference (Active Path for PE2 in this scenario)
```

```
explicit segment-list <SIDLIST1>
```

```
!
```

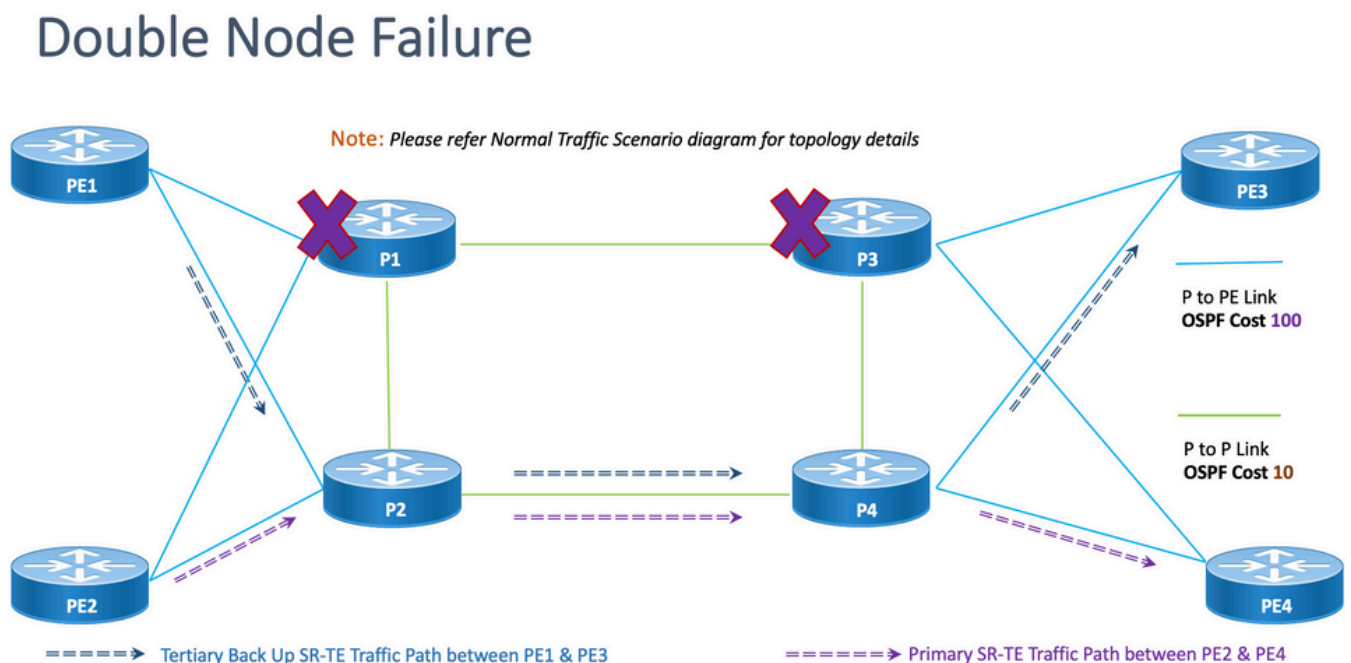
```
!
```

8.6.6ダブルノードフェールオーバーシナリオ

これは、ノードP1とP3に障害が発生し、トラフィックがコアP2およびP4ノード経由で迂回するダブルノード障害シナリオです。これは、PE1ノードとPE3ノード間のセカンダリバックアップパスを形成するsegment-list <SIDLIST3>を介して管理目的で制御されます。明示的なパスは前述の2つのシナリオに対してのみ定義されるため、ここではダイナミックIGPパスが第3バックアップパスを形成し、P2およびP4ノードを介したトラフィックのルーティングの役割を担います。

ただし、PE2とPE4の間のトラフィックは、このトポロジに示すようにプライマリパスと同じままです。

図16.ダブルノードフェールオーバーシナリオ



まとめのなさ：ダブルノード障害の場合、このトポロジに示すように、共有される共通リンクの数は1です。

8.6.6.1.設定テンプレート

このサブセクションには、PE1およびPE2ノードに関するOSPF/SR-TEの関連する設定テンプレートが記載されています。

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。


