



Cisco Nexus 9000 シリーズ NX-OS ラベルスイッチング構成ガイド ドリリース 10.6(x)

最終更新：2026 年 2 月 2 日

シスコシステムズ合同会社

〒107-6227 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー
<http://www.cisco.com/jp>

お問い合わせ先：シスコ コンタクトセンター
0120-092-255（フリーコール、携帯・PHS含む）
電話受付時間：平日 10:00～12:00、13:00～17:00
<http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/>

【注意】シスコ製品をご使用になる前に、安全上の注意（www.cisco.com/jp/go/safety_warning/）をご確認ください。本書は、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点での英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。また、契約等の記述については、弊社販売パートナー、または、弊社担当者にご確認ください。

THE SPECIFICATIONS AND INFORMATION REGARDING THE PRODUCTS REFERENCED IN THIS DOCUMENTATION ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. EXCEPT AS MAY OTHERWISE BE AGREED BY CISCO IN WRITING, ALL STATEMENTS, INFORMATION, AND RECOMMENDATIONS IN THIS DOCUMENTATION ARE PRESENTED WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED.

The Cisco End User License Agreement and any supplemental license terms govern your use of any Cisco software, including this product documentation, and are located at: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/legal/cloud-and-software/software-terms.html>. Cisco product warranty information is available at <https://www.cisco.com/c/en/us/products/warranty-listing.html>. US Federal Communications Commission Notices are found here <https://www.cisco.com/c/en/us/products/us-fcc-notice.html>.

IN NO EVENT SHALL CISCO OR ITS SUPPLIERS BE LIABLE FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL, OR INCIDENTAL DAMAGES, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, LOST PROFITS OR LOSS OR DAMAGE TO DATA ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS MANUAL, EVEN IF CISCO OR ITS SUPPLIERS HAVE BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

Any products and features described herein as in development or available at a future date remain in varying stages of development and will be offered on a when-and-if-available basis. Any such product or feature roadmaps are subject to change at the sole discretion of Cisco and Cisco will have no liability for delay in the delivery or failure to deliver any products or feature roadmap items that may be set forth in this document.

Any Internet Protocol (IP) addresses and phone numbers used in this document are not intended to be actual addresses and phone numbers. Any examples, command display output, network topology diagrams, and other figures included in the document are shown for illustrative purposes only. Any use of actual IP addresses or phone numbers in illustrative content is unintentional and coincidental.

The documentation set for this product strives to use bias-free language. For the purposes of this documentation set, bias-free is defined as language that does not imply discrimination based on age, disability, gender, racial identity, ethnic identity, sexual orientation, socioeconomic status, and intersectionality. Exceptions may be present in the documentation due to language that is hardcoded in the user interfaces of the product software, language used based on RFP documentation, or language that is used by a referenced third-party product.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/legal/trademarks.html>. Third-party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1721R)

© 2025 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.



目次

Trademarks ?

| | |
|--------|---------------------------------------|
| はじめに : | はじめに xvii |
| | 対象読者 xvii |
| | 表記法 xvii |
| | Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチの関連資料 xviii |
| | マニュアルに関するフィードバック xviii |
| | 通信、サービス、およびその他の情報 xix |
| | Cisco バグ検索ツール xix |
| | マニュアルに関するフィードバック xix |
| 第 1 章 | 新機能と更新情報 1 |
| | 新機能と更新情報 1 |
| 第 2 章 | 概要 3 |
| | ライセンス要件 3 |
| | サポートされるプラットフォーム 3 |
| 第 3 章 | 静的 MPLS の設定 5 |
| | ライセンス要件 5 |
| | スタティック MPLS について 6 |
| | ラベルの入れ替えとポップ 6 |
| | スタティック MPLS トポロジ 7 |
| | スタティック MPLS の利点 7 |

| | |
|--|----|
| スタティック MPLS のためのハイ アベイラビリティ | 8 |
| スタティック MPLS の前提条件 | 8 |
| スタティック MPLS の注意事項および制限事項 | 8 |
| 静的 MPLS の設定 | 10 |
| スタティック MPLS の有効化 | 10 |
| スタティックな割り当てのために予約されたラベル | 11 |
| スワップ操作とポップ操作を使用したスタティック ラベルとプレフィックス バインディングの設定 | 12 |
| セグメント ルーティング隣接関係統計の設定 | 14 |
| 静的 MPLS 設定の確認 | 15 |
| スタティック MPLS 統計の表示 | 18 |
| スタティック MPLS 統計情報のクリア | 19 |
| スタティック MPLS の設定例 | 19 |
| その他の参考資料 | 21 |
| 関連資料 | 21 |

第 4 章

| | |
|------------------------------|----|
| MPLS ラベル インポジションの設定 | 23 |
| MPLS ラベルインポジションについて | 23 |
| MPLS ラベルインポジションに関する注意事項と制限事項 | 24 |
| MPLS ラベルインポジションの設定 | 25 |
| MPLS ラベルインポジションの有効化 | 25 |
| MPLS ラベルインポジション用のラベルの予約 | 26 |
| MPLS ラベルインポジションの設定 | 26 |
| MPLS ラベルインポジション設定の確認 | 28 |
| MPLS ラベルインポジション統計の表示 | 30 |
| MPLS ラベルインポジション統計のクリア | 32 |
| MPLS ラベルインポジションの設定例 | 32 |

第 5 章

| | |
|------------------------------------|----|
| MPLS QoS の設定 | 35 |
| MPLS Quality of Service (QoS) について | 35 |
| MPLS QoS 用語 | 35 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| MPLS QoS の機能 | 36 |
| MPLS 実験フィールド | 36 |
| 分類 | 37 |
| ポリシングおよびマーキング | 37 |
| DSCP のデフォルト動作 | 37 |
| MPLS スイッチングに関する注意事項と制限事項 | 38 |
| MPLS QoS の設定 | 39 |
| MPLS 入力ラベルスイッチングルータの設定 | 39 |
| MPLS 入力 LSR の分類 | 39 |
| MPLS 入力ポリシングおよびマーキングの設定 | 40 |
| MPLS トランジット ラベルスイッチングルータの設定 | 42 |
| MPLS Transit LSR 分類 | 42 |
| MPLS トランジット ポリシングおよびマーキングの設定 | 43 |
| MPLS 出力ラベルスイッチングルータの設定 | 44 |
| MPLS 出力 LSR の分類 | 44 |
| MPLS 出力 LSR 分類 - デフォルト ポリシーテンプレート | 45 |
| カスタム MPLS-in-Policy マッピング | 46 |
| MPLS 出力 LSR の設定 : ポリシングおよびマーキング | 47 |
| トラフィック キューイングについて | 48 |
| QoS トラフィック キューイングの設定 | 48 |
| MPLS QoS の確認 | 49 |

第 6 章

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| MVPN の設定 | 53 |
| MVPN について | 53 |
| MPLS MVPN のルーティング、転送、マルチキャスト ドメイン | 54 |
| マルチキャスト配信ツリー | 54 |
| マルチキャスト トンネルインターフェイス | 56 |
| MPLS MVPN の利点 | 56 |
| BGP アドバタイズメント方式 - MVPN サポート | 57 |
| BGP MDT SAFI | 57 |
| MVPN の前提条件 | 57 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| MVPN に関する注意事項と制限事項 | 58 |
| MVPN のデフォルト設定 | 59 |
| MVPN の設定 | 59 |
| MVPN の有効化 | 60 |
| インターフェイスでの PIM のイネーブル化 | 61 |
| VRF のデフォルト MDT の設定 | 61 |
| VRF の MDT SAFI の設定 | 62 |
| MVPN のための BGP における MDT アドレス ファミリの設定 | 63 |
| データ MDT の設定 | 66 |
| MVPN の設定の確認 | 67 |
| MVPN の設定例 | 68 |

第 1 部 :**MPLS レイヤ 3 VPNs** 71

第 7 章**『Configuring MPLS Layer 3 VPNs』** 73

| | |
|---------------------------------|----|
| MPLS レイヤ 3 VPNs の概要 | 73 |
| MPLS レイヤ 3 VPN の定義 | 73 |
| MPLS レイヤ 3 VPN の動作方法 | 74 |
| MPLS レイヤ 3 VPN のコンポーネント | 74 |
| ハブ アンド スポーク トポロジ | 75 |
| MPLS VPN のための OSPF 模造リンクのサポート | 76 |
| MPLS レイヤ 3 VPNs の前提条件 | 77 |
| MPLS レイヤ 3 VPNs に関する注意事項と制限事項 | 77 |
| MPLS レイヤ 3 VPNs のデフォルト設定 | 80 |
| 『Configuring MPLS Layer 3 VPNs』 | 80 |
| OSPF ドメイン ID とタグについて | 80 |
| PE および CE 境界での OSPF の設定 | 80 |
| OSPF ドメイン タグの設定 | 81 |
| OSPF ドメイン ID の構成 | 81 |
| セカンダリ ドメイン ID の構成 | 82 |
| コア ネットワークの設定 | 83 |

第 8 章

| | |
|--------------------------------------|-----|
| MPLS レイヤ 3 VPN カスタマーのニーズの評価 | 83 |
| コアにおける MPLS の設定 | 84 |
| PE ルータおよびルートリフレクタでのマルチプロトコル BGP の設定 | 84 |
| MPLS VPN カスタマーの接続 | 86 |
| カスタマーの接続を可能にするための、PE ルータでの VRF の定義 | 86 |
| 各 VPN カスタマー用の PE ルータでの VRF インスタンスの設定 | 89 |
| PE ルータと CE ルータ間でのルーティングプロトコルの設定 | 90 |
| ハブアンドスポークトポロジの設定 | 100 |
| ハードウェアプロファイルコマンドを使用した MPLS の設定 | 114 |

第 9 章

| | |
|--|-----|
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定 | 117 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てについて | 117 |
| IPv6 ラベルの割り当て | 118 |
| VRF 単位のラベル割り当てモード | 119 |
| ラベル付きユニキャストパスとラベルなしユニキャストパスについて | 119 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての前提条件 | 120 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てに関する注意事項と制限事項 | 120 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てのデフォルト設定 | 121 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定 | 121 |
| VRF 単位でのレイヤ 3 VPN ラベル割り当てモードの設定 | 121 |
| デフォルト VRF での IPv6 プレフィックスへのラベル割り当て | 122 |
| iBGP ネイバーへの IPv4 MPLS コアネットワーク (6PE) を介した IPv6 内の MPLS ラベル送信の有効化 | 124 |
| アドバタイズと撤回のルール | 126 |
| ローカルラベル割り当ての有効化 | 128 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定の確認 | 130 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定例 | 130 |

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定

| | |
|---------------------------------|-----|
| MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングに関する情報 | 133 |
| iBGP ロード バランシング | 133 |

| | |
|--|-----|
| eBGP ロード バランシング | 134 |
| Layer 3 VPN ロード バランシング | 134 |
| ルート リフレクタを使用したレイヤ 3 VPN ロード バランシング | 135 |
| レイヤ 2 ロード バランシングの併用 | 136 |
| BGP VPNv4 マルチパス | 136 |
| BGP コスト コミュニティ | 138 |
| BGP コスト コミュニティによるベスト パス選択プロセスへの影響 | 138 |
| コスト コミュニティおよび EIGRP PE-CE とバックドア リンク | 139 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの前提条件 | 139 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングに関する注意事項と制限事項 | 139 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングのデフォルト設定 | 141 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定 | 141 |
| eBGP および iBGP の BGP ロード バランシングの設定 | 141 |
| BGPv4 マルチパスの設定 | 143 |
| MPLS ECMP 負荷共有の設定 | 143 |
| MPLS ECMP 負荷共有の確認 | 144 |
| MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定例 | 145 |
| 例：MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシング | 145 |
| 例：BGP VPNv4 マルチパス | 145 |
| 例：MPLS レイヤ 3 VPN コスト コミュニティ | 145 |

第 11 部：**セグメント ルーティング** 147

第 10 章**概要** 149

| | |
|-----------------------------|-----|
| セグメント ルーティングについて | 149 |
| セグメント ルーティング アプリケーション モジュール | 149 |
| MPLS の NetFlow | 150 |
| sFlow コレクタ | 150 |
| セグメント ルーティングの注意事項と制限事項 | 151 |

第 11 章**セグメント ルーティングの設定** 157

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| セグメントルーティングの設定 | 157 |
| セグメントルーティングの設定 | 157 |
| インターフェイス上の MPLS のイネーブル化 | 160 |
| セグメントルーティング グローバル ブロックの設定 | 161 |
| ラベルインデックスの構成 | 162 |
| セグメントルーティングの構成例 | 164 |
| 第 12 章 | セグメントルーティングと IS-IS プロトコル 169 |
| IS-IS について | 169 |
| IS-IS プロトコルでのセグメントルーティングの設定 | 169 |
| 第 13 章 | OSPF によるセグメントルーティング 171 |
| OSPF について | 171 |
| 隣接関係 SID のアドバタイズメント | 172 |
| 接続されたプレフィックス SID | 172 |
| エリア間のプレフィックス伝播 | 172 |
| セグメントルーティングのグローバル範囲の変更 | 173 |
| SID エントリの競合処理 | 173 |
| インターフェイスでの MPLS 転送 | 173 |
| OSPFv2 でのセグメントルーティングの設定 | 174 |
| 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 | 174 |
| OSPF のプレフィックス SID の設定 | 175 |
| プレフィックス属性 N-flag-clear の設定 | 177 |
| OSPF のプレフィックス SID の設定例 | 177 |
| 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 | 178 |
| 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 | 178 |
| SR-TE ポリシー | 178 |
| SR-TE ポリシー パス | 179 |
| アフィニティおよびディスジョイント制約について | 179 |
| セグメントルーティング オン デマンド ネクスト ホップ | 180 |
| SR-TE に関する注意事項と制限事項 | 181 |

| | |
|-------------------------|-----|
| SR-TE の設定 | 182 |
| アフィニティ制約の設定 | 183 |
| ディスジョイントパスの構成 | 186 |
| SR-TE の設定例 | 188 |
| SR-TE ODN の設定例 - ユースケース | 189 |

第 14 章

| | |
|--|------------|
| SR-TE 手動プレファレンス選択 | 193 |
| SR-TE 手動プレファレンス選択の設定 | 193 |
| SR-TE 手動優先順位選択の注意事項と制限事項 | 193 |
| SR-TE 手動設定について：ロックダウンとシャットダウン | 194 |
| SR-TE 手動設定の構成 - ロックダウン/シャットダウン | 195 |
| SRTE ポリシーの特定のパス設定を適用する | 196 |
| SRTE ポリシーまたはすべての SRTE ポリシーのパス再最適化の適用 | 197 |
| SRTE フローベース トラフィック ステアリングの構成 | 198 |
| SRTE フローベース トラフィック ステアリング | 198 |
| SRTE のフローベース トラフィック ステアリングの注意事項と制限事項 | 199 |
| 構成プロセス：SRTE フローベース トラフィック ステアリング | 202 |
| ToS/DSCP およびタイマーベース ACL に基づいたフロー選択の構成 | 202 |
| フローベース トラフィック ステアリングのデフォルトおよび非デフォルト VRF でのルートマップの構成 | 204 |
| カラーおよびエンドポイントによって選択されているポリシーへのデフォルト VRF のルートマップの構成 | 204 |
| 名前で選択されたポリシーへのデフォルト VRF のルートマップ構成例 | 205 |
| ネクストホップ、カラー、およびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成 | 206 |
| デフォルト以外の VRF のルートマップをネクストホップおよびカラー別に選択されたポリシーに構成する | 208 |
| デフォルト以外の VRF のルートマップをネクストホップおよび名前別に選択されたポリシーに構成する | 209 |
| カラーとエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成例 | 210 |
| 名前で選択されたポリシーへのデフォルト以外のルートマップ構成例 | 212 |

第 15 章

SRTE フローベースのトラフィック ステアリング 215

ToS/DSCP および時間ベース ACL に基づくフロー選択の構成例 215

カラーおよびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト VRF のルート マップ構成例 216

名前別に選択されたポリシーへのデフォルトの VRF でのルートマッピング構成例 216

ネクストホップ、カラー、エンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成例 216

ネクストホップおよびカラーで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップの構成例 216

ネクストホップ名別に選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF でのルートマッピング構成例 217

デフォルト以外の VRF でのルートマップの構成例を色とエンドポイントで選択したポリシーにマッピングする 217

名前別に選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF でのルートマッピング構成例 217

SRTE のフローベース トラフィック ステアリング構成の確認 217

第 16 章

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリング 219

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングについて 219

モニタされたパス 220

インデックス制限 220

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングに関する注意事項と制限事項 220

MPLS OAM モニタリングの構成 221

グローバル設定 221

ポリシー固有の構成 224

MPLS OAM モニタリングの構成の確認 228

MPLS OAM モニタリングの構成例 230

第 17 章

SRTE の BFD 233

SRTE の BFD について 233

SRTE 向け BFD に関する注意事項および制限事項 234

SRTE 向け BFD の構成 235

| | |
|--|--------------------------------------|
| グローバル設定 | 235 |
| ポリシー固有の構成 | 238 |
| SRTE の BFD の構成例 | 242 |
| SRTE の BFD の構成の確認 | 242 |
| 第 18 章 | 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 245 |
| BGP プレフィックス SID | 245 |
| 隣接 SID | 245 |
| セグメントルーティングのための高可用性 | 246 |
| 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 | 246 |
| 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 | 248 |
| 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 | 248 |
| 出力ピア エンジニアリングの設定例 | 250 |
| BGP リンク ステートアドレス ファミリの設定 | 252 |
| BGP プレフィックス SID の展開例 | 253 |
| 第 19 章 | セグメントルーティング MPLS を使用したレイヤ 2 EVPN 255 |
| レイヤ 2 EVPN について | 255 |
| 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 | 256 |
| セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定 | 257 |
| EVI 用の VLAN の設定 | 260 |
| NVE インターフェイスの設定 | 261 |
| VRF 下での EVI の設定 | 262 |
| エニーキャスト ゲートウェイの設定 | 262 |
| 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 | 262 |
| SRv6 静的プレフィックス単位 TE について | 263 |
| SRv6 の静的なプレフィックスごとの TE の設定 | 264 |
| Route-Target Auto について | 266 |
| BD 用の RD およびルート ターゲットの設定 | 267 |
| VRF 用の RD およびルート ターゲットの設定 | 268 |
| セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定例 | 269 |

第 20 章

繰り返しの VPN ルートの SRTE 271

繰り返しの VPN ルートの SRTE について 271

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成に関する注意事項および制限事項 271

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成 272

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成例 273

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成確認 274

第 21 章

セグメントルーティングの VNF の比例マルチパス 277

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 277

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 278

第 22 章

vPC マルチホーミング 281

マルチホーミングについて 281

vPC ピア上の BD ごとのラベル 281

vPC ピア上の VRF ごとのラベル 282

バックアップリンクの設定 282

vPC マルチホーミング ピアリングの注意事項と制約事項 282

vPC マルチホーミングの設定例 282

第 23 章

レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN 285

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 285

BGP EVPN およびラベル割り当てモードの設定 286

BGP レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN スティッチングの構成 289

レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN を有効にする機能の設定 292

セグメントルーティングを介した BGP L3 VPN の構成 293

SRTE 経由 BGP レイヤ 3 VPN 294

SRTE を介したレイヤ 3 VPN の構成に関する注意事項と制限事項 295

拡張コミュニティカラーの構成 295

入力ノードにおける拡張コミュニティカラーの構成 295

出力ノードでの拡張コミュニティカラーの構成 297

出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成 298

第 24 章

MPLS および GRE トンネル 301

GRE トンネル 301

セグメントルーティング MPLS および GRE 301

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 302

セグメントルーティング MPLS および GRE の設定 303

セグメントルーティング MPLS および GRE の設定の確認 305

SRTE 明示パス エンドポイント置換の構成の確認 305

第 25 章

デフォルト VRF を介した SRTE 309

デフォルト VRF を介した SRTE について 309

デフォルト VRF 経由の SRTE を構成する場合の注意事項と制限事項 311

構成プロセス：デフォルト VRF を介した SRTE 311

ネクストホップ変更なしの構成 312

拡張コミュニティ カラーの構成 313

出力ノードでの拡張コミュニティ カラーの構成 313

入力ノードにおける拡張コミュニティ カラーの構成 315

出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成 317

出力ノードで Default-Originate の拡張コミュニティ カラーの構成 319

入力ピアの BGP の構成 (SRTE ヘッドエンド) 320

入力ピアの BGP 構成 (SRTE エンドポイント) 322

入力ピア用 SRTE の構成 324

デフォルト VRF 経由の SRTE 構成例 326

構成例：ネクストホップ変更なし 326

構成例：拡張コミュニティ カラー 326

構成例：出力ノード 326

入力ノードの構成例 327

出力ノードでネットワーク/再配布コマンドの構成例 327

構成例：出力ノードでデフォルトの生成をする場合 327

構成例：入力ピアの BGP (SRTE ヘッドエンド) 327

| | |
|------------------------------|--|
| 構成例：出力ピアの BGP (SRTE エンドポイント) | 327 |
| 構成例：SRTE の入力ピア (SRTE ヘッドエンド) | 328 |
| デフォルト VRF を介した SRTE 構成の確認 | 328 |
| その他の参考資料 | 328 |
| 関連資料 | 328 |
| <hr/> | |
| 第 26 章 | MPLS セグメントルーティング OAM の設定 329 |
| | MPLS セグメントルーティング OAM について 329 |
| | セグメントルーティング Ping 330 |
| | セグメントルーティング Traceroute 330 |
| | MPLS SR OAM に関する注意事項と制限事項 331 |
| | Nil FEC の MPLS ping とトレースルート 332 |
| | BGP および IGP プレフィックス SID 用の MPLS ping および トレースルート 333 |
| | セグメントルーティング OAM の確認 333 |
| | セグメントルーティング OAM IS-IS の確認 334 |
| | Ping および トレースルート CLI コマンドの使用例 335 |
| | IGP または BGP SR ping および トレースルートの例 335 |
| | Nil FEC ping および トレースルートの例 336 |
| | 統計情報の表示 337 |
| <hr/> | |
| 第 27 章 | MPLS SR から VxLAN へのハンドオフ 339 |
| | MPLS セグメントルーティングから VxLAN へのハンドオフ 339 |
| | MPLS セグメントルーティングから VxLAN へのハンドオフの仕組み 339 |
| | 注意事項と制約事項 341 |
| | MPLS SR から VxLAN へのハンドオフの設定 343 |
| | DCI VxLAN- MPLSハンドオフの確認 345 |
| <hr/> | |
| 第 28 章 | セグメントルーティング OAM の確認 347 |
| | セグメントルーティング OAM の確認 347 |
| | セグメントルーティング OAM IS-IS の確認 347 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 第 29 章 | Ping およびトレースルート CLI コマンドの使用例 | 349 |
| | IGP または BGP SR ping およびトレースルートの例 | 349 |
| | Nil FEC ping およびトレースルートの例 | 350 |
| | 統計情報の表示 | 351 |
| 第 30 章 | InterAS オプション B | 353 |
| | InterASに関する情報 | 353 |
| | InterAS と ASBR | 353 |
| | VPN ルーティング情報の交換 | 354 |
| | InterAS オプション | 354 |
| | EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成に関する情報 | 356 |
| | InterAS オプション B の設定に関する注意事項と制限事項 | 359 |
| | InterAS オプション B の BGP の設定 | 359 |
| | EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成 | 361 |
| | InterAS オプション B の BGP の設定 (RFC 3107 実装による) | 365 |
| | EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成例 | 367 |
| 付録 A : | ラベルスイッチングでサポートされる IETF RFC | 375 |
| | ラベルスイッチングでサポートされる IETF RFC | 375 |



はじめに

この前書きは、次の項で構成されています。

- [対象読者 \(xvii ページ\)](#)
- [表記法 \(xvii ページ\)](#)
- [Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチの関連資料 \(xviii ページ\)](#)
- [マニュアルに関するフィードバック \(xviii ページ\)](#)
- [通信、サービス、およびその他の情報 \(xix ページ\)](#)

対象読者

このマニュアルは、Cisco Nexus スイッチの設置、設定、および維持に携わるネットワーク管理者を対象としています。

表記法

コマンドの説明には、次のような表記法が使用されます。

| 表記法 | 説明 |
|---------------|--|
| bold | 太字の文字は、表示どおりにユーザが入力するコマンドおよびキーワードです。 |
| <i>italic</i> | イタリック体の文字は、ユーザが値を指定する引数です。 |
| [x] | 省略可能な要素（キーワードまたは引数）は、角かっこで囲んで示しています。 |
| [x y] | いずれか1つを選択できる省略可能なキーワードや引数は、角かっこで囲み、縦棒で区切って示しています。 |
| {x y} | 必ずいずれか1つを選択しなければならない必須キーワードや引数は、波かっこで囲み、縦棒で区切って示しています。 |

| 表記法 | 説明 |
|-------------|---|
| [x {y z}] | 角かっこまたは波かっこが入れ子になっている箇所は、任意または必須の要素内の任意または必須の選択肢であることを表します。角かっこ内の波かっこと縦棒は、省略可能な要素内で選択すべき必須の要素を示しています。 |
| variable | ユーザが値を入力する変数であることを表します。イタリック体が使用できない場合に使用されます。 |
| string | 引用符を付けない一組の文字。string の前後には引用符を使用しないでください。引用符を使用すると、その引用符も含めて string と見なされます。 |

例では、次の表記法を使用しています。

| 表記法 | 説明 |
|---------------------|--|
| screen フォント | スイッチが表示する端末セッションおよび情報は、スクリーンフォントで示しています。 |
| 太字の screen フォント | ユーザが入力しなければならない情報は、太字の screen フォントで示しています。 |
| イタリック体の screen フォント | ユーザが値を指定する引数は、イタリック体の screen フォントで示しています。 |
| <> | パスワードのように出力されない文字は、山カッコ (<>) で囲んで示しています。 |
| [] | システムプロンプトに対するデフォルトの応答は、角カッコで囲んで示しています。 |
| !、# | コードの先頭に感嘆符 (!) またはポンド記号 (#) がある場合には、コメント行であることを示します。 |

Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチの関連資料

Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチ全体のマニュアルセットは、次の URL にあります。

https://www.cisco.com/en/US/products/ps13386/tsd_products_support_series_home.html

マニュアルに関するフィードバック

このマニュアルに関する技術的なフィードバック、または誤りや記載もれなどお気づきの点がございましたら、HTML ドキュメント内のフィードバック フォームよりご連絡ください。ご協力をよろしくお願ひいたします。

通信、サービス、およびその他の情報

- シスコからタイムリーな関連情報を受け取るには、Cisco Profile Manager でサインアップしてください。
- 重要な技術によりビジネスに必要な影響を与えるには、Cisco Services にアクセスしてください。
- サービス リクエストを送信するには、Cisco Support にアクセスしてください。
- 安全で検証済みのエンタープライズクラスのアプリケーション、製品、ソリューション、およびサービスを探して参照するには、Cisco DevNet [英語] にアクセスしてください。
- 一般的なネットワーキング、トレーニング、認定関連の出版物を入手するには、Cisco Press にアクセスしてください。
- 特定の製品または製品ファミリーの保証情報を探すには、Cisco Warranty Finder にアクセスしてください。

Cisco バグ検索ツール

Cisco バグ検索ツール (BST) は、Cisco 製品とソフトウェアの障害と脆弱性の包括的なリストを管理する Cisco バグ追跡システムへのゲートウェイです。BST は、製品とソフトウェアに関する詳細な障害情報を提供します。

マニュアルに関するフィードバック

Cisco の技術ドキュメントに関するフィードバックを提供するには、それぞれのオンライン ドキュメントの右側のペインにあるフィードバック フォームを使用してください。



第 1 章

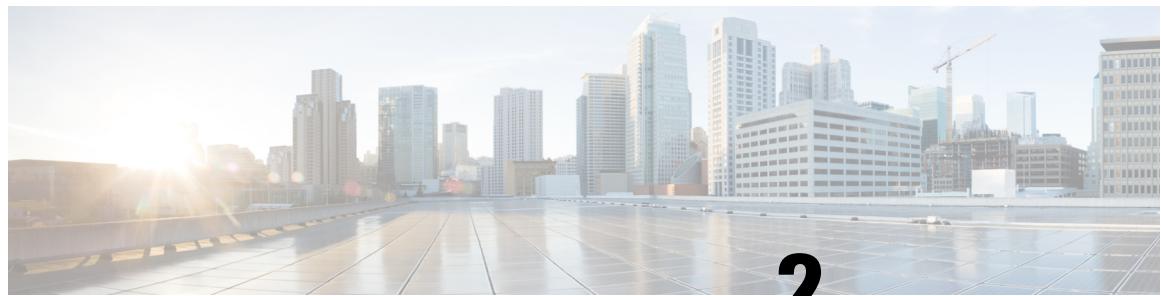
新機能と更新情報

- 新機能と更新情報 (1 ページ)

新機能と更新情報

表 1:新機能および変更された機能

| 特長 | 説明 | 変更が行われたリリース | 参照先 |
|--------------------------|--|-------------|-------------------------|
| SR-MPLS のサポート | Cisco Nexus N9336C-SE1 プラットフォーム スイッチの SR-MPLS アンダーレイを使用したセグメントルーティング レイヤ3 VPN およびレイヤ3 EVPN 機能の構成のサポートが追加されました。 | 10.6(1)F | セグメントルーティングのガイドラインと制限事項 |
| MPLS VPN Decap 統計情報のサポート | Cisco NX-OS リリース 10.6(1)F 以降、MPLS VPN Decap 統計情報は、Cisco Nexus N9K-C9808、N9K-C9804、および N9336C-SE1 プラットフォーム スイッチの SR-MPLS でサポートされます。 | 10.6(1)F | セグメントルーティングのガイドラインと制限事項 |



第 2 章

概要

- ライセンス要件 (3 ページ)
- サポートされるプラットフォーム (3 ページ)

ライセンス要件

Cisco NX-OSを動作させるには、機能とプラットフォームの要件に従って適切なライセンスを取得し、インストールする必要があります。

- 基本 (Essential) ライセンスとアドオンライセンスが、さまざまな機能セットに使用できます。
- ライセンスは、製品および購入オプションに応じて、永続的、一時的、または評価可能な場合があります。
- 高度な機能を使用するには、基本ライセンス以外の追加の機能ライセンスが必要です。
- 高度な機能を使用するには、基本ライセンス以外の追加ライセンスが必要です。
- ライセンスの適用と管理は、デバイスのコマンドラインインターフェイス (CLI) を介して行われます。

ハードウェアの取り付け手順の詳細については、[Cisco NX-OS ライセンス ガイド](#) およびを参照してください[Cisco NX-OS ライセンシング オプション ガイド](#)。

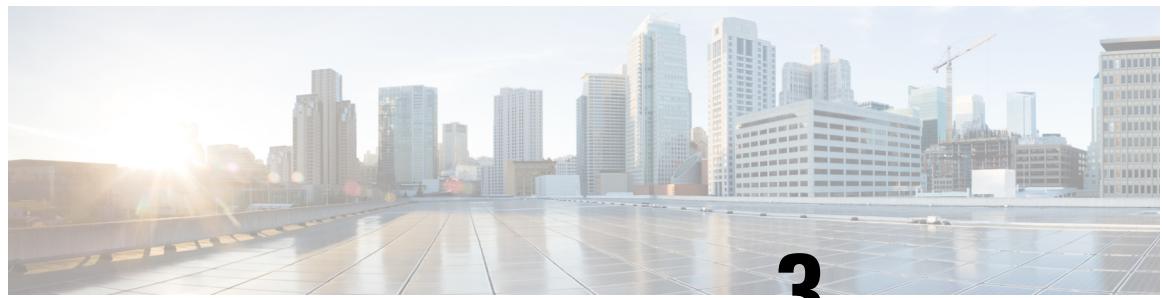
サポートされるプラットフォーム

Nexus スイッチ プラットフォーム サポートマトリックスには、次のものがリストされています。

- サポートされているCisco Nexus 9000 および 3000 スイッチ モデル
- NX-OS ソフトウェア リリース バージョン

■ サポートされるプラットフォーム

プラットフォームと機能の完全なマッピングについては、[Nexus Switch Platform Support Matrix](#)を参照してください。



第 3 章

静的 MPLS の設定

この章では、静的なマルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) の設定方法について説明します。

- [ライセンス要件 \(5 ページ\)](#)
- [スタティック MPLS について \(6 ページ\)](#)
- [スタティック MPLS の前提条件 \(8 ページ\)](#)
- [スタティック MPLS の注意事項および制限事項 \(8 ページ\)](#)
- [静的 MPLS の設定 \(10 ページ\)](#)
- [静的 MPLS 設定の確認 \(15 ページ\)](#)
- [スタティック MPLS 統計の表示 \(18 ページ\)](#)
- [スタティック MPLS 統計情報のクリア \(19 ページ\)](#)
- [スタティック MPLS の設定例 \(19 ページ\)](#)
- [その他の参考資料 \(21 ページ\)](#)

ライセンス要件

Cisco NX-OSを動作させるには、機能とプラットフォームの要件に従って適切なライセンスを取得し、インストールする必要があります。

- 基本 (Essential) ライセンスとアドオンライセンスが、さまざまな機能セットに使用できます。
- ライセンスは、製品および購入オプションに応じて、永続的、一時的、または評価可能な場合があります。
- 高度な機能を使用するには、基本ライセンス以外の追加の機能ライセンスが必要です。
- 高度な機能を使用するには、基本ライセンス以外の追加ライセンスが必要です。
- ライセンスの適用と管理は、デバイスのコマンドラインインターフェイス (CLI) を介して行われます。

ハードウェアの取り付け手順の詳細については、[Cisco NX-OS ライセンス ガイド](#) およびを参照してください[Cisco NX-OS ライセンシング オプション ガイド](#)。

■ スタティック MPLS について

スタティック MPLS について

通常、ラベルスイッチングルータ (LSR) は、パケットのラベルスイッチングに使用する必要があるラベルを、ラベル配布プロトコルを使用してダイナミックに学習します。そのようなプロトコルの例には、次のものがあります。

- ラベルをネットワークアドレスにバインドするために使用されるインターネットエンジニアリングタスクフォース (IETF) 標準であるラベル配布プロトコル (LDP)
- トライフィックエンジニアリング (TE) のラベル配布に使用されるリソース予約プロトコル (RSVP)
- MPLS仮想プライベートネットワーク (VPN) のラベル配布に使用される境界ゲートウェイプロトコル (BGP)

学習したラベルをパケットのラベルスイッチングに使用するために、LSR はそのラベルをラベル転送情報ベース (LFIB) にインストールします。

静的 MPLS 機能を使用すると、以下を静的に設定できます。

- ラベルと IPv4 または IPv6 プレフィックス間のバインディング
- ラベルと IPv4 または IPv6 プレフィックスとの間のバインディングに対応するアクション (ラベルスワップまたはポップ)
- LFIB 相互接続エントリの内容

ラベルの入れ替えとポップ

ラベル付きパケットが MPLS ドメインを通過すると、ラベルスタックの最も外側のラベルが各ホップで検査されます。ラベルの内容により、スワップまたはポップ (ディスポート) のいずれかの操作がラベルスタックに対して実行されます。転送の決定は、パケットヘッダー内のラベルの MPLS テーブル検索によって行われます。ネットワークを介したパケットの送信中にパケットヘッダーを再評価する必要はありません。ラベルは構造化されていない固定長の値であるため、MPLS 転送テーブル検索プロセスは簡単かつ高速です。

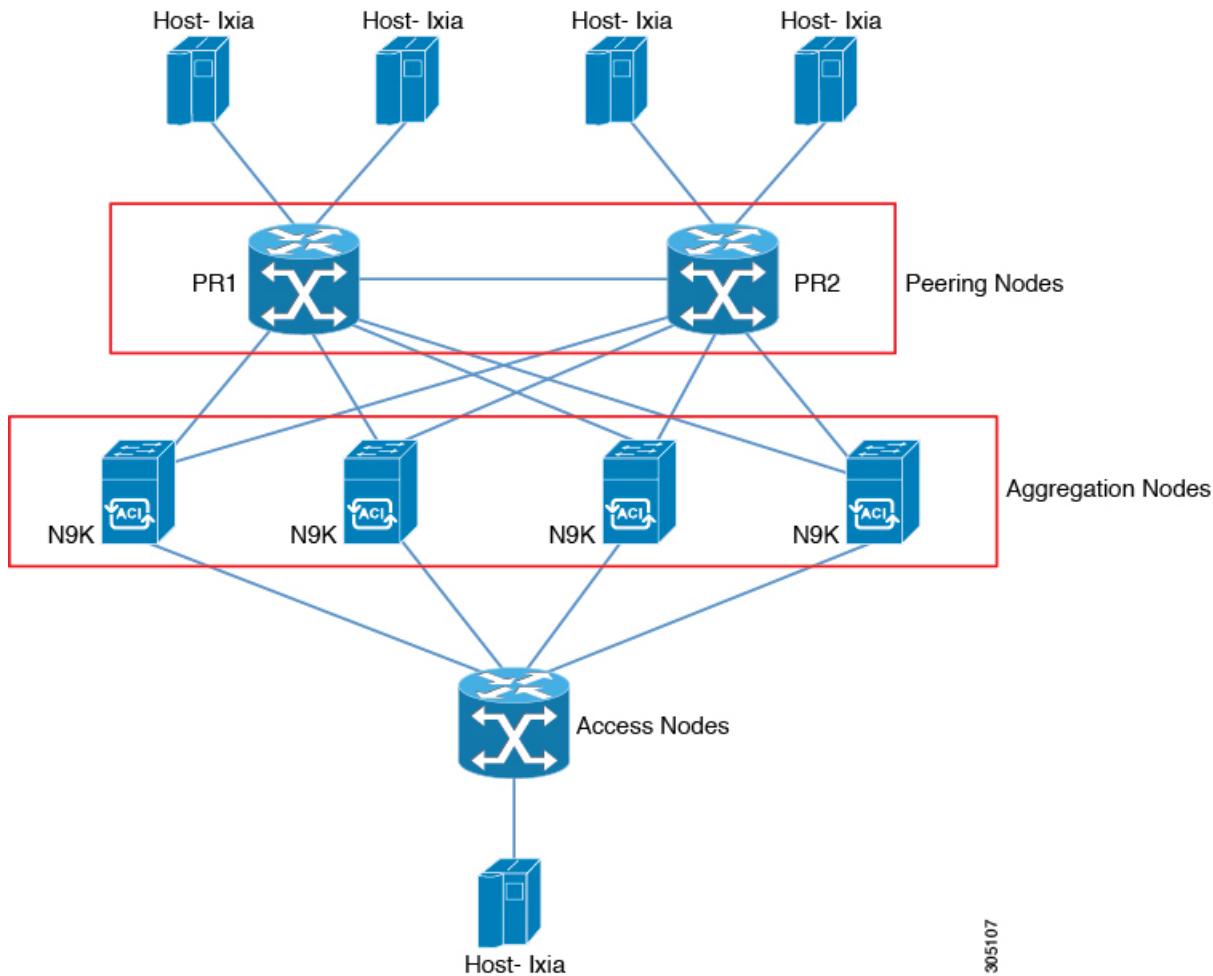
スワップ操作では、ラベルが新しいラベルと交換され、パケットは着信ラベルによって決定される次のホップに転送されます。

ポップ操作では、ラベルがパケットから削除され、下に内部ラベルが表示される場合があります。ポップされたラベルがラベルスタックの最後のラベルである場合、パケットは MPLS ドメインの外部へ転送されます。通常、このプロセスは出力 LSR で行われます。アグリゲータのプライマリリンクに障害が発生すると、MPLS トライフィックがバックアップリンクに再ルーティングされ、スワップ操作が発生します。

スタティック MPLS トポロジ

この図は、スタティック MPLS ソースルーティングトポロジを示しています。アクセスノードはスワップ操作を実行し、集約ノードはプライマリパスのポップ操作とバックアップパスのスワップ操作を実行します。

図 1: スタティック MPLS トポロジ



305107

スタティック MPLS の利点

- ラベルと IPv4 または IPv6 プレフィックス間のスタティック バインディングは、LDP ラベル配布を実装しないネイバールータを通る MPLS ホップバイホップ転送をサポートするよう設定できます。
- スタティック相互接続は、ネイバールータが LDP または RSVP ラベル配布のいずれも実装していないものの、MPLS 転送パスを実装している場合に、MPLS ラベルスイッチドパス (LSP) ミッドポイントをサポートするよう設定できます。

■ スタティック MPLS のためのハイ アベイラビリティ

Cisco Nexus 9500 シリーズスイッチは、スタティック MPLS のステートフルスイッチオーバー (SSO) をサポートします。SSO の後、スタティック MPLS は以前の状態に戻ります。

スタティック MPLS は、SSO 中のゼロ トライフィック損失をサポートします。MPLS のスタティック再起動はサポートされていません。



(注) Cisco Nexus 9300 シリーズスイッチは、SSO をサポートしていません。

スタティック MPLS の前提条件

スタティック MPLS には、次の前提条件があります。

- Cisco Nexus 9300 および 9500 シリーズスイッチ、および Cisco Nexus 3164Q、31128PQ、3232C、および 3264Q スイッチの場合、MPLS の ACL TCAM リージョンサイズを設定し、設定を保存して、スイッチをリロードする必要があります。（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）。Cisco Nexus 9200 シリーズスイッチでは、静的 MPLS の TCAM カービングは必要ありません。



(注) デフォルトでは、mpls の領域サイズはゼロです。静的 MPLS をサポートするには、この領域を 256 に設定する必要があります。

スタティック MPLS の注意事項および制限事項

スタティック MPLS に関する注意事項と制限事項は次のとおりです。

- スタティック MPLS は、9400、9500、および 9600 ラインカードを備えた Cisco Nexus 3100、3200、9200、9300、9300-EX、FX、FX2、および 9500 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、スタティック MPLS は Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチでサポートされています。
- Cisco NX-OS リリース 10.6(1)F 以降、スタティック MPLS は Cisco Nexus N9324C-SE1U スイッチでサポートされます。
- スタティック MPLS、MPLS セグメントルーティング、および MPLS ストリッピングを同時に有効にすることはできません。

- 等コスト マルチパス ルーティング (ECMP) は、ラベル ポップでサポートされていません。
- ラベルのポップ操作とスワップ操作はサポートされていますが、ラベルのプッシュ操作はサポートされていません。
- MPLS パケットは、入力ラベルが設定されたラベルとマッチし、設定された FEC (プレフィックス) がルーティング テーブルにある限り、転送されます。
- このデバイスは、通常、ラベルスイッチング ルータ (LSR) として機能します。パケットが隣接するラベル エッジルーター (LER) に渡される前に、LSR によってラベル FIB (LFIB) の出力ラベルとして明示的なヌル ラベルをインストールすると、デバイスは最後から 2 番目のホップ ポップの LER として動作します。つまり、ラベルスイッチング ルータ (LSR) は 1 つ以上のラベルで機能します。



(注) LSR で暗黙的ヌル CLI を意図的に使用する場合、LER に送信される出力パケットには、明示的ヌルと内部ラベルが含まれます。

- スタティック MPLS は、最大 128 のラベルをサポートします。
- バックアップ パスは、単一の隣接でのみサポートされ、ECMP ではサポートされません。
- Cisco Nexus 9300 シリーズ スイッチはバックアップ パス高速再ルート (FRR) サブセカンド コンバージェンスをサポートしますが、Cisco Nexus 9500 シリーズ スイッチは限定的なバックアップ パス FRR コンバージェンスをサポートします。
- ほとんどの MPLS コマンドの出力は、XML または JSON で生成できます。例については、[静的 MPLS 設定の確認 \(15 ページ\)](#) を参照してください。
- VRF、vPC、FEX、および VXLAN は、スタティック MPLS ではサポートされていません。
- サブインターフェイスを使用してリモート vpcn4 ネイバーに接続する場合、親インターフェイスで「mpls ip forwarding」コマンドを有効にする必要があります。
- コマンド「mpls ip forwarding」は、サブインターフェイスでは設定できません。
- サブインターフェイスは、スタティック MPLS ではサポートされていません。
- 転送等価クラス (FEC) は、ルーティング テーブル内のルートとマッチしている必要があります。
- X9536PQ、X9564PX、および X9564TX ラインカードと M12PQ 汎用拡張モジュール (GEM) では、スタティック MPLS が有効になっており、無効にすることはできません。
- 高速再ルート (バックアップ) を構成する場合、バックアップ構成のネクスト ホップ プレフィックスとして、接続されているネクスト ホップ (再帰ネクスト ホップではない) のみを指定できます。

■ 静的 MPLS の設定

- 複数の FEC がバックアップ（同じネクストホップとインターフェイス）を共有している場合、バックアップ構成を変更するには、バックアップ構成を共有している他のすべての FEC を再構成する必要があります。
- バックアップパスがアクティブな場合、**show mpls switching labels** コマンドは、出力ラベル/出力インターフェイス/ネクストホップおよび関連する統計情報を表示しません。統計情報は、**show forwarding mpls labelstats platform** コマンドを使用して確認できます。
- トライフィックがデフォルト以外のユニット（デフォルトのユニットは unit0）で入出力される場合、対応する ULIB 統計情報は、**show mpls switching labels low-label-value [high-label-value] detail** コマンドの出力に表示されません。統計情報は、**show forwarding mpls labelstats platform** コマンドを使用して確認できます。
- バックアップパスとプライマリパスが同じインターフェイスを指している場合、バックアップアクションのスワップが優先されます。
- 物理（イーサネット）およびポートチャネルは、バックアップの場合にのみサポートされます。
- 次のガイドラインと制約事項は、Cisco Nexus 9200 シリーズスイッチに適用されます。
 - ECMP ハッシュは、内部フィールドでのみサポートされます。
 - MTU チェックは、MPLS ヘッダーを持つパケットではサポートされていません。

静的 MPLS の設定

スタティック MPLS の有効化

MPLS スタティックラベルを設定するには、MPLS 機能セットをインストールして有効にしてから MPLS のスタティック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] install feature-set mpls 例 : <pre>switch(config)# install feature-set mpls</pre> | MPLS 機能セットを有効化します。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットをアンインストールします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 3 | [no] feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットを無効化します。 |
| ステップ 4 | [no] feature mpls static 例： switch(config)# feature mpls static | MPLS 機能セットを有効にします。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットを無効化します。 |
| ステップ 5 | (任意) show feature-set 例： switch(config)# show feature-set Feature Set Name ID State ----- ----- mpls 4 enabled | MPLS 機能セットのステータスを表示します。 |
| ステップ 6 | (任意) show feature inc mpls_static 例： switch(config)# show feature inc mpls_static mpls_static 1 enabled | スタティック MPLS のステータスを表示します。 |

スタティックな割り当てのために予約されたラベル

ダイナミックに割り当てられないようにスタティックに割り当てるラベルを予約します。

始める前に

スタティック MPLS 機能が有効になっていることを確認します。

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 | [no] mpls label range min-value max-value [static min-static-value max-static-value] 例： switch(config)# mpls label range 17 99 static 100 10000 | スタティック ラベル割り当てに使用する一連のラベルを予約します。 最小値と最大値の範囲は 16 ~ 471804 です。 |

■ スワップ操作とポップ操作を使用したスタティック ラベルとプレフィックス バインディングの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 3 | (任意) show mpls label range 例： switch(config)# show mpls label range | スタティック MPLS に設定されているラベル範囲を表示します。 |
| ステップ 4 | (任意) copy running-config startup-config 例： switch(config)# 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。 |

スワップ操作とポップ操作を使用したスタティックラベルとプレフィックス バインディングの設定

トップオブラック構成では、外側のラベルが指定された新しいラベルとスワップされます。パケットはネクストホップアドレスに転送され、新しいラベルによって自動解決されます。

アグリゲータ構成では、外部ラベルがポップされ、残りのラベルを持つパケットがネクストホップアドレスに転送されます。ポップ操作はプライマリ パスで実行され、スワップ操作はバックアップ パスで実行されます。

始める前に

静的 MPLS 機能が有効になっていることを確認します。

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)#[/td> <td>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。</td> | 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)#[/td> <td>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。</td> | 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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 4 | mpls static configuration 例： <pre>switch(config-if)# mpls static configuration switch(config-mpls-static)#</pre> | MPLS 静的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 5 | address-family {ipv4 ipv6} unicast 例： <pre>switch(config-mpls-static)# address-family ipv4 unicast switch(config-mpls-static-af)#</pre> | 指定された IPv4 または IPv6 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 6 | local-label local-label-value prefix destination-prefix destination-prefix-mask 例： <pre>switch(config-mpls-static-af)# local-label 2000 prefix 1.255.200.0 255.255.255.25 switch(config-mpls-static-af-lbl)#</pre> | IPv4 または IPv6 プレフィックスに対する入力ラベルの静的バインディングを指定します。 local-label-value は、 mpls label range コマンドで定義された静的 MPLS ラベルの範囲です。 |
| ステップ 7 | next-hop {auto-resolve destination-ip-next-hop out-label implicit-null backup local-egress-interface destination-ip-next-hop out-label output-label-value} 例： <pre>switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop auto-resolve</pre> | ネクスト ホップを指定します。次のオプションを使用できます。 <ul style="list-style-type: none"> • next-hop auto-resolve : このオプションは、ラベルスワップ操作に使用します。 • next-hop destination-ip-next-hop out-label implicit-null : ラベルポップ操作のプライマリ パスにはこのオプションを使用します。 • next-hop backup local-egress-interface destination-ip-next-hop out-label output-label-value : ラベルポップ操作のバックアップ パスにはこのオプションを使用します。 |
| ステップ 8 | (任意) copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config-mpls-static-af-lbl)# 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。 |

セグメントルーティング隣接関係統計の設定

デフォルトでは、統計情報収集モードは、特定の隣接関係から出力されるパケット数を累積します。Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降では、隣接関係のバイト数を累積するように統計情報収集モードを設定できます。

このモードは、MPLS セグメントルーティング機能を有効にすると使用できますが、バイトを累積するように収集モードを設定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] install feature-set mpls 例： <pre>switch(config)# install feature-set mpls</pre> | MPLS 機能セットを有効化します。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットをアンインストールします。 |
| ステップ 3 | [no] feature-set mpls 例： <pre>switch(config)# feature-set mpls</pre> | MPLS フィーチャセットをイネーブルにします。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットを無効化します。 |
| ステップ 4 | [no] feature mpls segment-routing 例： <pre>switch(config)# feature mpls 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 5 | [no] hardware profile mpls adjacency-stats bytes 例： <pre>switch(config)# hardware profile mpls adjacency-stats bytes</pre> | 特定の隣接関係のバイト数を累積するように、出力統計の統計収集モードを設定します。このコマンドの no 形式を使用すると、収集モードがリセットされ、パケット数が累積されます。 |
| ステップ 6 | (任意) show running-config grep adjacency stats 例： <pre>switch(config)# show running-config grep adjacency-stats hardware profile mpls adjacency-stats bytes switch(config)#</pre> | ノブの設定を表示します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|-------------------------------|
| ステップ 7 | <p>(任意) show feature-set</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config)# show feature-set Feature Set Name ID State ----- ----- mpls 4 enabled</pre> | MPLS 機能セットのステータスを表示します。 |
| ステップ 8 | <p>(任意) show feature grep segment-routing</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config)# show feature grep segment-routing segment-routing 1 enabled</pre> | MPLS セグメントルーティングのステータスを表示します。 |
| ステップ 9 | <p>show forwarding mpls [label label] stats</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config)# show forwarding mpls label 22 stats slot 1 ===== +-----+-----+-----+-----+ Local Prefix FEC Next-Hop Interface Out +-----+-----+-----+-----+ Label Table Id (Prefix/Tunnel id) Label +-----+-----+-----+-----+ 22 0x1 182.1.1.7/32 30.1.8.1 P011 0 SWAP Input Pkts : 488482 Input Bytes : 250102784 SWAP Output Pkts: 0 SWAP Output Bytes: 84215808 TUNNEL Output Pkts: 0 TUNNEL Output Bytes: 0 switch(config)# </pre> | 隣接関係の統計情報を表示します。 |