```
# PE1 Node: OSPF & SR-TE configs
```

```
segment-routing
```

```
traffic-eng
```

```
!
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST1> Primary/Normal Path SID-LIST1
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST2> Primary Back Up Path SID-LIST2
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST3> Secondary Back Up Path SID-LIST3
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
policy <Pol-Name1>
```

```
source-address ipv4
```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE3>
```

```
candidate-paths
```

```
preference 50 Tertiary Back Up Path with least preference (Active Path for PE1 in this scenario -
```

```
Policy chooses Least Cost IGP Back Up Path in absence of Valid Explicit Path)
```

```
dynamic
```

```
metric
```

```
type igp
```

```

!
!
!
preference 100       Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
explicit segment-list <SIDLIST3>
!
!
preference 150      Primary Back Up Path with 2nd highest preference
explicit segment-list <SIDLIST2>
!
!
preference 200      Primary/Normal Path with highest preference
explicit segment-list <SIDLIST1>
!
!
!
!
!
!
!
!
!

```

注：PE1とPE2のルータOSPF設定テンプレートは、通常のシナリオに似ています。

```

# PE2 Node: OSPF & SR-TE configs
segment-routing

traffic-eng

!

!

segment-list name <SIDLIST1>     Primary/Normal Path SID-LIST1

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link1>

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link2>

  index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link3>

!

```

```
segment-list name <SIDLIST2>    Primary Back Up Path SID-LIST2
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
segment-list name <SIDLIST3>    Secondary Back Up Path SID-LIST3
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link4>
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link5>
```

```
    index <Index ID> mpls adjacency <Remote-IP-Address-Link6>
```

```
!
```

```
policy <Pol-Name1>
```

```
    source-address ipv4
```

Configure SR-TE source address as OSPF loopback (Policy Specific Option)

```
color <Color-ID> end-point ipv4 <Destn-PE4>
```

```
candidate-paths
```

```
    preference 50    Tertiary Back Up Path with least preference
```

```
dynamic
```

```
metric
```

```
type igp
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
    preference 100    Secondary Back Up Path with 3rd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST3>
```

```
!
```

```
!
```

```
    preference 150    Primary Back Up Path with 2nd highest preference
```

```
explicit segment-list <SIDLIST2>
```

```
!
```

```
!
```

preference 200 Primary/Normal Path with highest preference (**Active Path for PE2 in this scenario**)

```
explicit segment-list <SIDLIST1>
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

8.7. BGP/RR設計の概要

ボーダーゲートウェイプロトコル(BGP)は、インターネット上でコアルーティングの決定を行うプロトコルです。自律システム(AS)間のネットワークの到達可能性を指定するIPネットワークまたは「プレフィクス」のテーブルを維持します。パスベクタープロトコルとして記述されます。BGPは従来のInterior Gateway Protocol(IGP)メトリックを使用せず、パス、ネットワークポリシー、ルールセットに基づいてルーティングを決定します。このため、ルーティングプロトコルではなく、到達可能性プロトコルと呼ぶ方が適切です。

MP-BGPは、IPv4、IPv6、VPNv4、VPNv6、EVPN、およびリンクステートプレフィックスをネットワーク経路で伝搬するために使用できます。これは、コア、アグリゲーション、アクセスデバイス、およびSR-PCEデバイスとのiBGPネイバーを形成するルートリフレクタセットアップで実行されます。

RRを通じて、BGPで学習されたプレフィックスはiBGPを介して内部に伝播されます。BGPルートはIGPに再配布されません。ルートリフレクタはデータプレーンから完全に分離されており、コントロールプレーン専用です。

8.7.1設定テンプレート

このサブセクションには、次に示すBGP/RRの関連する設定テンプレートが含まれています。

```
# PE Node: Relevant BGP configs
```

```
router bgp <PE-ASN>
```

```
address-family l2vpn evpn
```

```
!
```

```
neighbor-group <RR-EVPN> Neighbor group of Route Reflector (RR)
```

```
remote-as <RR-ASN>
```

```
update-source <PE-Self-Loopback>
```

```

!
address-family l2vpn evpn          AF L2VPN EVPN Neighborhood with RR
    maximum-prefix <PREFIX> <PERCENT> warning-only
!
address-family ipv4 rt-filter
!

neighbor <RR1-Loopback>           Neighborhood with RR1 using the above neighbor group
    use neighbor-group <RR-EVPN>

neighbor <RR2-Loopback>           Neighborhood with RR2 using the above neighbor group
    use neighbor-group <RR-EVPN>

# RR Nodes: Relevant BGP configs

router bgp <RR-ASN>
    address-family l2vpn evpn
    !
    neighbor-group <PE-EVPN>       Neighbor group of Provider Edge (PE)
    remote-as <PE-ASN>
    update-source <RR-Self-Loopback>
    !
    address-family l2vpn evpn      AF L2VPN EVPN Neighborhood with PE
        route-reflector-client
    !
    address-family ipv4 rt-filter
    !

neighbor <PE1-Loopback>           Neighborhood with PE1 using the above neighbor group
    use neighbor-group <PE-EVPN>

neighbor <PE2-Loopback>           Neighborhood with PE2 using the above neighbor group
    use neighbor-group <PE-EVPN>

```

8.8 . サービス設計の概要

このサブセクションでは、EVPN VPWSオーバーレイサービスについて、サポートされているラベルスタックと設定テンプレートの説明とともに説明します。

EVPN-VPWSは、ポイントツーポイントサービス用のBGPコントロールプレーンソリューションです。PEのペア間でEVPNインスタンスを確立するシグナリングおよびカプセル化技術を実装します。MACルックアップを使用せずに、1つのネットワークから別のネットワークにトラフィックを転送できます。VPWS用にEVPNを使用すると、ポイントツーポイントイーサネットサービス用にシングルセグメントとマルチセグメントのPWをシグナリングする必要がなくなります。EVPN-VPWSテクノロジーは、IPおよびMPLSコアで動作します。ipコアは、エンドポイント間でパケットをスイッチングするためのBGPおよびMPLSコアをサポートします。

8.8.1. ラベルスタック表示

このサービスは、最大5 ~ 6個のSRラベルスタック (SRトランスポートラベル、EVPNラベル、ロードバランシング用のFATラベルなど) をサポートすることを目的としています。これは、トラフィックが明示的なプライマリパスを通過する通常のシナリオで分析されるラベルの最大数です。

```
ADJ SID1
ADJ SID2
ADJ SID3
EVPNラベル
フローラベル
(S=1)
```

これは、トラフィックがバックアップの明示パスまたはIGPで定義されたダイナミックバックアップパスを通過する場合の、フェールオーバーシナリオで分析されるラベルの最大数です。

```
TI-LFA SID1
TI-LFA SID2
TI-LFA SID3
EVPNラベル
フローラベル
(S=1)
```

8.8.2. 設定テンプレート

このサブセクションには、次に示すEVPN-VPWSの関連する設定テンプレートが含まれています。

```
# PE Node: EVPN configs
```

```
evpn
  evi <EVI-ID>      Ethernet Virtual Identifier
  bgp
    rd <RD-Value>
    route-target import <RT-Value>
```

```

route-target export <RT-Value>

!

load-balancing

    flow-label static    Generates bottom-most label (S=1) for load balancing between intra & inter
BE end-to-end

!

!

interface <AC-Interface>

l2vpn

    pw-class <PW-Class-Name1>

    encapsulation mpls

        preferred-path sr-te policy <Pol-Name1>           Attaching SR-TE policy as the traffic path
of EVPN

!

!

xconnect group <Group-Name>

p2p <P2P-Name>

    interface <AC-Subinterface>           EVPN Attachment Circuit Interface towards CE

        neighbor evpn evi <EVI-ID> service <Service-ID> Service ID defined should match at both the
end PEs