静的 MPLS 設定の確認

静的 MPLS 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 feature inc mpls_static | スタティック MPLS のステータスを表示します。 |

■ 静的 MPLS 設定の確認

| コマンド | 目的 |
|---|---|
| show feature-set | MPLS 機能セットのステータスを表示します。 |
| show ip route | Unicast Route Information Base (RIB) からルートを表示します。 |
| show mpls label range | スタティック MPLS に設定されているラベル範囲を表示します。 |
| show mpls static binding {all ipv4 ipv6} | 設定された静的プレフィックスまたはラベルバインディングを表示します。 |
| show mpls switching [detail] | MPLS スイッチング情報を表示します。 |
| show mpls switching label [detail] | MPLS スイッチングラベル情報を表示します。 |
| show forwarding mpls [label label] stats | 有効になっているラベルに基づいて隣接統計を表示します。 |
| show forwarding adjacency mpls stats | 隣接関係の統計情報を表示します。 |

次の例は、**show mpls static binding all** コマンドの出力例を示しています。

```
1.255.200.0/32: (vrf: default) Incoming label: 2000
  Outgoing labels:
    1.21.1.1 implicit-null
    backup 1.24.1.1 2001

2000:1:255:201::1/128: (vrf: default) Incoming label: 3000
  Outgoing labels:
    2000:1111:2121:1111:1111:1111:1111:1 implicit-null
    backup 2000:1:24:1::1 3001
```

次に、**show mpls switching detail** コマンドの出力例を示します。

```
VRF default

IPv4 FEC
  In-Label : 2000
  Out-Label stack : Pop Label
  FEC : 1.255.200.0/32
  Out interface : Po21
  Next hop : 1.21.1.1
  Input traffic statistics : 0 packets, 0 bytes
  Output statistics per label : 0 packets, 0 bytes

IPv6 FEC
  In-Label : 3000
  Out-Label stack : Pop Label
  FEC : 2000:1:255:201::1/128
  Out interface : port-channel21
  Next hop : 2000:1111:2121:1111:1111:1111:1111:1
  Input traffic statistics : 0 packets, 0 bytes
  Output statistics per label : 0 packets, 0 bytes
```

この例は、スイッチが静的 IPv4 プレフィックスで構成されている場合の **show mpls switching** コマンドの通常、XML、および JSON のサンプル出力を示しています。

```
switch# show run mpls static | sec 'ipv4 unicast'
address-family ipv4 unicast
local-label 100 prefix 192.168.0.1 255.255.255.255 next-hop auto-resolve out-label 200

switch# show mpls switching
Legend:
(P)=Protected, (F)=FRR active, (*)=more labels in stack.
IPV4:
In-Label   Out-Label   FEC name           Out-Interface   Next-Hop
VRF default
100        200          192.168.0.1/32      Eth1/23        1.12.23.2

switch# show mpls switching | xml
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?> <nf:rpc-reply
xmlns:nf="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
xmlns="http://w
ww.cisco.com/nxos:1.0:ulib">
<nf:rpc-reply>
<show>
<mpls>
<switching>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd_labels>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd_detail>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd_vrf>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd__readonly__>
<__readonly__>
<TABLE_vrf>
<ROW_vrf>
<vrf_name>default</vrf_name>
<TABLE_inlabel>
<ROW_inlabel>
<in_label>100</in_label>
<out_label_stack>200</out_label_stack>
<ipv4_prefix>192.168.0.1/32</ipv4_prefix>
<out_interface>Eth1/23</out_interface>
<ipv4_next_hop>1.12.23.2</ipv4_next_hop>
<nhlfe_p2p_flag> </nhlfe_p2p_flag>
</ROW_inlabel>
</TABLE_inlabel>
</ROW_vrf>
</TABLE_vrf>
</__readonly__>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd__readonly__>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd_vrf>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd_detail>
<__XML__OPT_Cmd_ulib_show_switching_cmd_labels>
</switching>
</mpls>
</show>
</nf:rpc-reply>
]]>]]>

switch# show mpls switching | json
{"TABLE_vrf": {"ROW_vrf": {"vrf_name": "default", "TABLE_inlabel": {"ROW_inlabel": {"in_label": "100", "out_label_stack": "200", "ipv4_prefix": "192.168.0.1/32"}}

```

■ スタティック MPLS 統計の表示

```
, "out_interface": "Eth1/23", "ipv4_next_hop": "1.12.23.2",
"nhlfe_p2p_flag": nu
11}}}}}
```

スタティック MPLS 統計の表示

スタティック MPLS 統計を監視するには、次のいずれかのタスクを実行します。

| コマンド | 目的 |
|---|---|
| show forwarding [ipv6] adjacency mpls stats | MPLS IPv4 または IPv6 隣接関係統計を表示します。 |
| show forwarding mpls drop-stats | MPLS 転送パケット ドロップの統計情報を表示します。 |
| show forwarding mpls ecmp [module slot platform] | 等コストマルチパス (ECMP) の MPLS 転送統計を表示します。 |
| show forwarding mpls label <i>label</i> stats [platform] | MPLS ラベル転送の統計情報を表示します。 |
| show mpls forwarding statistics [interface <i>type</i> <i>slot/port</i>] | MPLS 転送の統計情報を表示します。 |
| show mpls switching labels <i>low-label-value</i> [<i>high-label-value</i>] [detail] | MPLS ラベルスイッチングの統計情報を表示します。ラベル値の範囲は 0 ~ 524286 です。 |

次に、**show forwarding adjacency mpls stats** コマンドの出力例を示します。

```
FEC          next-hop      interface  tx packets  tx bytes  Label info
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
1.255.200.0/32 1.21.1.1    Po21       87388      10836236  POP 3
1.255.200.0/32 1.24.1.1    Po24        0          0          SWAP 2001
switch(config)#
switch(config)# show forwarding mpls drop-stats

Dropped packets : 73454
Dropped bytes : 9399304
```

次に、**show forwarding ipv6 adjacency mpls stats** コマンドの出力例を示します。

```
FEC          next-hop      interface  tx packets  tx bytes  Label info
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2000:1:255:201::1/128 2000:1.21.1.1  Po21       46604      5778896  POP 3
2000:1:255:201::1/128 2000:1:24:1::1 Po24        0          0          SWAP 3001
```

次に、**show forwarding mpls label 2000 stats** コマンドの出力例を示します。

```
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Local  |Prefix      |FEC                  |Next-Hop          |Interface      |Out
Label  |Table Id    |(Prefix/Tunnel id) |                  |                  |Label
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```

2000  | 0x1      | 1.255.200.0/32  | 1.21.1.1      | Po21      | Pop Label
      HH: 100008, Refcount: 1
Input Pkts : 77129          Input Bytes : 9872512
Output Pkts: 77223          Output Bytes: 9575652

```

次に、**show mpls forwarding statistics** コマンドの出力例を示します。

```

MPLS software forwarding stats summary:
  Packets/Bytes sent      : 0/0
  Packets/Bytes received   : 0/0
  Packets/Bytes forwarded  : 0/0
  Packets/Bytes originated : 0/0
  Packets/Bytes consumed   : 0/0
  Packets/Bytes input dropped: 0/0
  Packets/Bytes output dropped: 0/0

```

スタティック MPLS 統計情報のクリア

MPLS 統計情報をクリアするには、次の作業を行います。

| コマンド | 目的 |
|---|----------------------------------|
| clear forwarding [ipv6] adjacency mpls stats | MPLS IPv4 または IPv6 隣接関係統計を消去します。 |
| clear forwarding mpls drop-stats | MPLS 転送パケット ドロップ統計情報をクリアします。 |
| clear forwarding mpls stats | 入力 MPLS 転送統計情報をクリアします。 |
| clear mpls forwarding statistics | MPLS 転送統計情報をクリアします。 |
| clear mpls switching label statistics [interface type slot/port] | MPLS スイッチング ラベルの統計情報をクリアします。 |

スタティック MPLS の設定例

次に、スタティック割り当てに使用するラベルを予約する例を示します。

```

switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
switch(config)# mpls label range 17 99 static 100 10000
switch(config)# show mpls label range
Downstream Generic label region: Min/Max label: 17/99
Range for static labels: Min/Max Number: 100/10000

```

次の例は、トップオブラック構成（スワップ構成）で MPLS スタティック ラベルと IPv4 プレフィックススパインディングを構成する方法を示しています。

```

switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```

■ スタティック MPLS の設定例

```
switch(config)# interface ethernet 1/1
switch(config-if)# mpls ip forwarding
switch(config-if)# mpls static configuration
switch(config-mpls-static)# address-family ipv4 unicast
switch(config-mpls-static-af)# local-label 2000 prefix 1.255.200.0/32
switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop auto-resolve out-label 2000
```

次の例は、トップオブラック構成（スワップ構成）で MPLS スタティック ラベルと IPv6 プレフィックス バインディングを構成する方法を示しています。

```
switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
switch(config)# interface ethernet 1/1
switch(config-if)# mpls ip forwarding
switch(config-if)# mpls static configuration
switch(config-mpls-static)# address-family ipv6 unicast
switch(config-mpls-static-af)# local-label 3001 prefix 2000:1:255:201::1/128
switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop auto-resolve out-label 3001
```

次の例は、アグリゲータ構成（ポップ構成）で MPLS スタティック ラベルと IPv4 プレフィックス バインディングを構成する方法を示しています。

```
switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
switch(config)# interface ethernet 1/1
switch(config-if)# mpls ip forwarding
switch(config-if)# mpls static configuration
switch(config-mpls-static)# address-family ipv4 unicast
switch(config-mpls-static-af)# local-label 2000 prefix 1.255.200.0/32
switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop 1.31.1.1 out-label implicit-null
switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop backup Po34 1.34.1.1 out-label 2000
```

次の例は、アグリゲータ構成（ポップ構成）で MPLS スタティック ラベルと IPv6 プレフィックス バインディングを構成する方法を示しています。

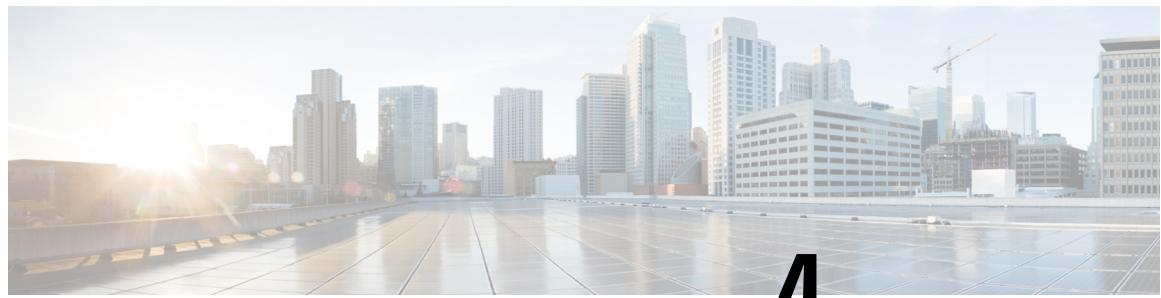
```
switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
switch(config)# interface ethernet 1/1
switch(config-if)# mpls ip forwarding
switch(config-if)# mpls static configuration
switch(config-mpls-static)# address-family ipv6 unicast
switch(config-mpls-static-af)# local-label 3001 prefix 2000:1:255:201::1/128
switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop 2000:1:31:1::1 out-label implicit-null
switch(config-mpls-static-af-lbl)# next-hop backup Po34 2000:1:34:1::1 out-label 3001
```

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 |
|------------|--|
| TCAM リージョン | 詳細については、 <i>ACL TCAM リージョン サイズの設定</i> のセクション (Cisco Nexus 9000 シリーズセキュリティ設定ガイド) を参照してください。 |

■ 関連資料



第 4 章

MPLS ラベルインポジションの設定

この章では、マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) ラベルインポジションの設定方法について説明します。

- [MPLS ラベルインポジションについて \(23 ページ\)](#)
- [MPLS ラベルインポジションに関する注意事項と制限事項 \(24 ページ\)](#)
- [MPLS ラベルインポジションの設定 \(25 ページ\)](#)
- [MPLS ラベルインポジション設定の確認 \(28 ページ\)](#)
- [MPLS ラベルインポジション統計の表示 \(30 ページ\)](#)
- [MPLS ラベルインポジション統計のクリア \(32 ページ\)](#)
- [MPLS ラベルインポジションの設定例 \(32 ページ\)](#)

MPLS ラベルインポジションについて

MPLS ラベルスタックインポジション機能を使用して、1つ以上のラベルを持つ発信ラベルスタックを静的にプロビジョニングできます。発信ラベルスタックは、次の2種類の静的に設定された MPLS バインディングで使用されます。

- ラベルスタックへのプレフィックスとラベル：ここでは、静的 MPLS と同様に、IP プレフィックスまたは着信ラベルが発信スタックにマッピングされます。着信プレフィックスは、IP のみの入力トラフィックの `out-label-stack` にマッピングされます。
- ラベルスタックへのラベル：ここでは、受信ラベルのみがプレフィックスなしで送信スタックにマップされます。

新しい MPLS バインディングタイプは静的 MPLS コンポーネントに実装され、**feature mpls segment-routing** コマンドが有効になっている場合にのみ使用できます。

MPLS ラベルインポジションの設定されたネクストホップが SR 再帰ネクストホップ (RNH) である場合、それらは RIB を使用して実際のネクストホップに解決されます。`out-label` スタックの外部ラベルは、SR によって割り当てられたラベルから自動的にインポジションされます。

ECMP は、いくつかのパス構成を追加することによってもサポートされます。



(注)

静的 MPLS プロセスは、**feature mpls segment-routing** コマンドまたは **feature mpls static** コマンドのいずれかが実行されたときに開始されます。**feature mpls segment-routing** コマンドを使用してスタティック MPLS を実行すると、一部の標準スタティック MPLS コマンドを使用できなくなり、**feature mpls static** コマンドを実行すると、MPLS バインディングのコマンドを使用できなくなります。

MPLS ラベルインポジションに関する注意事項と制限事項

MPLS ラベルインポジションに関する注意事項と制約事項は次のとおりです。

- MPLS ラベルインポジションは、以下のスイッチでサポートされています。
 - 9400、9500、9600、および 9700-FX ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9200、9300、9300-EX、9300-FX、および 9500 プラットフォームスイッチ。
 - Cisco Nexus 3164Q、31128PQ、3232C、および 3264Q スイッチ。
 - Cisco NX-OS リリース 9.2(1) リリース以降、Cisco Nexus 9364C 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 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチでサポートされています。
- MPLS ラベルインポジションは、IPv4 のみをサポートします。
- アウトラベルスタックのラベルの最大数は、Cisco Nexus 9200、9300-EX、および 9300-FX プラットフォームスイッチの場合は 5、Cisco Nexus 9300 と 9500 プラットフォームスイッチおよび Cisco Nexus 3164Q、31128PQ、3232C、および 3264Q スイッチの場合は 3 です。これより多くのラベルをインポーズしようとすると、後続のラベルが自動的に切り捨てられ、syslog エラー メッセージが表示され、構成を修正するように通知されます。
- マルチキャストは、MPLS ラベルインポジションではサポートされていません。
- マルチラベルスタック構成では、発信パスの変更は Cisco Nexus 9200 および 9300-EX シリーズスイッチでのみ許可されます。
- サブインターフェイスとポート チャネルは、MPLS ラベルインポジションではサポートされていません。
- ルーティングプロトコル(スタティック ルートを含む)から学習したプレフィックスおよび関連するサブネットマスクは、ラベルスタックインポジションポリシーの一部として使用できません。
- ラベルスタックインポジションの検証済みスケーラビリティ制限については、お使いのデバイスの『[検証済みスケーラビリティ ガイド](#)』を参照してください。

MPLS ラベルインポジションの設定

MPLS ラベルインポジションの有効化

MPLS ラベルインポジションを設定するには、MPLS 機能セットをインストールして有効にしてから、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 | [no] install feature-set mpls 例： switch(config)# install feature-set mpls | MPLS 機能セットを有効化します。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットをアンインストールします。 |
| ステップ 3 | [no] feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。このコマンドの no 形式は、MPLS 機能セットを無効化します。 |
| ステップ 4 | [no] feature mpls segment-routing 例： switch(config)# feature mpls segment-routing | 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 5 | (任意) show feature-set 例： switch(config)# show feature-set | MPLS 機能セットのステータスを表示します。 |
| ステップ 6 | (任意) show feature grep segment-routing 例： switch(config)# show feature grep segment-routing | MPLS セグメントルーティングのステータスを表示します。 |

MPLS ラベルインポジション用のラベルの予約

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--|--------------|----|
|--|--------------|----|

MPLS ラベルインポジション用のラベルの予約

スタティックに割り当てるラベルを予約します。動的なラベル割り当てはサポートされていません。

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 | [no] mpls label range min-value max-value [static min-static-value max-static-value] 例： <pre>switch(config)# mpls label range 17 99 static 100 10000</pre> | スタティックラベル割り当てに使用する一連のラベルを予約します。 最小値と最大値の範囲は 16 ~ 471804 です。 |
| ステップ 3 | (任意) show mpls label range 例： <pre>switch(config)# show mpls label range</pre> | スタティック MPLS に設定されているラベル範囲を表示します。 |
| ステップ 4 | (任意) copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config)# 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。 |

MPLS ラベルインポジションの設定

デバイスに MPLS ラベルインポジションを設定できます。



(注)

feature mpls segment-routing コマンドは、**feature nv overlay**、**nv overlay evpn**、**feature vpc**、および **feature vn-segment-vlan-based** コマンドが使用されている場合、有効にすることはできません。

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します。

静的ラベル範囲を次のように設定します。 **mpls label range 16 16 static 17 50000**

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 | mpls static configuration 例： switch(config-if)# mpls static configuration switch(config-mpls-static)# | MPLS 静的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 5 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-mpls-static)# address-family ipv4 unicast switch(config-mpls-static-af)# | 指定された 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 6 | lsp name 例： switch(config-mpls-static-af)# lsp lsp1 switch(config-mpls-static-lsp)# | LSP の名前を指定します。 |
| ステップ 7 | in-label value allocate policy prefix 例： switch(config-mpls-static-lsp)# in-label 8100 allocate policy 15.15.1.0/24 switch(config-mpls-static-lsp-inlabel)# | in-label 値とプレフィックス値を設定します（オプション）。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| ステップ 8 | forward 例： <pre>switch(config-mpls-static-lsp-inlabel)# forward switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)#</pre> | 転送モードに入ります。 |
| ステップ 9 | path number next-hop ip-address out-label-stack label-id label-id 例： <pre>switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 1 next-hop 13.13.13.13 out-label-stack 16 3000</pre> | パスを指定します。サポートされるパスの最大数は 32 です。 |
| ステップ 10 | (任意) copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# 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。 |

MPLS ラベルインポジション設定の確認

MPLS ラベルインポジション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 feature grep segment-routing | MPLS ラベルインポジションのステータスを表示します。 |
| show feature-set | MPLS 機能セットのステータスを表示します。 |
| show forwarding mpls label label | 特定のラベルの MPLS ラベル転送統計情報を表示します。 |
| show mpls label range | MPLS ラベルインポジションに設定されているラベル範囲を表示します。 |
| show mpls static binding {all ipv4} | 設定された静的プレフィックスまたはラベルバインディングを表示します。 |
| show mpls switching [detail] | MPLS ラベルスイッチングの情報を表示します。 |
| show running-config mpls static | 実行中の静的 MPLS 設定を表示します。 |

次に、**show forwarding mpls label 8100** コマンドの出力例を示します。

| slot 1 | | | | | | | |
|--------|--------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------------|
| ===== | | | | | | | |
| Local | Prefix | FEC | Next-Hop | Interface | Out Label | Table Id | (Prefix/Tunnel id) Label |
| 8100 | 0x1 | 25.25.0.0/16 | 12.12.1.2 | Po121 | 3131 SWAP | | |
| | 17 | | | | | | |
| " | 0x1 | 25.25.0.0/16 | 12.12.2.2 | Eth1/51 | 3131 SWAP | | |
| | 17 | | | | | | |
| " | 0x1 | 25.25.0.0/16 | 12.12.3.2 | Vlan122 | 3131 SWAP | | |
| | 17 | | | | | | |
| " | 0x1 | 25.25.0.0/16 | 12.12.4.2 | Vlan123 | 3131 SWAP | | |
| | 17 | | | | | | |

次に、**show mpls static binding all** コマンドの出力例を示します。

```
LI_TEST1 25.25.0.0/16: (vrf: default) Incoming label: 8100
LSP Type: POLICY
  Outgoing labels:
    (path 1) 12.12.1.2 3131,17
    (path 2) 12.12.2.2 3131,17
    (path 3) 12.12.3.2 3131,17
    (path 4) 12.12.4.2 3131,17

LI_TEST2 (vrf: default) Incoming label: 8200
LSP Type: XC
  Outgoing labels:
    (path 1) 12.12.3.2 3132,16
    (path 2) 12.12.4.2 3132,16
    (path 3) 12.12.1.2 3132,16
    (path 4) 12.12.2.2 3132,16
```

次に、**show mpls switching** コマンドの出力例を示します。

Legend:

(P)=Protected, (F)=FRR active, (*)=more labels in stack.

| Local | Out-Label | FEC | Out-Interface |
|-----------|-----------|------------------|---------------|
| Next-Hop | | | |
| 8200 | 3132 | Label 8200 | * |
| 12.12.3.2 | | | |
| 8200 | 3132 | Label 8200 | * |
| 12.12.4.2 | | | |
| 8200 | 3132 | Label 8200 | * |
| 12.12.1.2 | | | |
| 8200 | 3132 | Label 8200 | * |
| 12.12.2.2 | | | |
| | | | |
| Local | Out-Label | FEC | Out-Interface |
| Next-Hop | | | |
| 8100 | 3131 | Pol 25.25.0.0/16 | * |
| 12.12.1.2 | | | |
| 8100 | 3131 | Pol 25.25.0.0/16 | * |
| 12.12.2.2 | | | |
| 8100 | 3131 | Pol 25.25.0.0/16 | * |
| 12.12.3.2 | | | |
| 8100 | 3131 | Pol 25.25.0.0/16 | * |
| 12.12.4.2 | | | |

次に、**show running-config mpls static** コマンドの出力例を示します。

MPLS ラベルインポジション統計の表示

```
mpls static configuration
  address-family ipv4 unicast
    lsp LI_TEST2
      in-label 8100 allocate policy 25.25.0.0 255.255.0.0
      forward
        path 1 next-hop 12.12.1.2 out-label-stack 3131 17
        path 2 next-hop 12.12.2.2 out-label-stack 3131 17
        path 3 next-hop 12.12.3.2 out-label-stack 3131 17
        path 4 next-hop 12.12.4.2 out-label-stack 3131 17
```

次に、**show running-config mpls static all** コマンドの出力例を示します。

```
switch# show running-config mpls static all

!Command: show running-config mpls static all
!Time: Mon Aug 21 14:59:46 2017

version 7.0(3)I7(1)
logging level mpls static 5
mpls static configuration
  address-family ipv4 unicast
    lsp 9_label_stack_LPM
      in-label 72000 allocate policy 71.200.11.0 255.255.255.0
      forward
        path 1 next-hop 27.1.32.4 out-label-stack 21901 29701 27401 24501 25801
        lsp 9_label_stack_LPM_01
        in-label 72001 allocate policy 72.201.1.1 255.255.255.255
        lsp DRV-01
        in-label 71011 allocate policy 71.111.21.0 255.255.255.0
        forward
        path 1 next-hop 27.1.31.4 out-label-stack implicit-null
        lsp DRV-02
        in-label 71012 allocate policy 71.111.22.0 255.255.255.0
        forward
        path 1 next-hop 8.8.8.8 out-label-stack 28901
        lsp DRV-03
switch# show forwarding mpls label 72000

slot 1
=====
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Local |Prefix |FEC |Next-Hop |Interface |Out
Label |Table Id |(Prefix/Tunnel id) | | |Label
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
72000 |0x1 |71.200.11.0/24 |27.1.32.4 |Eth1/21 |21901 SWAP
| | | | | 29701
| | | | | 27401
| | | | | 24501
| | | | | 25801
```

MPLS ラベルインポジション統計の表示

MPLS ラベルインポジションの統計情報を監視するには、次のいずれかのタスクを実行します。

| コマンド | 目的 |
|--|--|
| show forwarding [ipv4] adjacency mpls stats | MPLS IPv4 隣接関係統計を（パケットとバイトの両方で）表示します。 （注） Cisco Nexus 9200 および 9300-EX シリーズ スイッチは、このコマンドをサポートしていません。 |
| show forwarding mpls label <i>label</i> stats [platform] | MPLS ラベル転送の統計情報を表示します。 |
| show mpls forwarding statistics [interface <i>type slot/port</i>] | MPLS 転送の統計情報を表示します。 |
| show mpls switching labels <i>low-label-value [high-label-value]</i> [detail] | MPLS ラベルスイッチングの統計情報を表示します。ラベル値の範囲は 0 ~ 524286 です。 |

次に、**show forwarding adjacency mpls stats** コマンドの出力例を示します。

| slot | 1 | ===== | | | | |
|-----------|----------|-----------|------------|----------|-------|---------|
| FEC | next-hop | interface | tx packets | tx bytes | Label | info |
| <hr/> | | | | | | |
| 12.12.3.2 | Vlan122 | | 0 | 0 | SWAP | 3131 17 |
| 12.12.3.2 | Vlan122 | | 0 | 0 | SWAP | 3132 16 |
| 12.12.4.2 | Vlan123 | | 0 | 0 | SWAP | 3131 17 |
| 12.12.4.2 | Vlan123 | | 0 | 0 | SWAP | 3132 16 |
| 12.12.1.2 | Po121 | | 0 | 0 | SWAP | 3131 17 |
| 12.12.1.2 | Po121 | | 0 | 0 | SWAP | 3132 16 |
| 12.12.2.2 | Eth1/51 | | 0 | 0 | SWAP | 3131 17 |
| 12.12.2.2 | Eth1/51 | | 0 | 0 | SWAP | 3132 16 |

次に、**show forwarding mpls label 8100 stats** コマンドの出力例を示します。

MPLS ラベルインポジション統計のクリア

```
TUNNEL Output Pkts: 126959053      TUNNEL Output Bytes: 66272319384
```

次に、**show mpls forwarding statistics** コマンドの出力例を示します。

```
MPLS software forwarding stats summary:
  Packets/Bytes sent          : 0/0
  Packets/Bytes received       : 0/0
  Packets/Bytes forwarded      : 0/0
  Packets/Bytes originated     : 0/0
  Packets/Bytes consumed       : 0/0
  Packets/Bytes input dropped  : 0/0
  Packets/Bytes output dropped : 0/0
```

MPLS ラベルインポジション統計のクリア

MPLS ラベルインポジションの統計情報をクリアするには、次の作業を行います。

| コマンド | 目的 |
|---|------------------------------|
| clear forwarding [ipv4] adjacency mpls stats | MPLS IPv4 隣接関係の統計情報を消去します。 |
| clear forwarding mpls stats | 入力 MPLS 転送統計情報をクリアします。 |
| clear mpls forwarding statistics | MPLS 転送統計情報をクリアします。 |
| clear mpls switching label statistics [interface type slot/port] | MPLS スイッチング ラベルの統計情報をクリアします。 |

MPLS ラベルインポジションの設定例

次の例は、プレフィックスと incoming-label を out-label-stack バインディングに割り当てることにより、MPLS ラベルインポジションを設定する方法を示しています。

```
switch(config-if)# mpls static configuration
switch(config-mpls-static)# address-family ipv4 unicast
switch(config-mpls-static-af)# lsp LI_TEST1
switch(config-mpls-static-lsp)# in-label 8100 allocate policy 25.25.0.0/16
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel)# forward
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 1 next-hop 12.12.1.2 out-label-stack
3131 17
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 2 next-hop 12.12.2.2 out-label-stack
3131 17
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 3 next-hop 12.12.3.2 out-label-stack
3131 17
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 4 next-hop 12.12.4.2 out-label-stack
3131 17
```

next-hop を削除するには、次を使用できます：

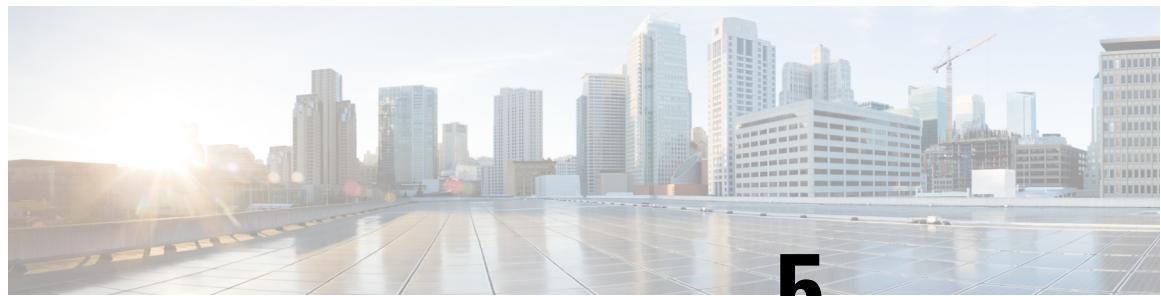
```
no path 1
```

指定された lsp を削除するには、次を使用できます：

```
no lsp LI_TEST1
```

次の例は、incoming-label を out-label-stack バインディングに割り当てるにより、MPLS ラベルインポジションを設定する方法を示しています（プレフィックスなし）。

```
switch(config-if)# mpls static configuration
switch(config-mpls-static)# address-family ipv4 unicast
switch(config-mpls-static-af)# lsp LI_TEST1
switch(config-mpls-static-lsp)# in-label 8200 allocate
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel)# forward
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 1 next-hop 12.12.3.2 out-label-stack
3132 16
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 2 next-hop 12.12.4.2 out-label-stack
3132 16
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 3 next-hop 12.12.1.2 out-label-stack
3132 16
switch(config-mpls-static-lsp-inlabel-forw)# path 4 next-hop 12.12.2.2 out-label-stack
3132 16
```

第 5 章

MPLS QoS の設定

この章では、マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) レイヤ3仮想プライベートネットワーク (VPN) のサービス品質を設定する方法について説明します。

- [MPLS Quality of Service \(QoS\) について \(35 ページ\)](#)
- [MPLS スイッチングに関する注意事項と制限事項 \(38 ページ\)](#)
- [MPLS QoS の設定 \(39 ページ\)](#)
- [トライフィック キューイングについて \(48 ページ\)](#)
- [MPLS QoS の確認 \(49 ページ\)](#)

MPLS Quality of Service (QoS) について

MPLS QoS を使用すると、差別化したサービスタイプを MPLS ネットワーク上で提供できます。差別化したサービスタイプを使用して、各パケットで指定されたサービスを提供することで、さまざまな要件を満たすことができます。QoS では、ネットワーク トライフィックの分類、トライフィック フローのポリシングとプライオリティ設定、および輻輳回避が可能です。

このセクションは、次のトピックで構成されています。

- [MPLS QoS 用語 \(35 ページ\)](#)
- [MPLS QoS の機能 \(36 ページ\)](#)

MPLS QoS 用語

ここでは、MPLS QoS 用語を定義します。

- 分類とはマーキングするトライフィックを選択するプロセスです。分類では、選択基準とのマッチングにより、トライフィックを複数の優先レベルまたはサービス クラスに分割します。トライフィック分類は、クラスベースの QoS プロビジョニングのプライマリ コンボネントです。スイッチは、受信した MPLS パケット (ポリシーのインストール後) の最上位ラベルの EXP ビットに基づき、分類を行います。
- Diffserv コード ポイント (DSCP)

MPLS QoS の機能

- IP ヘッダーの ToS バイトの最初の 6 ビット。
- IP パケットだけに存在します。
- IPv4 または IPv6 パケットに存在できます。
- IPv6 ヘッダーの 8 ビット トライフィック クラス オクテットの最初の 6 ビットです。
- E-LSP : ラベルスイッチドパス (LSP) の 1 つであり、ノードはここで MPLS ヘッダーの実験 (EXP) ビットから排他的に MPLS パケットの QoS 処理を判断します。QoS 処理が EXP (クラスおよびドロップ優先順位の両方) から判断されるため、いくつかのクラスのトライフィックを 1 つの LSP に多重化することができます (同じラベルを使用)。EXP フィールドは 3 ビットフィールドであるため 1 つの LSP は最大 8 つのトライフィックのクラスをサポートすることができます。
- EXP ビット : ノードがパケットに与える QoS 処理 (Per Hop Behavior) を定義します。これは、IP ネットワークの DiffServ コードポイント (DSCP) に相当します。DSCP は、クラスとドロップ優先順位を定義します。EXP ビットは、一般に IP DSCP でエンコードされた情報をすべて伝送するのに用いられます。ただし、ドロップ優先順位をエンコードするために EXP ビットが排他的に用いられる場合もあります。
- マーキング : パケットのレイヤ 3 DSCP 値を設定するプロセスです。マーキングはまた、MPLS EXP フィールドで異なった値を選択してパケットにマーキングし、輻輳時にパケットが必要なプライオリティを持つようにするプロセスでもあります。
- MPLS 実験フィールド : MPLS 実験 (EXP) フィールド値を設定すると、自己のネットワークで伝送される IP パケット内で IP precedence フィールドの値が変更されることを望まないという、オペレータの要件を満たすことができます。MPLS EXP フィールドで異なった値を選択することにより、輻輳時にパケットが必要なプライオリティを持つようパケットをマーキングすることができます。デフォルトでは、インポジション中に、DSCP の最上位 3 ビットが MPLS EXP フィールドにコピーされます。MPLS QoS ポリシーで MPLS EXP ビットをマークできます。

MPLS QoS の機能

QoS により、ネットワークは選択されたネットワーク トライフィックに提供するサービスを向上させることができます。ここでは、次の MPLS QoS 機能について説明します。これらは MPLS ネットワークでサポートされます。

MPLS 実験フィールド

MPLS EXP (実験) フィールド値を設定すると、サービスプロバイダーが自己のネットワークで伝送された IP パケット内で変更された IP precedence フィールドの値を望まない場合に、サービスプロバイダーの要件を満たすことができます。

MPLS EXP フィールドで異なった値を選択することにより、輻輳時にパケットが必要なプライオリティを持つようパケットをマーキングすることができます。

デフォルトでは、インポジション中に、IP precedence 値が MPLS EXP フィールドにコピーされます。MPLS QoS ポリシーで MPLS EXP ビットをマークできます。

分類

分類とはマーキングするトラフィックを選択するプロセスです。分類は、トラフィックを複数の優先順位レベル、つまり、サービス クラスに分割することによりこのプロセスを実施します。トラフィック分類は、クラスベースの QoS プロビジョニングのプライマリ コンポーネントです。

ポリシングおよびマーキング

ポリシングを行うと、設定レートを超えたトラフィックは廃棄されるか、またはより高いドロップ優先順位にマークダウンされます。マーキングは、パケットフローを識別して、これらを区別する手法です。パケットマーキングを利用すれば、ネットワークを複数の優先プライオリティ レベルまたはサービス クラスに分割することができます。

実装可能な MPLS QoS ポリシングおよびマーキング機能は、受信したトラフィック タイプ、およびトラフィックに適用される転送処理によって決まります。

DSCP のデフォルト動作

入力および出力に設定された DiffServ トンネリング モードによって、DSCP フィールド処理のデフォルト動作が決まります。DiffServ 仕様の MPLS ネットワーク サポートでは、次のトンネリング モードが定義されています。

- **均一モード**

入力 トンネルエンドポイントによって、着信 IP パケットの DSCP ビットが、カプセル化中にインポーズされたラベルの MPLS EXP ビットにコピーされます。出力 トンネルエンドポイントでのカプセル化解除中は、元の DSCP 値は保持されません。代わりに、外部 ヘッダー MPLS EXP が内部 IP ヘッダーの DSCP にコピーされます。

- **パイプ モード**

出力 トンネルエンドポイントでのカプセル化解除時に、外部 ヘッダーの MPLS EXP は廃棄されますが、内部 IP ヘッダーの DSCP は保持されます。

デフォルトでは、すべての Cisco Nexus プラットフォーム スイッチは、カプセル化に均一モードを使用します。

デフォルトでは、次のスイッチはカプセル化解除にパイプ モードを使用します。

- Cisco Nexus 9300-FX/FX2/FX3/GX/GX2 プラットフォーム スイッチ
- Cisco Nexus 9500-EX/FX/GX ライン カード
- Cisco Nexus 9800 プラットフォーム スイッチ

■ MPLS スイッチングに関する注意事項と制限事項



(注) Cisco Nexus 9500-R ライン カードは、カプセル化解除に均一モードを使用します。

セグメントルーティング (SR) Traceroute のサポートを提供するためには、残りのプラットフォームとのモード動作の違いが必要です。SR traceroute は、MPLS エコー要求を伝送するパケットの存続可能時間 (TTL) 値の有効期限に依存しています。

パイプモードの動作では、TTL 値はパケットが最初にカプセル化されたときに内部 IP ヘッダーの元の値を保持し、外部ヘッダーを削除します。これは、SR traceroute の誤動作に影響します。ただし均一モードでは、外部ヘッダーの TTL 値は、カプセル化解除中に内部 IP ヘッダーにコピーされ、MPLS トンネルを通過することで減少した値が保持されます。

必要に応じて、内部 IP ヘッダーの DSCP 値を保持するために、トンネルのカプセル化解除モードを Uniform to Pipe および Pipe to Uniform モードに構成できます。

```
switch(config)#mpls qos pipe-mode
```

このコマンドの no 形式が存在し、スイッチをデフォルトの均一モードに設定します。



(注) このコマンドは、Cisco Nexus 9500-R ライン カードにのみ適用されます。

このコマンドは、MPLS インターフェイス/ラベルを作成する前に構成する必要があります。Pipe-mode コマンドを使用して構成する場合、SR traceroute は使用できません。

MPLS スイッチングに関する注意事項と制限事項

MPLS Quality of Service (QoS) 設定時の注意事項と制限事項は次のとおりです。

- QoS ポリシーを設定する場合、**topmost** (set mpls 実験的インポジション CLI のキーワード) はサポートされません。
- MPLS QoS は、ポリシングに基づくマーキングをサポートしていません。
- L3 EVPN 出力ノード - ポリシングは、システム レベルの mpls-in-policy ではサポートされません。
- MPLS EXP に基づく出力 QoS 分類はサポートされていません。
- EXP ラベルは、新しくプッシュまたはスワップされたラベルに対してのみ設定されます。内部ラベルの EXP は変更されません。
- 入力ラインカードからのトライフィックがラインカードへのファブリック モジュールパスを経由する場合、MPLS 入力 LSR ノードとして機能するラインカードは ECN マーキングをサポートしません。このことは、N9K-X9700-EX および N9K-X9700-FX ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9500 プラットフォーム スイッチで発生します。

- ラベル エッジ ルータ (LER) では、EXP でのポリシーのマッチングはサポートされていません。内部 DSCP を使用してパケットをマッチングさせることはできます。
- インターフェイス ポリシーを使用して、出力ラベル エッジ ルータ (LER) 上の MPLS L3 EVPN パケットを分類することはできません。トライフィックの分類には、システム レベルの MPLS-Default ポリシーが使用されます。
- 明示的輻輳通知 (ECN) マーキングは、ラベルスイッチング ルータ トランジット ノードではサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) の MPLS ハンドオフでは、デフォルトの QoS サービス テンプレートのみがサポートされています。MPLS に EXP ラベルを設定することはできません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(5) 以降、MPLS QoS は Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチでサポートされています。
- PFC は、MPLS QoS および VXLAN MPLS DCI ではサポートされていません。
- インターフェイスからキューイング ポリシーを削除しても、以前のマイクロ バースト 統計情報は残ります。残りのレコードをクリアするには、`clear queuing burst-detect` コマンドを使用します。
- 出力 PE (sr decap) の入力ポートの RACL はサポートされていません。
- ラベルに EXP 値を書き込むには、PE に明示的なポリシーが必要です。ポリシーがない場合、デフォルトの EXP 値は 7 です。

MPLS QoS の設定



(注) この機能の Cisco NX-OS コマンドは、Cisco IOS のコマンドとは異なる場合があるので注意してください。

MPLS 入力ラベルスイッチド ルータの設定

MPLS 入力ラベルスイッチド ルータを設定するには、次の手順を実行します。

MPLS 入力 LSR の分類

Differentiated Services Code Point (DSCP) の値にマッチさせるには、QoS ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション モードで **match dscp** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。

■ MPLS 入力ポリシングおよびマーキングの設定



(注) デフォルトのエントリは、入力 QoS ポリシーが設定されていない場合に DSCP でマッチし、EXP をマークするようにプログラムされています (encap での均一モードの動作)。

始める前に

- MPLS 設定を有効にする必要があります。
- 正しい VDC を使用していることを確認します（または switch to vdc コマンドを使用します）。

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。 |
| ステップ 2 | [no] class-map type qos class-map-name 例： <pre>switch(config)# class-map type qos Class1 switch(config-cmap-qos) #</pre> | クラスマップを定義し、クラスマップ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] match [not] dscp dscp-list 例： <pre>switch(config)# switch(config-cmap-qos) # match dscp 2-4</pre> | DSCP 値のリストです。次のように、MPLS ヘッダーの DSCP ラベルにパケットがマッチする（またはしない）必要があることを指定します。 • dscp-list ：リストには値と範囲を含めることができます。値の範囲は 0 ~ 63 です。 |

MPLS 入力ポリシングおよびマーキングの設定

ポリシーマップの値を構成し、すべてのインポーズ ラベルエントリで EXP 値を設定するには、QoS ポリシーマップクラス コンフィギュレーションモードで **set mpls experimental imposition** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。

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。 |
| ステップ2 | [no] policy-map type qos <i>policy-map-name</i> 例： <pre>switch(config)# policy-map type qos pmap1 switch(config-pmap-qos)#</pre> | ポリシーマップを定義し、ポリシーマップ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 | class class-name 例： <pre>switch(config-pmap-qos)# class Class1</pre> | クラスマップに名前を付けます。 |
| ステップ4 | set mpls experimental imposition <i>exp_imposition_name</i> 例： <pre>switch(config)# switch(config-pmap-qos)# set mpls experimental imposition 2</pre> | MPLS の実験 (EXP) 値です。範囲は 0 ~ 7 です。 |
| ステップ5 | set qos-group <i>group-number</i> 例： <pre>switch(config-cmap-qos)# set qos-group 1</pre> | qos-group 番号を識別します。 |
| ステップ6 | police cir burst-in-msec bc <i>conform-burst-in-msec</i> conform-action <i>conform-action</i> violate-action <i>violate-action</i> 例： <pre>switch(config-pmap-qos)# police cir 100 mbps bc 200 ms conform transmit violate drop</pre> | ポリシーマップクラスポリシングコンフィギュレーションモードで、分類するトラフィック用のポリサーを定義します。 |
| ステップ7 | interface <i>type slot/port</i> 例： <pre>switch(config)# interface ethernet 2/2 switch(config-if)# </pre> | 指定した入力インターフェイス、出力インターフェイス、仮想回線 (VC)、またはインターフェイスやVCのサービスポリシーとして使用されるVCのためのインターフェイスコンフィギュレーションモードに入ります。 |

■ MPLS トランジットラベルスイッチングルータの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|--|---|
| ステップ8 | service-policy type qos input <i>policy-map-name</i> 例 : <pre>switch(config-if)# service-policy type qos input pmap1 switch(config-if)#</pre> | ポリシーマップを入力インターフェイス、仮想回線 (VC) 、出力インターフェイス、またはインターフェイスまたはVCのサービスポリシーとして使用されるVCにアタッチします。 |

MPLS トランジットラベルスイッチングルータの設定

MPLS トランジットラベルスイッチングルータを設定するには、次の手順を実行します。

MPLS Transit LSR 分類

MPLS EXP フィールドの値をすべてのインポーズされたラベルエントリにマッピングするには、QoS ポリシーマップクラスコンフィギュレーションモードで **set mpls experimental topmost** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。

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。 |
| ステップ2 | [no] class-map type qos class-map-name 例 : <pre>switch(config)# class-map type qos Class1 switch(config-cmap-qos)#</pre> | クラスマップを定義し、クラスマップ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] match [not] mpls experimental topmost exp-list 例 : <pre>switch(config)# switch(config-cmap-qos)# match mpls experimental topmost 2, 4-7</pre> | MPLS 実験 (EXP) 値のリスト。次のように、MPLS ヘッダーの最も外側の (最上位の) MPLS ラベルにある 3 ビットの EXP フィールドに、パケットがマッチする (またはしない) 必要があることを指定します。 <ul style="list-style-type: none"> exp-list : リストには値と範囲を含めることができます。指定できる範囲は 0 ~ 7 です。 |

MPLS トランジット ポリシングおよびマーキングの設定

ポリシーマップ値を構成し、インポーズされたすべてのラベルエントリに EXP 値を設定するには、インターフェイス構成モードで **service-policy type qos input pmap1** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。

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。 |
| ステップ 2 | [no] policy-map type qos policy-map-name 例： <pre>switch(config)# policy-map type qos Class1 switch(config-pmap-qos)#</pre> | ポリシーマップを定義し、ポリシーマップ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 | class class-name 例： <pre>switch(config-pmap-qos)# class Class1</pre> | クラスマップに名前を付けます。 |
| ステップ 4 | set mpls experimental imposition exp_imposition_name 例： <pre>switch(config)# set mpls experimental imposition 2</pre> | MPLS の実験 (EXP) 値です。範囲は 0 ~ 7 です。 |
| ステップ 5 | set qos-group group-number 例： <pre>switch(config-pmap-qos)# set qos-group 1</pre> | qos-group 番号を識別します。 |
| ステップ 6 | police cir burst-in-msec bc conform-burst-in-msec conform-action conform-action violate-action violate-action 例： <pre>switch(config-pmap-qos)# police cir 100 mbps bc 200 ms conform transmit switch(config-pmap-qos)#</pre> | ポリシーマップクラスポリシングコンフィギュレーションモードで、分類するトラフィック用のポリサーを定義します。 • 違反アクション：トランジット LSR でサポートされているキーワードは drop だけです |

■ MPLS 出カラベルスイッティングルータの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 7 | interface type slot/port 例： <pre>switch(config)# interface ethernet 2/2 switch(config-if)#</pre> | 指定した入力インターフェイス、出力インターフェイス、仮想回線 (VC)、またはインターフェイスやVCのサービスポリシーとして使用されるVCのためのインターフェイスコンフィギュレーションモードに入ります。 |
| ステップ 8 | service-policy type qos input policy-map-name 例： <pre>switch(config-if)# service-policy type qos input pmap1 switch(config-if)#</pre> | ポリシーマップを入力インターフェイス、仮想回線 (VC)、出力インターフェイス、またはインターフェイスまたはVCのサービスポリシーとして使用されるVCにアタッチします。 |

MPLS 出カラベルスイッティングルータの設定

MPLS 出カラベルスイッチドルータを設定するには、次の手順を実行します。

MPLS 出力 LSR の分類

出力キューへの着信 SR MPLS トライフィックを分類するには、Differentiated Services Code Point (DSCP) フィールドの一致を使用します。

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。 |
| ステップ 2 | [no] class-map type qos class-map-name 例： <pre>switch(config)# class-map type qos Class1 switch(config-cmap-qos)#</pre> | クラスマップを定義し、クラスマップ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] match [not] dscp dscp-list 例： <pre>switch(config)# switch(config-cmap-qos)# match dscp 2-4</pre> | DSCP 値のリストです。次のように、MPLS ヘッダーの DSCP ラベルにパケットがマッチする（またはしない）必要があることを指定します。 |

| コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • dscp-list : リストには値と範囲を含めることができます。値の範囲は0～63です。 |

MPLS 出力 LSR 分類 - デフォルト ポリシー テンプレート

EVPN トンネルの出力キューへの着信トラフィックを分類するには、システム レベルでデフォルトの **default-mpls-in-policy** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。

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] system qos 例： switch(config)# system qos switch(config-sys-qos)# | システム QoS 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] service-policy type qos input default-mpls-in-policy 例： switch(config-sys-qos)# service-policy type qos input default-mpls-in-policy | 着信 SR L3 EVPN MPLS トラフィックで照合するには、システム レベルで「default-mpls-in-policy」を指定します。 |

次に、**service-policy type qos input default-mpls-in-policy** コマンドで設定されたポリシーテンプレートのデフォルトの MPLS を示します。

```
policy-map type qos default-mpls-in-policy
  class c-dflt-mpls-qosgrp1
    set qos-group 1
  class c-dflt-mpls-qosgrp2
    set qos-group 2
  class c-dflt-mpls-qosgrp3
    set qos-group 3
  class c-dflt-mpls-qosgrp4
    set qos-group 4
  class c-dflt-mpls-qosgrp5
    set qos-group 5
  class c-dflt-mpls-qosgrp6
    set qos-group 6
  class c-dflt-mpls-qosgrp7
    set qos-group 7
  class class-default
```

カスタム MPLS-in-Policy マッピング

```

        set qos-group 0

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp1
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
1
  match precedence 1

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp2
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
2
  match precedence 2

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp3
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
3
  match precedence 3

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp4
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
4
  match precedence 4

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp5
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
5
  match precedence 5

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp6
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
6
  match precedence 6

class-map type qos match-any c-dflt-mpls-qosgrp7
  Description: This is an ingress default qos class-map that classify traffic with prec
7
  match precedence 7

```

カスタム MPLS-in-Policy マッピング

提供されたテンプレートのローカルコピーを編集することにより、着信トラフィックのキューマッピングをオーバーライドできます。システムマッチングは常に優先順位に基づいており、「mpls-in-policy」文字列がポリシー名の一部であることが必要です。QoSによるマーキングがサポートされています。セットは、qos-group、vlan-cos、またはその両方です。

```

class-map type qos match-all prec-1
  match precedence 1
  class-map type qos match-all prec-2
  match precedence 2

policy-map type qos test-mpls-in-policy
  class prec-1
    set qos-group 3
  class prec-2
    set qos-group 4
system qos
  service-policy type qos input test-mpls-in-policy

```



(注) 優先順位に基づく分類のみがサポートされ、マーキングはシステム レベルの mpls-in-policy ではサポートされません。

MPLS 出力 LSR の設定 : ポリシングおよびマーキング

ポリシー設定でポリシーマップを設定して適用するには、インターフェイスコンフィギュレーションモードで **service-policy type qos input pmap1** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。



(注) ポリシングは SR L3 EVPN MPLS トラフィックではサポートされていません。

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] policy-map type qos class-map-name 例： switch(config)# policy-map type qos Class1 switch(config-pmap-qos)# | クラスマップを定義し、クラスマップ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 | policy policy-name 例： switch(config-pmap-qos)# class Class1 | クラスマップに名前を付けます。 |
| ステップ4 | set dscp dscp-value 例： switch(config-pmap-qos)# set dscp 4 | dscp 値を識別します。 |
| ステップ5 | set qos-group group-number 例： switch(config-pmap-qos)# set qos-group 1 | qos-group 番号を識別します。 |

■ トライフィック キューイングについて

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 6 | [no] police cir burst-in-msec bc conform-burst-in-msec conform-action conform-action violate-action violate-action 例： <pre>switch(config-pmap-qos)# police cir 100 mbps bc 200 ms conform transmit violate drop</pre> | ポリシーマップクラス ポリシング コンフィギュレーション モードで、分類するトライフィック用のポリサーを定義します。 |
| ステップ 7 | interface type slot/port 例： <pre>switch(config)# interface ethernet 2/2 switch(config-if)#</pre> | 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 8 | [no] service-policy type qos input policy-map-name 例： <pre>switch(config-if)# service-policy type qos input pmap1 switch(config-if)#</pre> | ポリシーマップを入力インターフェイス、仮想回線 (VC) 、出力インターフェイス、またはインターフェイスまたはVCのサービスポリシーとして使用されるVCにアタッチします。 |

トライフィック キューイングについて

トライフィックのキューイングとは、パケットの順序を設定して、データの入力と出力の両方に適用することです。デバイスマジュールでは複数のキューをサポートできます。これらのキューを使用することで、さまざまなトライフィック クラスでのパケットのシーケンスを制御できます。また、重み付けランダム早期検出 (WRED) およびテールドロップしきい値を設定することもできます。デバイスでは、設定したしきい値を超えた場合にだけパケットがドロップされます。

QoS トライフィック キューイングの設定

出力キューを設定するには、ポリシーマップ コンフィギュレーション モードで **set qos-group** コマンドを使用します。設定をディセーブルにするには、コマンドの **no** 形式を使用します。

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 | [no] policy-map type qos <i>class-map-name</i> 例： switch(config)# class-map type qos Class1 switch(config-cmap-qos)# | クラスマップを定義し、クラスマップ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 | class <i>class-name</i> 例： switch(config-cmap-qos)# class Class1 | クラスマップに名前を付けます。 |
| ステップ 4 | set qos-group <i>qos_group_number</i> 例： switch(config-pmap-c-qos)# set qos-group | ポリシーマップの名前付き QoS グループのキューイング パラメータを適用します。範囲は 0 ~ 7 です。 |

MPLS QoS の確認

MPLS QoS 設定を表示するには、次の作業を実行します。

| コマンド | 説明 |
|---|---|
| show hardware internal forwarding table utilization | MAX ラベルエントリと Used ラベルエントリに関する情報を表示します。 |
| show class-map | インターフェイスクラスマッピングの統計情報を表示します。 |
| show policy-map system type qos input | すべてのインターフェイスのすべてのクラスに一致したパケットを示す累積統計を表示します (EVPN トンネルの場合のみ)。詳細については、この表に続く出力例を参照してください。 |
| show policy-map type qos interface interface | 指定方向の対象インターフェイスにある各クラスに一致するパケットを表示する統計情報を表示します。 |

MPLS QoS の確認

| コマンド | 説明 |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| show policy-map type qos <pmap name> | インターフェイス上で設定されたサービス ポリシーマップを表示します。 |
| show queuing interface | インターフェイスのキューイング情報を表示します。 |

次の例は、すべてのインターフェイスのすべてのクラスに一致したパケットを示す累積統計を表示します (EVPN トンネルの場合のみ)。

```
switch# show policy-map system type qos input

Service-policy (qos) input: default-mpls-in-policy

Class-map (qos): c-df1t-mpls-qosgrp1 (match-any)

Slot 3
 2775483 packets
Aggregate forwarded :
 2775483 packets
Match: precedence 1
set qos-group 1

Class-map (qos): c-df1t-mpls-qosgrp2 (match-any)

Slot 3
 2775549 packets
Aggregate forwarded :
 2775549 packets
Match: precedence 2
set qos-group 2

Class-map (qos): c-df1t-mpls-qosgrp3 (match-any)

Slot 2
 2777189 packets
Aggregate forwarded :
 2777189 packets
Match: precedence 3
set qos-group 3

Class-map (qos): c-df1t-mpls-qosgrp4 (match-any)

Slot 3
 2775688 packets
Aggregate forwarded :
 2775688 packets
Match: precedence 4
set qos-group 4

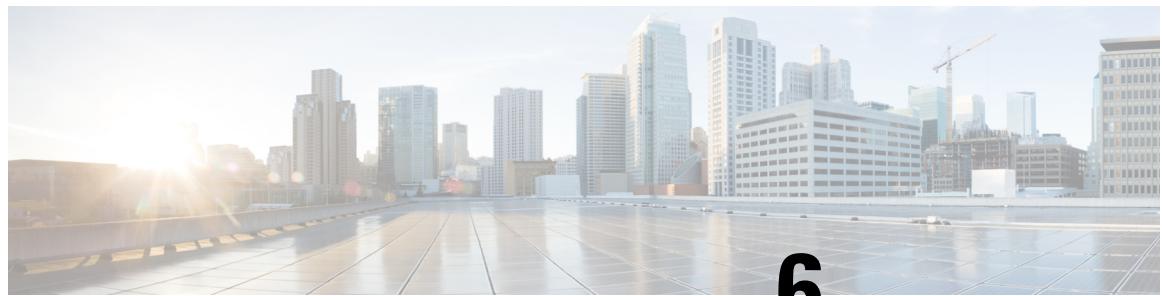
Class-map (qos): c-df1t-mpls-qosgrp5 (match-any)

Slot 3
 2775756 packets
Aggregate forwarded :
 2775756 packets
Match: precedence 5
set qos-group 5
```

```
Class-map (qos):  c-dflt-mpls-qosgrp6 (match-any)
  Slot 3
    2775824 packets
  Aggregate forwarded :
    2775824 packets
  Match: precedence 6
  set qos-group 6

Class-map (qos):  c-dflt-mpls-qosgrp7 (match-any)
  Slot 3
    2775892 packets
  Aggregate forwarded :
    2775892 packets
  Match: precedence 7
  set qos-group 7

Class-map (qos):  class-default (match-any)
  Slot 3
    2775962 packets
  Aggregate forwarded :
    2775962 packets
  set qos-group 0
```

第 6 章

MVPN の設定

この章には、マルチキャスト仮想プライベートネットワーク (MVPN) の構成方法に関する情報が含まれています。

- [MVPNについて \(53 ページ\)](#)
- [BGP アドバタイズメント方式 - MVPN サポート \(57 ページ\)](#)
- [MVPN の前提条件 \(57 ページ\)](#)
- [MVPN に関する注意事項と制限事項 \(58 ページ\)](#)
- [MVPN のデフォルト設定 \(59 ページ\)](#)
- [MVPN の設定 \(59 ページ\)](#)
- [MVPN の設定例 \(68 ページ\)](#)

MVPNについて

マルチキャスト仮想プライベートネットワーク (MVPN) 機能を使用すると、レイヤー3 VPN を介したマルチキャスト接続をサポートできます。IPマルチキャストは、ビデオ、音声、およびデータを VPN ネットワーク コアにストリーミングするために使用します。

従来、ポイントツーポイント トンネルはエンタープライズまたはサービス プロバイダー ネットワークに接続する唯一の方法でした。このようなトンネルネットワークは、スケーラビリティの問題が発生しますが、IP マルチキャスト トラフィックを仮想プライベートネットワーク (VPN) に通過させる唯一の方法でした。レイヤ 3 VPN はユニキャスト トラフィック接続のみをサポートするため、レイヤ 3 VPN を展開することによって、オペレーターは、レイヤ 3 VPN のカスタマーにユニキャスト接続とマルチキャスト接続の両方を提供できます。

MVPN を使用すると、MPLS 環境でマルチキャスト トラフィックを設定し、サポートできます。MVPN は、仮想ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンスごとにマルチキャストパケットのルーティングと転送をサポートし、また、エンタープライズまたはサービス プロバイダーのバックボーン全体にわたって VPN マルチキャストパケットを転送するためのメカニズムも提供します。IP マルチキャストは、ビデオ、音声、およびデータを VPN ネットワーク コアにストリーミングするために使用します。

MPLS MVPN のルーティング、転送、マルチキャスト ドメイン

VPNは、インターネットサービスプロバイダー (ISP) のような共有インフラストラクチャにネットワークの接続性を提供します。この機能により、低い所有コストでプライベートネットワークと同じポリシーとパフォーマンスを提供します。

MVPNにより、企業はネットワーク バックボーン全体でプライベート ネットワークをトランスペアレントに相互接続することができます。MVPNs を使用して企業ネットワークを相互接続しても、企業ネットワークの管理方法や、企業の全体的な接続性は変更されません。

MPLS MVPN のルーティング、転送、マルチキャスト ドメイン

MVPNs は、VPN ルーティングおよび転送テーブルにマルチキャストルーティング情報を導入します。プロバイダーエッジ (PE) ルータがカスタマーエッジ (CE) ルータからマルチキャストデータまたはコントロールパケットを受信する場合は、ルータが VPN ルーティング/転送 (MVRF) の情報に基づいてデータまたはコントロールパケットを転送します。

マルチキャスト トラフィックを相互に送信できる MVRF のセットは、マルチキャスト ドメインの構成要素です。たとえば、特定タイプのマルチキャスト トラフィックをすべてのグローバルな従業員に送信するカスタマーのマルチキャスト ドメインは、そのエンタープライズと関連するすべての CE ルータから構成されます。

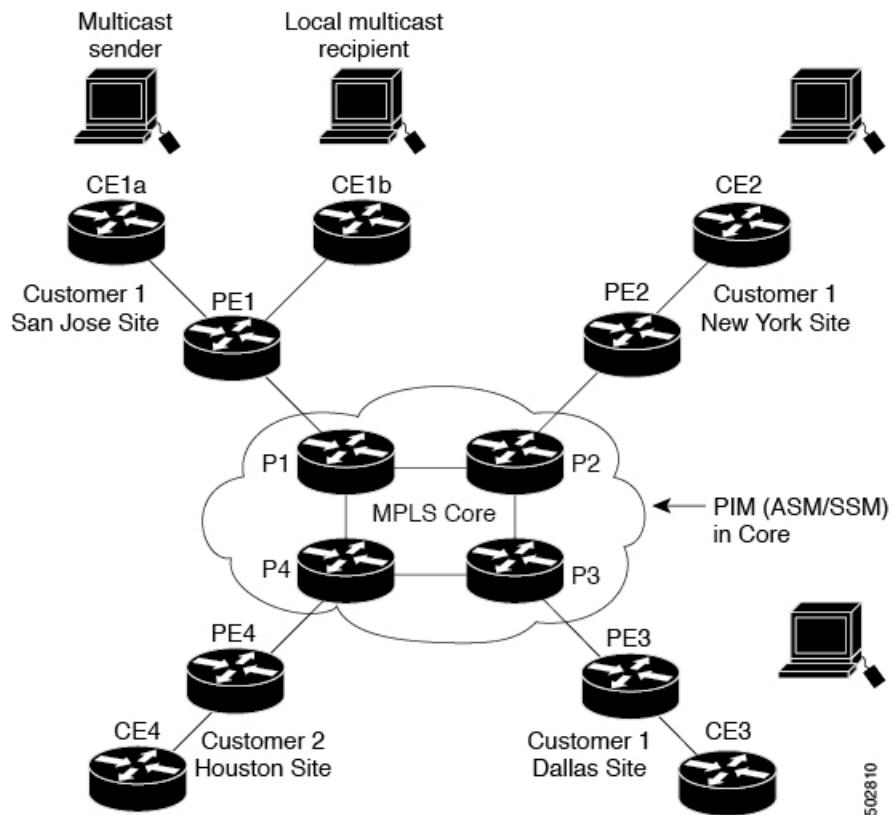
マルチキャスト配信ツリー

MVPN は、各マルチキャスト ドメインにスタティック デフォルトマルチキャスト配信ツリー (MDT) を確立します。デフォルト MDT は、PE ルータが使用するパスを定義し、マルチキャスト ドメインにある他のすべての PE ルータに、マルチキャストデータとコントロール メッセージを送信します。

また、MVPN は、高帯域幅伝送用の MDT のダイナミックな作成もサポートします。データ MDT は、VPN 内のフルモーションビデオなどの高帯域幅の送信元向けであり、VPN コアの最適なトラフィック転送を確保することを目的としています。

次の例のサービス プロバイダには、San Jose、New York、Dallas にオフィスがあるマルチキャスト カスタマーがいます。San Jose では、一方向のマルチキャスト プレゼンテーションが行われています。サービス プロバイダ ネットワークでは、このカスタマーと関連する 3 つすべてのサイト、および別のエンタープライズ カスタマーの Houston サイトがサポートされます。エンタープライズ カスタマーのデフォルト MDT は、プロバイダのルータ P1、P2、P3、およびその関連 PE ルータから構成されています。PE4 は別のカスタマーに関連付けられているため、デフォルト MDT の一部ではありません。次の図からは、San Jose 外では誰もマルチキャストに加入していないため、データがデフォルト MDT に沿って転送されていないことがわかります。

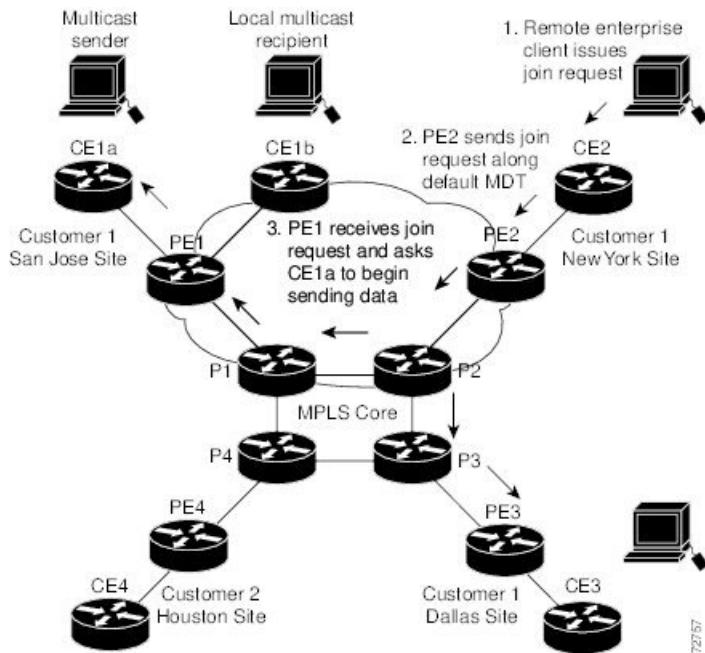
図 2: デフォルトマルチキャスト配信ツリーの概要



New York の従業員がマルチキャストセッションに加入します。New York のサイトに関連付けられている PE ルータは、カスタマーのマルチキャストドメインのデフォルト MDT を介して転送される加入要求を送信します。PE1は、マルチキャストセッションの送信元に関連付けられている PE ルータであり、この要求を受信します。次の図は、PE ルータが、マルチキャスト送信元 (CE1a) と関連付けられた CE ルータに要求を転送することを示しています。

マルチキャストトンネルインターフェイス

図 3: データ MDT の初期化



CE ルータ (CE1a) が関連する PE ルータ (PE1) へマルチキャストデータの送信を開始すると、PE ルータ (PE1) は、デフォルト MDT に沿ってマルチキャストデータを送信します。PE1 はデータ MDT を作成し、データ MDT に関する情報を含むデフォルト MDT を使用して、すべてのルータにメッセージを送信し、3 秒後、データ MDT を使用して、その特定のストリームのマルチキャストデータを送信し始めます。この送信元に関する受信先は PE2 だけにあるので、PE2 だけがデータ MDT に加入し、データ MDT でトライフィックを受信します。（データ MDT が設定されず、デフォルト MDT のみが設定されている場合、すべてのカスタマーサイトが不要なトライフィックを受信することになります）。PE ルータは、デフォルト MDT を介して他の PE ルータと PIM 関係を維持するとともに、直接接続された P ルータとの PIM 関係をも維持します。

マルチキャストトンネルインターフェイス

マルチキャストドメインごとに作成される VPN ルーティング/転送 (MVRF) では、ルータは、すべての MVRF トライフィックが発信されるトンネルインターフェイスを作成する必要があります。マルチキャストトンネルインターフェイスは、MVRF がマルチキャストドメインにアクセスするために使用するインターフェイスです。インターフェイスは、MVRF とグローバル MVRF を接続するコンジットです。MVRF ごとに 1 つのトンネルインターフェイスが作成されます。

MPLS MVPN の利点

MVPNs の利点は、次のとおりです。

- 複数の場所に情報を動的に送信するスケーラブルなメソッドを提供します。

- ・高速な情報伝送を提供します。
- ・共有インフラストラクチャを介して接続性を提供します。

BGP アドバタイズメント方式 - MVPN サポート

PIM-SM 環境ではなく PIM Source Specific Multicast (PIM-SSM) 環境でデフォルト MDT を設定する場合は、受信側 PE は送信元 PE とデフォルト MDT に関する情報を必要とします。この情報は、送信元 PE に (S,G) join を送信し、送信元 PE からの配信ツリーを構築するために使用されます。ランデブーポイント (RP) は必要ありません。送信元のプロバイダーエッジ (PE) アドレスとデフォルト MDT のアドレスは、ボーダーゲートウェイプロトコル (BGP) を使用して送信されます。

BGP MDT SAFI

BGP MDT SAFI は、MVPNs に使用される BGP アドバタイズメントメソッドです。現在のリリースでは、IPv4 のみがサポートされています。MDT SAFI の設定は次のとおりです。

- AFI = 1
- SAFI = 66

Cisco NX-OS では、BGP MDT SAFI のアップデートを使用して送信元 PE アドレスと MDT アドレスが PIM に渡されます。ルート記述子 (RD) は RD type 0 に変更されており、BGP は PIM に情報を渡す前に、MDT アップデートのための最良パスを決定します。

address-family ipv4 mdt コマンドを使用して、BGP ネイバーの MDT SAFI アドレスファミリを設定する必要があります。また、ローカル BGP の設定で MDT SAFI をサポートしていないネイバーをイネーブルにする必要があります。MDT SAFI が導入される前、VPNv4 ユニキャスト設定からの追加の BGP 設定は、MVPNs をサポートするために必要ではありませんでした。

MVPN の前提条件

MVPN の設定には、次の前提条件があります。

- ・ネットワークに MPLS およびラベル配布プロトコル (LDP) を設定する必要があります。PE ルータを含む、コア内のすべてのルータは、MPLS 転送をサポートできる必要があります。PE 送信元アドレスにラベル付きパスが存在しない場合、VPNv4 ルートは BGP によってインストールされません。
- ・MPLS の正しいライセンスおよび MPLS で使用する他の機能をインストールすることが必要です。

MVPN に関する注意事項と制限事項

MVPN の設定に関する注意事項と制約事項は次のとおりです。

- MVPN は、Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降でサポートされます。
- MVPN は、-R/-RX ラインカード (N9K-X96136YC-R ラインカードを除く) を搭載した Nexus 9500 プラットフォーム スイッチでサポートされます。
- 双方向フォワーディング検出 (BFD) は、マルチキャスト トンネルインターフェイス (MTI) ではサポートされていません。
- デフォルトでは、BGP アップデートのソースは、MVPN トンネルのソースとして使用されます。ただし、mdt source を使用して BGP アップデートのソースを上書きし、マルチキャスト トンネルに異なる送信元を提供することができます。
- MVPN は、最大 16 の MDT 送信元インターフェイスをサポートします。
- MVPN 操作に参加するすべてのルータで MDT SAFI を設定する必要があります。
- コネクタ属性を伝送する VPNv4 内部 BGP (iBGP) セッションには、拡張コミュニティが必要です。
- MDT の MTU 設定はサポートされていません。MVPN 経由で送信できる最大カスタマー マルチキャストパケット サイズは、コアインターフェイスの MTU によって制限されます。例：
 - MTU 1500 – カスタマー IP パケット サイズ = 1476
 - MTU 9216 – カスタマー IP パケット サイズ = 9192
- 一部の MVPN マルチキャスト制御パケットは、copp-system-p-class-l2-default CoPP ポリシーに分類されます。違反数が増加した場合は、CoPP ポリシーを変更して、このクラスのポリシー レートを増やすことをお勧めします。
- MDT 双方向有効化はサポートされていません。
- vPC は MVPN ではサポートされていません。
- トランジット PE ルータにレシーバがなく、RP である CE に接続されている場合、データ MDT エントリはキャッシュされません。データ MDT エントリは、ローカル レシーバがこの PE ルータに接続されている場合にのみキャッシュされます。ただし、エントリが事前にダウンロードされないため、切り替えに遅延が発生します。
- 日付 MDT の場合、「即時切り替え」モードのみがサポートされます。しきい値ベースのスイッチングはサポートされていません。
- PE デバイスと P/PE デバイス間のサブインターフェイスおよび SVI サポートは利用できません。
- MVPN 整合性チェックは、Cisco Nexus リリース 9.3(3) ではサポートされていません。

- MTI インターフェイスの統計は、Cisco Nexus リリース 9.3(3) ではサポートされていません。
- Cisco Nexus リリース 9.3(3) では、ASIC ごとに最大 40G のマルチキャスト トラフィックがサポートされます。
- VRF にデフォルト以外の MTU を設定できるのは、VRF から MDT MTU 設定を削除した場合に限られます。これは、デフォルト以外の MDT MTU を持つ VRF が使用可能なスイッチで MTI がダウンしている場合に発生します。
- ハードウェアの制限により、MTI TX パケット数はサポートされていません。ただし、すべての MTI RX パケットとバイト カウントがサポートされます。

MVPN のデフォルト設定

表 2: デフォルトの **MVPN** パラメータ

| パラメータ | デフォルト |
|---|-----------|
| mdt default address | デフォルトなし |
| mdt enforce-bgp-mdt-safi | 有効 |
| mdt source | デフォルトなし |
| mdt ip pim hello-interval interval | 30000 ミリ秒 |
| mdt ip pim jp-interval interval | 60000 ミリ秒 |
| mdt default asm-use-shared-tree | 無効化 |

MVPN の設定

この章では、Cisco NX-OS デバイスでマルチキャスト仮想プライベートネットワーク (MVPN) を設定する方法について説明します。



(注) MVPN の場合、新しい TCAM 領域「ing-mvpn」が使用されます（デフォルト サイズは 10）。この領域は自動的に分割されるため、分割する必要はありません。この TCAM 領域が分割されているかどうかを確認するには、次のコマンドを使用します。

```
switch# show hardware access-list tcam region | i ing-mvpn
Ingress mVPN [ing-mvpn] size = 10
switch#
```

■ MVPN の有効化

なんらかの理由で領域が分割されていない場合（サイズが0と示される）、次のコマンドを使用して TCAM 領域をサイズ 10 に分割し、デバイスをリロードできます。TCAM はサイズ 10 に分割されているものと予期されています。

```
switch (config) # hardware access-list tcam region ing-mvpn 10
WARNING: On module 2,
WARNING: On module 4,
Warning: Please reload all linecards for the configuration to take effect
switch (config) #
```

MVPN の有効化

Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、Cisco Nexus 9500-R スイッチで MVPN を設定できます。

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 LDP の構成時に **router-id force** コマンドが使用されていることを確認します。ループバック インターフェイスでルータ ID を明示的に指定することを強く推奨します。これは、一貫した LDP 動作を確保し、インターフェイスの初期化順序に関する潜在的な問題を回避するためです。

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 | 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 | feature pim 例： switch(config) #feature pim | PIM 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature mvpn 例： switch(config) #feature mvpn | MVPN 機能をイネーブルにします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 5 | feature mpls l3vpn 例： switch(config)#feature mpls l3vpn | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。これにより、サイト間のユニキャストルートが決定されます。 |
| ステップ 6 | feature mpls ldp 例： switch(config)#feature mpls ldp | MPLS ラベル配布プロトコル (LDP) をイネーブルにします。確定的な LDP ルータ ID 選択の router-id force コマンドを構成していることを確認します。 |

インターフェイスでの PIM のイネーブル化

IP マルチキャストに使用されるすべてのインターフェイスのプロトコル独立マルチキャスト (PIM) を設定することができます。バックボーンに接続されるプロバイダー エッジ (PE) ルータのすべての物理インターフェイスで PIM スパース モードに設定することをお勧めします。また、すべてのループバック インターフェイスについて、それが BGP ピアリングに使用される場合や、その IP アドレスが PIM の RP アドレスとして使用される場合は、PIM スパース モードに設定することをお勧めします。

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 | ip pim sparse-mode 例： switch(config)#ip pim sparse-mode | インターフェイスで PIM スパース モードをイネーブルにします。 |

VRF のデフォルト MDT の設定

VRF のデフォルト MDT を設定できます。

始める前に

デフォルト MDT は、同じ VPN に属するすべてのルータの設定と同じであることが必要です。送信元 IP アドレスは、BGP セッションの送信元を特定するために使用するアドレスです。

■ VRF の MDT SAFI 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 | vrf context VRF_NAME 例： switch(config)#vrf context vrf1 | VRF を設定します。 |
| ステップ 3 | mdt default address 例： switch(config)#mdt default 232.0.0.1 | VRF に、データ MDTs のマルチキャストアドレスの範囲を次のように設定します。 <ul style="list-style-type: none"> このコマンドによって、トンネルインターフェイスが作成されます。 デフォルトでは、トンネルヘッダーの宛先アドレスは address 引数です。 |

VRF の MDT SAFI の設定

デフォルトでは、VRF の MDT 後続アドレス ファミリ識別子 (SAFI) が適用されます。必要に応じて、MDTSAFIをサポートしていないピアと相互運用するように MDT を構成できます。

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 | vrf context VRF_NAME 例： switch(config)#vrf context vrf1 switch(config-vrf)# | VRF を設定します。 |
| ステップ 3 | no mdt enforce-bgp-mdt-safi 例： | MDT SAFIをサポートしていないピアとの相互運用を可能にします。Any Source Multicast (ASM) の範囲内であるとき |

| コマンドまたはアクション | 目的 |
|--|---|
| switch(config-vrf)#no mdt enforce-bgp-mdt-safi | は、初期状態ではデフォルト MDT グループの (*,G) エントリのみが読み込まれます。その後、トライフィックに基づき、(S,G) エントリは、通常の ASM ルートと同じように学習されます。 コマンドから no オプションを削除すると、指定された VRF に対して MDT SAFI の使用が強制されます。 |

MVPN のための BGP における MDT アドレス ファミリの設定

PE ルータに MDT アドレス ファミリ セッションを設定し、MVPN の MDT ピアリング セッションを確立することができます。

MDT アドレス ファミリ セッションを設定するには、ネイバー モードで **address-family ipv4 mdt** コマンドを使用してください。MDT アドレス ファミリ セッションは、BGP MDT Subaddress Family Identifier (SAFI) のアップデートを使用して PIM に送信元 PE アドレスと MDT アドレスを渡すために使用されます。

始める前に

MVPN ピアリングが MDT アドレス ファミリを介して確立できるようにするには、CE ルータに VPN サービスを提供する PE ルータで BGP ネットワークの MPLS とマルチプロトコル BGP を設定する必要があります。

手順

| 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 | feature bgp as-number 例： switch(config)#feature bgp 65635 | スイッチ コンフィギュレーション モードを開始して、BGP ルーティング プロセスを作成します。 |
| ステップ 3 | vrf context VRF_NAME 例： switch(config)#vrf context vpn1 switch(config-vrf) # | vrf-name で識別される VPN ルーティング 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。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |

■ MVPN のための BGP における MDT アドレス ファミリの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 4 | rd <i>route-distinguisher</i> 例： switch(config-vrf)#rd 1.2.1 | VRF の vrf-name にルート識別子を割り当てます。route-distinguisher引数によって、8 バイトの値が IPv4 プレフィックスに追加され、VPN IPv4 プレフィックスが作成されます。RD は、次のいずれかの形式で入力できます。 <ul style="list-style-type: none"> 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 5 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-vrf)#address-family ipv4unicast switch(config-vrf-af)# | IPv4 アドレス ファミリ タイプを指定し、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 6 | route-target import <i>route-target-ext-community</i> 例： switch(config-vrf-af)# route-target import 1.0.1 | VRF 用にルートターゲット拡張コミュニティを指定します。 import キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティからインポートされます。 <i>route-target-ext-community</i> 引数により、ルートターゲット拡張コミュニティ属性が、インポートルートターゲット拡張コミュニティの VRF リストに追加されます。 <i>route-target-ext-community</i> 引数は、次のいずれかの形式で入力できます。 <ul style="list-style-type: none"> 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 32 ビットの IP アドレス : 16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 7 | route-target export <i>route-target-ext-community</i> 例： switch(config-vrf-af)# route-target export 1.0.1 | VRF 用にルートターゲット拡張コミュニティを指定します。 export キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティからインポートされます。 <i>route-target-ext-community</i> 引数により、ルートターゲット拡張コミュニティ属 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | | <p>性が、インポートルートターゲット拡張コミュニティのVRFリストに追加されます。<i>route-target-ext-community</i>引数は、次のいずれかの形式で入力できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 16ビットまたは32ビットのAS番号:32ビットの番号。1.2:3など。 32ビットのIPアドレス:16ビットの番号。192.0.2.1:1など。 |
| ステップ 8 | router bgp as-number 例 : <pre>switch(config)#router bgp 1.1 switch(config-router)#{</pre> | BGPルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。as-number引数は、ルータを他のBGPルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS番号は16ビット整数または32ビット整数できます。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。 |
| ステップ 9 | address-family ipv4 mdt 例 : <pre>switch(config-router)#address-family ipv4 mdt</pre> | IPv4 MDT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 | address-family {vpn4} [unicast] 例 : <pre>switch(config-router-af)# address-family vpnv4 switch(config-router-af)#{</pre> | 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て、標準VPNv4またはVPNv6アドレスプレフィックスを使用する、BGPなどのルーティングセッションを設定します。 unicast キーワード(任意)では、VPNv4またはVPNv6ユニキャストアドレスプレフィックスを指定します。 |
| ステップ 11 | address-family {ipv4} unicast 例 : <pre>switch(config-router-af)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af)#{</pre> | 標準IPv4またはVPNv6アドレスプレフィックスを使用するルーティングセッションを設定するために、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 | neighbor neighbor-address 例 : | ネイバーコンフィギュレーションモードを開始します。 |

データ MDT の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| | switch(config-switch-af) # neighbor 192.168.1.1 | |
| ステップ 13 | update source interface 例： switch(config-switch-neighbor) # update-source loopback 1 | アップデート ソースを loopback1 に設定します。 |
| ステップ 14 | address-family ipv4 mdt 例： switch(config-router-neighbor) # address-family ipv4 mdt | アドレス ファミリ コンフィギュレーションを開始し、IP MDT アドレス ファミリ セッションを作成します。 |
| ステップ 15 | send-community extended 例： switch(config-router-neighbor-af) # send-community extended | 拡張 コミュニティ 属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。 |
| ステップ 16 | show bgp {ipv4} unicast neighbors vrfVRF_NAME 例： switch(config-router-neighbor-af) # show bgp ipv4 unicast neighbors vrf vpnl | BGP ネイバーに関する情報を表示します。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 17 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-neighbor-af) # 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。 |

データ MDT の設定

データ MDT を設定できます。データ MDT の作成に使用されるマルチキャスト グループは、設定済み IP アドレスのプールからダイナミックに選択されます。ストリームの数が PE 単位、VRF 単位の MDT より大きい場合、複数のストリームが同じデータ MDT を共有します。

始める前に

データ MDT を設定する前に、VRF のデフォルト MDT を設定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： | 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 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------------|---|--|
| | switch#configure terminal switch(config)# | |
| ステップ 2 | vrf context VRF_NAME 例： switch#ip vrf vrf1 | VRF コンフィギュレーション モードを開始し、VRF 名を割り当てることにより VPN ルーティング インスタンスを定義します。 |
| ステップ 3 | mdt data prefix [immediate-switch] [route-map policy-name] 例： switch(config-vrf)# mdt data 225.1.1.1/32 immediate-switch route-map test 例： switch(config-vrf)# mdt data 225.1.1.1/32 route-map test | 次のように値の範囲を指定します。 • <i>prefix</i> は、データ MDT プールで使用されるアドレスの範囲を指定します。 • <i>policy-name</i> は、データ MDT への切り替えで考慮されるカスタマーデータストリームを定義するポリシー ファイルを定義します。 (注) このコマンドは、immediate-switch オプションの有無にかかわらず同じ効果があります。 |
| ステップ 4 | exit 例： switch(config)#exit | グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。 |

MVPN の設定の確認

MVPN の設定を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

表 3: MVPN の設定の確認

| コマンド | 目的 |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| show interface | インターフェイスの詳細を表示します。 |
| show ip mroute vrf | マルチキャスト ルートを表示します。 |
| show ip pim event-history mvpn | MVPN のイベント履歴ログの詳細を表示します。 |
| show ip pim mdt | MVPN によって作成された MTI トンネルの詳細を表示します。 |

| コマンド | 目的 |
|---|--|
| show ip pim mdt receive vrf vrf-name | カスタマー ソース、データ MDT 送信元へのカスタマー グループ、および受信側のデータ MDT グループそれぞれのマッピングを表示します。 |
| show ip pim mdt send vrf vrf-name | カスタマー ソース、データ MDT 送信元へのカスタマー グループ、および送信側のデータ MDT グループそれぞれのマッピングを表示します。 |
| show ip pim neighbor | 確立されたPIM ネイバーの詳細を表示します。 |
| show ip route detail | ユニキャストルーティングテーブルの詳細を表示します。 |
| show mvpn bgp mdt-safi | MVPN の BGP MDT SAFI データベースを表示します。 |
| show mvpn mdt encaps vrf vrf | MVPN のカプセル化テーブルを表示します。このテーブルは、デフォルト vrf で MVPN パケットを送信するときにカプセル化する方法を示しています。 |
| show mvpn mdt route | デフォルトおよびMDT ルートの詳細を表示します。このデータは、デフォルト VRF でカスタマー データと制御トラフィックを送信する方法を決定します。 |
| show routing [ip] multicast mdt encaps | MRIB のカプセル化テーブルを表示します。このテーブルは、デフォルト vrf で MVPN パケットを送信するときにカプセル化する方法を示しています。 |

MVPN の設定例

次に、MVPN の設定例を 2 つのコンテキストで示します。

```
vrf context vpn1
  ip pim rp-address 10.10.1.2 -list 224.0.0.0/8
  ip pim ssm range 232.0.0.0/8
  rd auto
  mdt default 232.1.1.1
  mdt source loopback1
  mdt data 225.122.111.0/24 immediate-switch
vrf context vpn4
  ip pim rp-address 10.10.4.2 -list 224.0.0.0/8
```

```
ip pim ssm range 232.0.0.0/8
mdt default 235.1.1.1
mdt asm-use-shared-tree
ip pim rp-address 10.11.0.2 -list 224.0.0.0/8
ip pim rp-address 10.11.0.4 -list 235.0.0.0/8
ip pim ssm range 232.0.0.0/8
```

次に、「blue」と名づけられたVRFをVPNルーティングインスタンスに割り当てる方法の例を示します。VPN VRFのMDTデフォルトは10.1.1.1、MDTのマルチキャストアドレスの範囲は10.1.2.0（ワイルドカードビットが0.0.0.3）です。