        pw-class <PW-Class-Name1>

!

```

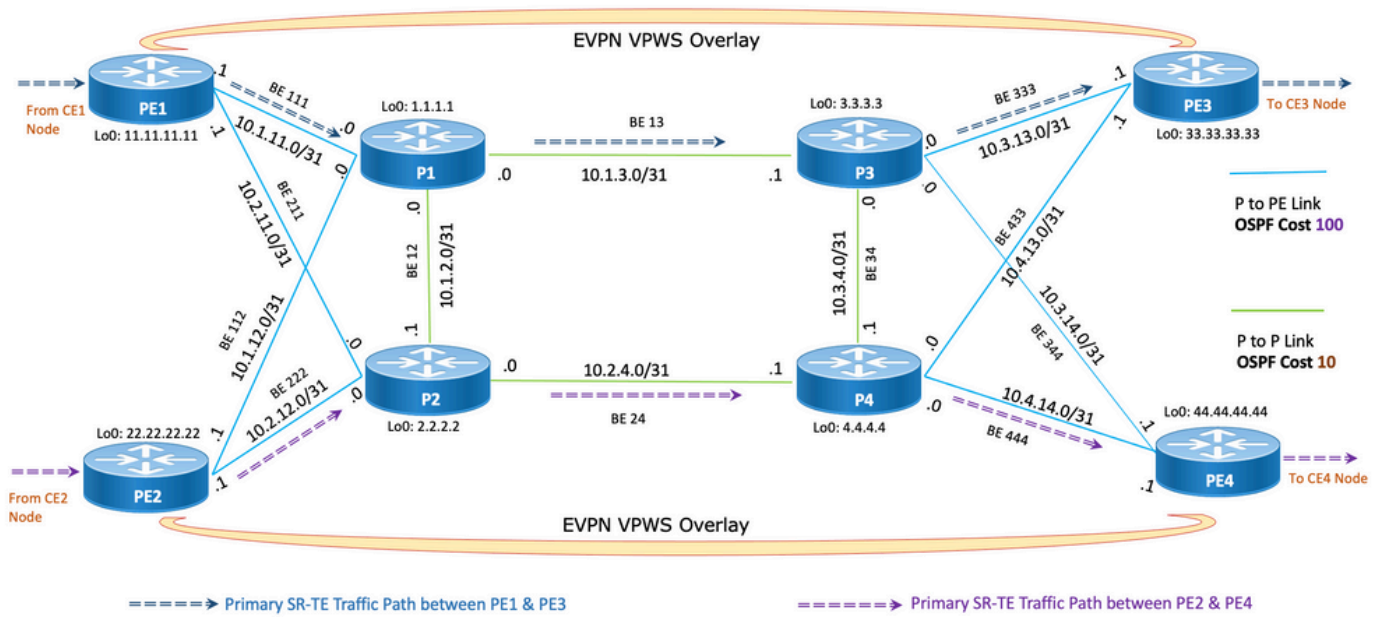
9. 設定例とshowコマンド

この最後のセクションでは、PEノードの関連する設定およびshowコマンドを、通常のトラフィックシナリオについてのみ説明します。これらは、前のセクションで説明した設定テンプレートを理解するのに役立つリファレンスとして、この図で示したパラメータに合わせてキャプチャされています。

9.1 . PEノードでの設定例

図17.設定パラメータを使用したトポロジ。

Normal Traffic Scenario: SR-TE Steered Path with EVPN Overlay



PE1 Node: OSPF & SR-TE Config

#show run router ospf

router ospf CORE

distributed link-state database

Command to distribute OSPF database into SR-TE

log adjacency changes

router-id 11.11.11.11

OSPF Router ID

segment-routing mpls

microloop avoidance segment-routing

Command to enable microloop avoidance with TI-LFA

area 0

interface Bundle-Ether111

OSPF PE to P Link

cost 100

OSPF PE to P Metric

authentication keychain XYZ-CONT-PE1

Command to enable OSPF Authentication per link

network point-to-point

fast-reroute per-prefix

Commands to enable TI-LFA

fast-reroute per-prefix ti-lfa enable

fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index 200


```
prefix-suppression
!
interface Bundle-Ether211
  cost 100
  authentication keychain XYZ-CONT-PE1
  network point-to-point
  fast-reroute per-prefix
  fast-reroute per-prefix ti-lfa enable
  fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index 200
  prefix-suppression
!
interface Loopback0
  passive enable
  prefix-sid index 11                OSPF Loopback Prefix SID
!
!
!
#show run segment-routing
Sat Apr 16 23:22:42.727 UTC
segment-routing
traffic-eng
segment-list PrimaryPath            Primary/Normal Path
  index 10 mpls adjacency 10.1.11.0
  index 20 mpls adjacency 10.1.3.1
  index 30 mpls adjacency 10.3.13.1
!
segment-list PrimaryBackUpPath      Primary Back Up Path
  index 10 mpls adjacency 10.2.11.0
  index 20 mpls adjacency 10.1.2.0
  index 30 mpls adjacency 10.1.3.1
!
```