```
Vrf context blue
mdt data 225.122.111.0/24 immediate-switch
```

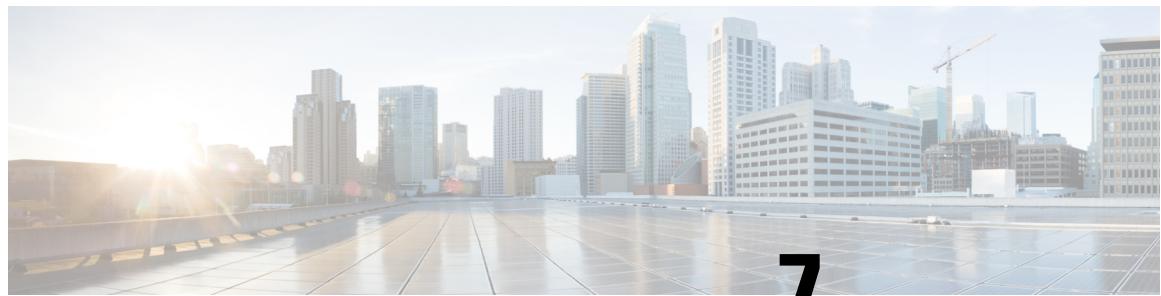
■ MVPN の設定例



第 一 部

MPLS レイヤ 3 VPNs

- ・『Configuring MPLS Layer 3 VPNs』 (73 ページ)
- ・MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定 (117 ページ)
- ・MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定 (133 ページ)



第 7 章

『Configuring MPLS Layer 3 VPNs』

この章では、Cisco Nexus 9508 スイッチでマルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) レイヤ 3 仮想プライベート ネットワーク (VPN) を構成する方法について説明します。

- [MPLS レイヤ 3 VPNs の概要 \(73 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPNs の前提条件 \(77 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPNs に関する注意事項と制限事項 \(77 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPNs のデフォルト設定 \(80 ページ\)](#)
- [『Configuring MPLS Layer 3 VPNs』 \(80 ページ\)](#)

MPLS レイヤ 3 VPNs の概要

MPLS レイヤ 3 VPN は、MPLS プロバイダー コア ネットワークにより相互接続されている一連のサイトから構成されます。各カスタマーサイトでは、1つ以上のカスタマーエッジ (CE) ルータまたはレイヤ 2 スイッチが、1つ以上のプロバイダーエッジ (PE) ルータに接続されます。ここでは次の項目について説明します。

- [MPLS レイヤ 3 VPN の定義](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN の動作方法](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN のコンポーネント](#)
- [ハブ アンド スポーク トポロジ](#)
- [MPLS VPN のための OSPF 模造リンクのサポート](#)

MPLS レイヤ 3 VPN の定義

MPLS レイヤ 3 VPN はピア モデルに基づいており、これにより、サービス プロバイダーおよびカスタマーは、レイヤ 3 のルーティング情報を交換できます。プロバイダーは、カスタマーサイト間でデータをリレーします。このとき、カスタマーが直接何かを行う必要はありません。

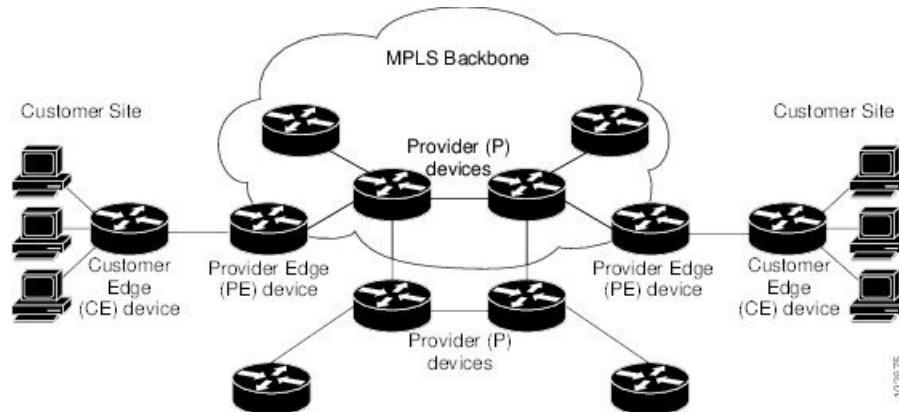
MPLS レイヤ 3 VPN の動作方法

新しいサイトが MPLS VPN に追加された場合、更新する必要があるのは、カスタマー サイトにサービスを提供するサービス プロバイダーのエッジルータだけです。

MPLS レイヤ 3 VPN には、以下のコンポーネントが含まれています。

- ・プロバイダー (P) ルータ：プロバイダー ネットワークのコア内のルータ。P ルータは MPLS スイッチングを実行しますが、ルーティングされるパケットに VPN ラベル (PE ルータによって割り当てられた、各ルート内の MPLS ラベル) を付加しません。
- ・プロバイダー エッジ (PE) ルータ：着信パケットが受信されるインターフェイスまたはサブインターフェイスに基づいて、着信パケットに VPN ラベルを付加するルータ。PE ルータは、CE ルータに直接接続します。
- ・カスタマー エッジ (CE) ルータ：ネットワーク上の PE ルータに接続するプロバイダーのネットワーク上のエッジルータ。CE ルータは、PE ルータとインターフェイスする必要があります。

図 4: MPLS レイヤ 3 VPN の基本用語



103/75

MPLS レイヤ 3 VPN の動作方法

MPLS レイヤ 3 VPN 機能は、MPLS ネットワークのエッジで有効になっています。PE ルータは、次のタスクを実行します。

- ・CE ルータとルーティング アップデートを交換する。
- ・CE ルーティング情報を VPN ルートに変換する。
- ・マルチプロトコル ボーダーゲートウェイ プロトコル (MP-BGP) を介して、他の PE ルータとレイヤ 3 VPN ルートを交換する。

MPLS レイヤ 3 VPN のコンポーネント

MPLS ベースの VPN ネットワークには、次の 3 つの主要コンポーネントがあります。

1. VPN ルート ターゲット コミュニティ：VPN ルート ターゲット コミュニティは、レイヤ 3 VPN コミュニティのすべてのメンバのリストです。VPN コミュニティ メンバーごとに VPN ルート ターゲットを設定する必要があります。
2. VPN コミュニティ PE ルータのマルチプロトコル BGP ピアリング：マルチプロトコル BGP は、VPN コミュニティのすべてのメンバに VRF の到達可能情報を伝播します。VPN コミュニティ内のすべての PE ルータにマルチプロトコル BGP ピアリングを設定する必要があります。
3. MPLS 転送：MPLS は、VPN エンタープライズまたはサービス プロバイダー ネットワーク上のすべての VPN コミュニティ メンバ間のすべてのトラフィックを転送します。

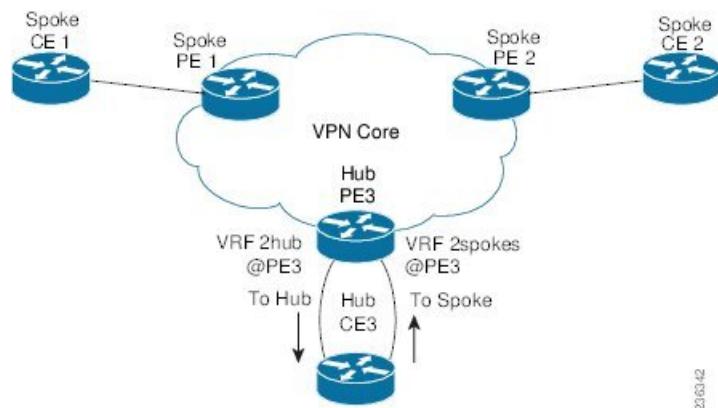
1 対 1 の関係は、カスタマー サイトと VPNs 間に必ずしも存在する必要はありません。1 つのサイトを複数の VPNs のメンバにできます。ただし、サイトは、1 つの VRF とだけ関連付けることができます。カスタマー サイトの VRF には、そのサイトがメンバとなっている VPNs からサイトへの、利用できるすべてのルートが含まれています。

ハブアンドスポーク トポロジ

ハブアンドスポーク トポロジは、スポーク プロバイダーエッジ (PE) ルータでの加入者間のローカル接続を禁止し、加入者がハブ サイトに常に接続されるようにします。同じ PE ルータに接続しているすべてのサイトは、ハブサイトを使用して、サイト間のトラフィックを転送する必要があります。このトポロジにより、スポークサイトでのルーティングは、常にアクセス側インターフェイスからネットワーク側インターフェイスに対して、またはネットワーク側インターフェイスからアクセス側インターフェイスに対して実行されます。アクセス側インターフェイスからアクセス側インターフェイスへのルーティングは発生しません。ハブアンドスポーク トポロジにより、サイト間のアクセス制限を維持できます。

ハブアンドスポーク トポロジを使用すると、PE ルータが、トラフィックをハブ サイトを介して渡さずに、スポークをローカルに切り替えるという状況が回避されます。このトポロジにより、加入者が互いに直接接続することがなくなります。ハブアンドスポーク トポロジでは、スポークごとに 1 つの VRF は必要ありません。

図 5:ハブアンドスポーク トポロジ



MPLS VPN のための OSPF 模造リンクのサポート

図に示すように、ハブ アンド スpoke トポロジは通常、2 つの VRF で設定されたハブ PE で設定されます。

- 専用リンクが設定された VRF 2hub がハブのカスタマー エッジ (CE) に接続されます。
- VRF 2spoke は、ハブ CE に接続された別の専用リンクを使用します。

内部ゲートウェイ プロトコル (IGP) または外部 BGP (eBGP) セッションは、通常、ハブ PE-CE リンクを介してセットアップされます。VRF 2hub は、すべてのスpoke PE からエクスポートされたすべてのルート ターゲットをインポートします。ハブ CE はスpoke サイトからのすべてのルートを学習し、それらをハブ PE の VRF 2spoke に再アドバタイズして戻します。VRF 2spoke は、これらすべてのルートをスpoke PE にエクスポートします。

ハブ PE とハブ CE の間の eBGP を使用する場合は、通常は禁止されているパスで自律システム (AS) 番号を複製できるようにする必要があります。ハブ PE の VRF 2spoke のネイバー、およびすべてのスpoke PE の VPN アドレス ファミリ ネイバーでこの重複 AS 番号を許可するようにルータを設定できます。さらに、ハブ PE の VRF 2spoke でネイバーにルートを配布する場合は、ハブ CE でピア AS 番号チェックを無効にする必要があります。

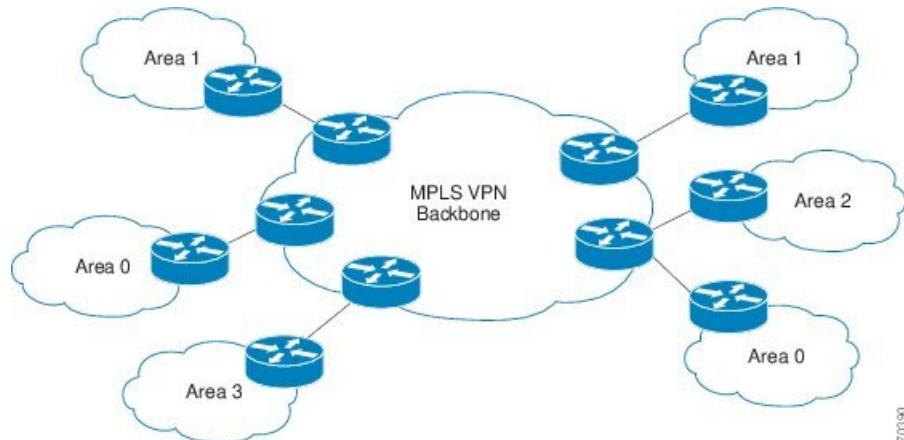
MPLS VPN のための OSPF 模造リンクのサポート

マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) VPN 構成では、Open Shortest Path First (OSPF) プロトコルを使用して、VPN バックボーン内のカスタマー エッジ (CE) デバイスをサービス プロバイダー エッジ (PE) デバイスに接続できます。多くのカスタマーは、OSPF をサイト内 ルーティング プロトコルとして実行し、VPN サービスにサブスクリイブし、MPLS VPN バックボーンで OSPF を（移行時または常時）使用してサイト間でルーティング情報を交換することを望んでいます。

MPLS VPN の OSPF 模造リンク サポートの利点は次のとおりです。

- MPLS VPN バックボーン全体でのクライアント サイトの接続：模造リンクによって、バックドア リンクを共有する OSPF クライアント サイトが、MPLS VPN バックボーンを介して通信を行い、VPN サービスに参加するようになります。
- MPLS VPN 設定での柔軟なルーティング：MPLS VPN 設定で模造リンクに対して設定する OSPF コストを使用して、OSPF クライアント サイトのトラフィックを、バックドア リンク経由にするか、または VPN バックボーン経由にするかを指定できます。

下の図に、OSPF を実行する各 VPN クライアント サイトを、MPLS VPN バックボーンで接続する例を示します。



OSPF を使用して PE デバイスと CE デバイスを接続するには、VPN サイトから学習したすべてのルーティング情報を、着信インターフェイスに関連付けられた VPN ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンスに格納します。VPN に接続された PE デバイス間では、ボーダーゲートウェイプロトコル (BGP) を使用して、VPN ルートが交換されます。CE デバイスはこの VPN 内の他のサイトへのルートを、自分が接続された PE デバイスとのピアリングによって学習します。MPLS VPN スーパーバックボーンは、OSPF を実行する各 VPN サイトを内部接続するための追加のルーティング階層レベルを提供します。

OSPF ルートが MPLS VPN バックボーン全体に伝播されると、プレフィックスに関する追加情報が、BGP 拡張コミュニティ形式（ルートタイプ、ドメイン ID 拡張コミュニティ）で BGP アップデートに付加されます。このコミュニティ情報を使用して、受信した PE デバイスは、BGP ルートを OSPF PE-CE プロセスに再配布するときに生成するリンクステートアドバタイズメント (LSA) のタイプを決定します。このようにして、同じ VPN に属し、VPN バックボーン全体にアドバタイズされる内部 OSPF ルートが、リモートサイト上でエリア内ルートとして認識されます。

MPLS レイヤ 3 VPNs の前提条件

MPLS レイヤ 3 VPNs には次の前提条件があります。

- ネットワークに MPLS およびラベル配布プロトコル (LDP) を設定する必要があります。PE ルータを含む、コア内のすべてのルータは、MPLS 転送をサポートできる必要があります。
- MPLS の正しいライセンスおよび MPLS で使用する他の機能をインストールすることが必要です。

MPLS レイヤ 3 VPNs に関する注意事項と制限事項

MPLS レイヤ 3 VPNs 設定時の注意事項と制限事項は次のとおりです。

■ MPLS レイヤ 3 VPNs に関する注意事項と制限事項

- Cisco Nexus 3600-R プラットフォーム スイッチおよび N9K-X9636C-RX、N9K-X9636C-R、N9K-X96136YC-R、および N9K-X9636Q-R ラインカードを搭載した および Cisco Nexus 9504 および 9508 プラットフォーム スイッチで、MPLS レイヤ 3 VPN (LDP) を設定できます。
- MPLS IP 転送はサポートされていないため、トンネルエンドポイントを終端するインターフェイスで有効になっていないことを確認してください。
- 着信パケットのラベルに基づいて転送の決定が行われるインターフェイスでは、MPLS IP 転送を有効にする必要があります。VPN ラベルがプレフィックス モードごとに割り当てられている場合は、PE と CE 間のリンクで MPLS IP 転送を有効にする必要があります。
- N9K-X9636C-R および N9K-X9636Q-R ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9508 プラットフォーム スイッチのトラップ解決のハードウェア制限のため、インバンド経由でのスーパーバイザ バウンドパケットに uRPF が適用されない場合があります。
- -R シリーズ ラインカードを備えた Cisco Nexus 9500 プラットフォーム スイッチでは、ブリッジ トラフィックが RACL にヒットしないように、RACL はルーティングされた トラフィックにのみ適用されます。これは、すべてのマルチキャスト OSPF 制御 トラフィックに適用されます。
- -R シリーズ ラインカードを備えた Cisco Nexus 9500 プラットフォーム スイッチでは、SUP への送信時に、明示的NULL ラベルを持つ制御パケットは優先されません。これにより、明示的にNULL が設定されている場合、制御プロトコルのフラッピングが発生する可能性があります。
- 500K の規模でのラベルごとの統計は、ハードウェアの制限のため、-R シリーズ ラインカードを備えた Cisco Nexus 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。
- -R シリーズ ラインカードを備えた Cisco Nexus 9500 プラットフォーム スイッチでの ARP スケーリングは、すべての 64K MAC が異なる場合、64K に制限されます。この制限は、インターフェイスに複数の等コストマルチパス (ECMP) が構成されている場合にも適用されます。
- MPLS の明示的NULL のパケットは、デフォルトのラインカードプロファイルでは正しく解析されない場合があります。
- MPLS レイヤ 3 VPN は、次の CE-PE ルーティング プロトコルをサポートします。
 - BGP (IPv4 および IPv6)
 - 拡張内部ゲートウェイ プロトコル (EIGRP) (IPv4)
 - Open Shortest Path First (OSPFv2)
 - ルーティング情報プロトコル (RIPv2)
- インポートルートマップの set ステートメントは無視されます。

- すべての iBGP および eBGP セッションの BGP 最小ルートアドバタイズメントインターバル (MRAI) 値はゼロであり、設定できません。
- EIGRP に多数の BGP ルートが再配布されるハイ スケールなセットアップでは、EIGRP のコンバージェンス時間が BGP のコンバージェンス時間よりも長くなるように EIGRP シグナル タイマーの設定を変更する必要があります。このプロセスにより、EIGRP シグナルのコンバージェンス前にすべての BGP ルートを EIGRP に再配布することができます。
- MPLS レイヤ 3 VPN は、M3 シリーズ モジュールでサポートされています。
- PE と CE デバイス間のプロトコルとして OSPF を使用する場合、VPN バックボーン全体にルートがアドバタイズされる際、OSPF メトリックは保持されます。このメトリックは、リモート PE デバイスで適切なルートを選択するために使用されます。OSPF から BGP への再配布、および、BGP から OSPF への再配布において、メトリック値を変更しないでください。メトリック値を変更すると、ルーティングループが発生する可能性があります。
- MPLS トライフィックエンジニアリング (RSVP) は、N9K-X9636C-R および N9K-X9636Q-R ラインカードを備えた Cisco Nexus 9508 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。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、BGP プレベストパス挿入ポイント (POI) の動作が変更されました。このリリースでは、NX-OS RPM、BGP、および HMM ソフトウェアは単一のコスト コミュニティ ID (内部ルートの場合は 128、外部ルートの場合は 129) を使用して、BGP VPNv4 ルートを EIGRP 発信ルートとして識別します。コスト コミュニティ ID 128 または 129 に設定されたプレベストパス値を持つルートのみが、コスト外部 コミュニティとともに URIB にインストールされます。上記のコスト コミュニティ ID を伝える非 EIGRP 発信ルートは、プレベストパス コスト コミュニティとともに URIB にインストールされます。その結果、URIB はこのコストを使用して、管理的距離とは異なる、iBGP を介して学習したルートとバックドア EIGRP の間のより適切なルートを識別します。
- コスト コミュニティ ID 128 または 129 に設定されたプレベストパス値を持つルートのみが、コスト外部 コミュニティとともに URIB にインストールされます。
- 出力 RACL (e-RACL) TCAM 機能と MPLS 拡張 ECMP 機能は相互に排他的です。Cisco Nexus N9K-X9636C-RX ラインカードで MPLS 拡張 ECMP (**hardware profile mpls extended-ecmp**) を有効にするには、e-RACL TCAM カービングを 0 に設定します。
- Cisco NX-OS リリース 10.3(1) 以降では、RX ベースのプラットフォームの **hardware profile mpls extended-ecmp** プロファイルの 21504 を超える RACL の TCAM リージョンをカービングする必要があります。**hardware access-list tcam region rACL** コマンドを使用して RACL TCAM リージョンを設定し、MPLS 拡張 ECMP を有効にすることができます。
- MPLS VPN VRF の検証済みのスケール制限は 2,000 です (IPv4 と IPv6 の組み合わせ)。

MPLS レイヤ 3 VPNs のデフォルト設定

表 4: デフォルトの **MPLS レイヤ 3 VPN** パラメータ

| パラメータ | デフォルト |
|--|-------|
| L3VPN 機能 | 無効 |
| L3VPN SNMP 通知 | 無効 |
| allowas-in (ハブアンドスパート ポロジの場合) | 0 |
| disable-peer-as-check (ハブアンドスパート ポロジの場合) | 無効化 |

『Configuring MPLS Layer 3 VPNs』

OSPF ドメイン ID とタグについて

VRF 内の OSPF ルータインスタンスの `domain_ID` を設定できます。OSPF では、Cisco NX-OS は `domain_ID` とドメインタグを使用して、プロバイダーエッジ (PE) またはカスタマーエッジ (CE) での BGP ルート再配布の側面を制御します。

- 再配布される OSPF ルートのプライマリおよびセカンダリ `domain_ID` を設定できます。
- OSPF は、ドメインタグを使用して OSPF プロセス ID を識別します。

ドメイン ID とドメインタグの Cisco NX-OS 実装は、RFC 4577 に準拠しています。



(注)

OSPF のプライマリとセカンダリの `domain_ID` とドメインタグは、MPLS L3VPN 機能が有効になっている場合にのみ使用できます。

PE および CE 境界での OSPF の設定

ドメイン ID とドメインタグを使用することで、NX-OS を設定して OSPF ルートを BGP ネットワークに再配布できます。また、BGP 再配布ルートを PE と CE の境界で OSPF に受信させることができます。次の項を参照してください。

- [OSPF ドメイン ID とタグについて \(80 ページ\)](#)
- [OSPF ドメイン ID の構成 \(81 ページ\)](#)

- セカンダリ ドメイン ID の構成 (82 ページ)
- OSPF ドメインタグの設定 (81 ページ)

OSPF ドメインタグの設定

ドメインタグは、NX-OS が PE または CE で BGP に再配布する OSPF プロセス インスタンス番号を指定します。

始める前に

MPLS と OSPFv2 が有効になっていることを確認します。

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-1# configure terminal Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z. switch-1(config)#</pre> | 端末の構成を開始します |
| ステップ 2 | router ospf process-tag 例： <pre>switch-1(config)# router ospf 101 switch-1(config-router)#</pre> | ルータ構成モードを開始して、OSPF ルータ インスタンスを構成します。プロセスタグは、ルータを識別する 1 ~ 20 文字の英数字文字列です。 |
| ステップ 3 | vrf vrf-name 例： <pre>switch-1(config-router)# vrf pubstest switch-1(config-router-vrf)#</pre> | OSPF の特定の VRF インスタンスを入力します。VRF 名は、VRF を識別する 1 ~ 32 文字の英数字文字列です。 |
| ステップ 4 | ospf domain-tag as-number 例： <pre>switch-1(config-router-vrf)# domain-tag 9999 nxosv2(config-router-vrf)#</pre> | ドメインタグを設定します。ドメインタグは、AS 番号を識別する 0 ~ 2147483647 の英数字の文字列です。 |

OSPF ドメイン ID の構成

VRF 内の OSPF ルータ インスタンスの domain_ID を設定して、CE または PE での OSPF への BGP ルートの再配布を制御できます。

この機能を削除するには、このコマンドの **no domain-id** 形式を使用します。

セカンダリ ドメイン ID の構成

始める前に

OSPF domain_ID 機能を使用するには、MPLS L3VPN 機能と OSPFv2 機能の両方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-1# configure terminal Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z. switch-1(config)#</pre> | 端末の構成を開始します |
| ステップ 2 | router ospf process-tag 例： <pre>switch-1(config)# router ospf 101 switch-1(config-router)#</pre> | ルータ構成モードを開始して、OSPF ルータインスタンスを構成します。プロセスタグは、ルータを識別する 1 ~ 20 文字の英数字文字列です。 |
| ステップ 3 | vrf vrf-name 例： <pre>switch-1(config-router)# vrf pubstest switch-1(config-router-vrf)#</pre> | OSPF の特定の VRF インスタンスを入力します。VRF 名は、VRF を識別する 1 ~ 32 文字の英数字文字列です。 |
| ステップ 4 | domain-id { id type domain-type value value Null } 例： <pre>switch-1(config-router-vrf)# domain-id 19.0.2.0</pre> | domain_ID と追加のパラメータを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> • <i>id</i> は、ドメイン ID をドット付き 10 進表記で指定します (例: 1.2.3.4)。 • <i>type</i> は、0005 などの 4 バイト表記でドメインタイプを指定します。 • <i>value</i> は、ドメイン値を 6 バイトの 16 進表記で指定します (例: 0x0005)。 Null 引数を使用して、domain_ID をクリアすることができます。 |

セカンダリ ドメイン ID の構成

VRF 内の OSPF ルータインスタンスにセカンダリ domain_ID を設定して、CE または PE での OSPF への BGP ルートの再配布を制御できます。

domain-id Null コマンドを使用して、domain_ID を構成解除します。

始める前に

OSPFv2 および MPLS 機能が有効になっていることを確認します。

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-1# configure terminal Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z. switch-1(config)# | 端末の構成を開始します |
| ステップ 2 | router ospf process-tag 例： switch-1(config)# router ospf 101 switch-1(config-router)# | ルータ構成モードを開始して、OSPF ルータインスタンスを構成します。プロセス タグは、ルータを識別する 1 ~ 20 文字の英数字文字列です。 |
| ステップ 3 | vrf vrf-name 例： switch-1(config-router)# vrf pubstest switch-1(config-router-vrf)# | OSPF の特定の VRF インスタンスを入力します。VRF 名は、VRF を識別する 1 ~ 32 文字の英数字文字列です。 |
| ステップ 4 | domain-id { id type domain-type value value Null } 例： switch-1(config-router-vrf)# domain-id 19.0.2.0 | 自律システムの domain_ID を設定します。 |

コア ネットワークの設定

MPLS レイヤ 3 VPN カスタマーのニーズの評価

MPLS レイヤ 3 VPN のカスタマーに最善のサービスを提供できるように、コア ネットワーク トポロジを識別することができます。

- ネットワークのサイズを識別します。
- 必要となるルータとポートの数を決定するために、次の内容を識別します。
 - サポートする必要があるカスタマーの数
 - カスタマーごとに必要となる VPN の数
 - 各 VPN に存在する、仮想ルーティングおよび転送インスタンスの数
- コア ネットワークで必要なルーティング プロトコルを決定します。

コアにおける MPLS の設定

- MPLS VPN ハイ アベイラビリティのサポートが必要であるかどうかを判断します。



(注)

MPLS VPN ノンストップ フォワーディングおよびグレースフル リスタートは、選択ルータおよび Cisco NX-OS リリースでサポートされています。BGP および LDP のグレースフル リスタートが有効であることを確認する必要があります。

- コア ネットワークのルーティング プロトコルを設定します。
- MPLS レイヤ 3 VPN コアで BGP 負荷共有および冗長パスが必要であるかどうかを決定します。

コアにおける MPLS の設定

コアのすべてのルータで MPLS をイネーブルにするには、ラベル配布プロトコルを設定する必要があります。次のいずれかをラベル配布プロトコルとして使用できます。

- MPLS ラベル配布プロトコル (LDP)。
- MPLS トライフィック エンジニアリング リソース予約プロトコル (RSVP)。

PE ルータおよびルート リフレクタでのマルチプロトコル BGP の設定

PE ルータおよびルート リフレクタでマルチプロトコル BGP 接続を設定できます。

始める前に

- BGP および LDP のすべてのルータでグレースフル リスタートがイネーブルになっていることを確認します。

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 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 3 | install feature-set mpls 例： <pre>switch(config)# install feature-set mpls switch(config)#</pre> | MPLS フィーチャ セットをインストールします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls 例： <pre>switch(config)# feature-set mpls switch(config)#</pre> | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | feature mpls l3vpn 例： <pre>switch(config)# feature mpls l3vpn switch(config)#</pre> | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 6 | router bgp as-number 例： <pre>switch(config)# router bgp 1.1</pre> | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。as-number引数は、ルータを他のBGPルータに対して識別し、ルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS番号は16ビット整数または32ビット整数でできます。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。 |
| ステップ 7 | router-id ip-address 例： <pre>switch(config-router)# router-id 192.0.2.255</pre> | (任意) BGP ルータ ID を設定します。この IP アドレスによって、この BGP スピーカを特定します。このコマンドによって、BGP ネイバーセッションの自動通知およびセッションリセットが開始されます。 |
| ステップ 8 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 remote-as 1.1 switch(config-router-neighbor)# </pre> | エントリを iBGP ネイバーテーブルに追加します。ip-address引数には、ドット付き10進表記でネイバーのIPアドレスを指定します。 |
| ステップ 9 | address-family { vpnv4 vpnv6 } unicast 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family vpnv4 unicast</pre> | 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て、標準VPNv4またはVPNv6アドレスプレフィックスを使用する、BGPなどのルーティングセッションを設定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| | switch(config-router-neighbor-af) # | |
| ステップ 10 | send-community extended 例： switch(config-router-neighbor-af) # send-community extended | コミュニティ属性がBGP ネイバーに送信されるように指定します。 |
| ステップ 11 | show bgp { vpnv4 vpnv6 } unicast neighbors 例： switch(config-router-neighbor-af) # show bgp vpnv4 unicast neighbors | (任意) BGP ネイバーに関する情報を表示します。 |
| ステップ 12 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

MPLS VPN カスタマーの接続

カスタマーの接続を可能にするための、PE ルータでの VRF の定義

カスタマーの接続をイネーブルにするため PE ルータに VRF を作成する必要があります。ルートターゲットを設定し、カスタマーの VPN サイトへの IP プレフィックスのインポート、および BGP ネットワークへの IP プレフィックスのエクスポートを制御します。必要に応じて、インポートまたはエクスポートルートマップを使用して、カスタマー VPN サイトにインポートされる、または VPN サイトからエクスポートされる IP プレフィックスを、より詳細に制御できます。ルートマップを使用して、ルートのルートターゲット拡張コミュニティ属性に基づいて、VRF でのインポートまたはエクスポートに適したルートをフィルタリングできます。たとえば、ルートマップにより、インポートルートターゲットリスト上のコミュニティから、選択したルートへのアクセスが拒否される場合があります。

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 | install feature-set mpls 例： | MPLS フィーチャ セットをインストールします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| | switch(config)# install feature-set mpls switch(config)# | |
| ステップ 3 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls switch(config)# | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls l3vpn 例： switch(config)# feature-set mpls l3vpn switch(config)# | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | vrf context vrf-name 例： switch(config)# vrf context vpn1 switch(config-vrf)# | VRF 名を割り当て、VRF コンフィギュレーションモードを開始することにより、VPN ルーティングインスタンスを定義します。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 6 | rd route-distinguisher 例： switch(config-vrf)# rd 1.2:1 switch(config-vrf)# | ルート識別子を設定します。 route-distinguisher 引数によって、8 バイトの値が IPv4 プレフィックスに追加され、VPN IPv4 プレフィックスが作成されます。RD は、次のいずれかの形式で入力できます。 <ul style="list-style-type: none"> 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-vrf-af-ipv4) # | IPv4 アドレス ファミリ タイプを指定し、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 8 | route-target { import export } route-target-ext-community } 例： switch(config-vrf-af-ipv4) # route-target import 1.0:1 | 次のように VRF 用にルート ターゲット拡張 コミュニティを指定します。 <ul style="list-style-type: none"> import キーワードを使用すると、ターゲット VPN 拡張 コミュニティからルーティング情報がインポートされます。 |

カスタマーの接続を可能にするための、PE ルータでの VRF の定義

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> export キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティにエクスポートされます。 route-target-ext-community 引数により、ルートターゲット拡張コミュニティ属性が、インポート、またはエクスポートのルートターゲット拡張コミュニティの VRF リストに追加されます。 <p>route-target-ext-community 引数は、次のいずれかの形式で入力できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 9 | maximum routes <i>max-routes</i> [threshold value] [reinstall] 例 : <code>switch(config-vrf-af-ipv4)# maximum routes 10000</code> | (任意) VRF ルートテーブルに格納できる最大ルート数を設定します。 <i>max-routes</i> の範囲は 1 ~ 4294967295 です。しきい値の値の範囲は 1 ~ 100 です。 |
| ステップ 10 | import [vrf default <i>max-prefix</i>] map <i>route-map</i> 例 : <code>switch(config-vrf-af-ipv4)# import vrf default map vpn1-route-map</code> | (任意) デフォルト VRF からプレフィックスをインポートするための VRF のインポートポリシーを次のように設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <i>max-prefix</i> の範囲は 1 ~ 2147483647 です。デフォルトは 1000 プレフィックスです。 <i>route-map</i> 引数は VRF のインポートルートマップとして使用されるルートマップを最大 63 文字の英数字文字列 (大文字と小文字を区別) で指定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| ステップ 11 | show vrf vrf-name 例： <pre>switch(config-vrf-af-ipv4)# show vrf vpn1</pre> | (任意) VRF の情報を表示します。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 12 | copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config</pre> | (任意) 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。 |

各 VPN カスタマー用の PE ルータでの VRF インスタンスの設定

PE ルータのインターフェイスまたはサブインターフェイスに仮想ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンスを関連付けることができます。

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 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 number 例： <pre>switch(config)# interface Ethernet 5/0 switch(config-if)#</pre> | 設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始する方法は次のとおりです。 <ul style="list-style-type: none"> type 引数で、設定するインターフェイスのタイプを指定します。 number 引数には、ポート、コネクタ、またはインターフェイスカード番号を指定します。 |
| ステップ 3 | vrf member vrf-name 例： <pre>switch(config-if)# vrf member vpn1</pre> | 指定したインターフェイスまたはサブインターフェイスに VRF を関連付けます。vrf-name 引数は、VRF に割り当てる名前です。 |
| ステップ 4 | show vrf vrf-name interface 例： <pre>switch(config-if)# show vrf vpn1 interface</pre> | (任意) VRF に関連付けられるインターフェイスの情報を表示します。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を |

■ PE ルータと CE ルータ間でのルーティング プロトコルの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| | | 指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 5 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

PE ルータと CE ルータ間でのルーティング プロトコルの設定

PE ルータと CE ルータ間でスタティックまたは直接接続されたルートの設定

スタティックルートを使用する PE-to-CE ルーティング セッション用の PE ルータを設定することができます。

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 | vrf context vrf-name 例： switch(config) # vrf context vpn1 switch(config-vrf) # | VRF名を割り当て、VRF コンフィギュレーションモードを開始することにより、VPN ルーティングインスタンスを定義します。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 3 | { ip ipv6 } route prefix nexthop 例： switch(config-vrf) # ip route 192.0.2.1/28 ethernet 2/1 | PE から CE への各セッション用のスタティックルートパラメータを定義します。prefix および nexthop は次のとおりです。 <ul style="list-style-type: none"> IPv4 : ドット付き 10 進表記 IPv6 : 16 進形式 |
| ステップ 4 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-vrf) # address-family ipv4 unicast switch(config-vrf-af) # | IPv4 アドレス ファミリ タイプを指定し、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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 5 | feature bgp as - number 例： <pre>switch(config-vrf-af)# feature bgp switch(config)#</pre> | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 6 | router bgp as - number 例： <pre>switch(config)# router bgp 1.1</pre> | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。as-number引数は、ルータを他のBGPルータに対して識別し、ルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。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。 |
| ステップ 7 | vrf vrf-name 例： <pre>switch(config-router)# vrf vpn1 switch(config--router-vrf)#</pre> | BGP プロセスをVRFに関連付けます。vrf-name引数には最大32文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 8 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： <pre>switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-vrf-af)#</pre> | IPv4 アドレスファミリ タイプを指定し、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 9 | redistribute static route-map map-name 例： <pre>switch(config-router-vrf-af)# redistribute static route-map StaticMap</pre> | スタティックルートをBGPに再配布します。 マップ名には最大63文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 10 | redistribute direct route-map map-name 例： <pre>switch(config-router-vrf-af)# redistribute direct route-map StaticMap</pre> | 直接接続されたルートをBGPに再配布します。 マップ名には最大63文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 11 | show { ipv4 ipv6 } route vrf vrf-name 例： | (任意) ルートに関する情報を表示します。 |

BGP を PE ルータと CE ルータ間のルーティング プロトコルに設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| | switch(config-router-vrf-af) # show ip ipv4 route vrf vpn1 | vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字 文字列を指定します。大文字と小文字 は区別されます。 |
| ステップ 12 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

BGP を PE ルータと CE ルータ間のルーティング プロトコルに設定

eBGP を使用して PE-to-CE ルーティング セッション用の PE ルータを設定できます。

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 | feature bgp 例： switch(config) # feature bgp switch(config) # | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | router bgp as - number 例： switch(config) # router bgp 1.1 switch(config-router) # | BGP ルーティング プロセスを設定し、 ルータ コンフィギュレーション モード を開始します。 as-number 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルー ティング情報にタグを設定する自律シス テムの番号を示します。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。 |
| ステップ 4 | vrf vrf-name 例： switch(config-router) # vrf vpn1 switch(config--router-vrf) # | BGP プロセスを VRF に関連付けます。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字 文字列を指定します。大文字と小文字は 区別されます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 5 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 remote-as 1.1 switch(config-router-neighbor) # | エントリを iBGP ネイバーテーブルに追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 6 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-vrf-af) # | 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て、標準 IPv4 または IPv6 アドレス プレフィックスを使用する、BGP などのルーティング セッションを設定します。 |
| ステップ 7 | show bgp { vpng4 vpng6 } unicast neighbors vrf vrf-name 例： switch(config-router-neighbor-af) # show bgp vpng4 unicast neighbors | (任意) BGP ネイバーに関する情報を表示します。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 8 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

PE ルータと CE ルータ間での RIPv2 の設定

RIP を使用して PE-to-CE ルーティング セッション用の PE ルータを設定できます。

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 | feature rip 例： switch(config)# feature rip switch(config) # | RIP 機能を有効にします。 |
| ステップ 3 | router rip instance-tag 例： | RIP をイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 |

■ PE ルータと CE ルータ間での OSPF の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | switch(config)# router rip Test1 | instance-tag には最大 20 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 4 | vrf vrf-name 例： switch(config-router)# vrf vpn1 switch(config--router-vrf)# | RIP プロセスを VRF に関連付けます。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 5 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-vrf-af)# | アドレス ファミリ タイプを指定し、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 6 | redistribute { bgp as direct { egrip ospf rip } instance-tag static } route-map map-name vrf-name 例： switch(config-router-vrf-af)# show ip rip vrf vpn1 | ルートを 1 つのルーティング ドメインから他のルーティング ドメインに再配布します。 as 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数でできます。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。instance-tag は、大文字と小文字が区別される 20 文字以下の任意の英数字文字列でできます。 |
| ステップ 7 | show ip rip vrf vrf-name 例： switch(config-router-vrf-af)# show ip rip vrf vpn1 | (任意) RIP に関する情報を表示します。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 8 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

■ PE ルータと CE ルータ間での OSPF の設定

OSPFv2 を使用して PE-to-CE ルーティング セッション用の PE ルータを設定できます。MPLS ネットワークの一部ではない OSPF バックドア リンクがある場合は、オプションで OSPF 模造リンクを作成できます。

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 | feature ospf 例： switch(config)# feature ospf switch(config)# | OSPF 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | router ospf instance-tag 例： switch(config)# router ospf Test1 | OSPF をイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーションモードを開始します。 instance-tag には最大 20 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 4 | vrf vrf-name 例： switch(config-router)# vrf vpn1 switch(config--router-vrf)# | ルータ VRF 設定モードを開始します。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 5 | area area-id sham-link source-address destination-address 例： switch(config-router-vrf)# area 1 sham-link 10.2.1.1 10.2.1.2 | (任意) PE インターフェイス上の模造リンクを、指定した OSPF エリア内に設定します。エンドポイントとして各ループバック インターフェイスを IP アドレスで指定します。 PE の両エンドポイントで模造リンクを設定する必要があります。 |
| ステップ 6 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-router)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-vrf-af)# | アドレスファミリ タイプを指定し、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 7 | redistribute { bgp as direct { eigrp ospf rip } instance-tag static } route-map map-name 例： | BGP を EIGRP に再配布します。 BGP ネットワークの自律システム番号は、このステップで設定されます。BGP |

■ PE ルータと CE ルータ間での EIGRP の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | <pre>switch(config-router-vrf-af)# redistribute bgp 1.0 route-map BGPMap</pre> | <p>を CE サイトの EIGRP に再配布して、EIGRP 情報を伝送する BGP ルートを受け入れるようにする必要があります。また、BGP ネットワークにメトリックを指定する必要があります。</p> <p>マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。</p> |
| ステップ 8 | autonomous-system as-number 例： <pre>switch(config-router-vrf-af)# autonomous-system 1.3</pre> | <p>(任意) 自律システム番号を、カスタマーサイトのこのアドレスファミリに指定します。</p> <p>as-number 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数でできます。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> |
| ステップ 9 | show ip eigrp vrf vrf-name 例： <pre>switch(config-router-vrf-af)# show ipv4 eigrp vrf vpn1</pre> | <p>(任意) この VRF の EIGRP に関する情報を表示します。</p> <p>vrf-name には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。</p> |
| ステップ 10 | copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config</pre> | <p>(任意) 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。</p> |

■ PE ルータと CE ルータ間での EIGRP の設定

PE ルータと CE ルータ間で Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) を使用して MPLS 対応 BGP コア ネットワーク経由で EIGRP カスタマーネットワークがトランスペアレンティに接続されるように PE ルータを設定できます。これにより、EIGRP ルートが BGP ネットワークの VPN を経由して内部 BGP (iBGP) ルートとして再配布されます。

始める前に

ネットワーク コアで BGP を設定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 | feature eigrp 例： switch(config)# feature eigrp switch(config)# | EIGRP 機能を有効にします。 |
| ステップ 3 | router eigrp instance-tag 例： switch(config)# router eigrp Test1 | EIGRP インスタンスを設定し、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 instance-tag には最大 20 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 4 | vrf vrf-name 例： switch(config-router)# vrf vpn1 switch(config-router-vrf)# | ルータ VRF 設定モードを開始します。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 5 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-vrf-af)# | (任意) 標準 IPv4 アドレス プレフィックスを使用するルーティング セッションを設定するために、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 6 | redistribute bgp as-number route-map map-name 例： switch(config-router-vrf-af)# redistribute bgp 235354 route-map mtest1 | ルートを 1 つのルーティング ドメイン から他のルーティング ドメインに再配布します。 AS 番号としては、16 ビット整数または 32 ビット整数があり得ます。後者の場合、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。instance-tag には最大 20 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 7 | show ip ospf instance-tag vrf vrf-name 例： | (任意) OSPF に関する情報を表示します。 |

MPLS VPN での BGP の PE-CE 再配布の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | switch(config-router-vrf-af)# show ip rip vrf vpn1 | |
| ステップ 8 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

MPLS VPN での BGP の PE-CE 再配布の設定

PE-CE プロトコルが BGP ではない場合は、MPLS レイヤ 3 VPN サービスを提供するすべての PE ルータで、PE-CE ルーティングプロトコルが配布されるように BGP を設定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 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | router bgp <i>instance-tag</i> 例： switch(config)# router bgp 1.1 switch(config-router)# | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。as-number 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数でできます。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。 |
| ステップ 4 | router id <i>ip-address</i> 例： switch(config-router)# router-id 192.0.2.255 1 switch(config-router)# | (任意) BGP ルータ ID を設定します。この IP アドレスによって、この BGP スピーカを特定します。このコマンドによって、BGP ネイバーセッションの自動通知およびセッションリセットが開始されます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| ステップ 5 | router id ip-address remote-as as-number 例 : <pre>switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 remote-as 1.2 switch(config-router-neighbor)#</pre> | BGP ネイバーテーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエントリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 6 | update-source loopback [0 1] 例 : <pre>switch(config-router-neighbor)# update-source loopback 0#</pre> | BGP セッションの送信元アドレスを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例 : <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family vpnv4 switch(config-router-neighbor-af)#</pre> | 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て、標準 VPNv4 または VPNv6 アドレスプレフィックスを使用する、BGP などのルーティング セッションを設定します。unicast キーワード (任意) では、VPNv4 または VPNv6 ユニキャストアドレスプレフィックスを指定します。 |
| ステップ 8 | send-community extended 例 : <pre>switch(config-router-neighbor-af)# send-community extended</pre> | コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。 |
| ステップ 9 | vrf vrf-name 例 : <pre>switch(config-router-neighbor-af)# vrf vpn1 switch(config-router-vrf)#</pre> | ルータ VRF 設定モードを開始します。vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 10 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例 : <pre>switch(config-router-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-vrf-af)#</pre> | 標準 IPv4 または VPNv6 アドレスプレフィックスを使用するルーティング セッションを設定するために、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 11 | redistribute { direct { eigrp ospfv3 ospfv3 rip } instance-tag static } route-map map-name 例 : <pre>switch(config-router-af-vrf)# redistribute eigrp Test2 route-map EigrpMap</pre> | ルートを 1 つのルーティング ドメインから他のルーティング ドメインに再配布します。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。 |

■ ハブ アンド スポーク トポロジの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| | | instance-tag には最大 20 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。map-name には最大 63 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 12 | show bgp { ipv4 ipv6 } unicast vrf <i>vrf-name</i> 例： switch(config-router--vrf-af) # show bgp ipv4 unicast vrf vpn1vpn1 | (任意) BGP に関する情報を表示します。 <i>vrf-name</i> 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 13 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

ハブ アンド スポーク トポロジの設定

ハブ PE ルータにおける VRF の設定

ハブ PE ルータ上でハブ アンド スポーク VRF を設定できます。

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 | install feature-set mpls 例： switch(config) # install feature-set mpls switch(config) # | MPLS フィーチャ セットをインストールします。 |
| ステップ 3 | feature-set mpls 例： switch(config) # feature-set mpls switch(config) # | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls l3vpn 例： | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | switch(config)# feature-set mpls l3vpn switch(config)# | |
| ステップ 5 | vrf context vrf-hub 例： switch(config)# vrf context 2hub switch(config-vrf)# | VRF名を割り当て、VRF コンフィギュレーションモードを開始することにより、PE ハブの VPN ルーティングインスタンスを定義します。vrf-hub引数には最大32文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 6 | rd route-distinguisher 例： switch(config-vrf)# rd 1.2:1 switch(config-vrf)# | ルート識別子を設定します。 route-distinguisher引数によって、8 バイトの値がIPv4 プレフィックスに追加され、VPN IPv4 プレフィックスが作成されます。RD は、次のいずれかの形式で入力できます。 <ul style="list-style-type: none"> 16 ビットまたは32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-vrf-af-ipv4)# | IPv4 アドレスファミリ タイプを指定し、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 8 | route-target { import export } route-target-ext-community 例： switch(config-vrf-af-ipv4)# route-target import 1.0:1 | 次のように VRF 用にルート ターゲット拡張コミュニティを指定します。 <ul style="list-style-type: none"> import キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティからインポートされます。 export キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティにエクスポートされます。 route-target-ext-community 引数により、ルート ターゲット拡張コミュニティ属性が、インポート、またはエクスポートのルート ターゲッ |

■ ハブ PE ルータにおける VRF の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| | | <p>ト拡張コミュニティの VRF リストに追加されます。</p> <p>route-target-ext-community 引数は、次のいずれかの形式で入力できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 • 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 9 | vrf context <i>vrf-spoke</i> 例： <pre>switch(config-vrf-af-ipv4)# vrf context 2spokes</pre> <pre>switch(config-vrf) #</pre> | VRF 名を割り当て、VRF コンフィギュレーションモードを開始することにより、PE スpoke の VPN ルーティングインスタンスを定義します。vrf-spoke 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 10 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： <pre>switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast</pre> <pre>switch(config-vrf-af-ipv4) #</pre> | IPv4 アドレス ファミリ タイプを指定し、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 11 | route-target { import export } route-target-ext-community 例： <pre>switch(config-vrf-af-ipv4)# route-target export 1:100</pre> | <p>次のように VRF 用にルートターゲット拡張コミュニティを指定します。</p> <ul style="list-style-type: none"> • VRF 用にルートターゲット拡張コミュニティを作成します。import キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティからインポートされます。export キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティにエクスポートされます。 <p>route-target-ext-community 引数により、ルートターゲット拡張コミュニティ属性が、インポート、またはエクスポートのルートターゲット拡張コミュニティの VRF リスト</p> |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| | | <p>に追加されます。</p> <p>route-target-ext-community 引数は、次のいずれかの形式で入力できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 • 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 12 | show running-config vrf <i>vrf-name</i> 例 : <pre>switch(config-vrf-af-ipv4)# show running-config vrf 2spokes</pre> | <p>(オプション) VRF の実行コンフィギュレーションを表示します。</p> <p><i>vrf-name</i> 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。</p> <p>。</p> |
| ステップ 13 | copy running-config startup-config 例 : <pre>switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config</pre> | (任意) 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。 |

ハブ PE ルータにおける eBGP の設定

eBGP を使用して PE-to-CE ハブ ルーティング セッションを設定できます。



(注) すべての CE サイトが同じ BGP AS 番号を使用している場合は、次のタスクを実行する必要があります。

- PE (ハブ) で BGP **as-override** コマンドを設定するか、受信 CE ルータで **allowas-in** コマンドを設定します。
- ある ASN から学習した BGP ルートを同じ ASN に戻してアドバタイズするには、ループバックを防止するために、PE ルータで **disable-peer-as-check** コマンドを設定します。

■ ハブ PE ルータにおける eBGP 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 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls | MPLS フィーチャ セットをイネーブル にします。 |
| ステップ 3 | feature mpls l3vpn 例： switch(config)# feature mpls l3vpn | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブル にします。 |
| ステップ 4 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブル にします。 |
| ステップ 5 | router bgp as-number 例： switch(config)# router bgp 1.1 switch(config-router)# | BGP ルーティングプロセスを設定し、 ルータ コンフィギュレーションモード を開始します。 <i>as-number</i> 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。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。 |
| ステップ 6 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 remote-as 1.2 switch(config-router-neighbor) # | エントリを iBGP ネイバーテーブルに 追加します。 • <i>ip-address</i> 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを 指定します。 • <i>as-number</i> 引数には、ネイバーが属 している自律システムを指定しま す。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例 : <pre>switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af)#</pre> | IP アドレスファミリ タイプを指定し、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 8 | send-community extended 例 : <pre>switch(config-router-neighbor-af)# send-community extended</pre> | (任意) 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 9 | vrf vrf-hub 例 : <pre>switch(config-router-neighbor-af)# vrf 2hub switch(config-router-vrf)#</pre> | VRF 設定 モードを開始します。vrf-hub 引数には最大32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 10 | neighbor ip-address remote-as as-number 例 : <pre>switch(config-router-vrf)# neighbor 33.0.0.33 1 remote-as 150 switch(config-router-vrf-neighbor)# </pre> | BGP またはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルに、この VRF のためのエントリを追加します。 <ul style="list-style-type: none"> ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 11 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例 : <pre>switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af)#</pre> | IP アドレスファミリ タイプを指定し、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 | as-override 例 : <pre>switch(config-router-neighbor-af)# as-override</pre> | (オプション) 更新を送信するときに AS 番号を上書きします。すべての BGP サイトが同じ AS 番号を使用している場合、次のコマンドのいずれか : <ul style="list-style-type: none"> PE (ハブ) で BGP as-override コマンドを設定します または 受信 CE ルータで allowas-in コマンドを設定します。 |

■ ハブ CE ルータにおける eBGP の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 13 | vrf <i>vrf-spoke</i> 例： switch(config-router-vrf-neighbor-af)# vrf 2spokes switch(config-router-vrf)# | VRF 設定モードを開始します。 vrf-spoke 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 14 | neighbor <i>ip-address</i> <i>remote-as</i> <i>as-number</i> 例： switch(config-router-vrf)# neighbor 33.0.0.33 1 remote-as 150 switch(config-router-vrf-neighbor)# | BGP またはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルに、この VRF のためのエントリを追加します。 <ul style="list-style-type: none"> ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 15 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-vrf-neighbor-af) # | IP アドレスファミリタイプを指定し、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 16 | allowas-in [<i>number</i>] 例： switch(config-router-vrf-neighbor-af) # allowas-in 3 | (オプション) AS パスでの AS 番号の重複を許可します。 VPN アドレスファミリコンフィギュレーションモード (PE スポーク) およびネイバーモード (PE ハブ) で、このパラメータを設定します。 |
| ステップ 17 | show running-config bgp <i>vrf-name</i> 例： switch(config-router-vrf-neighbor-af) # show running-config bgp | (任意) BGP の実行コンフィギュレーションを表示します。 |
| ステップ 18 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

ハブ CE ルータにおける eBGP の設定

eBGP を使用して PE-to-CE ハブ ルーティング セッションを設定できます。



(注) すべての CE サイトが同じ BGP AS 番号を使用している場合は、次のタスクを実行する必要があります。

- PE (ハブ) で `as-override` コマンドを設定するか、受信 CE ルータで `allowas-in` コマンドを設定します。
- CE ルータで `disable-peer-as-check` コマンドを設定します。
- ある ASN から学習した BGP ルートを同じ ASN に戻しアドバタイズするには、ループバックを防止するために、PE ルータで `disable-peer-as-check` コマンドを設定します。

手順

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 1 | configure terminal 例： <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 2 | feature-set mpls 例： <code>switch(config)# feature-set mpls</code> | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | feature mpls l3vpn 例： <code>switch(config)# feature mpls l3vpn</code> | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature bgp 例： <code>switch(config)# feature bgp</code> <code>switch(config)#</code> | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | router bgp as-number 例： <code>switch(config)# router bgp 1.1</code> <code>switch(config-router)#</code> | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。 as-number 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数できます。上位 16 ビット 10 進数と下位 16 ビット 10 進数による <code>xx.xx</code> という形式です。 |

■ ハブ CE ルータにおける eBGP の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 6 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 remote-as 1.2 switch(config-router-neighbor)# | エントリを iBGP ネイバーテーブルに追加します。 <ul style="list-style-type: none">ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af)# | IP アドレスファミリタイプを指定し、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 8 | send-community extended 例： switch(config-router-neighbor-af)# send-community extended | (任意) 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 9 | vrf vrf-hub 例： switch(config-router-neighbor-af)# vrf 2hub switch(config-router-vrf)# | VRF 設定モードを開始します。vrf-hub 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 10 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： switch(config-router-vrf)# neighbor 33.0.0.33 1 remote-as 150 switch(config-router-vrf-neighbor)# | BGP またはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルに、この VRF のためのエントリを追加します。 <ul style="list-style-type: none">ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 11 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-vrf-neighbor-af)# | IP アドレスファミリタイプを指定し、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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 12 | as-override 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor-af)# as-override</pre> | (オプション) 更新を送信するときに AS 番号を上書きします。すべての BGP サイトが同じ AS 番号を使用している場合、次のコマンドのいずれか： <ul style="list-style-type: none"> • PE (ハブ) で BGP as-override コマンドを設定します または • 受信 CE ルータで allowas-in コマンドを設定します。 |
| ステップ 13 | vrf vrf-spoke 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor-af)# vrf 2spokes switch(config-router-vrf)# </pre> | VRF 設定モードを開始します。 vrf-spoke 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 14 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： <pre>switch(config-router-vrf)# neighbor 33.0.0.33 1 remote-as 150 switch(config-router-vrf-neighbor)# </pre> | BGP またはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルに、この VRF のためのエントリを追加します。 <ul style="list-style-type: none"> • ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 • as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 15 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router--vrf-neighbor-af)# </pre> | IP アドレスファミリ タイプを指定し、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 16 | allowas-in [number] 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor-af)# allowas-in 3</pre> | (オプション) AS パスでの AS 番号の重複を許可します。 VPN アドレスファミリ コンフィギュレーション モード (PE スポーク) およびネイバーモード (PE ハブ) で、このパラメータを設定します。 |
| ステップ 17 | show running-config bgp vrf-name 例： | (任意) BGP の実行コンフィギュレーションを表示します。 |

■ スポーク PE ルータにおける VRF の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | switch(config-router-vrf-neighbor-af) # show running-config bgp | |
| ステップ 18 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

■ スポーク PE ルータにおける VRF の設定

スローク PE ルータ上でハブ アンド スローク VRFs を設定できます。

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 | install feature-set mpls 例： switch(config) # install feature-set mpls switch(config) # | MPLS 機能セットを有効化します。 |
| ステップ 3 | feature-set mpls 例： switch(config) # feature-set mpls switch(config) # | MPLS フィーチャセットをイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls l3vpn 例： switch(config) # feature-set mpls l3vpn switch(config) # | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | vrf context vrf-spoke 例： switch(config) # vrf context spoke switch(config-vrf) # | VRF名を割り当て、VRFコンフィギュレーションモードを開始することにより、PE スロークのVPNルーティングインスタンスを定義します。vrf-spoke引数には最大32文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 6 | rd <i>route-distinguisher</i> 例 : <pre>switch(config-vrf)# rd 1.101 switch(config-vrf)#+</pre> | ルート識別子を設定します。 <i>route-distinguisher</i> 引数によって、8 バイ トの値が IPv4 プレフィックスに追加さ れ、VPN IPv4 プレフィックスが作成さ れます。RD は、次のいずれかの形式 で入力できます。 <ul style="list-style-type: none"> 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番 号:32 ビットの番号。1.2:3 など。 32 ビットの IP アドレス:16 ビット の番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例 : <pre>switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-vrf-af-ipv4)#+</pre> | IPv4 アドレス ファミリ タイプを指定 し、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 8 | route-target { import export } route-target-ext-community { } 例 : <pre>switch(config-vrf-af-ipv4)# route-target import 1.0:1</pre> | 次のように VRF 用にルート ターゲッ ト拡張 コミュニティを指定します。 <ul style="list-style-type: none"> import キーワードを使用すると、 ルーティング 情報がターゲット VPN 拡張 コミュニティからイン ポートされます。 export キーワードを使用すると、 ルーティング 情報がターゲット VPN 拡張 コミュニティにエクス ポートされます。 route-target-ext-community 引数によ り、ルート ターゲット拡張 コミュ ニティ 属性が、インポート、また はエクスポートのルート ターゲッ ト拡張 コミュニティの VRF リスト に追加されます。 route-target-ext-community 引数は、 次のいずれかの形式で入力できま す。 16 ビットまたは 32 ビットの AS 番号:32 ビットの番号。 1.2:3 など。 |

■ スポーク PE ルータにおける eBGP の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 32 ビットの IP アドレス:16 ビットの番号。192.0.2.1:1 など。 |
| ステップ 9 | show running-config vrf vrf-name 例： switch(config-vrf-af-ipv4)# show running-config vrf 2spokes | (オプション) VRF の実行コンフィギュレーションを表示します。 vrf-name 引数には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 。 |
| ステップ 10 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

■ スポーク PE ルータにおける eBGP の設定

eBGP を使用して PE スポーク ルーティング セッションを設定できます。



(注) すべての CE サイトが同じ BGP AS 番号を使用している場合は、次のタスクを実行する必要があります。

- 認識しているスパーク ルータで `allowas-in` コマンドを設定します。

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 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | feature mpls l3vpn 例： switch(config)# feature mpls l3vpn | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 4 | feature bgp 例： <pre>switch(config)# feature bgp switch(config)#</pre> | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | router bgp as - number 例： <pre>switch(config)# router bgp 100 switch(config-router)#</pre> | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。 <i>as-number</i> 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数できます。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。 |
| ステップ 6 | neighbor ip-address remote-as as-number 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 63.63.0.63 remote-as 100 switch(config-router-neighbor)#</pre> | エントリを iBGP ネイバー テーブルに追加します。 <ul style="list-style-type: none"> • <i>ip-address</i> 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 • <i>as-number</i> 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af)# </pre> | IPv4 または IPv6 アドレス ファミリ タイプを指定し、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 8 | allowas-in number 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor-af)# allowas-in 3</pre> | (任意) 指定した回数だけ、PE ASN が設定された AS パスを許可します。 <ul style="list-style-type: none"> • 値の範囲は 1 ~ 10 です。 • すべての BGP サイトが同じ AS 番号を使用している場合は、次のコマンドを構成します。 <p>(注)</p> |

■ ハードウェア プロファイルコマンドを使用した **MPLS** の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| | | PE (ハブ) で BGP as-override コマンドを設定するか、受信 CE ルータで allowas-in コマンドを設定します。 <i>as-number</i> 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数になります。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。 |
| ステップ 9 | send-community extended 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# send-community extended</pre> | (任意) 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 10 | show running-config bgp 例： <pre>switch(config-router-vrf-neighbor-af)# show running-config bgp</pre> | (任意) BGP の実行コンフィギュレーションを表示します。 |
| ステップ 11 | copy running-config startup-config 例： <pre>switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config</pre> | (任意) 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。 |

ハードウェア プロファイルコマンドを使用した **MPLS** の設定

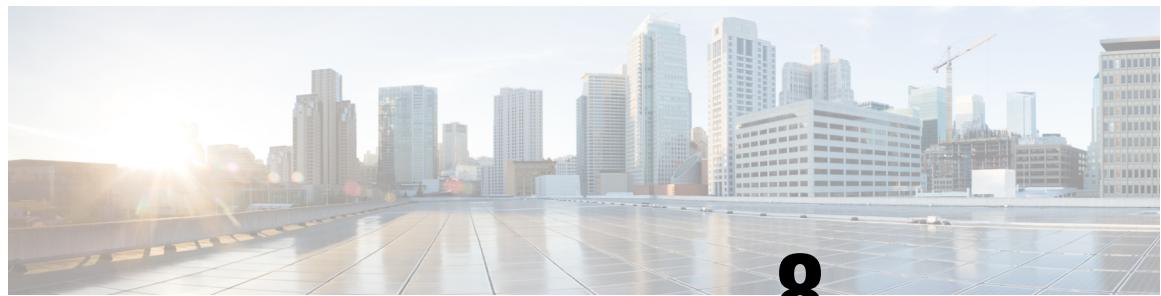
リリース 7.0(3)F3(3) 以降、N9K-X9636C-R、N9K-X9636C-RX、および N9K-X9636Q-R ラインカードを備えた Cisco Nexus 9508 スイッチは、複数のハードウェアプロファイルをサポートします。スイッチでハードウェアプロファイルコンフィギュレーションコマンドを使用して、MPLS およびまたは VXLAN を設定できます。ハードウェアプロファイルコンフィギュレーションコマンドは、スイッチで使用可能な適切なコンフィギュレーションファイルを呼び出します。VXLAN はデフォルトで有効になっています。

始める前に

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 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | hardware profile [vxlan mpls] module all 例： switch(config)# hardware profile mpls module all | すべてのスイッチ モジュールで MPLS を有効にします。。 |
| ステップ 4 | show hardware profile module [all number] 例： switch(config)# show hardware profile module all switch(config)# | すべてのモジュールまたは特定のモジュールのハードウェア プロファイルを表示します。 |
| ステップ 5 | show module internal sw info [i mpls] 例： switch(config)# show module internal sw info | スイッチのソフトウェア情報を表示します。 |
| ステップ 6 | show running configuration [i mpls] 例： switch(config)# show module internal sw info | 実行設定を表示します。 |

■ ハードウェア プロファイル コマンドを使用した MPLS の設定



第 8 章

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定

この章では、Cisco Nexus 9508 スイッチでマルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) レイヤ 3 仮想プライベート ネットワーク (L3VPN) のラベル割り当てを設定する方法について説明します。

- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てについて (117 ページ)
- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての前提条件 (120 ページ)
- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てに関する注意事項と制限事項 (120 ページ)
- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てのデフォルト設定 (121 ページ)
- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定 (121 ページ)
- アドバタイズと撤回のルール (126 ページ)
- ローカルラベル割り当ての有効化 (128 ページ)
- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定の確認 (130 ページ)
- MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定例 (130 ページ)

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てについて

MPLS プロバイダー エッジ (PE) ルータには、ローカルルートとリモートルートの両方が格納されており、各ルートに対するラベルエントリも含まれています。デフォルトでは、Cisco NX-OS はプレフィックス単位のラベル割り当てを使用します。プレフィックスごとに 1 つのラベルが割り当てられます。分散プラットフォームでは、プレフィックス単位のラベルによりメモリが消費されます。多数の VPN ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンスおよびルートが存在する場合、プレフィックス単位のラベルにより消費されるメモリ量が問題となります。

VRF 全体でローカルルートに单一の VPN ラベルがアドバタイズされるように、VRF 単位のラベル割り当てをイネーブルにすることができます。ルータは、VRF デコードおよび IP ベースのルックアップに新しい VPN ラベルを使用して、PE またはカスタマーエッジ (CE) インターフェイスのパケットの転送先を学習します。

ボーダー ゲートウェイ プロトコル (BGP) レイヤ 3 VPN ルートごとに異なるラベル割り当て モードをイネーブルにすることができます。これにより、異なる要件を満たし、拡張性とパフォーマンスの間のトレードオフを実現することができます。ラベルはすべてグローバルラベ

■ IPv6 ラベルの割り当て

ルスペース内で割り当てられます。Cisco NX-OS は、次のラベル割り当てモードをサポートしています。

- プレフィックス単位：各 VPN プレフィックスに 1 つのラベルが割り当てられます。ラベル転送テーブルに基づき、リモート PE から着信する VPN パケットは接続された CE に直接転送できます。CE にはプレフィックスがアドバタイズされます。しかし、このモードでは多くのラベルが使用されます。このモードが利用可能なのは、PE から CE に送信される VPN パケットがラベルスイッチングされる場合のみです。これがデフォルトのラベル割り当てモードになります。
- VRF 単位：VRF のローカル VPN ルートすべてに单一のラベルが割り当てられます。このモードでは、VPN ラベルが出力 PE で削除されると、VRF の転送テーブルで IPv4 ルックアップまたは IPv6 ルックアップが必要になります。このモードは、ラベルスペースと BGP アドバタイズメントに関して最も効率的であり、ルックアップによってパフォーマンスが低下することはありません。Cisco NX-OS では、IPv4 プレフィックスおよび IPv6 プレフィックスの両方で同じ VRF 単位のラベルを使用します。



(注) EIBGP ロード バランシングでは、VRF 単位のラベルモードを使用する VRF はサポートされません。

- 集約ラベル：BGP は、集約プレフィックスのローカル ラベルを割り当てたり、アドバタイズしたりできます。転送時には、VRF 単位の場合と同じように IPv4 ルックアップまたは IPv6 ルックアップが必要になります。单一の VRF 単位のラベルは、ルックアップが必要なすべてのプレフィックスに割り当てられ、使用されます。
- VRF 接続されたルート：直接接続されたルートが再配布およびエクスポートされるときに、各ルートに集約ラベルが割り当てられます。コアから送信されるパケットは非カプセル化され、VRF の IPv4 テーブルまたは IPv6 テーブルで、ローカルルータへのパケットか、別のルータまたは直接接続されたホストへのパケットかを判断するためにルックアップが行われます。单一の VRF 単位のラベルは、これらすべてのルートに割り当てられます。
- ラベルの抑制：ローカルラベルがこれ以上プレフィックスに関連付けられないときは、他の PE に送信されるアップデートの時間を確保するために、ローカルラベルがすぐに解放されない場合があります。ラベルごとに 10 分の抑制タイマーが作動します。この間、ラベルをプレフィックスに対して再利用することができます。タイマーが切れるとき、BGP はラベルを解放します。

IPv6 ラベルの割り当て

IPv6 プレフィックスは、割り当てられたラベルとともに、ラベル付きユニキャストアドレスファミリがイネーブルになっている iBGP ピアにアドバタイズされます。着信した eBGP ネクストホップはこのピアに伝播されず、代わりにローカル IPv4 セッションのアドレスが IPv4 射影 IPv6 ネクストホップとして送信されます。リモートピアは、コアネットワーク内の 1 つまたは複数の IPv4 MPLS LSP を介してこのネクストホップを解決します。

ルートリフレクタを使用して、PE 間のラベル付き 6PE プレフィックスをアドバタイズできます。このとき、ルートリフレクタとこれらすべてのピアの間で、ラベル付きユニキャストアドレス ファミリをイネーブルにする必要があります。ルートリフレクタは転送パスにある必要はなく、受信したネクスト ホップをそのまま iBGP ピアおよびルートリフレクタ クライアントに伝播します。



(注) 6PE は、6VPE と同様に、プレフィックス単位および VRF 単位のラベル割り当てモードの両方をサポートします。

VRF 単位のラベル割り当てモード

VRF 単位のラベル割り当てを設定する場合、次の条件が適用されます。

- VRF は、すべてのローカル ルートに対して 1 つのラベルを使用します。
- VRF 単位のラベル割り当てをイネーブルにした場合、すべての既存の VRF 単位の集約ラベルが使用されます。VRF 単位の集約ラベルが存在しない場合は、ソフトウェアによって新規の VRF 単位のラベルが作成されます。
- VRF 単位のラベルの割り当てをディセーブルにした場合、デフォルトのプレフィックス単位のラベリング設定に戻るため、CE がデータを失うことはありません。
- VRF 単位ラベルのフォワーディング エントリは、VRF、BGP、またはアドレス ファミリ設定が削除された場合にのみ、削除されます。

ラベル付きユニキャスト パスとラベルなしユニキャスト パスについて

後続アドレス ファミリ識別子 (SAFI) は、BGP ルートの指標です。例 1 はラベルなしルート、4 はラベル付きルートです。

- IPv4 のラベルなしユニキャスト (U) は SAFI 1 です。
- IPv4 のラベル付きユニキャスト (LU) は SAFI 4 です。
- IPv6 のラベルなしユニキャスト (U) は、AFI 2 および SAFI 1 です。
- IPv6 のラベル付きユニキャスト (LU) は、AFI 2 および SAFI 4 です。

Cisco NX-OS リリース 9.2(2) は、1 つの BGP セッションで、IPv4 と IPv6 のラベルなしおよびラベル付きユニキャストの両方をサポートします。この動作は、同じセッションで SAFI-1 と SAFI-4 の一方または両方が有効になっているかどうかに関係なく同じです。

この動作は、すべての eBGP、iBGP、および再配布パスと、eBGP および iBGP ネイバーに適用されます。

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての前提条件

レイヤ 3 VPN ラベルの割り当てには、次の前提条件があります。

- ネットワークに MPLS、および LDP と RSVP TE のいずれかを設定する必要があります。PE ルータを含む、コア内のすべてのルータは、MPLS 転送をサポートできる必要があります。
- MPLS の正しいライセンスおよび MPLS で使用する他の機能をインストールすることが必要です。
- VRF 単位のラベル割り当てモードを設定する前に、外部/内部ボーダーゲートウェイ プロトコル (BGP) マルチパス機能がイネーブルになっている場合は、ディセーブルにします。
- VRF ラベル単位での 6VPE を設定する前に、IPv6 アドレス ファミリをその VRF で設定する必要があります。

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てに関する注意事項と制限事項

レイヤ 3 VPN ラベル割り当て設定時の注意事項と制限事項は次のとおりです。

- VRF 単位のラベル割り当てをイネーブルにすると、BGP 再コンバージェンスが発生します。これにより、MPLS VPN コアから発信されるトラフィックでのデータ損失につながる場合があります。



(注)

スケジュールされた MPLS メンテナンスの時間帯に VRF 単位のラベル割り当てをイネーブルにすることにより、ネットワークの中断を最小限に抑えることができます。また、可能であれば、現在アクティブなルータでこの機能をイネーブルにすることは避けてください。

- プレフィックス単位のラベル割り当てのための集約プレフィックスは、特定の VRF で同じラベルを共有します。

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当てのデフォルト設定

表 5: デフォルトのレイヤ 3 VPN ラベル割り当てパラメータ

| パラメータ | デフォルト |
|--------------|-----------|
| レイヤ 3 VPN 機能 | 無効 |
| ラベル割り当てモード | プレフィックス単位 |

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定

VRF 単位でのレイヤ 3 VPN ラベル割り当てモードの設定

レイヤ 3 VPN の VRF 単位でのレイヤ 3 VPN ラベル割り当てモードを設定できます。

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 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls switch(config)# | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls l3vpn 例： switch(config)# feature-set mpls l3vpn switch(config)# | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | router bgp as-number 例： switch(config)# router bgp 1.1 | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。as-number引数は、ルータ |

■ デフォルト VRF での IPv6 プレフィックスへのラベル割り当て

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | | タを他の BGP ルータに対して識別し、ルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。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。 |
| ステップ 6 | vrf vrf-name 例： switch(config-router)# vrf vpn1 | ルータ VRF 設定モードを開始します。vrf-name には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast multicast 例： switch(config-router-vrf)# address-family ipv6 unicast | IP アドレスファミリ タイプを指定し、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 8 | label-allocation-mode per-vrf 例： switch(config-router-vrf-af)# label-allocation-mode per-vrf | VRF 単位でラベルを割り当てます。 |
| ステップ 9 | show bgp l3vpn detail vrf vrf-name 例： switch(config-router-vrf-af)# show bgp l3vpn detail vrf vpn1 | (任意) この VRF の BGP でのレイヤ 3 VPN の設定に関する情報を表示します。vrf-name には最大 32 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 10 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

■ デフォルト VRF での IPv6 プレフィックスへのラベル割り当て

IPv4 MPLS 上で IPv6 を実行している場合、デフォルト VRF で IPv6 プレフィックスにラベルを割り当てるすることができます。



(注) デフォルトでは、デフォルト VRF で IPv6 プレフィックスにラベルは割り当てられません。

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 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls switch(config)# | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls l3vpn 例： switch(config)# feature-set mpls l3vpn switch(config)# | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | router bgp <i>as-number</i> 例： switch(config)# router bgp 1.1 | BGP ルーティング プロセスを設定し、ルータ コンフィギュレーションモードを開始します。as-number 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、ルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数でできます。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。 |
| ステップ 6 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast multicast 例： switch(config-router-vrf)# address-family ipv6 unicast | IP アドレス ファミリ タイプを指定し、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 7 | allocate-label { all route-map <i>route-map</i> } 例： switch(config-router-af)# allocate-label all | デフォルト VRF で IPv6 プレフィックスにラベルを割り当てます。 • all キーワードを使用すると、すべての IPv6 プレフィックスにラベルが割り当てられます。 |

■ iBGP ネイバーへの IPv4 MPLS コア ネットワーク (6PE) を介した IPv6 内の MPLS ラベル送信の有効化

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> route-map キーワードを使用すると、特定のルートマップで、マッチする IPv6 プレフィックスにラベルが割り当てられます。route-map には最大 63 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 8 | show running-config bgp 例： switch(config-router-af)# show running-config bgp | (任意) BGP の設定に関する情報を表示します。 |
| ステップ 9 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

iBGP ネイバーへの IPv4 MPLS コア ネットワーク (6PE) を介した IPv6 内の MPLS ラベル送信の有効化

6PE は、ラベル付きユニキャストアドレスファミリがイネーブルになっている iBGP ピアへの割り当てラベルを持つ IPv4 ベース MPLS ネットワーク上のグローバル VRF 内で、IPv6 プレフィックスをアドバタイズします。PE では、コアに面したインターフェイスで LDP が有効になっていて、IPv4 ベースの MPLS ネットワーク経由で IPv6 トライフィックが転送され、BGP の下で「address-family ipv6 labeled-unicast」により PE 間で IPv6 プレフィックスのラベルを交換される必要があります。



(注) **address-family ipv6 labeled-unicast** コマンドは iBGP ネイバーでのみサポートされます。このコマンドを **address-family ipv6 unicast** コマンドとともに使用することはできません。

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 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 2 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls switch(config)# | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature-set mpls l3vpn 例： switch(config)# feature-set mpls l3vpn switch(config)# | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | router bgp as-number 例： switch(config)# router bgp 1.1 | BGP ルーティング プロセスを設定し、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。as-number 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、ルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数でできます。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。 |
| ステップ 6 | neighbor ip-address 例： switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor) # | BGP ネイバーテーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエントリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family ipv6 labeled-unicast 例： switch(config-router-neighbor) # address-family ipv6 labeled-unicast switch(config-router-neighbor-af) # | IPv6 ラベル付きユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。このコマンドは、iBGP ネイバーによってのみ受け入れられます。 |
| ステップ 8 | show running-config bgp 例： switch(config-router-af) # show running-config bgp | (任意) BGP の設定に関する情報を表示します。 |

■ アドバタイズと撤回のルール

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 9 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

アドバタイズと撤回のルール

次の表は、さまざまなシナリオでのアドバタイズと撤回の動作を示しています。

表 6: アドバタイズと撤回のルール

| 大文字/小文字 | Bestpath/ Addpath のタイプ | ローカル ラベル が存在しますか? | NHS または NHU | Update-group SAFI | アドバタイズ または撤回? |
|---------|---------------------------|----------------------|-------------|-------------------|------------------|
| 1 | ラベルのないパス。たとえば、RX ラベルがない。 | はい | NHS | SAFI-1 | デフォルト トバタイズ |
| 2 | | | | SAFI-4 | アドバタイズ |
| 3 | | | NHU | SAFI-1 | アドバタイズ |

| 大文字/小文字 | Bestpath/ Addpath のタイプ | ローカル ラベル が存在しますか? | NHS または NHU | Update-group SAFI | アドバ タイズと 撤回のル ール |
|---------|----------------------------------|----------------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|
| 4 | | | | SAFI-4 | 出金 |
| 5 | | いいえ | NHS | SAFI-1 | アドバ タイズと 撤回のル ール |
| 6 | | | | SAFI-4 | 出金 |
| 7 | | | NHU | SAFI-1 | アドバ タイズと 撤回のル ール |
| 8 | | | | SAFI-4 | 出金 |
| 9 | ラベル付きのパス。た とえば、RX ラベルが ある。 | はい | NHS | SAFI-1 | デフォル トバタ ーン NbrKno 回。 |
| 10 | | | | SAFI-4 | アドバ タイズと 撤回のル ール |
| 11 | | | NHU | SAFI-1 | 出金 |
| 12 | | | | SAFI-4 | アドバ タイズと 撤回のル ール |
| 13 | | いいえ | NHS | SAFI-1 | アドバ タイズと 撤回のル ール |
| 14 | | | | SAFI-4 | 出金 |

■ ローカル ラベル割り当ての有効化

| 大文字/小文字 | Bestpath/ Addpath のタイプ | ローカル ラベル が存在しますか? | NHS または NHU | Update-group SAFI | アドバタイ ルまたは撤回? |
|---------|---------------------------|----------------------|-------------|-------------------|------------------|
| 15 | | | NHU | SAFI-1 | 出金 |
| | | | | SAFI-4 | アドバタイ |

ローカル ラベル割り当ての有効化

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 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 | feature bgp 例： <pre>switch(config)# feature bgp switch(config)#</pre> | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ3 | feature-set mpls 例： <pre>switch(config)# feature-set mpls switch(config)#</pre> | MPLS フィーチャ セットをイネーブル にします。 |
| ステップ4 | router bgp as-number 例： <pre>switch(config)# router bgp 1.1</pre> | BGP ルーティングプロセスを設定し、 ルータ コンフィギュレーションモード を開始します。as-number引数は、ル ータを他の BGP ルータに対して識別し、 ルーティング情報にタグを設定する自 律システムの番号を示します。AS 番号 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | | 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。 |
| ステップ 5 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast multicast } 例： <pre>switch(config-router-vrf)# address-family ipv4 unicast</pre> | IP アドレス ファミリ タイプを指定し、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 6 | allocate-label { all route-map route-map } 例： <pre>switch(config-router-af)# allocate-label all</pre> | デフォルト VRF で IPv6 プレフィックスにラベルを割り当てます。 <ul style="list-style-type: none">• all キーワードを使用すると、すべての IPv6 プレフィックスにラベルが割り当てられます。• route-map キーワードを使用すると、特定のルート マップで、マッチする IPv6 プレフィックスにラベルが割り当てられます。route-map には最大 63 文字の英数字文字列を指定します。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 7 | neighbor ip-address 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor)#</pre> | BGP ネイバーテーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエントリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ 8 | [no] advertise local-labeled-route 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# advertise local-labeled-route</pre> | IPv4 または IPv6 ユニキャスト SAFI (SAFI-1) を介して、BGP ネイバーに、ローカル ラベルを持つ IPv4 または IPv6 ルートをアドバタイズするかどうかを示します。デフォルトは有効になっているため、BGP ネイバーにアドバタイズできます。 |
| ステップ 9 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast multicast } 例： <pre>switch(config-router-vrf)# address-family ipv6 unicast</pre> | IP アドレス ファミリ タイプを指定し、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。 |

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定の確認

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 10 | [no] advertise local-labeled-route 例： switch(config-router-neighbor)# advertise local-labeled-route | IPv4 または IPv6 ユニキャスト SAFI (SAFI-1) を介して、BGP ネイバーに、ローカル ラベルを持つ IPv4 または IPv6 ルートをアドバタイズするかどうかを示します。デフォルトは有効になっているため、BGP ネイバーにアドバタイズできます。 |
| ステップ 11 | route-map label_routemap permit 10 例： switch(config-router-vrf)# route-map label_routemap permit 10 | |
| ステップ 12 | show running-config bgp 例： switch(config-router-af)# show running-config bgp | (任意) BGP の設定に関する情報を表示します。 |
| ステップ 13 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定の確認

レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

表 7: MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定の確認

| コマンド | 目的 |
|---|---------------------------------|
| show bgp l3vpn [detail] [vrf v rf-name] | VRF での BGP のレイヤ 3 VPN 情報を表示します。 |
| show bgp vpng4 unicast labels [vrf v rf-name] | BGP のラベル情報を表示します。 |
| show ip route [vrf v rf-name] | ルートのラベル情報を表示します。 |

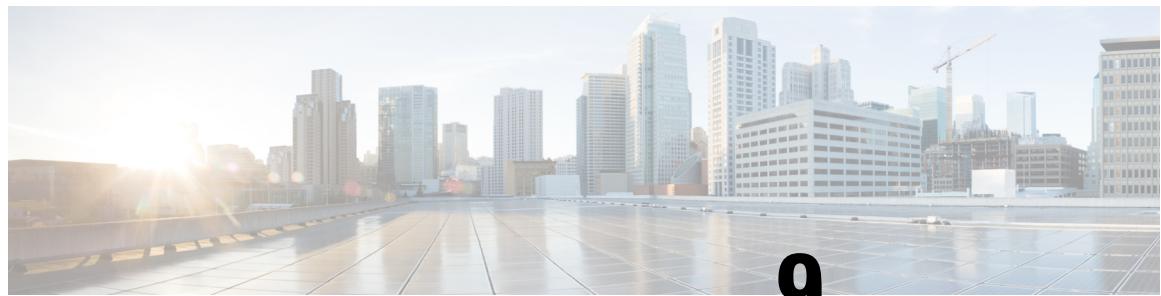
MPLS レイヤ 3 VPN ラベル割り当ての設定例

次に、IPv4 MPLS ネットワークの VRF 単位のラベル割り当てを設定する例を示します。

PE1

```
vrf context vpn1
rd 100:1
address-family ipv4 unicast
route-target export 200:1
router bgp 100
neighbor 10.1.1.2 remote-as 100
address-family vpnv4 unicast
send-community extended
update-source loopback10
vrf vpn1
address-family ipv4 unicast
label-allocation-mode per-vrf
neighbor 36.0.0.2 remote-as 300
address-family ipv4 unicast
```

■ MPLS レイヤ3 VPN ラベル割り当ての設定例



第 9 章

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定

この章では、Cisco Nexus 9508 スイッチでマルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS) レイヤ 3 仮想プライベート ネットワーク (VPN) のロード バランシングを設定する方法について説明します。

- [MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングに関する情報 \(133 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの前提条件 \(139 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングに関する注意事項と制限事項 \(139 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングのデフォルト設定 \(141 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定 \(141 ページ\)](#)
- [MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定例 \(145 ページ\)](#)

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングに関する情報

ロード バランシングは、個々のルーターに過度の負荷がかからないようにトラフィックを分散します。IMPLS レイヤ 3 ネットワークでは、ボーダー ゲートウェイ プロトコル (BGP) を使用することにより、ロード バランシングを実現します。ルーティング テーブルに複数の iBGP パスがインストールされている場合、ルート リフレクタは 1 つのパス (ネクスト ホップ) だけをアドバタイズします。ルータがルート リフレクタの背後にある場合、マルチホーム サイトに接続されているすべてのルートは、別のルート 識別子が仮想ルーティングおよび転送インスタンス (VRF) ごとに設定されていない限り、アドバタイズされません。 (ルート リフレクタは学習したルートをネイバーに渡すことで、すべての iBGP ピアをフルメッシュにしなくて もすむようにします)。

iBGP ロード バランシング

ローカル ポリシーが設定されていない BGP 対応ルーターが、同じ宛先の内部 BGP (iBGP) から複数のネットワーク層到達可能性情報 (NLRI) を受信すると、ルーターは 1 つの iBGP パスを最適パスとして選択し、その IP ルーティング テーブルに最適パスをインストールします。

■ eBGP ロード バランシング

iBGP ロード バランシングにより、BGP 対応ルータは、宛先への最適パスとして複数の iBGP パスを選択し、IP ルーティング テーブルに複数の最適パスをインストールできます。

eBGP ロード バランシング

ルータは、1 つのプレフィックスに対し、ネイバー自律システムから 2 つの同一 eBGP パスを学習した場合、ルート ID が小さいパスを最良パスとして選択します。この最良パスが IP ルーティング テーブルにインストールされます。eBGP ロード バランシングをイネーブルになると、ネイバー自律システムから複数の eBGP パスを学習したときに、最良パスを 1 つ選択するのではなく、複数のパスを IP ルーティング テーブルにインストールします。

パケット スイッチング中には、スイッチング モードに応じて、複数のパス間でパケット単位または宛先単位のロード バランシングが実行されます。

Layer 3 VPN ロード バランシング

eBGP および iBGP の両方に対するロード バランシング機能を使用すると、マルチホーム自律システムおよびプロバイダー エッジ (PE) ルータで、外部 eBGP (eBGP) および iBGP マルチパスの両方にわたってトラフィックを配信するように設定できます。

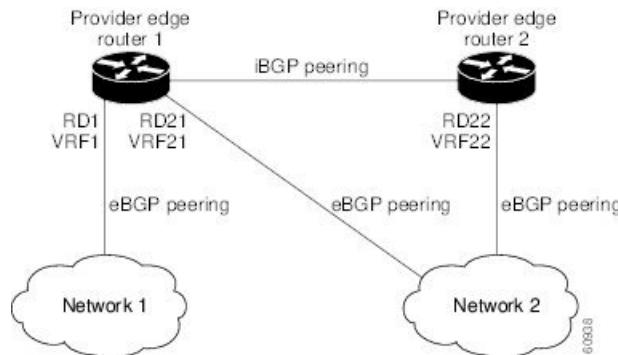
レイヤ 3 VPN ロード バランシングは、PE ルーターと VPN で IPv4 と IPv6 をサポートします。

BGP は、許可される最大数のマルチパスまでインストールします。BGP は、最良パス アルゴリズムを使用して、最良パスとして 1 つのパスを選択し、その最良パスをルーティング情報ベース (RIB) に挿入し、最良パスを BGP ピアにアドバタイズします。ルータは他のパスを RIB に挿入できますが、1 つのパスだけを最適なパスとして選択します。

レイヤ 3 VPN は、パケットごと、または送信元または宛先のペアごとにロード バランシングを行います。ロード バランシングを有効にするには、eBGP パスと iBGP パスの両方をインポートする VPN ルーティングおよび転送インスタンス (VRF) を含むレイヤ 3 VPN でルータを構成します。VRF ごとに個別にパスの数を設定できます。

次の図は、BGP を使用する MPLS プロバイダー ネットワークを示しています。この図では、2 つのリモート ネットワークが PE1 と PE2 に接続されており、どちらも VPN ユニキャスト iBGP ピアリング用に設定されています。ネットワーク 2 は、PE1 および PE2 に接続されているマルチホーム ネットワークです。またネットワーク 2 は、ネットワーク 1 とのエクストラネット VPN サービスが設定されています。ネットワーク 1 とネットワーク 2 は両方とも、PE ルータを使用した eBGP ピアリングが設定されています。

図 6: BGP を使用したプロバイダー MPLS ネットワーク



PE1 を設定して、iBGP パスと eBGP パスの両方をマルチパスとして選択し、これらのパスをネットワーク 1 の VPN ルーティングおよび転送インスタンス (VRF) にインポートして、ロードバランシングを実行できます。

トラフィックは次のように分散されます。

- ネットワーク 2 から PE1 および PE2 に送信される IP トラフィックは、IP トラフィックとして eBGP パスを経由して送信されます。
- PE1 から PE2 に送信される IP トラフィックは、MPLS トラフィックとして iBGP パスを介して送信されます。
- eBGP パスを介して送信されるトラフィックは、IP トラフィックとして送信されます。

ネットワーク 2 からアドバタイズされているすべてのプレフィックスは、ルート識別子 (RD) 21 と RD22 を経由し、PE1 によって受信されます。

- RD21 を経由するアドバタイズメントは IP パケットに伝送されます。
- RD22 を経由するアドバタイズメントは MPLS パケットに伝送されます。

ルータは両方のパスを VRF1 のマルチパスとして選択でき、これらのパスを VRF1 RIB にインストールできます。

ルートリフレクタを使用したレイヤ 3 VPN ロードバランシング

ルートリフレクタは、PE ルータでのセッション数を減らし、レイヤ 3 VPN ネットワークの拡張性を向上させます。ルートリフレクタは、PE ルータとピアリングするために、受信したすべての VPN ルートを保持します。異なる PE では、異なるルートターゲットタグ付き VPNv4 および VPNv6 ルートが必要になる場合があります。ルートリフレクタはまた、VRF 設定が変更されたときに特定のルートターゲットのリフレッシュを PE に送信する必要がある場合があります。すべてのルートを保存すると、ルートリフレクタのスケーラビリティ要件が増大します。ルートリフレクタはルートターゲットコミュニティの定義済みのセットを持つルートだけを保持するように設定できます。

さまざまな VPN セットにサービスを提供するようにルートリフレクタを設定し、PE で設定された VRF にサービスを提供するすべてのルートリフレクタとピアリングするように PE を設

■ レイヤ2ロードバランシングの併用

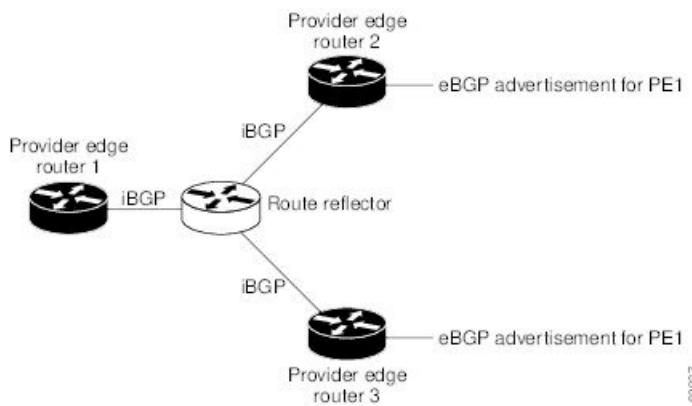
定できます。PE が、まだルートを保持していないルートターゲットを使用して、新しいVRF を設定すると、このPEはルートリフレクタに対してルート更新要求を発行し、関連するVPN ルートを取得します。

下の図に、3つのPEルータと1つのルートリフレクタを含むトポロジを示します。これらすべてには、iBGP ピアリングが設定されています。PE 2 と PE 3 はそれぞれ、PE 1 への等価ファレンス eBGP パスをアドバタイズします。デフォルトでは、ルートリフレクタは1つのパスだけを選択し、PE 1 にアドバタイズします。



(注) ルートリフレクタは転送パスに存在する必要はありませんが、マルチホームのVPNサイトに固有のルート識別子 (RD) を設定する必要があります。

図 7: ルートリフレクタを配置したトポロジ



PE1 への等価ファレンス パスのすべてがルートリフレクタを経由してアドバタイズされるためには、異なる RD を使用して各 VRF を設定する必要があります。ルートリフレクタによって受信されたプレフィックスは別々に認識され、PE 1 にアドバタイズされます。

レイヤ2ロードバランシングの併用

レイヤ2 VPN で必要とされるロードバランシング方式は、レイヤ3 VPN で使用される方式とは異なります。レイヤ3 VPN およびレイヤ2 VPN の転送は、2つの異なるタイプの隣接関係を使用して個別に実行されます。レイヤ2 VPN で別のロードバランシング方式を使用しても、転送は影響を受けません。



(注) レイヤ2 VPN の場合、入力 PE ではロードバランシングがサポートされません。

BGP VPNv4 マルチパス

BGP VPNv4 マルチパス機能は、自律システム ボーダールーター (ASBR) からマルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) クラウドネットワーク内のプロバイダーエッジ (PE) デ

バイスに向かって流れるトライックの等コストマルチパス (ECMP) を実現するのに役立ちます。プレフィックスと MPLS ラベルの数が少なくなります。この機能は、eBGP パスと iBGP パスの両方にマルチパスの最大数を設定します。この機能は、MPLS トポロジの PE デバイスおよびルートリフレクタで設定できます。

デュアルホームのカスタマー エッジ (CE) デバイスが 2 つの PE デバイスに接続されており、ASBR-2 から CE デバイスへのトライック フローで両方の PE デバイスを利用する必要があるシナリオを考えてみます。

現在、次の図に示すように、各 PE の仮想ルーティングおよび転送 (VRF) 機能は、個別のルート識別子 (RD) を使用して構成されています。CE デバイスは、BGP IPv4 プレフィックスを生成します。PE デバイスは 2 つの個別の RD で構成され、CE デバイスによって送信される BGP IPv4 プレフィックスに対して 2 つの異なる VPN-IPv4 プレフィックスを生成します。ASBR-1 は両方の VPN-IPv4 プレフィックスを受信し、ルーティングテーブルに追加します。ASBR-1 は、Inter-AS オプション B ラベル、Inlabel L1 および Inlabel L2 を両方の VPN ルートに割り当て、両方の VPN ルートを ASBR-2 にアドバタイズします。両方の PE デバイスを使用してトライック フローを維持するには、ASBR-1 で 2 つの Inter-AS オプション B ラベルと 2 つのプレフィックスを利用する必要があります。これにより、サポートできるスケールは制限されます。

図 8: 個別のルート識別子を使用して構成された各 PE での仮想ルーティングおよび転送 (VRF)

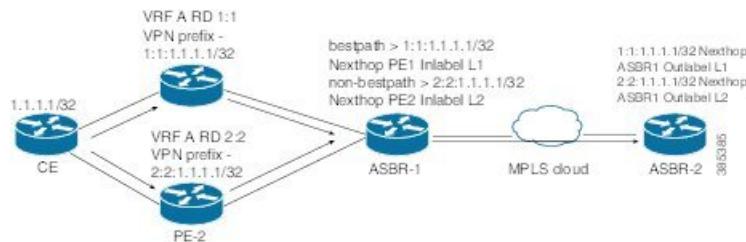
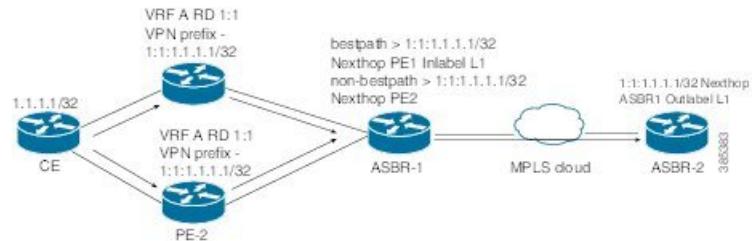


図 22-4 に示すように、BGP VPN マルチパス機能を使用すると、両方の PE デバイスの VRF が同じ RD を使用できるようになります。このようなシナリオでは、ASBR-1 は両方の PE デバイスから同じプレフィックスを受信します。ASBR-1 は、受信したプレフィックスに 1 つの Inter-AS オプション B ラベル、Inlabel L1 のみを割り当て、VPN ルートを ASBR-2 にアドバタイズします。この場合、両方の PE デバイスを使用するトライック フローが ASBR-1 の 1 つのプレフィックスとラベルだけで確立されるため、スケール性が強化されます。

図 9: 両方の PE デバイスで VRF が同じ RD を使用できるようにする



BGP コスト コミュニティ

BGP コスト コミュニティは非推移的な拡張コミュニティ属性で、iBGP およびコンフェデレーションピアには渡されますが、eBGP ピアには渡されません。（コンフェデレーションは、同じ自律システム番号を使用して外部ネットワークと通信する、iBGP ピアからなるグループです）。BGP コスト コミュニティ属性には、コスト コミュニティ ID とコスト 値が含まれます。BGP コスト コミュニティ属性を設定することにより、ローカルの自律システムまたはコンフェデレーションにおける BGP ベストパス選択プロセスをカスタマイズできます。コミュニティ ID とコスト 値を使用して、ルートマップにコスト コミュニティ属性を設定します。BGP は、コミュニティ ID が最小のパスを優先します。コミュニティ ID が同一の場合には、BGP コスト コミュニティ属性のコスト 値が最小のパスを優先します。

同一の宛先に向かう複数のパスが使用可能な場合、BGP はベストパス選択プロセスを使用して、どのパスがベストであるかを決定します。複数の等コストパスが使用可能な場合、ユーザーは、特定のパスが優先されるよう設定することができます。

iBGP のアドミニストレー ティブ ディスタンスは、ほとんどの内部ゲートウェイ プロトコル (IGP) のディスタンスよりも悪いため、ユニキャスト ルーティング情報ベース (RIB) は、プロトコルまたはルートの通常のディスタンスまたはメトリック比較を使用する前に、同じ BGP コスト コミュニティ比較アルゴリズムを適用する場合があります。。iBGP を介して学習された VPN ルートは、ローカルで学習された IGP ルートよりも優先されます。

コスト拡張コミュニティリンク属性は、拡張コミュニティ交換が有効な場合、iBGP ピアに伝播します。

BGP コスト コミュニティによるベストパス選択プロセスへの影響

BGP ベストパス選択プロセスは、挿入ポイント (POI) においてコスト コミュニティ属性の影響を受けます。POI は内部ゲートウェイ プロトコル (IGP) メトリック比較に準拠します。同一の宛先に向かう複数のパスを受信したとき、BGP はベストパス選択プロセスを使用して、いずれのパスがベストパスであるかを決定します。ベストパスは BGP により自動的に決定され、ルーティングテーブルにインストールされます。複数の等コストパスが使用可能な場合、POI で個別のパスにプリファレンスを割り当てることができます。ローカルのベストパス選択で POI が有効でない場合は、コスト コミュニティ属性は暗黙的に無視されます。

コスト コミュニティ属性を使用して、同一の POI に対し複数のパスを設定できます。最も低いコスト コミュニティ ID を持つパスが最優先で検討されます。特定の POI に対するすべてのコスト コミュニティパスは、最も低いコスト コミュニティ ID を持つパスから考慮されて行きます。コスト コミュニティを持たないパス (POI で コミュニティ ID が評価されるもの) には、デフォルトの コミュニティ コスト値が割り当てられます。

POI でコスト コミュニティ属性を適用することで、ローカルの自律システムまたはコンフェデレーションにおける任意の部分にあるピアを起点とするか、このピアで学習したパスに、値を割り当てるようになります。ルータは、コスト コミュニティを、最適パス選択プロセス中の「タイプ ブレーカー」として使用できます。同一の自律システムまたはコンフェデレーション内部の個別の等コストパスに対し、コスト コミュニティのインスタンスを複数設定できます。たとえば、複数の等コスト出口ポイントを持つネットワーク内の特定の出口パスに低コストの コミュニティ値を適用することができます。BGP 最良パス選択プロセスでは、その特定の出口パスを優先します。

コスト コミュニティおよび EIGRP PE-CE とバックドア リンク

バックドア リンクが最初に学習された場合、BGP は拡張内部ゲートウェイプロトコル (EIGRP) レイヤ 3 VPN トポロジのバックドア リンクを優先します。バックドア リンクまたはルートは、遠隔地とメイン サイト間のレイヤ 3 VPN の外で設定される接続です。

BGP コスト コミュニティの「準最適パス」挿入ポイント (POI) は、VPN およびバックドア リンクが混在する EIGRP レイヤ 3 VPN ネットワーク トポロジをサポートします。この POI は BGP に再配布される EIGRP ルートに自動的に適用されます。準最適パス POI は、EIGRP のルート タイプおよびメトリックを伝送します。この POI は、BGP がその他のあらゆる比較ステップの前にこの POI を考慮するように設定することで、ベスト パス計算プロセスに影響を及ぼします。

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの前提条件

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングには、次の前提条件があります。

- MPLS と L3VPN 機能をイネーブルにする必要があります。
- MPLS の正しいライセンスをインストールする必要があります。

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングに関する注意事項と制限事項

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシング設定時の注意事項と制限事項は次のとおりです。

- MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングは、N9K-X9636C-R、N9K-X9636C-RX、および N9K-X9636Q-R ライン カードを搭載した Cisco Nexus 9508 プラットフォーム スイッチで設定できます。

- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチでは、MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングを設定できます。
- Cisco NX-OS リリース 10.4(1)F 以降では、ポート チャネル ロード バランシングでスイッチの mpls ロード バランシングを構成できます。この機能は、Cisco Nexus 9300-EX/FX/FX2/FX3/GX/GX2 TOR および EOR プラットフォーム スイッチでサポートされます。構成に関する詳細については、『Cisco Nexus 9000 シリーズ NX-OS インターフェイス構成ガイド』を参照してください。
- Cisco Nexus 9348GC-FX3PH スイッチには、ポート 41 ～ 48 が全二重であることによる機能制限があります。
- Cisco Nexus C93108TC-FX3 スイッチには、ポート 41 ～ 48 が半二重であることによる機能制限があります。
- ルータがルート リフレクタの背後にあり、マルチ ホーム サイトに接続されている場合、VRF ごとに異なる RD を持つ別個の VRF が設定されない限り、アドバタイズされません。
- 複数の iBGP パスがある BGP プレフィックス用の各 IP ルーティング テーブル エントリは、追加メモリを使用します。ルータの使用可能なメモリ量が小さい場合や、ルータがフレイナーネット ルーティング テーブルを伝送している場合は、この機能の使用はお勧めしません。
- バックドア リンクが存在し、EIGRP が PE-CE ルーティング プロトコルである場合は、BGP コスト コミュニティを無視しないでください。
- N9K-X9636Q-R および N9K-X9636C-R ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9508 プラットフォーム スイッチでは最大 16K の VPN プレフィックスがサポートされ、N9K-X9636C-RX ラインカードを搭載した Cisco Nexus 9508 プラットフォーム スイッチでは最大 470K の VPN プレフィックスがサポートされます。
- 4K VRF がサポートされます。
- Cisco NX-OS リリース 10.1(1) 以降、Cisco Nexus 9300-FX2、9300-GX、9300-GX2 プラットフォーム スイッチでは、mpls ip 転送が有効になっているインターフェイスでパケットが受信された場合の dot1q タグの追加または削除はサポートされていません。以前のリリースで、CLI **feature mpls segment-routing** が有効になっている場合、または **mpls load-sharing [label-only | [label-ip]** が設定されている場合、dot1q タグの追加または削除はサポートされません。
- Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-EX-LC、9300-FX-LC、N9K-C9508-FM-E2、および N9K-C9516-FM-E2 プラットフォーム スイッチでは、CLI **feature mpls segment-routing** が有効の場合、または **mpls load-sharing [label-only | [label-ip]** が設定されている場合、dot1q タグの追加または削除はサポートされません。
- Cisco Nexus 9300-EX および 9300-EX-LC プラットフォーム スイッチでは、mpls ラベルまたは SRC/DST-IP に基づくポート チャネルおよび ecmp ロード シェアリングは、CLI **mpls load-sharing label-ip** が設定されている場合でも機能しません。ただし、**label-only** は機能します。

- VXLAN BUM トラフィックは、mpls ロード バランシングが有効になっている純粋な L2 スイッチを通過してはなりません (**mpls load-sharing [label-only | [label-ip]]**)。

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングのデフォルト設定

次の表に、MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシング パラメータのデフォルト設定を示します。

表 8: デフォルトの **MPLS レイヤ 3 VPN** ロード バランシング パラメータ

| パラメータ | デフォルト |
|--------------------|------------|
| レイヤ 3 VPN 機能 | 無効 |
| BGP コスト コミュニティ ID | 128 |
| BGP コスト コミュニティ コスト | 2147483647 |
| 最大マルチパス | 1 |
| BGP VPNv4 マルチパス | 無効化 |

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定

eBGP および iBGP の BGP ロード バランシングの設定

eBGP ネットワークまたは iBGP ネットワークのレイヤ 3 VPN ロード バランシングを設定できます。

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 | feature-set mpls 例： switch(config) # feature-set mpls | MPLS フィーチャ セットをイネーブルにします。 |

■ eBGP および iBGP の BGP ロード バランシングの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 3 | feature mpls l3vpn 例： switch(config)# feature mpls l3vpn | MPLS レイヤ 3 VPN 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 4 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 5 | router bgp as - number 例： switch(config)# router bgp 1.1 switch(config-router)# | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。 <i>as-number</i> 引数は、ルータを他の BGP ルータに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数できます。上位 16 ビット 10 進数と下位 16 ビット 10 進数による <i>xx.xx</i> という形式です。 |
| ステップ 6 | bestpath cost-community ignore remote-as as-number 例： switch(config-router)# bestpath cost-community ignore# | (オプション) BGP ベストパス計算のコスト コミュニティを無視します。 |
| ステップ 7 | address-family { ipv4 ipv6 } unicast 例： switch(config-router)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af)# | IP ルーティングセッションを設定するために、アドレスファミリ コンフィギュレーションモードに入ります。 |
| ステップ 8 | maximum-paths [bgp] number-of-paths 例： switch(config-router-af)# maximum-paths 4 | 許可されるマルチパスの最大数を設定します。bgp キーワードを使用して、 iBGP ロード バランシングを設定します。指定できる範囲は 1 ~ 16 です。 |
| ステップ 9 | show running-config bgp 例： switch(config-router-vrf-neighbor-af)# show running-config bgp | (任意) BGP の実行コンフィギュレーションを表示します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 10 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

BGPv4 マルチパスの設定

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 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp | BGP 機能をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | router bgp as - number 例： switch(config)# router bgp 2 switch(config-router)# | ルータに割り当てる自律システム (AS) 番号を入力し、ルータ 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 4 | address-family vpnv4 unicast 例： switch(config-router)# address-family vpnv4 unicast switch(config-router-af)# | 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て、標準 VPNv4 アドレスプレフィックスを使用する、BGP などのルーティングセッションを設定します。 |
| ステップ 5 | maximum-paths eibgp parallel-paths 例： switch(config-router-af)# maximum-paths eibgp 3 | eBGP パスと iBGP パスの両方のための BGP VPNv4 マルチパスの最大数を指定します。指定できる範囲は 1 ~ 32 です。 |

MPLS ECMP 負荷共有の設定

Cisco NX-OS リリース 9.3(1) 以降、ラベルに基づいて MPLS ECMP 負荷共有を設定できます。この機能は、Cisco Nexus 9200、Cisco Nexus 9300-EX、Cisco Nexus 9300-FX、および Cisco Nexus

MPLS ECMP 負荷共有の確認

N9K-X9700-FX 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。

Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、この機能は Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチでサポートされています。

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 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls | MPLS フィーチャセットをイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | mpls load-sharing [label-only [label-ip]] 例： switch(config)# mpls load-sharing label-only switch(config)# mpls load-sharing label-ip | mpls ラベルに基づいて負荷共有を設定します。label-only オプションはラベルに基づいて負荷共有を設定し、label-ip オプションはラベルと IP アドレスに基づいて負荷共有を設定します。 |
| ステップ 4 | copy running-config startup-config 例： switch(config)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

MPLS ECMP 負荷共有の確認

ECMP 負荷共有の設定を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

表 9: MPLS ECMP 負荷共有設定の確認

| コマンド | 目的 |
|-------------------------------|--|
| show mpls load-sharing | mpls ハッシュに使用されるラベルの数と、ハッシュに使用される IP フィールドを表示します。 |

MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシングの設定例

例：MPLS レイヤ 3 VPN ロード バランシング

次に、iBGP ロード バランシングを設定する例を示します。

```
configure terminal
feature-set mpls
feature mpls 13vpn
feature bgp
router bgp 1.1
bestpath cost-community ignore
address-family ipv6 unicast
maximum-paths ibgp 4
```

例：BGP VPNv4 マルチパス

次の例は、最大 3 つの BGP VPNv4 マルチパスを設定する方法を示しています。

```
configure terminal
router bgp 100
address-family vpnv4 unicast
maximum-paths eibgp 3
```

例：MPLS レイヤ 3 VPN コスト コミュニティ

次の例は、BGP コスト コミュニティを設定する方法を示しています。

```
configure terminal
feature-set mpls
feature mpls 13vpn
feature bgp
route-map CostMap permit
set extcommunity cost 1 100
router bgp 1.1
router-id 192.0.2.255
neighbor 192.0.2.1 remote-as 1.1
address-family vpnv4 unicast
send-community extended
route-map CostMap in
```

例 : MPLS レイヤ3 VPN コスト コミュニティ



第 III 部

セグメントルーティング

- 概要 (149 ページ)
- セグメントルーティングの設定 (157 ページ)
- セグメントルーティングと IS-IS プロトコル (169 ページ)
- OSPF によるセグメントルーティング (171 ページ)
- SR-TE 手動プレファレンス選択 (193 ページ)
- SRTE フローベースのトラフィックステアリング (215 ページ)
- SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリング (219 ページ)
- SRTE の BFD (233 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 (245 ページ)
- セグメントルーティング MPLS を使用したレイヤ 2 EVPN (255 ページ)
- 繰り返しの VPN ルートの SRTE (271 ページ)
- セグメントルーティングの VNF の比例マルチパス (277 ページ)
- vPC マルチホーミング (281 ページ)
- レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN (285 ページ)
- MPLS および GRE トンネル (301 ページ)
- デフォルト VRF を介した SRTE (309 ページ)
- MPLS セグメントルーティング OAM の設定 (329 ページ)
- MPLS SR から VxLAN へのハンドオフ (339 ページ)
- セグメントルーティング OAM の確認 (347 ページ)
- Ping およびトレースルート CLI コマンドの使用例 (349 ページ)
- InterAS オプション B (353 ページ)



第 10 章

概要

- セグメントルーティングについて (149 ページ)
- セグメントルーティングの注意事項と制限事項 (151 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 ヘッダーを附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（157 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キング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するためには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 ルートリフレクタ 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

セグメントルーティングの注意事項と制限事項

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に続く 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 黙示的 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 ディスクバリ (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ィング 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ィングパスは、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。
- ラベルを利用した BGP など、プロトコルを設定する前にセグメントルーティンググローバルブロック（SRGB）が構成されていることを確認する必要があります。割り当ての問題を防ぎ、既存のラベル割り当ての影響を受けずに SRGB が正しく初期化されるようにするには、この構成順序に従う必要があります。
- 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。トライ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ドバ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ィング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イ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3VPN およびレイヤ3EVPN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3VPN およびレイヤ3EVPN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注意事項と制限事項

- セグメントルーティングのレイヤ3VPNおよびレイヤ3EVPNステッチングは、-EXライシングカードを備えた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3VPNおよびレイヤ3EVPN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3VPN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。
 - ポ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。

- Cisco NX-OS リリース 10.2(1q)F 以降、SR-MPLS は N9K-C9332D-GX2B プラットフォームスイッチでサポートされます。ただし、SR PBR および MPLS ストリップ dot1q 機能は、GX2 スイッチではまだサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 10.4(1)F 以降、SR-MPLS は N9K-C9332D-H2R 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 10.4(2)F 以降、SR-MPLS は N9K-C93400LD-H1 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 10.4(3)F 以降、SR-MPLS アンダーシャーシを使用したセグメントルーティング レイヤ 3 VPN 機能は、X98900CD-A および X9836DM-A ラインカードを搭載したCisco Nexus 9800 シリーズ モジュラ シャーシ (N9K-C9808、N9K-C9804) でサポートされます。ガイドラインと制約事項
 - シャーシは、SR-MPLS ファブリックのリーフまたはスパンningスイッチとして配置できます。
 - SR-MPLS アンダーレイは、BGP-LU、OSPF、および ISIS アンダーレイ プロトコルでサポートされています。
 - SR-MPLS アンダーレイを介した L3VPN および L3 EVPN オーバーレイは、eBGP を使用してサポートされます。
 - 実装は、ノード SID、プレフィックス SID、および隣接 SID をサポートします。
 - SR-MPLS 機能は、L3 物理、L3 サブインターフェイス、L3 ポートチャネル (PO) 、および L3 PO サブインターフェイス タイプでサポートされます。
 - 階層型 ECMP (レベル 1 および レベル 2) は、SR-MPLS パスでサポートされています。
 - MPLS TTL 伝達は均一モードで動作します。
 - DSCP-EXP の処理はカプセル化中は均一で、カプセル化解除中にはパイプ (試験的) です。
 - VRF VPN ラベル単位のカプセル化がサポートされています。
 - SR-MPLS トライフィックのデフォルトのロードシェアリングは、ラベル + IP (最大 5 タプル) に基づいています。
 - MPLS Decap 統計情報は、VPN ラベル終端でサポートされています。
 - SR-MPLS では、スイッチド仮想インターフェイス (SVI) はサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 10.6(1)F 以降、SR-MPLS アンダーレイを使用したセグメントルーティング レイヤ 3 VPN 機能は、Cisco Nexus N9336C-SE1 プラットフォームスイッチでサポートされます。Cisco Nexus N9336C-SE1 プラットフォームスイッチは、Cisco Nexus 9800 シリーズ モジュラ シャーシ (N9K-C9808、N9K-C9804) と同じコア SR-MPLS 機能と制限をサポートしますが、次の点で異なります。

セグメントルーティングの注意事項と制限事項

- SVI（スイッチ仮想インターフェイス）は、MPLSインターフェイス タイプとしてサポートされています。
- Cisco NX-OS リリース 10.6(1)F 以降、MPLS VPN Decap 統計情報は、Cisco Nexus N9K-C9808、N9K-C9804、および N9336C-SE1 プラットフォーム スイッチの SR- MPLS でサポートされますが、次の制限があります。
 - SVI インターフェイスで受信される MPLS パケットの場合、MPLS Decap 統計情報はサポートされません。



第 11 章

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の設定 (157 ページ)

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 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 | segment-routing 例： | 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 |

セグメントルーティングの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|--|--|
| | switch(config)# segment-routing switch(config-sr)# mpls switch(config-sr-mpls)# | 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： switch(config-sr-mpls)# connected-prefix-sid-map switch(config-sr-mpls)# | 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。**Idx** 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
```

■ インターフェイス上の MPLS のイネーブル化

```

!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。
- ラベルを利用した BGP など、プロトコルを設定する前にセグメントルーティング グローバル ブロック (SRGB) が構成され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： <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> | 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。 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。 |
| ステップ 3 | [no] global-block beginning-label ending-label 例： <pre>switch(config-sr-mpls)# global-block 16000 471804</pre> | 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。 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 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | | で 16 が許可されますが、SRGB は 16000 からしか開始できません。 (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： switch(config-sr-mpls)# show mpls label range | 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： switch(config-sr-mpls)# show segment-routing mpls | 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： switch(config-sr-mpls)# 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。 |

ラベルインデックスの構成

network コマンドにマッチするルートのラベルインデックスを設定できます。これにより、**set label-index** コマンドを含むルートマップで構成されているローカルプレフィックスに対して BGP プレフィックス SID がアドバタイズされます。ただし、ローカルプレフィックスを指定する **network** コマンドでルートマップが指定されている必要があります。(**network** コマンドの詳細については、Cisco Nexus 9000 Series NX-OS Unicast Routing Configuration Guide の「Configuring Basic BGP」の章を参照してください)。



(注) 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設定するために使用されます。BGP は、プレフィックス SID の設定のために、ルートマップの下の **set label-index <value>** 設定と、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には、SR-APP の設定が優先されます。



(注) ルートマップが **network** コマンド以外のコンテキストで指定されている場合、ルートマップラベルインデックスは無視されます。また、プレフィックスが **allocate-label route-map route-map-name** コマンドで設定されているかどうかに関係なく、ルートマップラベルインデックスを使用してプレフィックスにラベルが割り当てられます。

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 map-name 例： switch(config)# route-map SRmap switch(config-route-map) # | ルートマップを作成するか、または既存のルートマップに対応するルートマップ設定モードを開始します。 |
| ステップ3 | [no] set label-index index 例： switch(config-route-map) # set label-index 10 | network コマンドにマッチするルートのラベルインデックスを設定します。範囲は 0 ~ 471788 です。デフォルトでは、ラベルインデックスはルートに追加されません。 |
| ステップ4 | exit 例： switch(config-route-map) # exit switch(config) # | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ5 | router bgp autonomous-system-number 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 ビット整数でできます。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。 |
| ステップ6 | 必須: address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router) # address-family ipv4 unicast switch(config-router-af) # | 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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|---|---|
| ステップ7 | network ip-prefix [route-map map-name] 例： switch(config-router-af)# network 10.10.10.10/32 route-map SRmap | ネットワークを、この自律システムに対してローカルに設定し、BGP ルーティング テーブルに追加します。 |
| ステップ8 | (任意) show route-map [map-name] 例： switch(config-router-af)# show route-map | 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。 |
| ステップ9 | (任意) copy running-config startup-config 例： switch(config-router-af)# 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
```

セグメントルーティングの構成例

```
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 | Next-hop | Interface |
| Labels |           |           |
|        | Partial Install |           |
+-----+-----+-----+
| 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 |

```

セグメントルーティングの構成例

```
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      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      0  23:01:53  Shut (Admin)
1.1.1.11       4      11      0      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: (0x0000002) 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: (0x0000002) 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)
```



第 12 章

セグメントルーティングと IS-IS プロトコル

- IS-IS について (169 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 (169 ページ)

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 <i>instance-tag</i> | <i>instance tag</i> 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 <i>network-entity-title</i> | 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 <i>ipv4 unicast</i> | アドレス ファミリ設定モードを開始します。 |
| ステップ 5 | segment-routing mpls | <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 ip router isis コマンドを有効にする必要があります。 |



第 13 章

OSPFによるセグメントルーティング

- OSPFについて (171 ページ)
- 隣接関係 SID のアドバタイズメント (172 ページ)
- 接続されたプレフィックス SID (172 ページ)
- エリア間のプレフィックス伝播 (172 ページ)
- セグメントルーティングのグローバル範囲の変更 (173 ページ)
- SID エントリの競合処理 (173 ページ)
- インターフェイスでの MPLS 転送 (173 ページ)
- OSPFv2でのセグメントルーティングの設定 (174 ページ)
- 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 (174 ページ)
- OSPF のプレフィックス SID の設定 (175 ページ)
- プレフィックス属性 N-flag-clear の設定 (177 ページ)
- OSPF のプレフィックス SID の設定例 (177 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 (178 ページ)

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 SID のアドバタイズメント

- ・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、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、到達不能なルーターからの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。

■ OSPFv2 でのセグメントルーティングの設定

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： <pre>switch# configure terminal switch(config)#</pre> | 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 | [no]router ospf process 例： <pre>switch(config)# router ospf test</pre> | OSPF モードを有効にします。 |
| ステップ 3 | segment-routing 例： <pre>switch(config-router)# segment-routing mpls</pre> | 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。 |
| 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 プロセス 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 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 | [no]router ospf process 例： | OSPF を設定します。 |