```

segment-list SecondaryBackUpPath          Secondary Back Up Path

index 10 mpls adjacency 10.2.11.0

index 20 mpls adjacency 10.2.4.1

index 30 mpls adjacency 10.3.4.0

!

policy SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3          SR-TE Policy Towards PE3

color 10 end-point ipv4 33.33.33.33     SR-TE Policy End-Point PE3 Loopback

candidate-paths

preference 50                          Tertiary Back Up Dynamic IGP Path with 4th highest preference

dynamic

metric

type igp

!

!

!

preference 100                          Secondary Back Up Path with 3rd highest preference

explicit segment-list SecondaryBackUpPath

!

!

preference 150                          Primary Back Up Path with 2nd highest preference

explicit segment-list PrimaryBackUpPath

!

!

preference 200                          Primary and Active Path with highest preference

explicit segment-list PrimaryPath

!

!

!

!

!

!

```

PE2 Node: OSPF & SR-TE Config

#show run router ospf

router ospf CORE

```
    distribute link-state database          Command to distribute OSPF database into SR-TE
log adjacency changes
router-id 22.22.22.22                     OSPF Router ID
segment-routing mpls
microloop avoidance segment-routing      Command to enable microloop avoidance with TI-LFA
area 0
interface Bundle-Ether112                 OSPF PE to P Link
    cost 100                              OSPF PE to P Metric
    authentication keychain XYZ-CONT-PE2
    network point-to-point
    fast-reroute per-prefix               Commands to enable TI-LFA
    fast-reroute per-prefix ti-lfa enable
    fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index 200
    prefix-suppression
!
interface Bundle-Ether222
    cost 100
    authentication keychain XYZ-CONT-PE2  Command to enable OSPF Authentication per link
    network point-to-point
    fast-reroute per-prefix               Commands to enable TI-LFA
    fast-reroute per-prefix ti-lfa enable
    fast-reroute per-prefix tiebreaker node-protecting index 200
    prefix-suppression
!
interface Loopback0
    passive enable
```

prefix-sid index 22

OSPF Loopback Prefix SID

!

!

!

#show run segment-routing

Sat Apr 16 23:22:42.727 UTC

segment-routing

traffic-eng

segment-list PrimaryPath Primary/Normal Path

index 10 mpls adjacency 10.2.12.0

index 20 mpls adjacency 10.2.4.1

index 30 mpls adjacency 10.4.14.1

!

segment-list PrimaryBackUpPath Primary Back Up Path

index 10 mpls adjacency 10.1.12.0

index 20 mpls adjacency 10.1.2.1

index 30 mpls adjacency 10.2.4.1

!

segment-list SecondaryBackUpPath Secondary Back Up Path

index 10 mpls adjacency 10.1.12.0

index 20 mpls adjacency 10.1.3.1

index 30 mpls adjacency 10.3.4.1

!

policy SR-TE_POLICY_PE2-to-PE4 SR-TE Policy Towards PE4

color 10 end-point ipv4 44.44.44.44 SR-TE Policy End-Point PE4 Loopback

candidate-paths

preference 50 Tertiary Back Up Dynamic IGP Path with 4th highest preference

dynamic

metric

type igp

!

!

```
!  
preference 100           Secondary Back Up Path with 3rd highest preference  
explicit segment-list SecondaryBackUpPath  
!  
!  
preference 150          Primary Back Up Path with 2nd highest preference  
explicit segment-list PrimaryBackUpPath  
!  
!  
preference 200          Primary and Active Path with highest preference  
explicit segment-list PrimaryPath  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
  
# PE1 Node: BGP Config  
  
  
#show run router bgp  
  
  
router bgp 64848  
  
bgp router-id 11.11.11.11      BGP Router-ID  
address-family l2vpn evpn  
!  
neighbor-group RR-EVPN  
remote-as 64848  
update-source Loopback0  
address-family l2vpn evpn      BGP AF L2VPN EVPN  
!  
!
```

```
!  
neighbor 10.10.10.10          Neighbor Route Reflector  
use neighbor-group RR-EVPN  
!  
!  
# PE2 Node: BGP Config  
  
#show run router bgp  
  
router bgp 64848  
  bgp router-id 22.22.22.22    BGP Router-ID  
  address-family l2vpn evpn  
!  
  neighbor-group RR-EVPN  
  remote-as 64848  
  update-source Loopback0  
  address-family l2vpn evpn    BGP AF L2VPN EVPN  
!  
!  
  neighbor 10.10.10.10        Neighbor Route Reflector  
  use neighbor-group RR-EVPN  
!  
!  
# PE1 Node: EVPN-VPWS Config  
  
evpn  
  evi 100                      Ethernet Virtual Identifier  
  bgp  
    rd 11:11  
    route-target import 100:100  
    route-target export 100:100
```

```
!  
  
load-balancing          Generates bottom-most label (S=1) for load balancing between  
intra & inter BE end-to-end  
  
    flow-label static  
  
!  
  
!  
  
interface Bundle-Ether99      Interface Attachment Circuit  
  
ethernet-segment  
  
    identifier type 0 00.00.00.00.00.00.00.00.00  
  
!  
  
!  
  
!
```

PE2 Node: EVPN-VPWS Config

evpn

```
evi 100                  Ethernet Virtual Identifier  
  
bgp  
  
    rd 11:11  
  
    route-target import 100:100  
  
    route-target export 100:100  
  
!  
  
load-balancing          Generates bottom-most label (S=1) for load balancing between  
intra & inter BE end-to-end  
  
    flow-label static  
  
!  
  
!  
  
interface Bundle-Ether99      Interface Attachment Circuit  
  
ethernet-segment  
  
    identifier type 0 00.00.00.00.00.00.00.00.00  
  
!  
  
!  
  
!
```

9.1. PEノードでの関連するshowコマンド

```
# PE1 Node: SR-TE Show Command
```

```
#show segment-routing traffic-eng policy
```

```
Sat Apr 16 23:35:32.731 UTC
```

```
SR-TE policy database
```

```
-----
```

```
Color: 10, End-point: 33.33.33.33
```

```
Name: srte_c_10_ep_33.33.33.33
```

```
Status:
```

```
Admin: up Operational: up for 00:12:54 (since Apr 16 23:22:38.278)
```

```
Candidate-paths:
```

```
Preference: 200 (configuration) (active) Active Path (Path in use)
```

```
Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3
```

```
Requested BSID: dynamic
```

```
Protection Type: protected-preferred
```

```
Maximum SID Depth: 12
```

```
Explicit: segment-list PrimaryPath (valid) Only the Active Path shows valid
```