■ OSPFのプレフィックス SID の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | switch(config)# router ospf test | |
| 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。 |
| ステップ4 | interface loopback interface_number 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 を関連付けてます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| 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伝送します。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 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
```

トライフィック エンジニアリング用のセグメントルーティングの設定

トライフィック 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

トライフィック 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。トライフィック 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。トライフィック 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。

トライフィック 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由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

トライフィック 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イ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イフィックフローに、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、トライックは、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 ポリシー パス

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です。すべての SR-TE ポリシーは、動的パスまたは明示パスのいずれかである 1 つ以上の候補パスで構成されます。SR-TE ポリシーは 1 つのパスをインスタンス化します。この選択されたパスが優先される有効な候補パスとなります。

動的パスオプションを使用してオンデマンドでカラーを追加し、同じカラーとエンドポイントに対して明示的なパスオプションを使用して明示的なポリシー構成を追加することもできます。この場合、単一のポリシーがヘッドエンドで作成され、設定された優先番号が最も高いパスがトライックの転送に使用されます。

SR-TE ポリシー パスの計算には、以下の 2 つの方法が使用されます。

- 動的パス：オンデマンド カラー構成またはポリシー構成でパス プリファレンスを構成するときに動的 PCEP オプションを指定すると、パス計算はパス計算エンジン (PCE) 委任されます。
- 明示的なパス：このパスは明示的に指定された SID リストまたは SID リストのセットです。

Cisco NX-OS リリース 10.2(2)F 以降では、SR-TE ポリシーをロックダウンまたはシャットダウンするか、その両方を実行すること、SR-TE ポリシーまたはオンデマンド カラー テンプレートのシャットダウン設定を行うこと、特定の優先順位を SRTE ポリシーのアクティブ パスオプションに強制すること、または、すべてまたは特定の SRTE ポリシーのパスの再最適化を強制することができます。この機能は、Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9300-GX、および N9K-C9332D-GX2B プラットフォーム スイッチでサポートされています。詳細については、[SR-TE 手動プレファレンス選択の設定 \(193 ページ\)](#) を参照してください。

リリース 7.0(3)I7(1) から現在のリリースまでのさまざまな機能をサポートする Cisco Nexus 9000 スイッチの詳細については、[Nexus スイッチ プラットフォーム サポートマトリックス](#) を参照してください。

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。

セグメントルーティング オンデマンドネクストホップ

- **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。

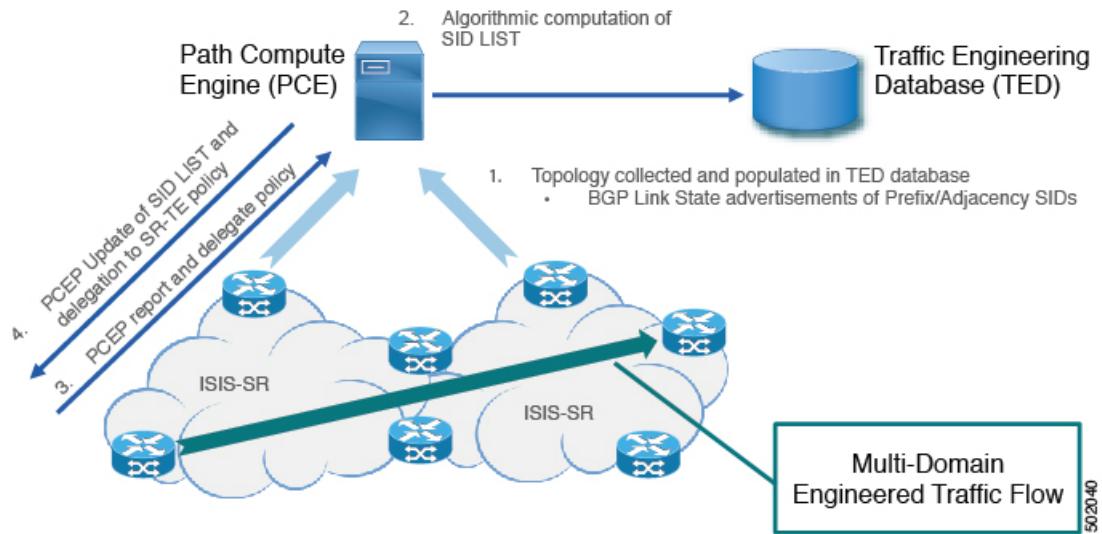
Cisco NX-OS リリース 9.3(1) は、次のディスジョイント パス レベルをサポートします。

- **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 10: ODN 操作



SR-TEに関する注意事項と制限事項

SR-TE には、次の注意事項と制限事項 があります。

- IPv4 および IPv6 オーバーレイの両方の SR-TE ODN がサポートされています。
- SR-TE ODN は、IS-IS アンダーレイでのみサポートされます。
- 転送では、再帰ネクスト ホップがバインド SID を持つルートに解決される場合、再帰ネクスト ホップを持つルートはサポートされません。
- 転送は、同じルートに対するバインディング ラベルを持つパスとバインディング ラベルのないパスの混合をサポートしていません。
- アフィニティとディスジョイントの制約は、動的な PCEP オプションを持つ SR-TE ポリシーにのみ適用されます。
- XTCは、同じグループ内でディスジョイントになっている2つのポリシーのみをサポートします。
- SR-TEアフィニティインターフェイスを構成する場合、インターフェイス範囲はサポートされません。
- プリファレンスは、動的 PCEP と明示的なセグメントリストの両方を同じプリファレンスに対し一緒に設定することはできません。
- ポリシーごとに動的 PCEP オプションを持つことができるプリファレンスは1つだけです。
- 明示的なポリシーについては、同じプリファレンスで ECMP パスを構成する場合、最初のホップ (NHLFE) が両方の ECMP パスで同じであるなら、ULB はスイッチングに1つの

■ SR-TE の設定

パスのみをインストールします。このことは、NHLFE が両方で同じであるため、両方の ECMP パスが同じ SRTE FEC を構築するので発生します。

- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) では、アフィニティ設定による非保護モードは PCE (XTC) でサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、SR-TE ODN、ポリシー、ポリシーパス、およびアフィニティとディスジョイントの制約は、Cisco Nexus 9364C-GX、Cisco Nexus 9316D-GX、および Cisco Nexus 93600CD-GX スイッチでサポートされています。
- Cisco NX-OS リリース 10.2(2)F 以降、SR-TE ポリシーの新しい show コマンドがいくつか導入されました。また、既存の SR-TE ポリシー コマンドの一部にオートコンプリート機能が提供され、使いやすさが向上しています。この機能は、Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9300-GX、および N9K-C9332D-GX2B プラットフォームスイッチでサポートされています。



(注)

リリース 7.0(3)I7(1) から現在のリリースまでのさまざまな機能をサポートする Cisco Nexus 9000 スイッチの詳細については、[Nexus スイッチプラットフォーム サポートマトリックス](#)を参照してください。

SR-TE の設定

トライフィック 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 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 | 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 | トライフィック 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 <i>tunnel_ip_address</i> | 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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 6 | source-address ipv4 <i>pcc_source_address</i> | PCC の送信元アドレスを設定する |
| ステップ 7 | pce-address ipv4 <i>pce_source_address</i> <i>precedence num</i> | 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 <i>color_num</i> | 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 <i>preference_number</i> | 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。 |
| 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： <pre>switch# configure terminal switch(config) #</pre> | 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 | segment-routing 例： <pre>switch(config) # segment-routing switch(config-sr) #</pre> | 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： <pre>switch(config-sr) # traffic-engineering switch(config-sr-te) #</pre> | 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。 |

アフィニティ制約の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| 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： <pre>switch(config-sr-te)#affinity-map switch(config-sr-te-affmap) #</pre> | 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。 |
| 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 または 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に必要です。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| 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： <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 16 | pcep 例： <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 | constraints 例： <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 | affinity 例： <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 | exclude-any include-all include-any 例： <pre>switch(cfg-const-aff)# include-any switch(cfg-aff-inclany)# </pre> | 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。 <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。 |

ディスジョイントパスの構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | color <i>color_name</i> 例： switch(cfg-aff-inclany) # color blue switch(cfg-aff-inclany) # | 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 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 | 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 <i>pcc_source_address</i> | PCC の送信元アドレスを設定する |
| ステップ 6 | pce-address ipv4 <i>pce_source_address</i> <i>precedence num</i> | PCE の IP アドレスを設定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| | | 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 <i>name</i> on-demand color <i>color_num</i> 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 8 | color <i>color</i> <i>end-point address</i> 例： <pre>switch2(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に必要です。 |
| ステップ 9 | 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 10 | preference <i>preference_number</i> 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 11 | dynamic 例： <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 | pcep 例： <pre>switch(cfg-dyn) # pcep switch(cfg-dyn) #</pre> | ヘッドエンドがPCEPを使用して、それ自身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 | constraints 例： <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 | association-group 例： | アソシエーショングループタイプを指定します。 |

■ SR-TE の設定例

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|-------------------------------------|
| | switch(cfg-constraints) # association-group switch(cfg-assoc) # | |
| ステップ 15 | disjoint 例： switch(cfg-assoc) # disjoint switch(cfg-disj) # | 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 | type link node 例： switch(config-if) #type link | 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 | id number 例： switch(config-if) #id 1 | 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。

```

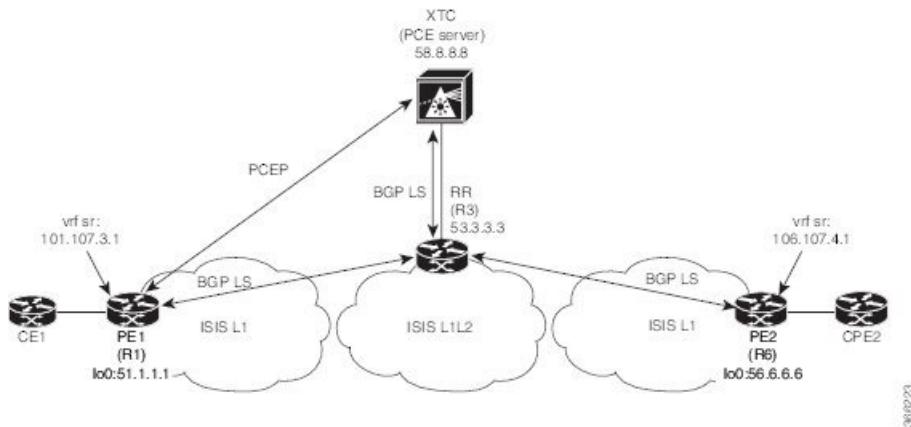
segment-routing
traffic-eng
on-demand color 99
candidate-paths
preference 100
dynamic
pcep
constraints
association-group
disjoint
type link
id 1

```

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 11: 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 12vpn 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 12vpn 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。

■ SR-TE ODN の設定例 - ユースケース

```
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 igrp
```



第 14 章

SR-TE 手動プレファレンス選択

- SR-TE 手動プレファレンス選択の設定 (193 ページ)
- SRTE フローベース トラフィック ステアリングの構成 (198 ページ)
- フローベース トラフィック ステアリングのデフォルトおよび非デフォルト VRF でのルートマップの構成 (204 ページ)

SR-TE 手動プレファレンス選択の設定

このセクションでは、手動プレファレンス選択機能をサポートするために導入された設定および実行コマンドについて説明します。

SR-TE 手動優先順位選択の注意事項と制限事項

次の注意事項と制限事項は、SR-TE 手動優先順位選択機能に適用されます。

- Cisco NX-OS リリース 10.2(2)F 以降、SR-TE の手動優先順位選択機能により、SRTE ポリシーまたはオンデマンドカラー テンプレートの両方でロックダウン、シャットダウン、またはその両方を実行できます (SR-TE ポリシーまたはオンデマンドカラー テンプレートのシャットダウン優先順位)。さらに、この機能により、SR-TE ポリシーに対して特定の優先順位を強制的にアクティブにし、すべてまたは特定の SR-TE ポリシーに対してパスの再最適化を強制することもできます。

この機能は、Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9300-GX、および N9K-C9332D-GX2B 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 10.5(3)F 以降、ルートマップには PBR と NON-PBR の両方の set コマンドを含めることができます。この変更により、同じルートマップ内のポリシーベースのルーティング コマンドと従来のルーティング コマンドの統合を有効にすることにより、より柔軟なルーティング構成が可能になります。ユーザーは、特定のユースケース要件に基づいて適切な set コマンドが設定されていることを確認する必要があります。

SR-TE 手動設定について：ロックダウンとシャットダウン

Cisco NX-OS リリース 10.2(2)F 以降、必要に応じて次のアクションを実行できます。

- SRTE ポリシーのロックダウン：オンデマンドのカラーテンプレートまたは明示的なポリシーでロックダウンを有効にできます。ロックダウンは、ポリシーのパス設定の自動再最適化を無効にします。ロックダウンされたポリシーに対して新しい優先パスが発生した場合、新しいパスを使用するように自動的に切り替えることはなく、有効になるまで現在のアクティブなパス オプションを使用し続けます。



(注)

オンデマンドテンプレートと同じカラーの明示ポリシー構成が存在する場合、ポリシー構成はロックダウンのテンプレート構成よりも優先されます。

例

ポリシーに複数の設定があるシナリオを考えてみましょう。ネットワークの障害により、優先度の高いパスがダウンしたと仮定します。障害は、優先度の高いパスにあるノードの差し迫った障害である可能性があります。障害を調査して修正するとき、運用チームは問題のあるノードをリロードまたは無効にして、これが発生している間の中断を防ぐ必要がある場合があります。次に、優先度の低いパスをロックダウンし、優先度の高いパスに戻らないようにすることは、使用するのに適したオプションです。

- SRTE ポリシーのシャットダウン：オンデマンドのカラーテンプレートまたは明示ポリシーでシャットダウンを有効にすることができます。ポリシーの状態が管理状態ダウンに変わり、ポリシーに関係するすべてのクライアントにポリシー ダウン通知が送信されます。オンデマンドのカラー構成でシャットダウンを無効にすると、ポリシーのパスの有効性に基づいて、ポリシーの状態がアップまたはダウンに変更されます。



(注)

オンデマンドテンプレートと同じ色の明示ポリシー設定が存在する場合、シャットダウンのテンプレート構成よりもポリシー構成が優先されます。

- SRTE ポリシーのシャットダウン設定 – オンデマンドのカラーテンプレート構成または明示ポリシー構成のパス設定で、パス設定をシャットダウンできます。これにより、そのパスプリファレンスが無効になり、プリファレンスが解除されるまで、将来のパスの再最適化が開始されなくなります。パスプリファレンスは、設定でシャットダウンされているかシャットダウンされていないかに基づいて、`show srte policy` の出力に管理状態ダウンまたはアップとして表示されます。

SR-TE 手動設定の構成 - ロックダウン/シャットダウン

SR-TE ポリシーまたはオンデマンドカラーテンプレートで、ロックダウン、シャットダウン、またはその両方を構成できます。SR-TE ポリシーまたはオンデマンドカラー テンプレートの下で構成をシャットダウンすることもできます。

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 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 | 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 | on-demand color <i>color_num</i> または policy <i>name</i> | オンデマンド モードを開始し、カラーを構成します または SR-TE ポリシーを個別に構成します。 |
| ステップ 5 | (オプション) [no] lockdown | オンデマンドのカラー テンプレートまたは明示的なポリシー構成でロックダウンを有効にします。 (注) オンデマンド テンプレートと同じ色の明示的なポリシー構成が存在する場合、ポリシー構成がテンプレート構成よりも優先され、ポリシーがロックダウンされます。 |
| ステップ 6 | (オプション) [no] shutdown | 必要に応じて、オンデマンド カラー テンプレートまたは構成済みの SR-TE ポリシーから作成されたポリシーをシャットダウンします。 (注) オンデマンド テンプレートと同じ色の明示的なポリシー構成が存在する場合、 |

■ SRTE ポリシーの特定のパス設定を適用する

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | | ポリシー構成がテンプレート構成よりも優先され、ポリシーがシャットダウンされます。 |
| ステップ 7 | candidate-paths | ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 8 | preference <i>preference_number</i> | 候補パスの優先順位を指定します。 |
| ステップ 9 | (オプション) [no] shutdown | SR-TE ポリシー構成またはオンデマンドカラー テンプレート構成の下でパス リファレンスをシャットダウンします。 |

SRTE ポリシーの特定のパス設定を適用する

特定の設定を SRTE ポリシーのアクティブ パス オプションに適用するには、`segment-routing traffic-engineering switch name <policy_name> pref <preference_number>` 実行コマンドを使用します。このコマンドは、有効になるまで設定を使用します。

次のような出力例を示します。

```

NX2# show srte policy Green_White
Policy: 8.8.8.0|801
Name: Green_White
Source: 2.2.2.0
End-point: 8.8.8.0
State: UP
Color: 801
Authorized: Y
Binding-sid Label: 22
Policy-Id: 3
Path type = MPLS Active path option
Path-option Preference:180 ECMP path count: 1
1. PCE Weighted: No
Delegated PCE: 11.11.11.11
Index: 1 Label: 16005
Index: 2 Label: 16008
NX2# segment-routing traffic-engineering switch name Green_White preference 170
NX2(cfg-pref)# show srte policy Green_white detail
Policy: 8.8.8.0|801
Name: Green_White
....
Path type = MPLS Path options count: 4
Path-option Preference:180 ECMP path count: 1 Admin: UP Forced: No
1. PCE Weighted: No
Delegated PCE: 11.11.11.11
Index: 1 Label: 16005
Index: 2 Label: 16008
Path-option Preference:170 ECMP path count: 1 Admin: UP Forced: Yes Active path option
1. Explicit Weighted: No
Name: Yellow
Index: 1 Label: 16006
Index: 2 Label: 16008

```

この手動で選択した設定を元に戻すには、次のオプションのいずれかを実行します。

- segment-routing traffic-engineering reoptimize name <policy_name> コマンドを使用します。詳細については、[SRTE ポリシーまたはすべての SRTE ポリシーのパス再最適化の適用 \(197 ページ\)](#) を参照してください。
- 別の設定に切り替えます
- このポリシーを閉じます
- 選択した設定を閉じます

SRTE ポリシーまたはすべての SRTE ポリシーのパス再最適化の適用

SRTE ポリシーに複数の設定がある場合、ポリシーを再最適化でき、利用可能な最適なパスを選択できます。

特定の SRTE ポリシーのパスの再最適化を適用するには、segment-routing traffic-engineering reoptimize name <policy_name> コマンドを使用します。<policy_name> は、ポリシー名またはエイリアス名にすることができます。このコマンドは、前のセクションで説明した設定スイッチコマンドを取り消し、構成されている場合はロックダウンをオーバーライドします。

次のような出力例を示します。

```
NX2# show srte policy Green_White
Policy: 8.8.8.0|801
Name: Green_White
Source: 2.2.2.0
End-point: 8.8.8.0
State: UP
Color: 801
Authorized: Y
Binding-sid Label: 22
Policy-Id: 3
Path type = MPLS Active path option
Path-option Preference:170 ECMP path count: 1
1. Explicit Weighted: Yes Weight: 1
Name: Yellow
Index: 1 Label: 16006
Index: 2 Label: 16008
NX2# segment-routing traffic-engineering reoptimize name Green_White
NX2# show srte policy Green_White
Policy: 8.8.8.0|801
Name: Green_White
Source: 2.2.2.0
End-point: 8.8.8.0
State: UP
Color: 801
Authorized: Y
Binding-sid Label: 22
Policy-Id: 3
Path type = MPLS Active path option
Path-option Preference:180 ECMP path count: 1
1. PCE Weighted: No
Delegated PCE: 11.11.11.11
Index: 1 Label: 16005
Index: 2 Label: 16008
```

すべての SRTE ポリシーのパスの再最適化を強制するには、segment-routing traffic-engineering reoptimize all コマンドを使用して、システムに存在するすべての SRTE ポリシーのパスの再

最適化を適用します。このコマンドは、前のポイントで説明した設定スイッチコマンドを取り消し、構成されている場合はロックダウンをオーバーライドします。

SRTE フローベース トラフィック ステアリングの構成

この章では、Cisco Nexus 9000-FX、9000-FX2、9000-FX3、9000-GX、および 9300 プラットフォーム スイッチで SRTE フローベースの トラフィック ステアリングを構成する方法について説明します。

SRTE フローベース トラフィック ステアリング

Cisco NX-OS リリース 10.1(2) の フローベースの トラフィック ステアリング機能は、直接的で柔軟な、ステアリングする トラフィックを選択する代替方法を提供します。この方法では、出力ノードではなく、ヘッドエンドノードでソースルーティングを直接構成できます。フローベースの トラフィック ステアリングにより、ユーザーは、宛先アドレス、UDP または TCP ポート、DSCP ビット、その他のプロパティなどの着信パケットのフィールドを一致させることにより、SRTE ポリシーに誘導されるパケットを選択できます。一致は、パケットをポリシーに導くように ACL をプログラミングすることによって行われます。

トラフィックを一致させて誘導するために、ポリシーベースルーティング (PBR) 機能が拡張され、SRTE ポリシーをサポートするようになりました。現在の PBR 機能には、RPM、ACL Manager、および AclQoS コンポーネントが含まれます。Cisco NX-OS リリース 10.1(2) 以降、SRTE サポートを追加するために、RPM コンポーネントは SRTE および ULIB とも通信し、URIB との通信が強化されています。

したがって、SRTE の フローベースの トラフィック ステアリング機能には、次のものが含まれます。

- MPLS SR データプレーン
- IPv4 トラフィックのステアリングはデフォルト VRF でサポートされ、IPv4 および IPv6 トラフィックのステアリングはデフォルト以外の VRF でサポートされます
- 5 つのタプルフィールド（送信元アドレス、宛先アドレス、プロトコル、tcp/udp 送信元ポート、tcp/udp 宛先ポート）の組み合わせに基づく ACL による トラフィックの一致
- 一致した トラフィックを SRTE ポリシーに導く
- IPv4 パケットのパケット内の DSCP/TOS ビットのマッチング。Cisco NX-OS リリース 10.3(1)F 以降では、VXLAN パケットの外部ヘッダーの DSCP/TOS ビットのマッチングもサポートされています。
- IPv6 パケットのパケットの トラフィック クラスフィールドの一致
- 期間の定義に基づく ACL の自動有効化および無効化
- VRF ケースをステアリングするとき、ネクスト ホップを指定せずに SRTE ポリシーへのステアリングをサポートします。

- エニーキャストエンドポイントを使用したオーバーレイ ECMP
- ACL に一致するパケットは、通常のルートよりも優先されます
- ToS/DSCP およびタイマーベースの ACL に基づくフロー選択
- next-hop-ip は、あるエンドポイントから別のエンドポイントへの SRTE ポリシーへのトラフィックのステアリングに使用されます。

SRTE のフローベース トラフィックステアリングの注意事項と制限事項

次の注意事項と制限事項は、SRTE 機能のフローベース トラフィックステアリングに適用されます。

- Cisco NX-OS リリース 10.1(2) 以降、SRTE のフローベースの トラフィックステアリング機能は、Cisco Nexus 9000-FX、9000-FX2、9000-FX3、9000-GX、および 9300 プラットフォームスイッチでサポートされます。
- SRTE ポリシーが VRF のインターフェイスに割り当てられたルートマップに適用されるとき (L3VPN/L3EVPN トラフィックを誘導するため) 、set statement のネクストホップが BGP プレフィックスに解決され、その BGP プレフィックスがすでに SRTE を使用してトラフィックを誘導し、ルートマップは トラフィックを誘導しません。
- アンダーレイ ECMP は、ポリシー内のアクティブな各 SRTE パス (ECMP メンバー) のラベルスタックが同じ場合にのみサポートされます。9000-GX プラットフォームには、この制限はありません。
- ルートマップ トラッキング機能はサポートされていません。
- SRTE ポリシーを操作する場合、1 つのルートマップシーケンスエントリに複数のネクストホップを設定することはサポートされていません。
- SRTE ポリシーが VRF のインターフェイスに割り当てられたルートマップに適用される場合 (L3VPN/L3EVPN トラフィックを誘導するため) 、set ステートメントのネクストホップが RIB で複数のネクストホップを有する BGP ルート (オーバーレイルート) に対して解決される場合、トラフィックはルートの最初のネクストホップにのみ誘導され、すべてのネクストホップで ECMP は行われません。
- SRTE ポリシー名がルートマップセットステートメントで使用されている場合、カラーとエンドポイントではなく、デフォルトの VRF ステアリングにのみ使用できます。そうでない場合は、明示的に定義されている SRTE パスを選択する必要があります。具体的には、これは、ラベルの代わりにポリシーエンドポイントキーワードを含むセグメントリストを使用するように定義された SRTE ポリシーを選択するためには使用できません。
- set ip next-hop <>** で指定されたネクストホップ IP に適用される次のキーワードは、SRTE ポリシーにステアリングするときのルートマップではサポートされません。
 - verify-availability

- drop-on-fail
- force-order
- load-share
- 必要な機能（セグメンティングルーティング、l3 evpn または l3vpn）がデバイスで有効になっていない場合でも、srte-policy を使用したルートマップをインターフェイスに適用できます。ただし、srte-policy を使用した set-actions は抑制されます。つまり、これらのプローに対してデフォルトルーティングが実行されます。
- ルートマップには、srte-policy ありおよび srte-policy なしの set コマンドを含めることができます。
- srte-policy 情報のない set-command の場合、ステアリングは next-hop-ip への到達可能性が MPLS ラベルを必要としない場合にのみ実行されます。
- ルートマップがデフォルト以外の VRF のインターフェイスに関連付けられており、そのルートマップにネクストホップ IP アドレス N と SRTE ポリシーを指定するシーケンスが含まれている場合、そのルートマップ上の他のすべてのシーケンスと、同じネクストホップ IP アドレスを使用する同じ VRF に関連付けられたその他すべてのルートマップにも SRTE ポリシーが必要です。同じネクストホップ IP と異なる SRTE ポリシーを使用して、別のルートマップまたはルートマップシーケンスを同じ VRF に関連付けることはできません。
- 同様に、ルートマップがデフォルト以外の VRF のインターフェイスに関連付けられていて、そのルートマップが SRTE ポリシーを指定していないが、ネクストホップ IP アドレス N を指定している場合、同じネクストホップ IP アドレス N を使用し、SRTE ポリシーを指定する、そのルートマップまたは別のルートマップ内の別のシーケンスは適用されません。
- SRTE フローベースのトラフィック ステアリングは、VXLAN または EoMPLS PBR と同時に使用することはできません。
- SRTE 入力ノードのポリシー ベースのルーティング トラフィックでは、SR ラベル統計はサポートされていません。ただし、ACL リダイレクト統計はサポートされています。
- デフォルト VRF の IPv6 トラフィックは、SRTE ポリシーに誘導できません。MPLS SR アンダーレイは、IPv4 でのみサポートされます。ただし、IPv6 SR アンダーレイが必要な場合は、代わりに SRv6 を使用します。
- 9000-FX、9000-FX2、9000-FX3、および 9300 プラットフォーム ハードウェアは、ECMP メンバーごとに一意のアンダーレイ ラベル スタックをプッシュできず、これらのプラットフォームのアンダーレイ ECMP に影響します。つまり、セグメントリストの最初のホップが異なる SRTE ポリシーに複数のアクティブセグメントリストがある場合（1つの設定が複数のセグメントリストで構成されている場合）、そのような構成はサポートされません。このような場合、回避策として、エニーキャスト SID を構成して、すべての ECMP メンバーでラベル スタックが同じになります。

- モジュラ プラットフォームは、Cisco NX-OS リリース 10.1(2) ではサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 10.2(2)F 以降、SRTE のフローベースの トラフィックステアリング機能は、Cisco N9K-C9332D-GX2B 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 10.3(1)F 以降、DSCP ベースの SR-TE フローステアリング機能により、IP ヘッダーの DSCP フィールドを使用して照合され、SRTE パスに誘導される VXLAN パケットのソースルーティングが可能になります。以下はこの機能の注意事項と制限事項です。
 - この機能は、Cisco Nexus 9300-FX2、9300-FX3、9300-GX、9300-GX2 TOR スイッチでのみサポートされます。
 - VXLAN パケットが終了していない場合、ACL フィルタは VXLAN パケットの外部 IP ヘッダ フィールド (IPv4) に適用されます。
- Cisco NX-OS リリース 10.3(2)F 以降、SRTE 向けフローベース トラフィックステアリング機能は、Cisco Nexus 9700-FX および 9700-GX ラインカードでサポートされます。以下はこの機能の注意事項と制限事項です。
 - Cisco Nexus 9508 プラットフォームスイッチが VXLAN EVPN から MPLS SR L3VPN へのハンドオフモードで、MPLS カプセル化パケットが L2 ポートで転送される場合、dot1q ヘッダーは追加されません。
 - Cisco Nexus 9500 プラットフォームスイッチが EVPN から MPLS SR L3VPN へのハンドオフモードとして設定されている場合、SVI/サブインターフェイスは、コアに面したアップリンク (MPLS または VXLAN) ではサポートされません。
 - DSCP から MPLS EXP へのプロモーションは、DCI モードの FX TOR/ラインカードでは機能しません。MPLS EXP への内部 DSCP 値のコピーは、このハンドオフモードの FX TOR/ラインカードでは機能しません。MPLS EXP は 0x7 に設定されます。
- Cisco NX-OS リリース 10.3(2)F 以降、DSCP ベースの SRTE フローステアリング機能は、Cisco Nexus 9300-FX プラットフォームおよび Cisco Nexus 9700-FX と 9700-GX ラインカードでサポートされます。以下はこの機能の注意事項と制限事項です。
 - Cisco Nexus 9500 プラットフォームスイッチが VXLAN EVPN から MPLS SR L3VPN へのハンドオフモードで、MPLS カプセル化パケットが L2 ポートで転送される場合、dot1q ヘッダーは追加されません。
 - Cisco Nexus 9500 プラットフォームスイッチが EVPN から MPLS SR L3VPN へのハンドオフモードとして設定されている場合、SVI/サブインターフェイスは、コアに面したアップリンク (MPLS または VXLAN) ではサポートされません。
 - DSCP から MPLS EXP へのプロモーションは、DCI モードの FX TOR/ラインカードでは機能しません。MPLS EXP への内部 DSCP 値のコピーは、このハンドオフモードの FX TOR/ラインカードでは機能しません。MPLS EXP は 0x7 に設定されます。

構成プロセス : SRTE フローベース トラフィック ステアリング

SRTE フローベースの トラフィック ステアリング機能の構成プロセスは次のとおりです。

- 特に IP アクセス リストの基準に一致する IP アクセス リストを構成します。

詳細については、『Cisco Nexus Series NX-OS セキュリティ構成ガイド』の「IP ACL の構成」章を参照してください。

- SRTE ポリシーを定義します。

SRTE の設定の詳細については、『Cisco Nexus 9000 シリーズ NX-OS ラベルスイッチ構成ガイド』の「トラフィック エンジニアリング用セグメントルーティングの構成」の章を参照してください。

- 一致 (ステップ1で設定したIP アクセスリスト) とアクションをバインドするルートマップを構成します。一致は、パケットで一致するフィールドを参照し、アクションは、どの SRTE ポリシーを誘導するか、および使用する VPN ラベルを参照します (存在する場合)。

ToS/DSCP およびタイマーベース ACL に基づいたフロー選択の構成

SRTE フローベースの トラフィック ステアリング機能では、フロー選択は ToS/DSCP およびタイマー ベースの ACL に基づいています。

デフォルトおよびデフォルト以外の VRF のルートマップを、さまざまな基準によって選択されたポリシーに構成して正しく動作させるには、次の構成手順を実行します。

始める前に

MPLS セグメントルーティング トラフィック エンジニアリングおよび PBR 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 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 | [ip ipv6] access-list acl_name 例 : switch(config)# ip access-list L4_PORT switch(config)# | 名前を使用して IP または IPv6 アクセス リストを定義し、IP または IPv6 アクセス リスト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 | 10 permit ip ip_address any 例 : | スイッチで構成された IP または IPv6 アクセス リストを表示します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| | switch(config)# 10 permit ip any 5.5.0.0/16 switch(config)# | |
| ステップ 4 | 20 permit tcp <i>tcp_address</i> [any] 例： switch(config)# 20 permit tcp any 5.5.0.0/16 switch(config)# | IPv6 アクセスリストに TCP 許可条件を設定します。 (注) any キーワードは、IPv6 にのみ使用されます。 |
| ステップ 5 | [ip ipv6] access-list <i>dscp_name</i> 例： switch(config)# ip access-list dscp switch(config)# | 名前を使用して IP または IPv6 アクセスリストの DSCP 定義し、IP または IPv6 アクセスリスト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 | 10 permit tcp any <i>tcp_address</i> <i>dscp <dscp_value></i> 例： switch(config)# 10 permit tcp any 5.5.0.0/16 dscp af11 switch(config)# | IP または IPv6 アクセスリストの DSCP 値を設定します。 (注) any キーワードは、IPv6 にのみ使用されます。 |
| ステップ 7 | [ip ipv6] access-list <i>acl_name</i> 例： switch(config)# ip access-list acl1 switch(config)# | 名前を使用して IP または IPv6 アクセスリストを定義し、IP または IPv6 アクセスリスト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 | 10 permit tcp any <i>tcp_address</i> <i>acl acl_name</i> 例： switch(config)# 10 permit tcp any 5.5.0.0/16 eq www dscp af11 switch(config)# | IPv6 アクセスリストに TCP 許可条件を設定します。 (注) any キーワードは、IPv6 にのみ使用されます。 |
| ステップ 9 | [ip ipv6] access-list <i>acl_name</i> 例： switch(config)# ip access-list acl1 switch(config)# | 名前を使用して IP または IPv6 アクセスリストを定義し、IP または IPv6 アクセスリスト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 | 10 permit tcp any any <i>time - range tl</i> 例： switch(config-acl)# 10 permit tcp any 5.5.0.0/16 eq www dscp af11 switch(config)# | IP または IPv6 アクセスリストの TCP の時間範囲を定義する時間範囲値を設定します。 (注) any キーワードは、IPv6 にのみ使用されます。 |

■ フローベース トラフィック ステアリングのデフォルトおよび非デフォルト VRF でのルート マップの構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| ステップ 11 | time-range name 例： switch(config-acl)# time-range t1 switch(config)# | 名前を使用して、IP または IPv6 アクセス リストの時間範囲を定義します。 |
| ステップ 12 | F2(config-time-range)# WOLF2(config-time-range)# 例： switch(config-time-range)# 10 absolute start 20:06:56 8 february 2021 end 20:10:56 8 february 2021 | 構成の時間範囲を定義します。 |

フローベース トラフィック ステアリングのデフォルトおよび非デフォルト VRF でのルート マップの構成

次のセクションでは、SRTE フローベースの トラフィック ステアリング機能のデフォルトおよび非デフォルト VRF でルート マップを構成する方法を示します。

カラーおよびエンドポイントによって選択されているポリシーへのデフォルト VRF のルート マップの構成

デフォルト VRF の トラフィックを、色とエンドポイントで選択されたポリシーに導くルート マップを構成するには、次の手順を実行します。

始める前に

MPLS セグメントルーティング トラフィック エンジニアリングおよび PBR 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 | route-map FLOW1 seq_num 例： switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map) # | ルート マップに FLOW1 という名前を付けます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|---|---|
| ステップ2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： <pre>switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT switch(config-route-map)#+</pre> | フィールドを説明する ACL を追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |
| ステップ3 | set srte-policy color num endpoint ip address 例： <pre>switch(config-route-map)# set srte-policy color 121 endpoint 10.0.0.1 switch(config-route-map)#+</pre> | SRTE ポリシーカラーとポリシーのエンドポイントを構成します。 (注) IPv4 アドレスのみをエンドポイントにできます。 |
| ステップ4 | interface interface-type/slot/port 例： <pre>switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1 switch(config-route-map-if)#+</pre> | インターフェイス設定モードを開始します。 |
| ステップ5 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： <pre>switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1 switch(config-route-map-if)#+</pre> | IP または IPv6 ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトライフィックのルートマップが適用されます。 |

名前で選択されたポリシーへのデフォルトVRFのルートマップ構成例

デフォルトVRFのトライフィックを名前で選択されたポリシーに導くルートマップを構成するには、次の手順を実行します。

始める前に

MPLS セグメントルーティング トライフィック エンジニアリングおよび PBR 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 | route-map FLOW1 seq_num 例： <pre>switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map)#+</pre> | ルートマップに FLOW1 という名前を付けます。 |

■ ネクストホップ、カラー、およびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： <pre>switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT switch(config-route-map)#+</pre> | フィールドを説明する ACL を追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |
| ステップ 3 | set srte-policy name policy-name 例： <pre>switch(config-route-map)# set srte-policy name policy1 switch(config-route-map)#+</pre> | SRTE ポリシー名を構成します。 |
| ステップ 4 | interface interface-type/slot/port 例： <pre>switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1 switch(config-route-map-if)#+</pre> | 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 5 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： <pre>switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1 switch(config-route-map-if)#+</pre> | IP または IPv6 ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトラフィックのルートマップが適用されます。 |

ネクストホップ、カラー、およびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成

デフォルト以外の VRF のトラフィックを、カラーとエンドポイントで選択されたポリシーに導くルートマップを構成するには、次の手順を実行します。この手順では、正しいMPLS VPN ラベルがトラフィックに適用されるようにネクストホップを指定します。

始める前に

MPLS セグメントルーティング トラフィック エンジニアリングおよび PBR 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 | route-map FLOW1 seq_num 例： <pre>switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map)#+</pre> | ルートマップに FLOW1 という名前を付けます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|--|--|
| ステップ2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT switch(config-route-map) # | フィールドを説明する ACL を追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |
| ステップ3 | set [ip ipv6] next-hop destination-ip-next-hop srte-policy color num endpoint ip address 例： switch(config-route-map)# set ip next-hop 5.5.5.5 srte-policy color 121 endpoint 10.0.0.1 switch(config-route-map) # | srte-policy (カラーおよびエンドポイント) を介して、構成されたネクストホップにパケットをリダイレクトします。 |
| ステップ4 | exit 例： switch(config-route-map)# exit switch(config) # | ルートマップ構成モードを終了し、グローバル構成モードに戻ります。 |
| ステップ5 | interface interface-type/slot/port 例： switch(config) # interface ethernet 1/1 switch(config-if) # | 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6 | vrf member vrf-name 例： switch(config-if) # vrf member vrf1 switch(config-if) # | このインターフェイスを VRF に追加します。 |
| ステップ7 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： switch(config-if) # ip policy route-map FLOW1 switch(config-if) # | IP または IPv6 ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトラフィックのルートマップが適用されます。 |
| ステップ8 | [no] shutdown 例： switch(config-if) # no shutdown switch(config-if) # | インターフェイスをディセーブルにします。 |

■ デフォルト以外のVRFのルートマップをネクストホップおよびカラー別に選択されたポリシーに構成する

デフォルト以外のVRFのルートマップをネクストホップおよびカラー別に選択されたポリシーに構成する

次の手順を実行し、デフォルトVRFのトライフィックを色とエンドポイントで選択されたポリシーに誘導するルートマップを構成しますが、エンドポイントは明示的に構成されていません。ネクストホップが指定されているため、正しいMPLS VPNラベルがトライフィックに適用され、正しいSRTEエンドポイントがネクストホップに一致するルートから取得されます。

始める前に

MPLSセグメントルーティングトライフィックエンジニアリングおよびPBR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 | route-map FLOW1 seq_num 例： switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map)#[/td> <td>ルートマップにFLOW1という名前を付けます。</td> | ルートマップにFLOW1という名前を付けます。 |
| ステップ2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT switch(config-route-map)#[/td> <td>フィールドを説明するACLを追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。</td> | フィールドを説明するACLを追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |
| ステップ3 | set [ip ipv6] next-hop destination-ip-next-hop srte-policy color num 例： switch(config-route-map)# set ip next-hop 5.5.5.5 srte-policy color 121 switch(config-route-map)#[/td> <td>srte-policy(カラー)を介して、構成されたネクストホップにパケットをリダイレクトします。</td> | srte-policy(カラー)を介して、構成されたネクストホップにパケットをリダイレクトします。 |
| ステップ4 | exit 例： switch(config-route-map)# exit switch(config)#[/td> <td>ルートマップ構成モードを終了し、グローバル構成モードに戻ります。</td> | ルートマップ構成モードを終了し、グローバル構成モードに戻ります。 |
| ステップ5 | interface interface-type/slot/port 例： switch(config)# interface ethernet 1/1 switch(config-if)#[/td> <td>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。</td> | 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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|---|---|
| ステップ6 | vrf member vrf-name 例： switch(config-if)# vrf member vrf1 switch(config-if) # | このインターフェイスをVRFに追加します。 |
| ステップ7 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： switch(config-if)# ip policy route-map FLOW1 switch(config-if-route-map) # | IPまたはIPv6ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトラフィックのルートマップが適用されます。 |
| ステップ8 | [no] shutdown 例： switch(config-if-route-map) # no shutdown switch(config-if-route-map) # | インターフェイスをディセーブルにします。 |

デフォルト以外のVRFのルートマップをネクストホップおよび名前別に選択されたポリシーに構成する

次の手順を実行して、デフォルト以外のVRFのトラフィックを名前別に選択されたポリシーに誘導するルートマップを構成します。ネクストホップは、正しいMPLS VPNラベルがトラフィックに課されるように指定されます

始める前に

MPLS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およびPBR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 | route-map FLOW1 seq_num 例： switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map) # | ルートマップにFLOW1という名前を付けます。 |
| ステップ2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： switch(config-route-map) # match ip address L4_PORT switch(config-route-map) # | フィールドを説明するACLを追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |

■ カラーとエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成例

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 3 | set [ip ipv6] next-hop <i>destination-ip-next-hop srte-policy name</i> 例： <pre>switch(config-route-map)# set ip next-hop 5.5.5.5 srte-policy policy1 switch(config-route-map)#</pre> | srte-policy (名前) を介して、構成されたネクストホップにパケットをリダイレクトします。 |
| ステップ 4 | exit 例： <pre>switch(config-route-map)# exit switch(config)#</pre> | ルートマップ構成モードを終了し、グローバル構成モードに戻ります。 |
| ステップ 5 | interface interface-type/slot/port 例： <pre>switch(config)# interface ethernet 1/1 switch(config-if)#</pre> | 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 6 | vrf member vrf-name 例： <pre>switch(config-if)# vrf member vrf1 switch(config-if)#</pre> | このインターフェイスを VRF に追加します。 |
| ステップ 7 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： <pre>switch(config-if)# ip policy route-map FLOW1 switch(config-if)#</pre> | IP または IPv6 ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトラフィックのルートマップが適用されます。 |
| ステップ 8 | [no] shutdown 例： <pre>switch(config-if)# no shutdown switch(config-if)#</pre> | インターフェイスをディセーブルにします。 |

カラーとエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成例

デフォルト以外の VRF のトラフィックを、カラーとエンドポイントで選択されたポリシーに導くルートマップを構成するには、次の手順を実行します。この手順では、指定するネクストホップは必要ありません。VPN ラベルは、ローカルスイッチで VRF に割り当てられたラベルを検索することによって取得されます。これは、すべてのスイッチの VRF の BGP 割り当てインデックス構成を使用して、すべてのスイッチの VRF に同じラベルが割り当てられている場合にのみ構成可能です。

始める前に

MPLS セグメントルーティング トラフィック エンジニアリングおよびPBR 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 | route-map FLOW1 seq_num 例： switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map)# | ルートマップに FLOW1 という名前を付けます。 |
| ステップ2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT switch(config-route-map)# | フィールドを説明する ACL を追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |
| ステップ3 | set srte-policy color num endpoint ip address 例： switch(config-route-map)# set srte-policy color 121 endpoint 10.0.0.1 switch(config-route-map)# | SRTE ポリシー カラーとポリシーのエンドポイントを構成します。 (注) IPv4 アドレスのみをエンドポイントにできます。 |
| ステップ4 | interface interface-type/slot/port 例： switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1 switch(config-route-map-if)# | 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5 | vrf member vrf-name 例： switch(config-route-map-if)# vrf member vrf1 switch(config-route-map-if)# | このインターフェイスをVRFに追加します。 |
| ステップ6 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1 switch(config-route-map-if)# | IP または IPv6 ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトラフィックのルートマップが適用されます。 |
| ステップ7 | [no] shutdown 例： | インターフェイスをディセーブルにします。 |

名前で選択されたポリシーへのデフォルト以外のルートマップ構成例

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| | switch(config-route-map-if)# no shutdown switch(config-route-map-if)# | |
| ステップ8 | exit 例： switch(config-route-map)# exit switch(config)# | ルートマップ構成モードを終了し、グローバル構成モードに戻ります。 |
| ステップ9 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp switch(config)# | BGP機能を開始します。 |
| ステップ10 | router bgp as-number 例： switch(config)# router bgp 1.1 switch(config-router)# | BGPルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。 |
| ステップ11 | vrf vrf-name 例： switch(config-router)# vrf vrf1 switch(config-router-vrf)# | BGPプロセスをVRFに関連付けます。 |
| ステップ12 | allocate-index index 例： switch(config-router-vrf)# allocate-index 10 | VRFにインデックスを割り当てます。これにより、VRFにスタティックMPLSローカルVPNラベルを割り当てるようBGPに指示されます。VRFに割り当てられたMPLS VPNラベルは、指定された値から取得されます。インデックスは、MPLSラベル値の特別な範囲へのオフセットとして使用されます。指定されたインデックス値の場合、同じローカルラベルが常に許可されます。 |

名前で選択されたポリシーへのデフォルト以外のルートマップ構成例

次の手順を実行して、デフォルト以外のVRFのトライフィックを名前別に選択されたポリシーに誘導するルートマップを構成します。この手順では、指定するネクストホップは必要ありません。VPNラベルは、ローカルスイッチでVRFに割り当てられたラベルを検索することによって取得されます。これは、すべてのスイッチのVRFのBGP割り当てインデックス構成を使用して、すべてのスイッチのVRFに同じラベルが割り当てられている場合にのみ構成可能です。

始める前に

MPLS セグメントルーティング トライフィック エンジニアリングおよび PBR 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 | route-map FLOW1 seq_num 例： switch(config)# route-map FLOW1 seq 10 switch(config-route-map)# | ルートマップに FLOW1 という名前を付けます。 |
| ステップ 2 | match [ip ipv6] address acl_name 例： switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT switch(config-route-map)# | フィールドを説明する ACL を追加することにより、ルートマップが一致する必要のあるフィールドを指定します。 |
| ステップ 3 | set srte-policy name 例： switch(config-route-map)# set srte-policy policy1 switch(config-route-map)# | SRTE ポリシー名を構成します。 |
| ステップ 4 | interface interface-type/slot/port 例： switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1 switch(config-route-map-if)# | インターフェイス設定モードを開始します。 |
| ステップ 5 | vrf member vrf-name 例： switch(config-route-map-if)# vrf member vrf1 switch(config-route-map-if)# | このインターフェイスを VRF に追加します。 |
| ステップ 6 | [ip ipv6] policy route-map FLOW1 例： switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1 switch(config-route-map-if)# | IP または IPv6 ポリシーベースルーティングをインターフェイスに割り当てます。これにより、インターフェイスに入力するすべてのトライフィックのルートマップが適用されます。 |
| ステップ 7 | [no] shutdown 例： | インターフェイスをディセーブルにします。 |

名前で選択されたポリシーへのデフォルト以外のルートマップ構成例

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|----------------|---|--|
| | switch(config-route-map-if) # no shutdown switch(config-route-map-if) # | |
| ステップ 8 | exit 例： switch(config-route-map) # exit switch(config) # | ルートマップ構成モードを終了し、グローバル構成モードに戻ります。 |
| ステップ 9 | feature bgp 例： switch(config) # feature bgp switch(config) # | BGP 機能を開始します。 |
| ステップ 10 | router bgp as-number 例： switch(config) # router bgp 1.1 switch(config-router) # | BGP ルーティングプロセスを設定し、ルータコンフィギュレーションモードを開始します。 |
| ステップ 11 | vrf vrf-name 例： switch(config-router) # vrf vrf1 switch(config-router-vrf) # | BGP プロセスを VRF に関連付けます。 |
| ステップ 12 | allocate-index index 例： switch(config-router-vrf) # allocate-index 10 | VRF にインデックスを割り当てます。これにより、VRF にスタティック MPLS ローカル VPN ラベルを割り当てるよう BGP に指示されます。VRF に割り当てられた MPLS VPN ラベルは、指定された値から取得されます。インデックスは、MPLS ラベル値の特別な範囲へのオフセットとして使用されます。指定されたインデックス値の場合、同じローカルラベルが常に許可されます。 |



第 15 章

SRTE フローベースのトラフィック ステアリング

- ToS/DSCP および時間ベース ACL に基づくフロー選択の構成例 (215 ページ)
- カラーおよびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト VRF のルートマップ構成例 (216 ページ)
- 名前別に選択されたポリシーへのデフォルトの VRF でのルートマッピング構成例 (216 ページ)
- ネクストホップ、カラー、エンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成例 (216 ページ)
- ネクストホップおよびカラーで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップの構成例 (216 ページ)
- ネクストホップ名別に選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF でのルートマッピング構成例 (217 ページ)
- デフォルト以外の VRF でのルートマップの構成例を色とエンドポイントで選択したポリシーにマッピングする (217 ページ)
- 名前別に選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF でのルートマッピング構成例 (217 ページ)
- SRTE のフローベース トラフィック ステアリング構成の確認 (217 ページ)

ToS/DSCP および時間ベース ACL に基づく フロー選択の構成例

```
switch# configure terminal
switch(config)# ip access-list L4_PORT
switch(config)# 10 permit ip any 5.5.0.0/16
switch(config)# 20 permit tcp any 5.5.0.0/16
switch(config)# ip access-list dscp
switch(config)# 10 permit tcp any 5.5.0.0/16 dscp af11
switch(config)# ip access-list acl1
switch(config)# 10 permit tcp any 5.5.0.0/16 eq www dscp af11
switch(config)# ip access-list acl1
switch(config-acl)# 10 permit tcp any 5.5.0.0/16 eq www dscp af11
```

■ カラーおよびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト VRF のルートマップ構成例

```
switch(config-acl)# time-range t1
start 20:06:56 8 february 2021 end 20:10:56 8 february 2021
```

カラーおよびエンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト VRF のルートマップ構成例

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set srte-policy color 121 endpoint 10.0.0.1
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
```

名前別に選択されたポリシーへのデフォルトの VRF でのルートマッピング構成例

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set srte-policy name policy1
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
```

ネクストホップ、カラー、エンドポイントで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップ構成例

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set ip next-hop 5.5.5.5 srte-policy color 121 endpoint 10.0.0.1
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map)# vrf member vrf1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
```

ネクストホップおよびカラーで選択されたポリシーへのデフォルト以外の VRF のルートマップの構成例

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set ip next-hop 5.5.5.5 srte-policy color 121
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map)# vrf member vrf1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
```

ネクストホップ名別に選択されたポリシーへのデフォルト以外のVRFでのルートマッピング構成例

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set ip next-hop 5.5.5.5 srte-policy policy1
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map)# vrf member vrf1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
```

デフォルト以外のVRFでのルートマップの構成例を色と エンドポイントで選択したポリシーにマッピングする

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set srte-policy color 121 endpoint 10.0.0.1
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map)# vrf member vrf1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
switch(config)# feature bgp
switch(config)# router bgp 1.1
switch(config-router)# vrf vrf1
switch(config-router-vrf)# allocate-index 10
```

名前別に選択されたポリシーへのデフォルト以外のVRF でのルートマッピング構成例

```
switch(config)# route-map FLOW1 seq 10
switch(config-route-map)# match ip address L4_PORT
switch(config-route-map)# set srte-policy policy1
switch(config-route-map)# interface ethernet 1/1
switch(config-route-map)# vrf member vrf1
switch(config-route-map-if)# ip policy route-map FLOW1
switch(config)# feature bgp
switch(config)# router bgp 1.1
switch(config-router)# vrf vrf1
switch(config-router-vrf)# allocate-index 10
```

SRTEのフローベース トラフィックステアリング構成の 確認

SRTE構成のフローベースのステアリングに関する適切な詳細を表示するには、次のいずれかのタスクを実行します。

表 10: SRTE のフローベース トラフィック ステアリング構成の確認

| コマンド | 目的 |
|---|--|
| show srte policy | 許可されたポリシーのみを表示します。 |
| show srte policy [all] | SR-TE で使用可能なすべてのポリシーのリストを表示します。 |
| show srte policy [detail] | 要求されたすべてのポリシーの詳細ビューを表示します。 |
| show srte policy <name> | SR-TE ポリシーを名前でフィルタリングし、SR-TE でその名前で使用できるすべてのポリシーのリストを表示します。 (注) このコマンドには、ポリシー名のオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show srte policy color <color> endpoint <endpoint> | カラーとエンドポイントの SR-TE ポリシーを表示します。 (注) このコマンドには、カラーとエンドポイントのオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show route-map [name] | ルート マップの情報を表示します。 |
| show forwarding mpls srte module | 転送情報ベース - FIB モジュールの SRTE 情報を表示します。 |



第 16 章

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリング

- SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングについて (219 ページ)
- SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングに関する注意事項と制限事項 (220 ページ)
- MPLS OAM モニタリングの構成 (221 ページ)
- MPLS OAM モニタリングの構成の確認 (228 ページ)
- MPLS OAM モニタリングの構成例 (230 ページ)

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングについて

Cisco NX-OS リリース 10.1(2) 以降、MPLS OAM モニタリングにより、1 つ以上の SRTE ポリシーが構成されているスイッチで、SRTE ポリシーのアクティブ パスに障害が発生したかどうかをプロアクティブに検出できます。現在アクティブな優先度の高いパスがすべて失敗した場合、SRTE はその優先度の高いパスがダウンしていると見なし、そのような優先順位があれば、ポリシーで次に高い優先順位をアクティブにします。そうでない場合は、ポリシーをダウンとしてマークします。

この機能の前は、SRTE 優先順位とポリシーの状態は、優先順位内のパスの最初のホップ (最初の MPLS ラベル) の状態によってのみ決定されていました。ラベルがプログラムされている場合、パスは稼働していると見なされ、ラベルがないか無効な場合、パスは停止していると見なされます。

MPLS OAM モニタリングは、MPLS LSPV Nil-FEC ping 要求を SRTE パスに沿って継続的に送信することにより、この検証を強化します。各 ping 要求には、SRTE ポリシーに従うトライックに課されるものと同じラベルスタックが含まれているため、ping は同じパスをたどります。ping は、各 ping 間の構成可能な間隔で送信され、パスの最終ノードからの ping への応答は間隔内で期待されます。最終ノードから障害応答が返ってきた場合、または間隔内に応答がなかった場合は、失敗間隔としてカウントされます。構成可能な数の失敗間隔が連続して発生すると、パスはダウンしていると見なされます。優先順位のすべてのパスがダウンしている場合、優先順位はダウンしていると見なされます。

モニタされたパス

CLI がプロアクティブなモニタリングを使用してパスをモニタできる場合にのみ、OAM を使用してパスがモニタされます。ポリシーに関連付けられているパスのみがモニタされます。たとえば、セグメントリストが作成されポリシーに関連付けられていない場合、それはモニタされません。また、同じパスが複数のポリシーで使用されている場合、そのパスに対して作成されるモニタリングセッションは1つだけです。これは、パスがポリシーの基本設定に関連付けられたセグメントリストであるか、ヘッドエンドでパス補完を使用して計算されたものであるかに関係なく適用されます。

デフォルトでは、イメージが OAM モニタリングサポートのないバージョンからモニタリングサポートのあるバージョンにアップグレードされた場合、ポリシーのモニタリング方式は従来のファーストホップ方式になります。

MPLS OAM モニタリングは、すべての SRTE ポリシーに対してグローバルに有効にすることができます。グローバルに有効になっている場合、ポリシーごとに選択的に無効にすることができます。グローバルに有効化されていない場合は、個々のポリシーに対して選択的に有効化できます。

インデックス制限

index-limit X CLI は、パス全体ではなく、パスの最初のサブセットのみを ping するために使用されます。指定された index-limit 以下のセグメントリスト内のインデックスのみが、モニタするパスの一部です。たとえば、セグメントリストが次のようになっています。

```
index 100 mpls label 16001
index 200 mpls label 16002
index 300 mpls label 16003
```

次に、index-limit が指定されていない場合、ping されるパスは 16001、16002、16003 になります。index-limit が 250 の場合、ping されるパスは 16001、16002 になります。index-limit が 200 の場合、ping されるパスも 16001、16002 になります。

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングに関する注意事項と制限事項

SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングには、次のガイドラインと制限事項があります。

- Cisco NX-OS リリース 10.1(2) 以降、MPLS OAM モニタリング（継続的かつ予防的なパス）が導入され、Cisco Nexus 9300 EX、9300-FX、9300-FX2、および 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。
- SRTE ポリシーが構成されているヘッドエンド ノードでは、SRTE と MPLS OAM の両方を、それぞれ feature mpls segment-routing traffic-engineering および feature mpls oam の一部として個別に有効にする必要があります。そうでない場合、ユーザーは OAM を使用して SRTE ポリシーのモニタリングを構成できません。さらに、SR ファブリックの残りのノード

ドでは、MPLS OAM モニタリングによって送信された ping に応答するために、feature mpls oam を使用して MPLS OAM を有効にする必要があります。

- SRTE は、モニタリングセッションの最大数を 1000 に制限します。
- ping の最小間隔は 1000 ミリ秒です。
- SRTE OAM モニタリングポリシーがデバイスで実行されている場合、feature mpls oam を無効にすることはできません。すべての SRTE OAM モニタリングポリシーが無効になっている場合にのみ、デバイスから feature mpls oam を無効にできます。それ以外の場合、次のエラーメッセージが表示されます。

「SRTE MPLS 活性検出は、すべてのポリシーに対して有効になっているか、少なくとも 1 つのポリシーに対して有効になっているか、またはオンデマンドカラーに対して有効になっています。MPLS OAM を無効にする前に、活性検出が完全に無効になっていることを確認してください。」

- Cisco NX-OS リリース 10.1(2) では、SRTE OAM モニタリングは、スタティック ポリシーと、明示パスが構成されているオンデマンド カラーに対してサポートされています。
- OAM セッションは、PCEP を使用してダイナミック オプションで構成されたパスでは実行されません。

MPLS OAM モニタリングの構成

このセクションでは、ポリシーのプロアクティブなパスモニタリングを有効にするために必要な CLI について説明します。

• グローバル設定

この構成により、構成されたすべてのポリシーの OAM パスモニタリングが有効になります。

• ポリシー固有の構成

この構成により、特定のポリシーの OAM パスモニタリングが有効になります。

グローバル設定

始める前に

MPLS セグメントルーティング トライフィック エンジニアリ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 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 | segment-routing 例： switch(config)#segment-routing switch(config-sr)# | セグメントルーティング構成モードを開始します。 |
| ステップ3 | traffic-engineering 例： switch(config-sr)# traffic-engineering switch(config-sr-te)# | トライフィック エンジニアリングモードに入ります。 |
| ステップ4 | [liveness-detection] 例： switch(config-sr-te)# liveness-detection switch(config-sr-te-livedet)# | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ5 | interval num 例： switch(config-sr-te-livedet)# interval 6000 switch(config-sr-te-livedet)# | 間隔はミリ秒です。デフォルトは3000 ms です。 |
| ステップ6 | multiplier num 例： switch(config-sr-te-livedet)# multiplier 5 switch(config-sr-te-livedet)# | 乗数は、乗数は、ダウンと見なされるためにアップしているパスの失敗する必要がある連続間隔数と、アップとみなされるためにダウンしているパスの連続間隔数を設定します。デフォルトは3です。 |
| ステップ7 | mpls 例： switch(config-sr-te-livedet)# mpls switch(config-sr-te-livedet-mpls)# | mpls を介したセグメントルーティングを有効にします。 |
| ステップ8 | [no]oam 例： switch(config-sr-te-livedet-mpls)# oam switch(config-sr-te-livedet-mpls)# | すべてのSRTE ポリシーに対してMPLS OAMモニタリング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 |
|---------|--|--|
| | | このコマンドの no 形式で、OAM モニタリングを無効にします。 |
| ステップ 9 | segment-list name sidlist-name 例： <pre>switch(config-sr-te)# segment-list name blue index 10 mpls label 16004 index 10 mpls label 16005</pre> | 明示 SID リストを作成します。 (注) このコマンドは、sidlist-name の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| ステップ 10 | policy policy name 例： <pre>switch(config-sr-te)# policy 1 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーを設定します。 |
| ステップ 11 | color numberIP-end-point 例： <pre>switch(config-sr-te-pol)# color 1 endpoint 5.5.5.5 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーのカラーとエンドポイントを設定します。 |
| ステップ 12 | candidate-paths 例： <pre>switch(config-sr-te-pol)# candidate-paths switch(config-expndpaths) #</pre> | ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 13 | preference preference-number 例： <pre>switch(config-expndpaths)# 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 14 | sidlist-name explicit segment-list 例： <pre>switch(cfg-pref) # explicit segment-list red switch(cfg-pref) #</pre> | 明示リストを指定します。 (注) このコマンドは、sidlist-name の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| ステップ 15 | on-demand color color_num 例： <pre>switch(config-sr-te)# on-demand color 211 switch(config-sr-te-color) #</pre> | オンデマンド色テンプレートモードを開始し、特定の色のオンデマンド色を構成します。 |

■ ポリシー固有の構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 16 | candidate-paths 例： switch(config-sr-te-color)# candidate-paths switch(cfg-cndpath) # | ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 17 | preference preference-number 例： switch(cfg-cndpath) # preference 100 switch(cfg-pref) # | 候補パスの優先順位を指定します。 |
| ステップ 18 | sidlist-name explicit segment-list 例： switch(cfg-pref) # explicit segment-list red switch(cfg-pref) # | 明示リストを指定します。 (注) このコマンドは、sidlist-nameの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。 |

ポリシー固有の構成

始める前に

MPLS セグメントルーティング トライフィック エンジニアリ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 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 | segment-routing 例： switch(config) #segment-routing switch(config-sr) # | セグメントルーティング構成モードを開始します。 |
| ステップ 3 | traffic-engineering 例： switch(config-sr) # traffic-engineering switch(config-sr-te) # | トライフィック エンジニアリングモードに入ります。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 4 | [liveness-detection] 例： <pre>switch(config-sr-te)# liveness-detection switch(config-sr-te-livedet)#</pre> | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ 5 | interval num 例： <pre>switch(config-sr-te-livedet)# interval 6000 switch(config-sr-te-livedet)#</pre> | 間隔はミリ秒です。デフォルトは3000msです。 |
| ステップ 6 | multiplier num 例： <pre>switch(config-sr-te-livedet)# multiplier 5 switch(config-sr-te-livedet)#</pre> | 乗数は、乗数は、ダウンと見なされるためにアップしているパスの失敗する必要がある連続間隔数と、アップとみなされるためにダウンしているパスの連続間隔数を設定します。デフォルトは3です。 |
| ステップ 7 | segment-list name sidlist-name 例： <pre>switch(config-sr-te)# segment-list name blue index 10 mpls label 16004 index 10 mpls label 16005</pre> | 明示 SID リストを作成します。 (注) このコマンドは、sidlist-nameの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。 |
| ステップ 8 | policy policy name 例： <pre>switch(config-sr-te)# policy 1 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーを設定します。 |
| ステップ 9 | color numberIP-end-point 例： <pre>switch(config-sr-te-pol)# color 1 endpoint 5.5.5.5 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーのカラーとエンドポイントを設定します。 |
| ステップ 10 | candidate-paths 例： <pre>switch(config-sr-te-pol)# candidate-paths switch(config-expndpaths)#</pre> | ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 11 | preference preference-number 例： | 候補パスの優先順位を指定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| | switch(config-expndpaths) # preference 100 switch(cfg-pref) # | |
| ステップ 12 | sidlist-name explicit segment-list 例： switch(cfg-pref) # explicit segment-list red switch(cfg-pref) # | 明示リストを指定します。 (注) このコマンドは、sidlist-nameの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。 |
| ステップ 13 | [liveness-detection] 例： switch(config-sr-te) # liveness-detection switch(config-sr-te-livedet) # | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ 14 | [no]index-limit num 例： switch(config-sr-te-livedet) # index-limit 20 switch(config-sr-te-livedet) # | ユーザーが指定した数以下のインデックスを持つ SID のみをモニタします。 |
| ステップ 15 | [no]shutdown 例： switch(config-sr-te-livedet) # shutdown switch(config-sr-te-livedet) # | 活性検出を無効にします。これは、関連するすべての構成を完全に削除せずに、活性検出を一時的に無効にする場合に便利です。 このコマンドの no 形式で、OAM モニタリングを無効にします。 |
| ステップ 16 | mpls 例： switch(config-sr-te-livedet) # mpls switch(config-sr-te-livedet-mpls) # | mpl を介したセグメントルーティングを有効にします。 |
| ステップ 17 | [no]oam 例： switch(config-sr-te-livedet-mpls) # oam switch(config-sr-te-livedet-mpls) # | すべての SRTE ポリシーに対して MPLS OAM モニタリングをグローバルに有効にします。 このコマンドの no 形式で、OAM モニタリングを無効にします。 |
| ステップ 18 | on-demand color color_num 例： switch(config-sr-te) # on-demand color 211 switch(config-sr-te-color) # | オンデマンド色テンプレートモードを開始し、特定の色のオンデマンド色を構成します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| ステップ 19 | candidate-paths 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 20 | 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 21 | sidlist-nameexplicit segment-list 例： <pre>switch(cfg-pref)# explicit segment-list red switch(cfg-pref)#</pre> | 明示リストを指定します。 (注) このコマンドは、sidlist-nameの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。 |
| ステップ 22 | [liveness-detection] 例： <pre>switch(config-sr-te-color)# liveness-detection switch(config-sr-te-color-livedet)#</pre> | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ 23 | [no]index-limit num 例： <pre>switch(config-sr-te-color-livedet)# index-limit 20 switch(config-sr-te-color-livedet)#</pre> | ユーザーが指定した数以下のインデックスを持つ SID のみをモニタします。 |
| ステップ 24 | [no]shutdown 例： <pre>switch(config-sr-te-color-livedet)# shutdown switch(config-sr-te-color-livedet)#</pre> | 活性検出を無効にします。これは、関連するすべての構成を完全に削除せずに、活性検出を一時的に無効にする場合に便利です。 このコマンドの no 形式で、OAM モニタリングを無効にします。 |
| ステップ 25 | mpls 例： <pre>switch(config-sr-te-color-livedet)# mpls switch(config-sr-te-color-livedet-mpls)#</pre> | mpls を介したセグメントルーティングを有効にします。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| ステップ 26 | [no]oam 例： switch(config-sr-te-color-livedet-mpls)# oam switch(config-sr-te-color-livedet-mpls)# | すべての SRTE ポリシーに対して MPLS OAM モニタリングをグローバルに有効にします。 このコマンドの no 形式で、OAM モニタリングを無効にします。 |

MPLS OAM モニタリングの構成の確認

MPLS OAM モニタリングの構成情報を表示するには、次のタスクのいずれかを実行します。

表 11: MPLS OAM モニタリングの構成の確認

| コマンド | 目的 |
|---|--|
| show srte policy | 許可されたポリシーのみを表示します。 |
| show srte policy [all] | SR-TE で使用可能なすべてのポリシーのリストを表示します。 |
| show srte policy [detail] | 要求されたすべてのポリシーの詳細ビューを表示します。 |
| show srte policy <name> | SR-TE ポリシーを名前でフィルタリングし、SR-TE でその名前で使用できるすべてのポリシーのリストを表示します。 (注) このコマンドには、ポリシーネームのオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show srte policy color <color> endpoint <endpoint> | カラーとエンドポイントの SR-TE ポリシーを表示します。 (注) このコマンドには、カラーとエンドポイントのオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |

| コマンド | 目的 |
|--|---|
| show srte policy proactive-policy-monitoring | <p>promon データベースに存在するすべてのアクティブなプロアクティブポリシーモニタリングセッションのリストを表示します。</p> <p>(注) このコマンドの最後に疑問符オプションを使用して、次のオプションのいずれかを指定するか、Enterキーを押してすべてのセッションを表示できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> • brief : セッションに関する簡単な情報を表示します • color : ポリシーのカラーに関する promon セッションを示します • name : ポリシーネームに関する Promon セッションを表示します • セッション ID : セッション ID の Promon セッションを表示します |
| show srte policy proactive-policy-monitoring [brief] | セッション ID のリストとプロアクティブポリシーモニタリングセッションの状態のみを表示します。 |
| show srte policy proactive-policy-monitoring [session <session-id>] | <p>セッション ID を使用してフィルタリングし、そのセッションに関する情報を詳細に表示します。</p> <p>(注) このコマンドには、セッション ID の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。</p> |
| show srte policy proactive-policy-monitoring color <color> endpoint<endpoint> | <p>カラーとエンドポイントを使用してフィルタリングし、プロアクティブなポリシーモニタリングセッションを表示します。</p> <p>(注) このコマンドには、カラーとエンドポイントのオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。</p> |

MPLS OAM モニタリングの構成例

次に、MPLS OAM モニタリングの構成例を示します。

- ユーザー指定の乗数と間隔によるグローバル有効化の構成例：

```

segment-routing
  traffic-engineering
    liveness-detection
      interval 6000
      multiplier 5
    mpls
      oam
    segment-list name blue
      index 10 mpls label 16004
      index 20 mpls label 16005
    segment-list name green
      index 10 mpls label 16003
      index 20 mpls label 16006
    segment-list name red
      index 10 mpls label 16002
      index 20 mpls label 16004
      index 30 mpls label 16005
  policy customer-1
    color 1 endpoint 5.5.5.5
    candidate-paths
      preference 100
      explicit segment-list red
  on-demand color 211
    candidate-paths
      preference 100
      explicit segment-list green

```

- ユーザー指定の乗数、間隔、インデックス制限、およびシャットダウンオプションを使用したポリシー有効化の構成例：

```

segment-routing
  traffic-engineering
    liveness-detection
      interval 6000
      multiplier 5
    segment-list name blue
      index 10 mpls label 16004
      index 20 mpls label 16005
    segment-list name green
      index 10 mpls label 16003
      index 20 mpls label 16006
    segment-list name red
      index 10 mpls label 16002
      index 20 mpls label 16004
      index 30 mpls label 16005
  policy customer-1
    color 1 endpoint 5.5.5.5
    candidate-paths
      preference 100
      explicit segment-list red
    liveness-detection
      index-limit 20
      shutdown
    mpls
      oam

```

```
on-demand color 211
candidate-paths
  preference 100
  explicit segment-list green
liveness-detection
  index-limit 20
  shutdown
mpls
  oam
```




第 17 章

SRTE の BFD

- SRTE の BFD について (233 ページ)
- SRTE 向け BFD に関する注意事項および制限事項 (234 ページ)
- SRTE 向け BFD の構成 (235 ページ)
- SRTE の BFD の構成例 (242 ページ)
- SRTE の BFD の構成の確認 (242 ページ)

SRTE の BFD について

SRTE の BFD は、SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングに似ています。SRTE 向けの BFD により、1 つ以上の SRTE ポリシーが構成されているスイッチで、SRTE ポリシーのアクティブパスに障害が発生したかどうかをプロアクティブに検出できます。現在アクティブな優先度の高いパスがすべて失敗した場合、SRTE はその優先度の高いパスがダウンしていると見なし、そのような優先順位があれば、ポリシーで次に高い優先順位をアクティブにします。そうでない場合は、ポリシーをダウンとしてマークします。

SRTE の BFD は、SRTE パスに沿って BFD プローブを継続的に送信することによって検出を実行します。各プローブは、SRTE ポリシーに従うトラフィックに適用されるのと同じラベルスタックを持つ MPLS にカプセル化され、プローブが同じパスをたどるようにします。さらに、プローブのラベルスタックの最も内側にもう 1 つのラベルが適用されます。これにより、ポリシーの最終ノードのデータプレーンに到達すると、プローブが送信者に返されます。これは、プローブが最終ノードによって受信され、コントロールプレーンで処理され、応答が返される SRTE ポリシーの MPLS OAM モニタリングとは異なります。

プローブは、各プローブ間の構成可能な間隔で送信され、プローブはその間隔内で送信者にループバックすることが期待されます。構成可能な数の失敗間隔が連續して発生すると、パスはダウンしていると見なされます。優先順位のすべてのパスがダウンしている場合、優先順位はダウンしていると見なされます。

モニタされたパス

コマンドがプロアクティブなモニタリングを使用してパスをモニタできる場合にのみ、BFD を使用してパスがモニタされます。ポリシーに関連付けられているパスのみがモニタされます。たとえば、セグメントリストが作成されポリシーに関連付けられていない場合、それはモニタ

されません。また、同じパスが複数のポリシーで使用されている場合、そのパスに対して作成されるモニタリングセッションは1つだけです。これは、パスがポリシーの基本設定に関連付けられたセグメントリストであるか、ヘッドエンドでパス補完を使用して計算されたものであるかに關係なく適用されます。MPLS OAM モニタリングは、すべての SRTE ポリシーに対してグローバルに有効にすることができます。グローバルに有効になっている場合、ポリシーごとに選択的に無効にすることができます。グローバルに有効化されていない場合は、個々のポリシーに対して選択的に有効化できます。ポリシーがモニタされると、SRTE は実行可能な最も高い設定をプライマリ設定として選択し、次に高い設定をバックアップとして選択します。このプライマリとバックアップは転送プレーンにプログラムされているため、プライマリパスの障害が BFD で検出された場合、転送レイヤはコントロールプレーンの SRTE からの介入を必要とせずにバックアップパスにすぐに切り替えることができます。これにより、障害回復に必要な時間が短縮されます。

インデックス制限

index-limit X コマンドは、パス全体ではなく、パスの最初のサブセットのみを検証するために使用されます。指定された index-limit 以下のセグメントリスト内のインデックスのみが、モニタするパスの一部です。たとえば、セグメントリストが次のようになっているとします。

- インデックス 100 mpls ラベル 16001
- インデックス 200 mpls ラベル 16002
- インデックス 300 mpls ラベル 16003

次に、index-limit が指定されていない場合、検証されるパスは 16001、16002、16003 になります。index-limit が 250 の場合、検証されるパスも 16001、16002 になります。index-limit が 200 の場合、検証されるパスも 16001、16002 になります。

SRTE 向け BFD に関する注意事項および制限事項

SRTE ポリシー向けに BFD モニタリングを構成するための注意事項と制限事項は、以下のとおりです。

- Cisco NX-OS リリース 10.3(2)F 以降、9300-FX、9300-FX2、9300-FX3、9300-GX、9300-GX2 TOR プラットフォームのみで、SRTE ポリシーの BFD モニタリングが導入され、サポートされます。
- IPv4 アンダーレイを使用した SRTE MPLS のみが、BFD を使用したモニタリングでサポートされます。SRv6 ポリシーはサポートされていません。
- この形式のモニタリングを使用する場合、vPC はヘッドエンドでサポートされません。
- 一度に有効にできるのは、OAM または BFD モニタリングのいずれか1つだけです。つまり、OAM を使用して一部のポリシーをモニタし、BFD を使用して一部のポリシーをモニタすることはできません。

- IP リダイレクトは、到着したばかりのインターフェイスを終了する必要がある場合があるため、BFD プローブが送信者にループバックするノードの SR 対応コアインターフェイスで無効にする必要があります。
- SRTE がモニタリングパスに使用する最も内側のラベル（ヘッドエンドラベル）は、エニーキャスト SID であってはなりません。同じエニーキャストアドレスを共有する別のノードに応答が送信されないように、そのノードの一意の SID である必要があります。
- 転送するようにプログラムされている場合、特定のポリシーの ECMP メンバーの総数は 8 です。これには、プライマリ ECMP メンバーとバックアップ ECMP メンバーが含まれます。ポリシーのプライマリ設定とバックアップ設定の間に 8 を超える ECMP メンバーがある場合、8 のみが使用されます。
- SRTE ヘッドエンドノード（ポリシーが定義されている）で定義されている SRGB 範囲と、BFD 活性検出によってモニタされるすべてのパスの最終ノードで定義されている SRGB 範囲は同じである必要があります。そして、SRGB の範囲はすべてのノードで同じにすることをお勧めします。BFD プローブパケットに追加された送信者への返信ラベルは、ローカルループバックインターフェイスのプレフィックスの connected-prefix-sid-map SR 構成から SRTE ヘッドエンドノードでローカルに学習されるため、そのラベルの値はパケットを返すノードで同じです。
- BFD モニタリングは、ダイナミック pcep オプションを使用したパス設定ではサポートされません。

SRTE 向け BFD の構成

このセクションでは、SRTE ポリシー向け BFD 保護を使用して、プロアクティブ パス モニタリングを有効にするために必要なコマンドを説明します。構成タスクは、すべてのポリシーまたは特定のポリシーのどちらに対して構成するかに基づいて、次の方法で実行できます。

- グローバル構成**：この構成では、構成されているすべてのポリシーに対して BFD 保護が有効になります。
- ポリシー固有の構成**：この構成では、特定のポリシーの BFD 保護を有効にします。

グローバル設定

始める前に

次の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。

- feature bfd
- feature mpls segment-routing
- feature mpls segment-routing traffic-engineering

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 | segment-routing 例： switch(config)#segment-routing switch(config-sr)# | セグメントルーティング構成モードを開始します。 |
| ステップ3 | traffic-engineering 例： switch(config-sr)# traffic-engineering switch(config-sr-te)# | トライフィック エンジニアリングモードに入ります。 |
| ステップ4 | [no] liveness-detection 例： switch(config-sr-te)# liveness-detection switch(config-sr-te-livedet)# | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ5 | interval num 例： switch(config-sr-te-livedet)# interval 6000 switch(config-sr-te-livedet)# | 間隔はミリ秒です。デフォルトは3000 ms です。 |
| ステップ6 | multiplier num 例： switch(config-sr-te-livedet)# multiplier 5 switch(config-sr-te-livedet)# | 乗数は、ダウンと見なされるためにアップしているパスの失敗が必要がある連続間隔数を設定します。BFD モニタリングが使用されている場合、プローブが成功すると、ダウンしているパスがアップと見なされます。デフォルトは3です。 |
| ステップ7 | mpls 例： switch(config-sr-te-livedet)# mpls switch(config-sr-te-livedet-mpls)# | 活性検出のため MPLS データプレーン構成モードを開始します。 |
| ステップ8 | [no] bfd 例： | すべての SRTE ポリシーに対して BFD 保護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 |
|---------|--|--|
| | <pre>switch(config-sr-te-livedet-mpls)# bfd switch(config-sr-te-livedet-mpls)#</pre> | このコマンドの no フォームは BFD 保護を無効にします。 |
| ステップ 9 | segment-list name sidlist-name 例 : <pre>switch(config-sr-te)# segment-list name blue index 10 mpls label 16004 index 10 mpls label 16005</pre> | 明示 SID リストを作成します。 (注) このコマンドは、sidlist-name の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| ステップ 10 | policy policy name 例 : <pre>switch(config-sr-te)# policy 1 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーを設定します。 |
| ステップ 11 | color color end-point address 例 : <pre>switch(config-sr-te-pol)# color 1 endpoint 5.5.5.5 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーのカラーとエンドポイントを設定します。 |
| ステップ 12 | candidate-paths 例 : <pre>switch(config-sr-te-pol)# candidate-paths switch(config-expndpaths)# </pre> | ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 13 | preference preference-number 例 : <pre>switch(config-expndpaths)# 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 14 | sidlist-name explicit segment-list 例 : <pre>switch(cfg-pref)# explicit segment-list red switch(cfg-pref)# </pre> | 明示リストを指定します。 (注) このコマンドは、sidlist-name の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| ステップ 15 | on-demand color color_num 例 : <pre>switch(config-sr-te)# on-demand color 211 switch(config-sr-te-color)# </pre> | オンデマンド色テンプレートモードを開始し、特定の色のオンデマンド色を構成します。 |

■ ポリシー固有の構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 16 | candidate-paths 例： switch(config-sr-te-color)# candidate-paths switch(cfg-cndpath) # | ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 17 | preference preference-number 例： switch(cfg-cndpath) # preference 100 switch(cfg-pref) # | 候補パスの優先順位を指定します。 |
| ステップ 18 | sidlist-name explicit segment-list 例： switch(cfg-pref) # explicit segment-list red switch(cfg-pref) # | 明示リストを指定します。 (注) このコマンドは、sidlist-nameの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。 |

ポリシー固有の構成

始める前に

次の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。

- feature bfd
- feature mpls segment-routing
- feature mpls segment-routing traffic-engineering

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 | segment-routing 例： switch(config) #segment-routing switch(config-sr) # | セグメントルーティング構成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 3 | traffic-engineering 例： <pre>switch(config-sr) # traffic-engineering switch(config-sr-te) #</pre> | トライ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 | [no] liveness-detection 例： <pre>switch(config-sr-te) # liveness-detection switch(config-sr-te-livedet) #</pre> | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ 5 | interval num 例： <pre>switch(config-sr-te-livedet) # interval 6000 switch(config-sr-te-livedet) #</pre> | 間隔はミリ秒です。デフォルトは3000msです。 |
| ステップ 6 | multiplier num 例： <pre>switch(config-sr-te-livedet) # multiplier 5 switch(config-sr-te-livedet) #</pre> | 乗数は、ダウンと見なされるためにアップしているパスの失敗が必要がある連続間隔数を設定します。BFDモニタリングが使用されている場合、プローブが成功すると、ダウンしているパスがアップと見なされます。デフォルトは3です。 |
| ステップ 7 | segment-list name sidlist-name 例： <pre>switch(config-sr-te) # segment-list name blue index 10 mpls label 16004 index 10 mpls label 16005</pre> | 明示 SID リストを作成します。 |
| ステップ 8 | policy policy name 例： <pre>switch(config-sr-te) # policy 1 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーを設定します。 |
| ステップ 9 | color color end-point address 例： <pre>switch(config-sr-te-pol) # color 1 endpoint 5.5.5.5 switch(config-sr-te-pol)</pre> | ポリシーのカラーとエンドポイントを設定します。 |
| ステップ 10 | candidate-paths 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 |
|---------|---|--|
| | switch(config-sr-te-pol)# candidate-paths switch(config-expndpaths) # | |
| ステップ 11 | preference preference-number 例： switch(config-expndpaths) # preference 100 switch(cfg-pref) # | 候補パスの優先順位を指定します。 |
| ステップ 12 | sidlist-nameexplicit segment-list 例： switch(cfg-pref) # explicit segment-list red switch(cfg-pref) # | 明示リストを指定します。 |
| ステップ 13 | [no] liveness-detection 例： switch(config-sr-te) # liveness-detection switch(config-sr-te-livedet) # | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ 14 | [no]index-limit num 例： switch(config-sr-te-livedet) # index-limit 20 switch(config-sr-te-livedet) # | ユーザーが指定した数以下のインデックスを持つ SID のみをモニタします。 |
| ステップ 15 | [no]shutdown 例： switch(config-sr-te-livedet) # shutdown switch(config-sr-te-livedet) # | 活性検出を無効にします。これは、関連するすべての構成を完全に削除せずに、活性検出を一時的に無効にする場合に便利です。 |
| ステップ 16 | mpls 例： switch(config-sr-te-livedet) # mpls switch(config-sr-te-livedet-mpls) # | 活性検出のため MPLS データプレーン構成モードを開始します。 |
| ステップ 17 | [no] bfd 例： switch(config-sr-te-livedet-mpls) # oam switch(config-sr-te-livedet-mpls) # | 構成されているポリシーの BFD 活性検出を有効にします。 このコマンドの no 形式を使用すると、BFD 活性検出が構成されているポリシーの BFD 活性検出が無効になります。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 18 | on-demand color <i>color_num</i> 例： <pre>switch(config-sr-te)# on-demand color 211 switch(config-sr-te-color)#+</pre> | オンデマンド色テンプレートモードを開始し、特定の色のオンデマンド色を構成します。 |
| ステップ 19 | candidate-paths 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 20 | preference <i>preference-number</i> 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 21 | sidlist-name <i>explicit segment-list</i> 例： <pre>switch(cfg-pref)# explicit segment-list red switch(cfg-pref)#+</pre> | 明示リストを指定します。 |
| ステップ 22 | [no] liveness-detection 例： <pre>switch(config-sr-te-color)# liveness-detection switch(config-sr-te-color-livedet)#+</pre> | 活性検出構成モードを開始します。 |
| ステップ 23 | [no] index-limit <i>num</i> 例： <pre>switch(config-sr-te-color-livedet)# index-limit 20 switch(config-sr-te-color-livedet)#+</pre> | ユーザーが指定した数以下のインデックスを持つ SID のみをモニタします。 |
| ステップ 24 | [no] shutdown 例： <pre>switch(config-sr-te-color-livedet)# shutdown switch(config-sr-te-color-livedet)#+</pre> | 活性検出を無効にします。これは、関連するすべての構成を完全に削除せずに、活性検出を一時的に無効にする場合に便利です。 |
| ステップ 25 | mpls 例： <pre>switch(config-sr-te-color-livedet)# mpls switch(config-sr-te-color-livedet-mpls)#+</pre> | 活性検出のため MPLS データプレーン構成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 26 | [no] bfd 例： switch(config-sr-te-color-livedet-mpls) # bfd switch(config-sr-te-color-livedet-mpls) # | 構成されているオンデマンドカラーの BFD 活性検出を有効にします。 このコマンドの no 形式を使用すると、構成されているオンデマンドカラーの BFD 活性検出が無効になります。 |

SRTE の BFD の構成例

次に、SRTE の BFD を設定する例を示します。

```
feature mpls segment-routing traffic-engineering segment-routing
traffic-engineering
liveness-detection
    multiplier NUM
    interval NUM
    mpls
        bfd
    segment-list name SEGLIST1
        index 100 mpls label 16001
        index 200 mpls label 16002
        index 300 mpls label 16003
    on-demand color 702
    explicit segment-list SEGLIST1
    liveness-detection
        mpls
            bfd
            index-limit 200
    policy name POL1
        color 20 endpoint 1.1.1.1
        liveness-detection
            mpls
                bfd
            index-limit 200
```

SRTE の BFD の構成の確認

SRTE ポリシー構成の BFD モニタリングを表示するには、次の作業のいずれかを行います。

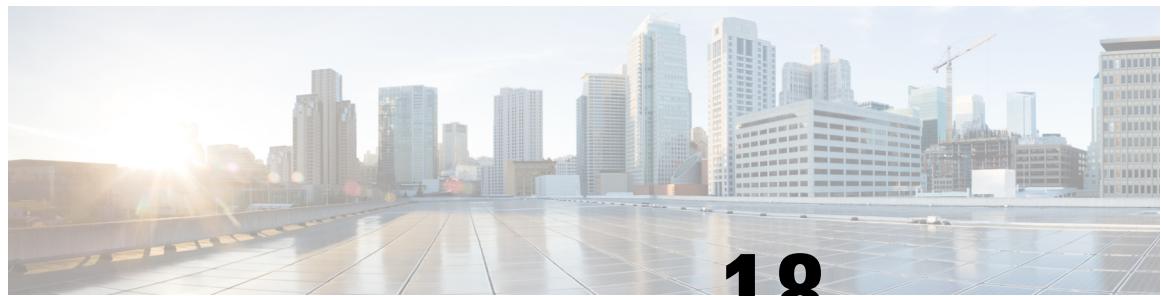
表 12: MPLS OAM モニタリングの構成の確認

| コマンド | 目的 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| show srte policy | 許可されたポリシーのみを表示します。 |
| show srte policy [all] | SR-TE で使用可能なすべてのポリシーのリストを表示します。 |
| show srte policy [detail] | 要求されたすべてのポリシーの詳細ビューを表示します。 |

| コマンド | 目的 |
|---|--|
| show srte policy <name> | SR-TE ポリシーを名前でフィルタリングし、SR-TE でその名前で使用できるすべてのポリシーのリストを表示します。 (注) このコマンドには、ポリシー名の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show srte policy color <color> endpoint <endpoint> | カラーとエンドポイントの SR-TE ポリシーを表示します。 (注) このコマンドには、カラーとエンドポイントの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show srte policy proactive-policy-monitoring | promon データベースに存在するすべてのアクティブなプロアクティブポリシーモニタリングセッションのリストを表示します。 (注) このコマンドの最後に疑問符オプションを使用して、次のオプションのいずれかを指定するか、Enter キーを押してすべてのセッションを表示できます。 <ul style="list-style-type: none"> • brief : セッションに関する簡単な情報を表示します • color : ポリシーのカラーに関する promon セッションを示します • name : ポリシー名に関する Promon セッションを表示します • セッション ID : セッション ID の Promon セッションを表示します |
| show srte policy proactive-policy-monitoring [brief] | セッション ID のリストとプロアクティブポリシーモニタリングセッションの状態のみを表示します。 |

SRTE の BFD の構成の確認

| コマンド | 目的 |
|--|---|
| show srte policy proactive-policy-monitoring [session <session-id>] | セッション ID を使用してフィルタリングし、そのセッションに関する情報を詳細に表示します。 (注) このコマンドには、セッション ID の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show srte policy proactive-policy-monitoring color <color> endpoint<endpoint> | カラーとエンドポイントを使用してフィルタリングし、プロアクティブなポリシー モニタリング セッションを表示します。 (注) このコマンドには、カラーとエンドポイントの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show mpls switching detail | このコマンドは、ユニキャストラベルデータベースを表示します。これは、SRTE ポリシー FEC の各 NHLFE に使用されるモニタリング ラベルを表示するために使用でき、SRTE モニタリング FEC 自体を表示するために使用できます。 |
| show bfd neighbors | BFD セッションの詳細を表示します。 |



第 18 章

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

- BGP プレフィックス SID (245 ページ)
- 隣接 SID (245 ページ)
- セグメントルーティングのための高可用性 (246 ページ)
- 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 (246 ページ)
- 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 (248 ページ)
- 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 (248 ページ)
- 出力ピアエンジニアリングの設定例 (250 ページ)
- BGP リンクステートアドレスファミリの設定 (252 ページ)
- BGP プレフィックス SID の展開例 (253 ページ)

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。

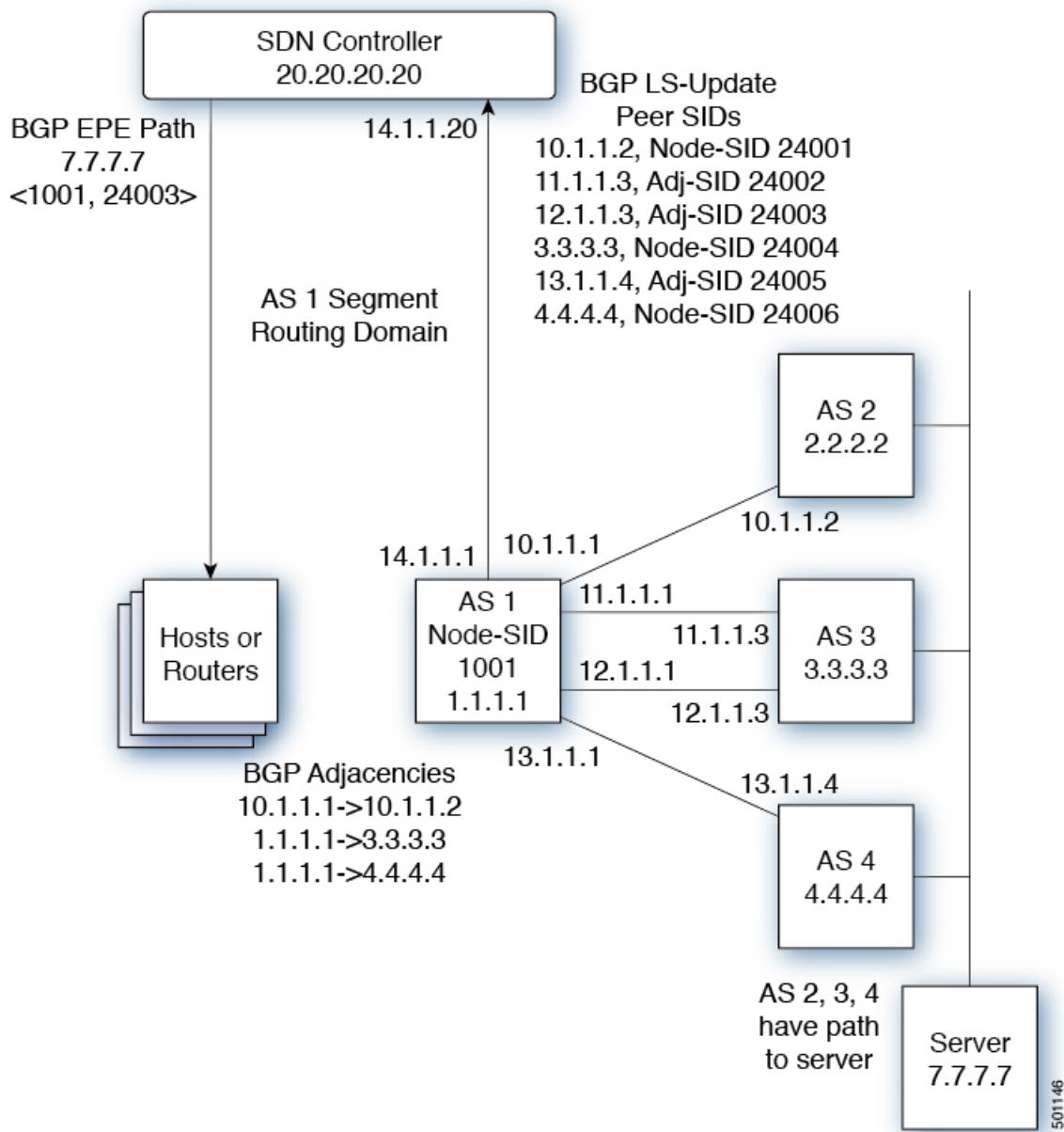
セグメントルーティング (SR) はソースルーティングを利用します。ノードは、制御された一連の命令（セグメント）によってパケットを操作するために、パケットの前に SR ヘッダーを付加します。セグメントは、トポロジまたはサービスベースの命令を表すことができます。SR では、SR ドメインの入力ノードでのみフローごとの状態を維持しながら、トポロジパスまたはサービスチェーンを介してフローを操作できます。この機能の場合、セグメントルーティングアーキテクチャは、MPLS データ プレーンに直接適用されます。

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12:出力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ドバタイズできます。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 へのトライフィックがリンク 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なれません。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一致します。ピアは、単一のピア セットのメンバーにしかなれません。
- 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 team 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 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 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-epc-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-multipath 2
  egress-engineering
neighbor 4.4.4.4
  remote-as 4
  address-family ipv4
  update-source loopback1
  ebgp-multipath 2
  egress-engineering
neighbor 20.20.20.20
  remote-as 1
  address-family link-state
  update-source loopback1
  ebgp-multipath 2
  egress-engineering
neighbor 124.11.50.5
  bfs
  remote-as 6
  update-source port-channel150.11
  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

```

BGP リンクステートアドレスファミリの設定

```
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。

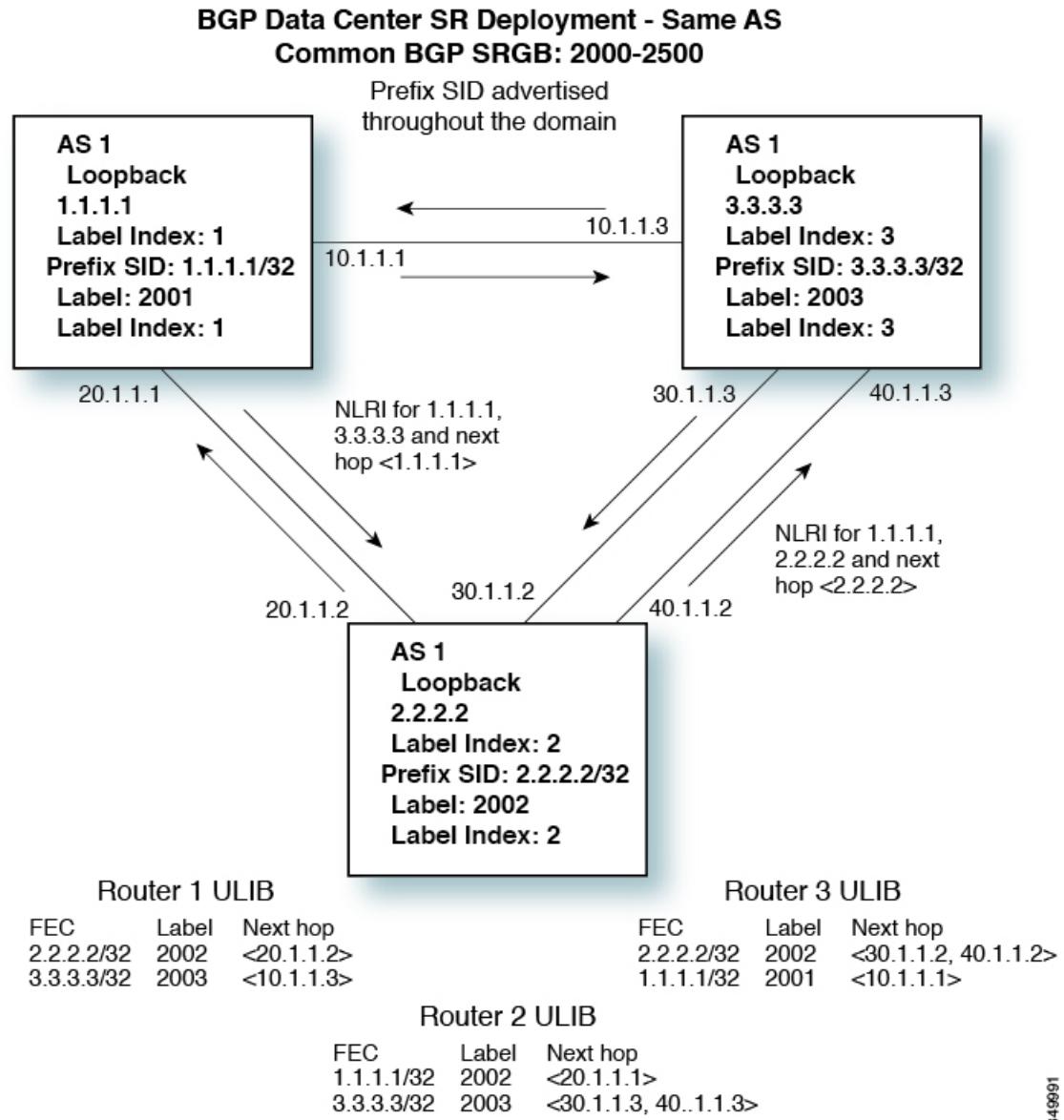
手順

| | 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 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 13: BGP プレフィックス SID の簡単な例



■ BGP プレフィックス SID の展開例



第 19 章

セグメントルーティング MPLS を使用した レイヤ 2 EVPN

- レイヤ 2 EVPN について (255 ページ)
- 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 (256 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 (257 ページ)
- EVI 用の VLAN の設定 (260 ページ)
- NVE インターフェイスの設定 (261 ページ)
- VRF 下での EVI の設定 (262 ページ)
- エニーキャストゲートウェイの設定 (262 ページ)
- 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 (262 ページ)
- SRv6 静的プレフィックス単位 TE について (263 ページ)
- SRv6 の静的なプレフィックスごとの TE の設定 (264 ページ)
- Route-Target Auto について (266 ページ)
- BD 用の RD およびルートターゲットの設定 (267 ページ)
- VRF 用の RD およびルートターゲットの設定 (268 ページ)
- セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定例 (269 ページ)

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。

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

- 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 フラッディングは、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2EVPN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 | 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。 |
| 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。 |

セグメントルーティング MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| 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 Interface_Number 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 address 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 number 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。 |
| ステップ 15 | source-interface loopback Interface_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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|------------------------------|
| 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。 |
| 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。 |

EVI 用の VLAN の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---------------------------------|
| 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 <i>loopback_number</i> 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 <i>loopback_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 テナント | VRF テナントを作成します。 |
| ステップ 2 | evi number | 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 | fabric forwarding anycast-gateway-mac 0000.aabb.cddd | 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 | fabric forwarding mode anycast-gateway | 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 2 EVPN 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 | 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 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| 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。 |
| 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单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 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 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 アドレスファミリを指定し、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 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： | VRF からのルートのエクスポートを設定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | switch(config-vrf)# route-target export 1:2 | |
| 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。 |
| ステップ 10 | router-id id 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 ipv4-address 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 number 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。 |

Route-Target Auto について

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|-----------|
| 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 を定義するための 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
```

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に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)。長さと形式の制約、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) RD およびルートターゲットが自動的に生成されます。BD 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 | 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。 |

■ VRF用のRDおよびルートターゲットの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|-------|---|-----------------|
| 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 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。 |
| ステップ5 | route-target both rt_format evpn 例： switch(config-vrf-af-ipv4)# route-target both 1:30001 evpn | ルート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2EVPN 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2EVPN 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 MPLS 上のレイヤ 2 EVPN の設定例



第 20 章

繰り返しの VPN ルートの SRTE

- ・繰り返しの VPN ルートの SRTE について (271 ページ)
- ・繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成に関する注意事項および制限事項 (271 ページ)
- ・繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成 (272 ページ)
- ・繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成例 (273 ページ)
- ・繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成確認 (274 ページ)

繰り返しの VPN ルートの SRTE について

デフォルト以外の VRF 内のルートが、デフォルト VRF 内のルート上で再帰する前に、同じ VRF 内の他のルート上で再帰するユースケースを想定します。さらに、これらのルートは EVPN タイプ 5 ルートとして BGP 経由でシグナリングされ、ルートのゲートウェイ IP フィールド (GW-IP) がネクストホップを指定します。これらのタイプのルートの SR トライフィック エンジニアリングをサポートするために、再帰 VPN ルートの SRTE 機能を使用すると、BGP はルートを再帰的に解決し、現在のルートのネクストホップを解決する次のルートを反復的に検索します。ネクストホップはデフォルト VRF にあります。このルートには、ルーティングに必要な VPN ラベルが必要であり、デフォルト VRF にあるネクストホップを使用して、SRTE ポリシーのエンドポイントを選択してトライフィックを誘導できるようになりました。

したがって、再帰 VPN ルートの SRTE 機能により、BGP はエンドポイントとして GW-IP を使用して SRTE からポリシーを要求できます。SRTE は一致するポリシーの BSID を返します。ただし、デフォルト VRF では、CO ポリシーがより適切な一致に置き換えられると、BSID が後で変更される可能性があります。

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成に関する注意事項 および制限事項

Cisco NX-OS リリース 10.3(2)F 以降では、再帰 VPN ルート機能の SRTE がサポートされています。

次に、この機能に関するガイドラインおよび制限事項を示します。

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成

- この機能は、Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9300-GX、および N9K-C9332D-GX2B プラットフォーム スイッチでサポートされています。
- この機能は、ネクストホップとしてゲートウェイ IP を持つタイプ5 EVPN ルートでのみサポートされます。デフォルト VRF の再帰ルートではサポートされません。
- IPv4 ルートのみがサポートされます。
- ネクストホップが同じ VRF 内の別のルートである VRF 内のルートのプレフィックス長は 32 ビット (ホストルート) である必要があります。
- 複数の IPv4 ユニキャスト非デフォルト VRF への EVPN 再帰 VPN ルートのルートリークまたはインポートは許可されません。
- カラーのみのルートはサポートされていません。
- ルートインジェクタをネットワーク内のトラフィックペアリングリーフの 1 つに統合することは推奨されません。

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成

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</pre> <pre>switch(config)#</pre> | 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 bgp number 例： <pre>switch(config)# router bgp 100</pre> <pre>switch(config-router)#</pre> | BGP を設定します。 |
| ステップ 3 | vrf VRF_Name 例： <pre>switch(config-router)# vrf vrf3</pre> <pre>switch(config-router)#</pre> | ルートマップを vrf コンテキストに適用します。 |
| ステップ 4 | address-family ipv4 unicast 例： <pre>switch(config-router)# address-family</pre> <pre>ipv4 unicast</pre> <pre>switch(config-router)#</pre> | IPv4 のアドレスファミリを設定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 5 | export-gateway-ip 例： switch(config-router) # export-gateway-ip switch(config-router) # | 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。 |
| ステップ 6 | address-family l2vpn evpn 例： switch(config-router) # address-family l2vpn evpn switch(config-router) # | L2VPN EVPN のアドレス ファミリを構成します。 |
| ステップ 7 | route-map map-name out 例： switch(config-router) # route-map setrrnh out switch(config-route-map) # | 発信ルートに設定された BGP ポリシーを適用します。 |
| ステップ 8 | route-map map-name [permit deny] [seq] 例： switch(config-route-map) # route-map ABC permit 10 switch(config-route-map) # | ルートマップを作成するか、または既存のルートマップに対応するルートマップ設定モードを開始します。 |
| ステップ 9 | set extcommunity color color-num 例： switch(config-route-map) # set extcommunity color 20 switch(config-route-map) # | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 |

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成例

```

switch# configure terminal
switch(config)# router bgp 100
switch(config-route-map) # vrf vrf3
switch(config-router) # address-family ipv4 unicast
switch(config-router) # export-gateway-ip
switch(config-router) # l2vpn evpn
switch(config-router) # route-map setrrnh out
switch(config-router) # route-map ABC permit 10
switch(config-route-map) # set extcommunity color 20

```

繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成確認

繰り返しの VPN ルートの SRTE 構成に関する情報を表示するには、以下のタスクのいずれかを実行します：

表 13: 繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成確認

| 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。 |
| show running-config rpm | ルートポリシーマネージャ (RPM) についての情報を表示します。 |
| 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 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 | 許可されたポリシーのみを表示します。 |
| show srte policy [all] | SR-TE で使用可能なすべてのポリシーのリストを表示します。 |
| show srte policy [detail] | 要求されたすべてのポリシーの詳細ビューを表示します。 |
| show srte policy <name> | SR-TE ポリシーを名前でフィルタリングし、SR-TE でその名前で使用できるすべてのポリシーのリストを表示します。 (注) このコマンドには、ポリシー名の自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |

| コマンド | 目的 |
|---|---|
| show srte policy color <color> endpoint <endpoint> | カラーとエンドポイントのSR-TEポリシーを表示します。 (注) このコマンドには、カラーとエンドポイントの自動入力機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TABキーを押します。 |
| 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 ip route vrf <vrf-name> | VRFのルーティング情報を表示します。 |

■ 繰り返しの VPN ルートの SRTE の構成確認



第 21 章

セグメントルーティングの VNF の比例マルチパス

- 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 (277 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有効化 (278 ページ)

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) とも呼ばれ、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： <pre>switch# configure terminal switch(config)#</pre> | グローバル コンフィギュレーション モードに入ります。 |
| ステップ 2 | route-map export-l2evpn-rtmap permit 10 例： <pre>switch(config)# route-map export-l2evpn-rtmap permit 10</pre> | <<説明が必要>> |
| ステップ 3 | match ip address prefix-list pip-pfx-list 例： <pre>switch(config-route-map)# match ip prefix-list vm-pfx-list</pre> | 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： <pre>switch(config-route-map)# set evpn gateway-ip use-nexthop</pre> | 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： | ルートマップを vrf コンテキストに適用します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | <pre>switch(config-route-map)# vrf context vrf switch(config-route-map)# address-family ipv4 unicast switch(config-route-map)# export map export-l2evpn-rtmap</pre> | |
| ステップ 6 | address-family ipv4 unicast 例： <pre>switch(config-route-map)# address-family ipv4 unicast switch(config-route-map)# export map export-l2evpn-rtmap</pre> | 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： <pre>switch(config-route-map)# export map export-l2evpn-rtmap</pre> | 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： <pre>switch(config)# router bgp 100</pre> | BGP を設定します。 |
| ステップ 9 | vrf VRF_Name 例： <pre>switch(config-route-map)# vrf vrf3</pre> | 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： <pre>switch(config-router)# address-family ipv4 unicast</pre> | 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： <pre>switch(config-route-map)# export-gateway-ip</pre> | 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。 |

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



第 22 章

vPC マルチホーミング

- マルチホーミングについて (281 ページ)
- vPC マルチホーミング ピアリングの注意事項と制約事項 (282 ページ)
- vPC マルチホーミングの設定例 (282 ページ)

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
```




第 23 章

レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN

この章では、レイヤ 3 EVPN を設定するタスクと、L3 EVPN および L3VPN ルータのステッピ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。

- 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 (285 ページ)
- BGP EVPN およびラベル割り当てモードの設定 (286 ページ)
- BGP レイヤ 3 EVPN およびレイヤ 3 VPN ステッピングの構成 (289 ページ)
- 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 (292 ページ)
- セグメントルーティングを介した BGP L3 VPN の構成 (293 ページ)
- SRTE 経由 BGP レイヤ 3 VPN (294 ページ)
- SRTE を介したレイヤ 3 VPN の構成に関する注意事項と制限事項 (295 ページ)
- 拡張コミュニティ カラーの構成 (295 ページ)

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。 |

BGP EVPN およびラベル割り当てモードの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| 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 route-target-id | 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 route-target-id | 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。 |
| 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)
Label: 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 | [no] router bgp <i>autonomous-system-number</i> 例 : <pre>switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)#</pre> | 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 | 必須: address-family l2vpn evpn 例 : <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 | 必須: exit 例 : <pre>switch(config-router-af)# exit switch(config-router)#</pre> | 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。 |
| ステップ 5 | neighbor <i>ipv4-address</i> remote-as <i>autonomous-system-number</i> 例 : <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。 |

BGP EVPN およびラベル割り当てモードの設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| ステップ 6 | address-family l2vpn evpn 例： switch(config-router-neighbor)# address-family l2vpn evpn switch(config-router-neighbor-af) # | 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 | encapsulation mpls 例： 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 BGP セグメントルーティング設定： 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 | BGP EVPN アドレスファミリを有効にし、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。 (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。 |
| 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 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--|--------------|---|
| | | 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： <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 |

BGP レイヤ3 EVPN およびレイヤ3 VPN スティッチングの構成

| | 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# configure terminal 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 ビット整数でできます。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>address-family {vpnv4 vpng6} unicast</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-router)#+ address-family vpng4 unicast switch(config-router-af)#+ address-family vpng6 unicast switch(config-router-af)#+</pre> | 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 | <p>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 <i>ipv4-address</i> remote-as <i>autonomous-system-number</i></p> <p>例 :</p> <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 | <p>address-family {vpnv4 vpng6} unicast</p> <p>例 :</p> <pre>switch(config-router)#+ address-family vpng4 unicast switch(config-router-af)#+ address-family vpng6 unicast switch(config-router-af)#+</pre> | VPNv4 または VPNv6 のアドレスファミリのネイバーを設定します。 |
| ステップ7 | <p>send-community extended</p> | BGP VPN アドレスファミリを有効にします |
| ステップ8 | <p>import l2vpn evpn reoriginate</p> | 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 BGP EVPN NLRI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 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| | | 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 <i>ipv4-address</i> remote-as <i>autonomous-system-number</i> 例： switch(config-router)# neighbor 10.1.1.1 remote-as 64497 switch(config-router-neighbor)# | 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： switch(config-router-neighbor)# address-family l2vpn evpn switch(config-router-neighbor-af)# | 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 BGP EVPN NLRI 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。 |
| 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
!