```
Weight: 1, Metric Type: TE
```

```
24007 [Adjacency-SID, 10.1.11.0 - 10.1.11.1]
```

```
24007 [Adjacency-SID, 10.1.3.0 - 10.1.3.1]
```

```
24005 [Adjacency-SID, 10.3.13.0 - 10.3.13.1]
```

```
Preference: 150 (configuration)
```

```
Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3
```

```
Requested BSID: dynamic
```

```
Protection Type: protected-preferred
```


Maximum SID Depth: 12

Explicit: segment-list PrimaryBackUpPath (invalid) All inactive paths show invalid

Weight: 1, Metric Type: TE

Preference: 100 (configuration)

Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3

Requested BSID: dynamic

Protection Type: protected-preferred

Maximum SID Depth: 12

Explicit: segment-list SecondaryBackUpPath (invalid)

Weight: 1, Metric Type: TE

Preference: 50 (configuration)

All inactive paths show invalid

Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3

Requested BSID: dynamic

Protection Type: protected-preferred

Maximum SID Depth: 12

Dynamic (invalid)

Metric Type: IGP, Path Accumulated Metric: 0

Attributes:

Binding SID: 24020

Forward Class: Not Configured

Steering labeled-services disabled: no

Steering BGP disabled: no

IPv6 caps enable: yes

Invalidation drop enabled: no

PE2 Node: SR-TE Show Command

#show segment-routing traffic-eng policy

Sat Apr 16 23:35:32.731 UTC

SR-TE policy database

Color: 10, End-point: 44.44.44.44

Name: srte_c_10_ep_44.44.44.44

Status:

Admin: up Operational: up for 00:12:54 (since Apr 16 23:22:38.278)

Candidate-paths:

Preference: 200 (configuration) (**active**) Active Path (Path in use)

Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3

Requested BSID: dynamic

Protection Type: protected-preferred

Maximum SID Depth: 12

Explicit: segment-list PrimaryPath (**valid**) Only the Active Path shows valid

Weight: 1, Metric Type: TE

24007 [Adjacency-SID, 10.2.12.0 - 10.2.12.1]

24007 [Adjacency-SID, 10.2.4.0 - 10.2.4.1]

24005 [Adjacency-SID, 10.4.14.0 - 10.4.14.1]

Preference: 150 (configuration)

Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3

Requested BSID: dynamic

Protection Type: protected-preferred

Maximum SID Depth: 12

Explicit: segment-list PrimaryBackUpPath (invalid) All inactive paths show invalid

Weight: 1, Metric Type: TE

Preference: 100 (configuration)

Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3

Requested BSID: dynamic

Protection Type: protected-preferred

Maximum SID Depth: 12

Explicit: segment-list SecondaryBackUpPath (invalid)

Weight: 1, Metric Type: TE

Preference: 50 (configuration)

All inactive paths show invalid

Name: SR-TE_POLICY_PE1-to-PE3

Requested BSID: dynamic

Protection Type: protected-preferred

Maximum SID Depth: 12

Dynamic (invalid)

Metric Type: IGP, Path Accumulated Metric: 0

Attributes:

Binding SID: 24020

Forward Class: Not Configured

Steering labeled-services disabled: no

Steering BGP disabled: no

IPv6 caps enable: yes

Invalidation drop enabled: no

PE1 Node: BGP Show Command

#show bgp l2vpn evpn summary

Sun Apr 17 07:16:23.574 UTC

Address Family: L2VPN EVPN

BGP router identifier 11.11.11.11, local AS number 64848

BGP generic scan interval 60 secs

Non-stop routing is enabled

BGP table state: Active

Table ID: 0x0 RD version: 0

BGP main routing table version 25

BGP NSR Initial initsync version 1 (Reached)

BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 25/0

BGP scan interval 60 secs

BGP is operating in STANDALONE mode.

Process	RcvTblVer	bRIB/RIB	LabelVer	ImportVer	SendTblVer	StandbyVer
Speaker	25	25	25	25	25	25

Neighbor	Spk	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down	St/PfxRcd
10.10.10.10	0	64848	9500	9484	25	0	0	5d16h	1

PE2 Node: BGP Show Command

#show bgp l2vpn evpn summary

Sun Apr 17 07:16:23.574 UTC

Address Family: L2VPN EVPN

BGP router identifier 22.22.22.22, local AS number 64848

BGP generic scan interval 60 secs

Non-stop routing is enabled

BGP table state: Active

Table ID: 0x0 RD version: 0

BGP main routing table version 25

BGP NSR Initial initsync version 1 (Reached)

BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 25/0

BGP scan interval 60 secs

BGPはスタンドアロンモードで動作します。

Process	RcvTblVer	bRIB/RIB	LabelVer	ImportVer	SendTblVer	StandbyVer
Speaker	25	25	25	25	25	25

Neighbor	Spk	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down	St/PfxRcd
10.10.10.10	0	64848	9500	9484	25	0	0	5d16h	1

トラブルシューティング

現在、この設定に関する特定のトラブルシューティング情報はありません。

関連情報

- <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr9000/software/asr9k-r7-5/segment-routing/configuration/guide/b-segment-routing-cg-asr9000-75x/about-segment-routing.html>
- <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr9000/software/asr9k-r7-5/lxvpn/configuration/guide/b-l2vpn-cg-asr9000-75x/evpn-features.html>
- [テクニカル サポートとドキュメント – Cisco Systems](#)