```

■ レイヤー3EVPN およびレイヤー3VPN を有効にする機能の設定

```

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 vpnv4 unicast
address-family vpnv6 unicast
neighbor 10.0.0.1 remote-as 200
  update-source loopback1
  address-family vpnv4 unicast
    send-community extended
    import l2vpn evpn reoriginate
  address-family vpnv6 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

```

レイヤー3EVPN およびレイヤー3VPN 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。 |
| ステップ2 | 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 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。 |

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 | [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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|--|
| ステップ 3 | address-family {vpnv4 vpng6} unicast 例： switch(config-router)# address-family vpng4 unicast switch(config-router-af)# address-family vpng6 unicast switch(config-router-af)#{/pre> | 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 | [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： switch(config-router-af)# exit switch(config-router)#{/pre> | 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。 |
| ステップ 6 | neighbor <i>ipv4-address</i> remote-as <i>autonomous-system-number</i> 例： 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 {vpnv4 vpng6 } unicast 例： switch(config-router-neighbor)# address-family vpng4 unicast switch(config-router-neighbor-af)#{/pre> | VPNV4 または VPNv6 のアドレスファミリのネイバーを設定します。 |
| 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。 |

SRTE 経由 BGP レイヤ 3 VPN

この機能により、データセンター相互接続 (DCI) /WAN エッジ展開のセグメントルーティングコアに対するトラフィック エンジニアリング機能が有効になります。DCI ハンドオフ (SR

に基づき VxLAN から L3VPN へ、またはその逆) を可能にし、SR コアで SRTE 機能を使用できるため、さまざまなトラフィック クラスによって SLA を達成できます。SRTE 機能は、L3VPN プレフィックスに SR-Policy を適用することにより、DCI またはエッジルータに適用できます。L3VPN プレフィックスは、拡張コミュニティ カラーを設定した後 (DCI またはエッジノードによって) アドバタイズでき、BGP L3VPN ネイバーは、そのカラーに基づいて SR ポリシーを適用して SRTE を作成できます。以下に、L3VPN プレフィックスで拡張コミュニティ カラーを構成するための構成を示します。

SRTE を介したレイヤ 3 VPN の構成に関する注意事項と制限事項

Cisco NX-OS リリース 10.1(2) 以降、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 9300-FX3、N9K-C9316D-GX、N9K-C93180YC-FX、および N9K-C93240YC-FX2 プラットフォーム スイッチ上でレイヤ 3 VPN を介してサポートされます。

この機能の制限は次のとおりです。

- アンダーレイ IPv6 はサポートされません。SRv6 は代替です。
- BGP の専用ファブリックにおける PCE の欠点のため、BGP アンダーレイを使用した PCE はサポートされていません。
- NXOS が BGP-LS で LSA をアドバタイズできないため、PCE を使用した OSPF-SRTE はサポートされていません。
- 合計 1000 の SRTE ポリシー スケール、BGP VPNv4 32K ルート、BGP VPKM 32k ルート、および 1000 のアンダーレイ SR プレフィックスをサポートします。

Cisco NX-OS リリース 10.2(3)F 以降、カラー専用 (CO) ビットのオプションがルートマップに追加されています。SRTE ポリシーを使用している特定のプレフィックスの CO ビットの値が変更された場合、BGP は古いポリシーを削除し、新しいポリシーを追加します。

拡張コミュニティ カラーの構成

このセクションは、次のトピックで構成されています。

入力ノードにおける拡張コミュニティ カラーの構成

SRTE ポリシーがインスタンス化される入力ノードによってプレフィックスが通知されるときに、入力ノードで拡張コミュニティ カラーを構成するには、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 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 map-name 例： <pre>switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map)</pre> | ルート マップを作成するか、または既存のルート マップに対応するルート マップ 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 | set extcommunity color color-num 例： <pre>switch(config-route-map)# set extcommunity color 20 switch(config-route-map)#</pre> | カラー拡張コミュニティの BGP 外部 コミュニティ属性を設定します。 |
| ステップ4 | exit 例： <pre>switch(config-route-map)# exit switch(config)#</pre> | ルート マップ設定モードを終了します。 |
| ステップ5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： <pre>switch(config)# router bgp1 switch(config-router)#</pre> | 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6 | neighbor ip-address 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor)#</pre> | BGP ネイバーテーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエントリを追加します。ip-address引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ7 | address-family vpng4/vpng6 unicast 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family vpng4/vpng6 unicast switch(config-router-neighbor-af)#</pre> | vpng4/vpng6 アドレスファミリタイプのルータ アドレスファミリ構成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8 | route-map map-name in 例： switch(config-router-neighbor-af)# route-map ABC in switch(config-router-neighbor-af) # | 構成された BGP ポリシーを受信ルートに適用します。 マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |

出力ノードでの拡張コミュニティカラーの構成

プレフィックスが出力ノードによって通知されるときに、出力ノードで拡張コミュニティカラーを構成するには、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 map-name 例： switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map) # | ルートマップを作成するか、または既存のルートマップに対応するルートマップ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 | set extcommunity color color-num 例： switch(config-route-map)# set extcommunity color 20 switch(config-route-map) # | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 |
| ステップ4 | exit 例： switch(config-route-map)# exit switch(config) # | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： switch(config)# router bgp1 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 ビット整数でできます。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。 |

出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| | | 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 6 | neighbor ip-address 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor)#</pre> | BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエンティリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family vpng4/vpng6 unicast 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# address-family vpng4/vpng6 unicast switch(config-router-neighbor-af)#</pre> | vpng4/vpng6 アドレスファミリ タイプのルータ アドレスファミリ構成モードを開始します。 |
| ステップ 8 | route-map map-name out 例： <pre>switch(config-router-neighbor-af)# route-map ABC out switch(config-router-neighbor-af)#</pre> | 発信ルートに設定された BGP ポリシーを適用します。 マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |

出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成

プレフィックスが出力ノードによって通知されるときに、出力ノードで network/redistribute コマンドの拡張コミュニティ カラーを構成するには、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 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 map-name 例： <pre>switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map)</pre> | ルート マップを作成するか、または既存のルート マップに対応するルート マップ コンフィギュレーション 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3 | set extcommunity color color-num 例： switch(config-route-map)# set extcommunity color 20 switch(config-route-map) # | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 |
| ステップ4 | exit 例： switch(config-route-map)# exit switch(config) # | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： switch(config)# router bgp1; 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 ビット整数になります。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6 | vrf <customer_name> | VRF を設定します。 |
| ステップ7 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router-vrf)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af) # | VRF インスタンスの IPv4 アドレスファミリを指定し、アドレス ファミリ構成モードを開始します。 |
| ステップ8 | redistribute static route-map map-name out 例： switch(config-router-vrf-af)# redistribute static route-map ABC switch(config-router-af) # | スタティック ルートを BGP に再配布します。マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ9 | network ip-prefix [route-map map-name] 例： switch(config-router-vrf-af)# network 1.1.1.1/32 route-map ABC switch(config-router-af-network) # | ネットワークを、この自律システムに対してローカルに設定し、BGP ルーティングテーブルに追加します。 |

■ 出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成



第 24 章

MPLS および GRE トンネル

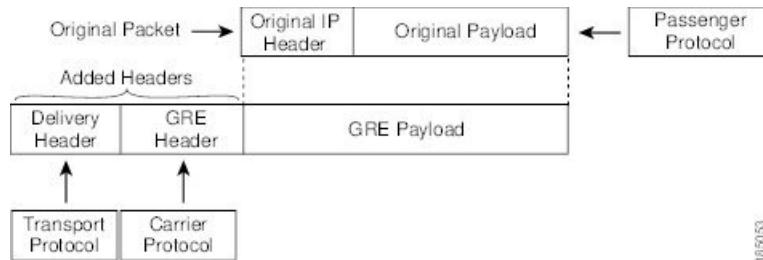
- GRE トンネル (301 ページ)
- セグメントルーティング MPLS および GRE (301 ページ)
- セグメントルーティング MPLS および GRE の注意事項と制限事項 (302 ページ)
- セグメントルーティング MPLS および GRE の設定 (303 ページ)
- セグメントルーティング MPLS および GRE の設定の確認 (305 ページ)
- SRTE 明示パス エンドポイント置換の構成の確認 (305 ページ)

GRE トンネル

Generic Routing Encapsulation (GRE) をさまざまなパッセンジャー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ー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 14: GRE PDU



18/9/53

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

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

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。
- ・default または template-mpls-heavy モードでのみサポートされます。
- ・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。
- ・9808 および 9804 スイッチを搭載した Cisco Nexus X98900CD-A および X9836DM-A ラインカードは、SR MPLS デフォルトテンプレートのみサポートします。

- ECMP の規模を拡大し、コンバージェンスを加速するための階層型 ECMP のサポート。

階層型アンダーレイ ECMP は、接続されているすべてのネクストホップ メンバーに同じラベルスタックを適用します。異なる NH の異なるラベルスタックはサポートされていません)。

- 統計、ハンドオフ、および整合性チェッカーはサポートされません。
- SR MPLS PHP ノードで、最後のラベルのポップ中に明示的な NULL ラベルが追加されません。

Nexus 9804 スイッチが、PHP の実行時に明示的な NULL ラベルを追加するノードと相互運用している場合、NULL ラベルの後に有効なラベルが存在する場合、NULL ラベルの TTL は無視されます。TTL デクリメントには、有効なラベルの TTL が使用されます。

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： 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] feature segment-routing 例： switch(config)# feature segment-routing | 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： | 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。 |

セグメントルーティング MPLS および GRE の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| | switch(config)# show running-config inc 'feature segment-routing' | |
| ステップ 4 | (任意) copy running-config startup-config 例： switch(config)# 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 |
| ステップ 5 | 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 6 | feature tunnel 例： switch(config)# feature tunnel switch(config-if)#[| 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 | switch(config)# interface tunnel number | 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 | switch(config-if)# tunnel mode {gre ip} | 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： switch(config-if)# tunnel source ethernet 1/2 | 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 / hostname} 例： switch(config-if)# tunnel destination 192.0.2.1 | 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： switch(config-if)# tunnel use-vrf blue | |
| ステップ 12 | ipv6 address IPv6 アドレス | switch(config-if) # 10.1.1.1 IPv6 アドレスを設定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---|
| | | (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)。 |
| ステップ 13 | (任意) switch(config-if)# show interface tunnel number | トンネルインターフェイスの統計情報を表示します。 |
| ステップ 14 | switch(config-if)# mtu value | インターフェイスで送信される 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) switch(config-if)# copy running-config startup-config | リブ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 |
|----------------------------------|---------------------------|
| show segment-routing mpls | セグメントルーティング MPLS 情報を表示します |

SRTE 明示パス エンドポイント置換の構成の確認

SRTE 明示パス エンドポイント置換構成に関する必要な詳細を表示するには、次のいずれかのタスクを実行します。

表 14: SRTE 明示パス エンドポイントの置換構成の確認

| コマンド | 目的 |
|--------------------------------------|--|
| show srte policy | 許可されたポリシーのみを表示します。 (注) エンドポイントラベルが解決され、最初のホップに到達できる場合、状態は UP と表示されます。エンドポイントラベルが解決されていない場合、または最初のホップに到達できない場合、状態は DOWN と表示されます。 |
| show srte policy [all] | SR-TE で使用可能なすべてのポリシーのリストを表示します。 (注) エンドポイントラベルが解決され、最初のホップに到達できる場合、状態は UP と表示されます。エンドポイントラベルが解決されていない場合、または最初のホップに到達できない場合、状態は DOWN と表示されます。 |
| show srte policy [detail] | 要求されたすべてのポリシーの詳細ビューを表示します。 (注) エンドポイントラベルが解決され、最初のホップに到達できる場合、状態は UP と表示されます。エンドポイントラベルが解決されていない場合、または最初のホップに到達できない場合、状態は DOWN と表示されます。 |
| show srte policy <name> | SR-TE ポリシーを名前でフィルタリングし、SR-TE でその名前で使用できるすべてのポリシーのリストを表示します。 (注) このコマンドには、ポリシーネームのオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |

| コマンド | 目的 |
|---|---|
| show srte policy color <color> endpoint <endpoint> | カラーとエンドポイントの SR-TE ポリシーを表示します。 (注) このコマンドには、カラーとエンドポイントのオートコンプリート機能があります。この機能を使用するには、疑問符を追加するか、TAB キーを押します。 |
| show srte policy fh | 既存の最初のホップとポリシー エンドポイントの状態を表示します。 |



第 25 章

デフォルト VRF を介した SRTE

- デフォルト VRF を介した SRTE について (309 ページ)
- デフォルト VRF 経由の SRTE を構成する場合の注意事項と制限事項 (311 ページ)
- 構成プロセス：デフォルト VRF を介した SRTE (311 ページ)
- デフォルト VRF 経由の SRTE 構成例 (326 ページ)
- デフォルト VRF を介した SRTE 構成の確認 (328 ページ)
- その他の参考資料 (328 ページ)

デフォルト VRF を介した SRTE について

デフォルト VRF を介した SRTE 機能を使用すると、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組み込んで、ネットワークで トラフィックステアリングの利点を実現できます。SRTE は、大規模なデータセンター (DC) でのルーティングに BGP を使用しながら、スケーラビリティを向上させます。

デフォルト VRF を介した SRTE 機能は、拡張コミュニティ属性として存在し、トラフィックステアリングのベースとして番号で表されるルートカラーを使用します。カラーに基づいてプレーン分離が実現され、トラフィックを伝送するための SR ポリシーが作成されます。さらにカラーに基づいて、DC はさまざまなプレーンに分割されます。アプリケーションは、各プレーンを使用して特定のプレーンのみをルーティングし、トラフィックを適切な宛先に誘導するように構成されています。

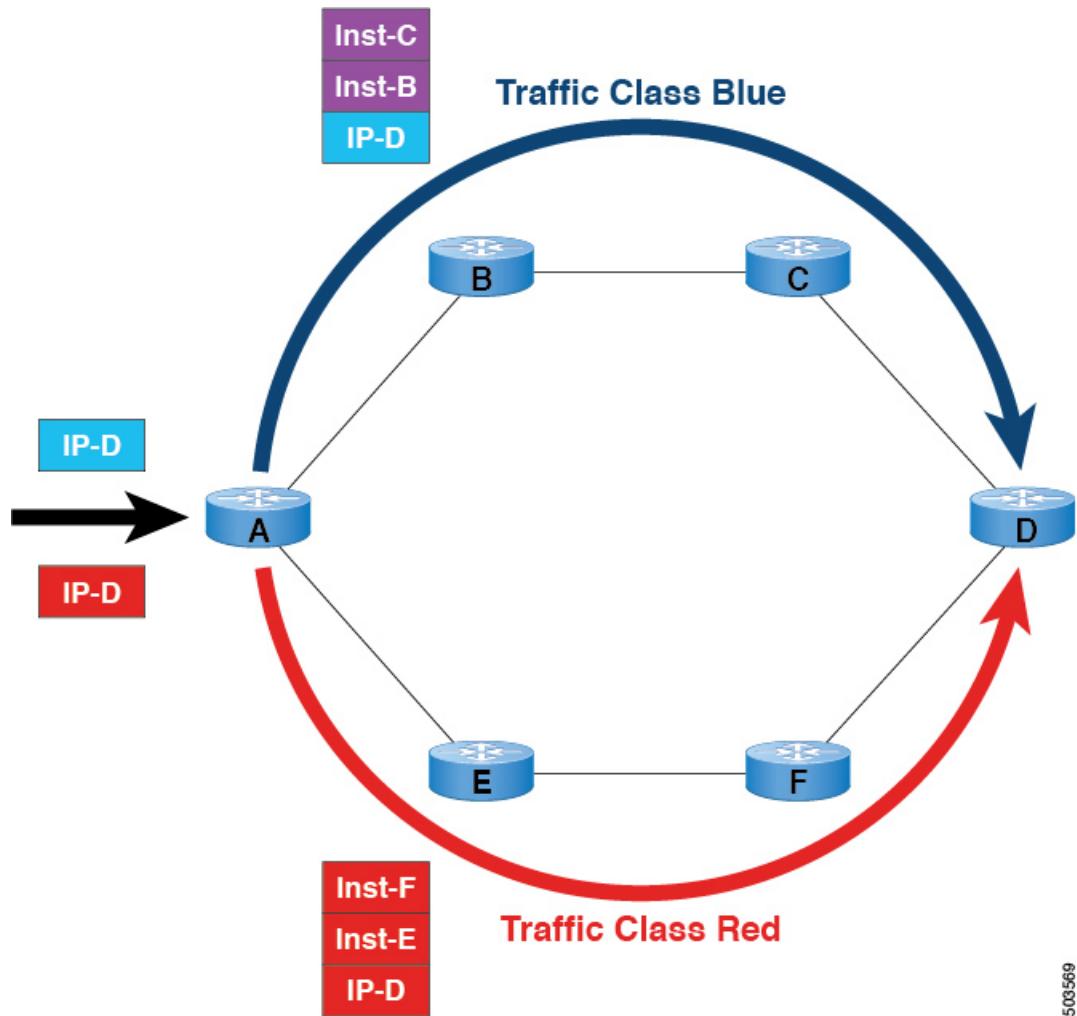
平面分離には次の利点があります。

- 1 つのフローが他のフローに影響を与えることはありません。
- 大小のフローは、異なる平面に分離されます。
- デバッグを容易にするための障害分離：1 つのプレーンの障害が他のプレーンに影響を与えることはありません。たとえば、1 つのプレーンでネットワーク障害が発生した場合、そのプレーンのアプリケーションのみが影響を受けますが、残りのプレーンのアプリケーションは影響を受けません。さらに、障害を分離し、分離してトラブルシューティングを行うことができます。

次の例では、図を使用してデフォルト VRF を介した SRTE 機能を説明しています。

■ デフォルト VRF を介した SRTE について

図 15: デフォルト VRF を介した SRTE の例



- BGP の場合、ノード A は入力ルータであり、ノード D は出力ルータです。D はネクスト ホップでもあります。
- SRTE の場合、ノード A は SRTE ヘッドエンドであり、ノード D はポリシーのエンドポイントです。
- ルート プレフィックス 1 はブループレーンを使用するように構成され、ルート 2 はレッドプレーンを使用するように構成されています。

青のトラフィックには、ノード B とノード C を介してトラフィックを誘導する命令が追加され、赤のトラフィックには、ノード E とノード F を経由してトラフィックを誘導する命令が追加されます。要約すると、トラフィックはアドバタイズメントのカラーに基づいて処理されます。これは、以前にアドバタイズされたプレフィックスです。

デフォルトVRF経由のSRTEを構成する場合の注意事項と制限事項

- Cisco NX-OS リリース 10.1(1) 以降、セグメントルーティング トライフィック エンジニアリングは、Cisco Nexus 9300-FX3、N9K-C9316D-GX、N9K-C93180YC-FX、および N9K-C93240YC-FX2 プラットフォーム スイッチのデフォルト VRF でサポートされます。この SR-TE 機能の制限は次のとおりです。
 - アンダーレイ IPv6 はサポートされません。SRv6 は代替です。
 - BGP の専用ファブリックにおける PCE の欠点のため、BGP アンダーレイを使用した PCE はサポートされていません。
 - NXOS が BGP-LS で LSA をアドバタイズできないため、PCE を使用した OSPF-SRTE はサポートされていません。
 - 合計 1000 の SRTE ポリシー スケール、130K v4 の BGP デフォルト VRF (v4) 、および 1000 のアンダーレイ SR プレフィックスをサポートします。
- Cisco NX-OS リリース 10.2(3)F 以降、カラー専用 (CO) ビットのオプションがルートマップに追加されています。SRTE ポリシーを使用している特定のプレフィックスの CO ビットの値が変更された場合、BGP は古いポリシーを削除し、新しいポリシーを追加します。この機能は、Cisco Nexus 9300-EX、9300-FX、9300-FX2、9300-GX、および 9300-GX2 プラットフォーム スイッチでサポートされます。

構成プロセス：デフォルトVRFを介したSRTE

構成プロセスは次のとおりです。

- ネクストホップを変更しない：ネクストホップは、入力ノードで SR ポリシーを計算するために使用されます。プレフィックスがアップストリームにアドバタイズされるため、プレフィックスの SR ドメインのネクストホップを保持する必要があります。したがって、ホップバイホップの ebgp の場合、すべての上流ルータでネクストホップが変更されていない必要があります。
- 出力ノード、入力ノード、ネットワーク/再配布、またはデフォルト発信元で拡張コミュニティ カラーを設定します。
- 入力ノードは、カラー拡張されたコミュニティを受信すると、それを SR ポリシーに一致させます。
- SR ポリシーのエンドポイントは、カラー拡張コミュニティのプレフィックスとカラーのネクストホップから派生します。

■ ネクストホップ変更なしの構成

このセクションには、デフォルト VRF での SRTE の構成に関する次のトピックが含まれています。

ネクストホップ変更なしの構成

デフォルト VRF オーバーレイの中間（スパイン）ノードでネクストホップを変更せずに構成し、ネクストホップが変更されないようにするには、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 map-name 例： switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map) | ルートマップを作成するか、または既存のルートマップに対応するルートマップ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] set ip next-hop unchanged 例： switch(config-route-map)# set ip next-hop unchanged switch(config-route-map) # | ネクストホップを変更せずに設定します。 |
| ステップ 4 | exit 例： switch(config-route-map)# exit switch(config) # | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ 5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： switch(config)# router bgp1 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 6 | neighbor ip-address 例： | BGP ネイバーテーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエントリを追加します。ip-address 引数には、 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| | switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor)# | ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af) # | IPv4 アドレスファミリ タイプのルータのアドレスファミリ構成モードを開始します。 |
| ステップ 8 | route-map map-name out 例： switch(config-router-neighbor-af) # route-map ABC out switch(config-router-neighbor-af) # | 発信ルートに設定された BGP ポリシーを適用します。 |

拡張コミュニティ カラーの構成

このセクションは、次のトピックで構成されています。

出力ノードでの拡張コミュニティ カラーの構成

プレフィックスが出力ノードによって通知されるときに、出力ノードで拡張コミュニティ カラーを構成するには、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 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 map-name 例： switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map) # | ルート マップを作成するか、または既存のルート マップに対応するルート マップ 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 | set extcommunity color color-num [co-flag] 例： switch(config-route-map) # set extcommunity color 20 [co-flag 00] switch(config-route-map) # | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 co-flag : カラー専用フラグを使用して、正確なカラーとエンドポイントのポリシーが見つからない場合に、カラーのみに基づいてトラフィックを SR ポリシー |

■ 出力ノードでの拡張コミュニティ カラーの構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| | | <p>に誘導できるかどうかを制御します。デフォルトは 00 です。</p> <p>(注) co-flag 00 を選択して、カラーとネクストホップに基づきデフォルトの自動ステアリングを指定します。co-flag が 00 もしくはデフォルトに設定されている場合、リクエストされたカラーとエンドポイントを持つポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。</p> <p>co-flag 01 を選択し、カラーにのみ基づいてトラフィックを誘導します。co-flag が 01 に設定され、リクエストされたカラーとエンドポイントを持つポリシーが存在する場合、ポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。ポリシーが存在しないが、同じカラーを持つ null エンドポイントポリシーが存在する場合、null エンドポイントポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。</p> |
| ステップ 4 | exit 例： <pre>switch(config-route-map) # exit switch(config) #</pre> | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ 5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： <pre>switch(config) # router bgp1 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 6 | neighbor ip-address 例： <pre>switch(config-router) # neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor) #</pre> | BGP ネイバーテーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエンティリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 7 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router-neighbor)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af) # | IPv4 アドレスファミリタイプのルータのアドレスファミリ構成モードを開始します。 |
| ステップ 8 | route-map map-name out 例： switch(config-router-neighbor-af)# route-map ABC out switch(config-router-neighbor-af) # | 発信ルートに設定された BGP ポリシーを適用します。 マップ名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |

入力ノードにおける拡張コミュニティカラーの構成

SRTE ポリシーがインスタンス化される入力ノードによってプレフィックスが通知されるときに、入力ノードで拡張コミュニティカラーを構成するには、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 map-name 例： switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map) # | ルートマップを作成するか、または既存のルートマップに対応するルートマップ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 | set extcommunity color color-num [co-flag co-flag] 例： switch(config-route-map)# set extcommunity color 20 [co-flag 00] switch(config-route-map) # | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 co-flag : カラー専用フラグを使用して、正確なカラーとエンドポイントのポリシーが見つからない場合に、カラーのみに基づいてトラフィックを SR ポリシーに誘導できるかどうかを制御します。デフォルトは 00 です。 (注) co-flag 00 を選択して、カラーとネクストホップに基づきデフォルトの自動ステアリングを指定します。co-flag が 00 |

■ 入力ノードにおける拡張コミュニティ カラーの構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| | | もしくはデフォルトに設定されている場合、リクエストされたカラーとエンドポイントを持つポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 co-flag 01 を選択し、カラーにのみ基づいてトライフィックを誘導します。co-flag が 01 に設定され、リクエストされたカラーとエンドポイントを持つポリシーが存在する場合、ポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。ポリシーが存在しないが、同じカラーを持つ null エンドポイントポリシーが存在する場合、null エンドポイントポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 |
| ステップ 4 | exit 例： <pre>switch(config-route-map) # exit switch(config) #</pre> | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ 5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： <pre>switch(config) # router bgp1 switch(config-router) #</pre> | 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 6 | neighbor ip-address 例： <pre>switch(config-router) # neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor) #</pre> | BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエンティリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family ipv4 unicast 例： <pre>switch(config-router-neighbor) # address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af) #</pre> | IPv4 アドレス ファミリ タイプのルータのアドレス ファミリ 構成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8 | route-map map-name in 例： switch(config-router-neighbor-af)# route-map ABC in switch(config-router-neighbor-af)# | 構成された BGP ポリシーを受信ルートに適用します。 マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |

出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成

プレフィックスが出力ノードによって通知されるときに、出力ノードで `network/redistribute` コマンドの拡張コミュニティカラーを構成するには、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 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 map-name 例： switch(config)# route-map ABC switch(config-route-map) | ルートマップを作成するか、または既存のルートマップに対応するルートマップ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 | set extcommunity color color-num [co-flag] 例： switch(config-route-map)# set extcommunity color 20 [co-flag 00] switch(config-route-map)# | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 co-flag : カラー専用フラグを使用して、正確なカラーとエンドポイントのポリシーが見つからない場合に、カラーのみに基づいてトラフィックを SR ポリシーに誘導できるかどうかを制御します。デフォルトは 00 です。 (注) co-flag 00 を選択して、カラーとネクストホップに基づきデフォルトの自動ステアリングを指定します。co-flag が 00 もしくはデフォルトに設定されている場合、リクエストされたカラーとエンドポイントを持つポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 |

出力ノードでのネットワーク/再配布コマンドの拡張コミュニティカラー構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| | | co-flag 01 を選択し、カラーにのみ基づいてトライフィックを誘導します。co-flag が01に設定され、リクエストされたカラーとエンドポイントを持つポリシーが存在する場合、ポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。ポリシーが存在しないが、同じカラーを持つ null エンドポイント ポリシーが存在する場合、null エンドポイント ポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 |
| ステップ 4 | exit 例： <pre>switch(config-route-map) # exit switch(config) #</pre> | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ 5 | [no] router bgp <i>autonomous-system-number</i> 例： <pre>switch(config) # router bgp1 switch(config-router) #</pre> | 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 6 | address-family ipv4 unicast 例： <pre>switch(config-router) # address-family ipv4 unicast switch(config-router-af) #</pre> | VRF インスタンスの IPv4 アドレス ファミリを指定し、アドレス ファミリ構成モードを開始します。 |
| ステップ 7 | redistribute static route-map <i>map-name</i> out 例： <pre>switch(config-router-af) # redistribute static route-map ABC switch(config-router-af) #</pre> | スタティック ルートを BGP に再配布します。マップ名には最大63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ 8 | network <i>ip-prefix</i> [route-map <i>map-name</i>] 例： <pre>switch(config-router-af) # network 1.1.1.1/32 route-map ABC switch(config-router-af-network) #</pre> | ネットワークを、この自律システムに対してローカルに設定し、BGP ルーティング テーブルに追加します。 |

出力ノードで Default-Originate の拡張コミュニティ カラーの構成

デフォルトのプレフィックスが出力ノードによって通知されたときに、出力ノードで default-originate の拡張コミュニティ カラー構成するには、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 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 map-name 例： <pre>switch(config) # route-map ABC switch(config-route-map) #</pre> | ルート マップを作成するか、または既存のルート マップに対応するルート マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |
| ステップ3 | set extcommunity color color-num [co-flag co-flag] 例： <pre>switch(config-route-map) # set extcommunity color 20 [co-flag 00]</pre> | カラー拡張コミュニティの BGP 外部コミュニティ属性を設定します。 co-flag : カラー専用フラグを使用して、正確なカラーとエンドポイントのポリシーが見つからない場合に、カラーのみに基づいてトラフィックを SR ポリシーに誘導できるかどうかを制御します。デフォルトは 00 です。 (注) co-flag 00 を選択して、カラーとネクスト ホップに基づきデフォルトの自動ステアリングを指定します。co-flag が 00 もしくはデフォルトに設定されている場合、リクエストされたカラーとエンド ポイントを持つポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 co-flag 01 を選択し、カラーにのみに基づいてトラフィックを誘導します。co-flag が 01 に設定され、リクエストされたカラーとエンド ポイントを持つポリシーが存在する場合、ポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 |

■ 入力ピアの BGP の構成 (SRTE ヘッドエンド)

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| | | ポリシーが存在しないが、同じカラーを持つ null エンドポイント ポリシーが存在する場合、null エンドポイント ポリシーのバインド SID がルーティングに使用されます。 |
| ステップ 4 | exit 例： switch(config-route-map) # exit switch(config) # | ルートマップ設定モードを終了します。 |
| ステップ 5 | [no] router bgp autonomous-system-number 例： switch(config) # router bgp1 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 6 | neighbor ip-address 例： switch(config-router) # neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor) # | BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエントリを追加します。ip-address 引数には、ドット付き 10 進表記でネイバーの IP アドレスを指定します。 |
| ステップ 7 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router-neighbor) # address-family ipv4 unicast switch(config-router-neighbor-af) # | IPv4 アドレス ファミリ タイプのルータのアドレス ファミリ 構成モードを開始します。 |
| ステップ 8 | default-originate [route-map map-name] 例： switch(config-router-neighbor-af) # default-originate route-map ABC switch(config-router-neighbor-af) # | BGP ピアへのデフォルト ルートを作成します。 マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 |

■ 入力ピアの BGP の構成 (SRTE ヘッドエンド)

入力ピア (SRTE ヘッドエンド) の BGP を構成するには、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。 |
| ステップ2 | [no] feature bgp 例： <pre>switch(config)# feature bgp switch(config)</pre> | BGP を有効にします。 この no コマンド形式を使用して、この機能を無効にします。 |
| ステップ3 | [no] router bgp <i>autonomous-system-number</i> 例： <pre>switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)#</pre> | 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4 | address-family ipv4 unicast 例： <pre>switch(config-router)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af)#</pre> | 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5 | neighbor <i>ip-address</i> 例： <pre>switch(config-router-af)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-af-neighbor)#</pre> | リモート BGP ピアの IPv4 アドレスを設定します。ip-address の形式は x.x.x.x です。 |
| ステップ6 | remote-as <i>as-number</i> 例： <pre>switch(config-router-af-neighbor)# remote-as 64497</pre> | リモート BGP ピアの AS 番号を設定します。 |
| ステップ7 | update-source <i>interface number</i> 例： <pre>switch(config-router-af-neighbor)# update-source loopback 300</pre> | BGP セッションの送信元を指定し、更新します。 |

■ 入力ピアの BGP 構成 (SRTE エンドポイント)

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 8 | ebgp-multipath ttl-value 例： switch(config-router-af-neighbor)# ebgp-multipath 5 | eBGP マルチホップの eBGP TTL を設定します。有効な範囲は 2 ~ 255 です。このコマンドの使用後、BGP セッションを手動でリセットする必要があります。 |
| ステップ 9 | exit 例： switch(config-router-af-neighbor)# exit | ネイバ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 10 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af)# | 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 11 | route-map map-name in 例： switch(config-router-af)# route-map color 401 in | SRTE 入力ピアのルート マップを指定します。 マップ-名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 (注) NLRI に適用できる拡張コミュニティ カラーは 1 つのみなので、適用されたルート ポリシー/ルート マップは、以前の拡張コミュニティ カラーが存在する場合は上書きします。 |

■ 入力ピアの BGP 構成 (SRTE エンドポイント)

出力ピア (SRTE エンドポイント) の BGP を構成するには、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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 2 | [no] feature bgp 例： <pre>switch(config)# feature bgp switch(config)</pre> | BGP を有効にします。 この no コマンド形式を使用して、この機能を無効にします。 |
| ステップ 3 | [no] router bgp <i>autonomous-system-number</i> 例： <pre>switch(config)# router bgp 64496 switch(config-router)# </pre> | 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 4 | neighbor <i>ip-address</i> 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 209.165.201.1 switch(config-router-neighbor)# </pre> | リモート BGP ピアの IPv4 アドレスを設定します。ip-address の形式は x.x.x.x です。 |
| ステップ 5 | remote-as <i>as-number</i> 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# remote-as 64497 </pre> | リモート BGP ピアの AS 番号を設定します。 |
| ステップ 6 | update-source <i>interface-number</i> 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# update-source loopback 300 </pre> | BGP セッションの送信元を指定し、更新します。 |
| ステップ 7 | ebgp-multipath <i>ttl-value</i> 例： <pre>switch(config-router-neighbor)# ebgp-multipath 5 </pre> | eBGP マルチホップの eBGP TTL を設定します。有効な範囲は 2 ~ 255 です。このコマンドの使用後、BGP セッションを手動でリセットする必要があります。 |
| ステップ 8 | exit 例： <pre>switch(config-router-af-neighbor)# exit </pre> | ネイバーコンフィギュレーションモードを終了します。 |

■ 入力ピア用 SRTE の構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 9 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router)# address-family ipv4 unicast switch(config-router-af)# | 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 | send-community 例： switch(config-router-af)# send-community switch(config-router-af)# | BGP コミュニティ 属性を BGP ネイバーに送信する必要があることを指定します。 |
| ステップ 11 | send-community extended 例： switch(config-router-af)# send-community extended switch(config-router-af)# | 拡張 コミュニティ 属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。 |
| ステップ 12 | route-map map-name out 例： switch(config-router-af)# route-map color 301 out switch(config-router-af)# | SRTE 出力ピアのルート マップを指定します。 マップ名には最大 63 文字の英数字を使用できます。大文字と小文字は区別されます。 (注) NLRI に適用できる拡張 コミュニティ カラーは 1 つのみなので、適用されたルート ポリシー/ルート マップは、以前の拡張 コミュニティ カラーが存在する場合は上書きします。 |

入力ピア用 SRTE の構成

入力ピア (SRTE ヘッドエンド) の SRTE を構成するには、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。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 2 | [no] feature mpls segment-routing traffic-engineering 例： <pre>switch(config)# feature mpls segment-routing traffic-engineering switch(config)</pre> | MPLS SRTE を有効にします。 この no コマンド形式を使用して、この機能を無効にします。 |
| ステップ 3 | segment-routing 例： <pre>switch(config)#segment-routing switch(config-sr) #</pre> | セグメントルーティング構成モードを開始します。 |
| ステップ 4 | traffic-engineering 例： <pre>switch(config-sr) # traffic-engineering switch(config-sr-te) #</pre> | トライフィックエンジニアリングモードに入ります。 |
| ステップ 5 | segment-list name path 例： <pre>switch(config-sr-te) # segment-list name path switch(config-sr-te-exp-seg-list) #</pre> | 明示的なセグメントリストを構成します。 |
| ステップ 6 | index 1 mpls label label-ID 例： <pre>switch(config-sr-te-exp-seg-list) # index 1 mpls label 16601 switch(config-sr-te-exp-seg-list) #</pre> | セグメントリストにMPLS ラベルを作成します。 |
| ステップ 7 | index 2 mpls label label-ID 例： <pre>switch(config-sr-te-exp-seg-list) # index 2 mpls label 16501 switch(config-sr-te-exp-seg-list) #</pre> | セグメントリストにMPLS ラベルを作成します。 |
| ステップ 8 | policy policy-name-bgp 例： <pre>switch(config-sr-te-exp-seg-list) # policy dcil-edge1-bgp switch(config-sr-te-exp-seg-list) #</pre> | SRTE ポリシー名を指定します。 |
| ステップ 9 | color color-num endpoint endpoint ID 例： <pre>switch(config-sr-te) # color 13401 endpoint 1.0.3.1</pre> | ポリシーのカラーとエンドポイントを指定します (SRTE 出力ノードループバック)。 |

■ デフォルト VRF 経由の SRTE 構成例

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|---|---------------------------|
| ステップ 10 | candidate-paths 例： switch(config-sr-te-color) # candidate-paths | SRTE カラー ポリシーの候補パスを指定します。 |
| ステップ 11 | preference preference-number 例： switch(cfg-cndpath) # preference 100 | 候補パスの優先順位を指定します。 |
| ステップ 12 | explicit segment-list path 例： switch(cfg-pref) # explicit segment-list path | 明示セグメントリストを指定します。 |

デフォルト VRF 経由の SRTE 構成例

次の例は、デフォルトの VRF 構成を介した SRTE を示しています。

構成例：ネクストホップ変更なし

```
route-map ABC
  set ip next-hop unchanged

router bgp 1
  neighbor 1.2.3.4
  address-family ipv4 unicast
    route-map ABC out
```

構成例：拡張コミュニティ カラー

このセクションには、拡張コミュニティ カラーの次の構成例が含まれます。

構成例：出力ノード

```
ip prefix-list pfx1 seq 5 permit 7.7.7.7/32
ip prefix-list pfx2 seq 5 permit 5.0.0.0/24
route-map ABC
  match ip address prefix-list pfx1 pfx2
  set extcommunity color 20

router bgp 1
  neighbor 1.2.3.4
  address-family ipv4 unicast
    route-map ABC out
```

入力ノードの構成例

```

ip prefix-list pfx1 seq 5 permit 7.7.7.7/32
ip prefix-list pfx2 seq 5 permit 5.0.0.0/24
route-map ABC
  match ip address prefix-list pfx1 pfx2
    set extcommunity color 20

router bgp 1
  neighbor 1.2.3.4
    address-family ipv4 unicast
      route-map ABC in

```

出力ノードでネットワーク/再配布コマンドの構成例

```

route-map ABC
  set extcommunity color 20

router bgp 1
  address-family ipv4 unicast
  redistribute static route-map ABC
  network 1.1.1.1/32 route-map ABC

```

構成例：出力ノードでデフォルトの生成をする場合

```

route-map ABC
  set extcommunity color 20

router bgp 1
  neighbor 1.2.3.4
    address-family ipv4 unicast
    default-originate route-map ABC

```

構成例：入力ピアの BGP (SRTE ヘッドエンド)

```

DCI-1(config)# show running-config bgp
feature bgp
router bgp 100
  address-family ipv4 unicast
  neighbor 1.0.3.1
    remote-as 101
    update-source loopback0
    ebgp-multipath 255
  address-family ipv4 unicast
    route-map color-3401 in

```

構成例：出力ピアの BGP (SRTE エンドポイント)

この例は、SRTE 明示パス エンドポイントの置換構成を示しています。

```

Edge-1(config)# show running-config bgp
feature bgp
router bgp 101
neighbor 1.0.1.1
  remote-as 100
  update-source loopback0
  ebgp-multipath 255
  address-family ipv4 unicast
    send-community

```

構成例：SRTE の入力ピア（SRTE ヘッドエンド）

```
send-community extended
route-map color-3401 out
```

構成例：SRTE の入力ピア（SRTE ヘッドエンド）

```
DCI-1# show running-config srte
feature mpls segment-routing traffic-engineering
segment-routing
  traffic-engineering
    segment-list name dc1-edge1
      index 1 mpls label 16601
      index 2 mpls label 16501
      policy dc1-edge1-bgp
        color 13401 endpoint 1.0.3.1
        candidate-paths
          preference 30
          explicit segment-list dc1-edge1
```

デフォルト VRF を介した SRTE 構成の確認

デフォルトの VRF 構成を介した SRTE に関する適切な詳細を表示するには、次のいずれかのタスクを実行します。

表 15: デフォルト VRF 構成を介した SRTE の確認

| コマンド | 目的 |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| show running-config bgp | 入力ピアまたは SRTE ヘッドエンドに関する情報を表示します。 |
| show running-config bgp | 出力ピアまたは SRTE エンドポイントに関する情報を表示します。 |
| show running-config srte | 入力ピアの SRTE ポリシーに関する情報を表示します。 |

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 シリーズ ユニキャストルーティング設定ガイド</i> |



第 26 章

MPLS セグメントルーティング OAM の設定

この章では、マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) セグメントルーティング OAM 機能について説明します。

- [MPLS セグメントルーティング OAM について \(329 ページ\)](#)
- [MPLS SR OAM に関する注意事項と制限事項 \(331 ページ\)](#)
- [Nil FEC の MPLS ping とトレースルート \(332 ページ\)](#)
- [BGP および IGP プレフィックス SID 用の MPLS ping および トレースルート \(333 ページ\)](#)
- [セグメントルーティング OAM の確認 \(333 ページ\)](#)
- [Ping および トレースルート CLI コマンドの使用例 \(335 ページ\)](#)

MPLS セグメントルーティング OAM について

MPLS セグメントルーティング (SR) は、Cisco Nexus 9000 シリーズスイッチに展開されています。MPLS セグメントルーティング (SR) の展開に伴い、セグメントルーティングネットワークの設定ミスや障害を解決するために、いくつかの診断ツールが必要になります。セグメントルーティング保守運用管理 (OAM) は、ネットワークの障害検出とトラブルシューティングに役立ちます。これを使用することで、サービス プロバイダーはラベルスイッチド パス (LSP) をモニタしてフォワーディングの問題を迅速に特定できます。

MPLS SR OAM は、診断目的で 2 つの主要な機能を提供します。

1. MPLS ping
2. MPLS Traceroute

セグメントルーティング OAM 機能は、次の FEC タイプをサポートします。

- SR-IGP IS-IS IPv4 プレフィックスへの ping および トレースルート。これにより、IS-IS SR アンダーレイで配布されるプレフィックス SID の検証が可能になります。
- BGP IPv4 プレフィックスへの ping および トレースルート。これにより、BGP SR アンダーレイで配布されるプレフィックス SID の検証が可能になります。

セグメントルーティング Ping

- 汎用 IPv4 プレフィックスへの ping およびトレースルート。これにより、配布を実行したプロトコルに依存しない SR アンダーレイで配布されたプレフィックス SID の検証が可能になります。検証は、ユニキャストルーティング情報ベース (URIB) とユニキャストラベル情報ベース (ULIB) をチェックすることによって実行されます。
- Nil FEC プレフィックスへの ping およびトレースルート。これにより、ping またはトレースルートが通過するパスをより詳細に制御して、MPLS SR プレフィックスに対応する部分に限ったデータプレーンのみの検証が可能になります。パスは、SR-TE ポリシー名または SR-TE ポリシーのカラーとエンドポイントを使用して指定できます。

Cisco Nexus 9000 シリーズスイッチで MPLS OAM を有効にするには、**feature mpls oam** CLI コマンドを使用します。Cisco Nexus 9000 シリーズスイッチで MPLS OAM を無効にするには、**no feature mpls oam** CLI コマンドを使用します。

セグメントルーティング Ping

IP ping が IP ホストへの接続を検証するのと同様に、MPLS ping は、MPLS ラベルスイッチドパス (LSP) に沿った単方向の連続性を検証するために使用されます。検証される LSP を表す FEC を提供することにより、MPLS ping は次のことを実行します。

- FEC のエコー要求が LSP のエンドポイントに到達することを確認します。Nil FEC を除き、他のすべての FEC タイプについては、エンドポイントがその FEC の正しい出力先であることを確認します。
- 低密度ラウンドトリップ時間を測定します。
- 低密度ラウンドトリップ遅延を測定します。

MPLS LSP ping 機能を使用して、LSP に沿った入力ラベルスイッチルータ (LSR) と出力 LSR 間の接続を確認します。MPLS LSP ping は、Internet Control Message Protocol (ICMP) のエコー要求メッセージと応答メッセージと同様に、LSP の検証に MPLS エコーの要求メッセージと応答メッセージを使用します。MPLS エコー要求パケットの宛先 IP アドレスは、ラベルスタックの選択に使用されるアドレスとは異なります。宛先 IP アドレスは 127.x.y.z/8 アドレスとして定義され、LSP が壊れている場合は IP パケットがそれ自体の宛先へ IP を切り替えないようにします。

セグメントルーティング Traceroute

MPLS traceroute は、LSP の各ホップでフォワーディング プレーンおよびコントロール プレーンを検証して、障害を切り分けます。traceroute は、TTL 1 から始まり単調増加する存続可能時間 (TTL) で MPLS エコー要求を送信します。TTL の有効期限が過ぎると、中継ノードはソフトウェアで要求を処理し、ターゲット FEC と目的の中継ノードへの LSP があるかどうかを確認します。中継ノードは、検証が成功した場合、ネクストホップに到達するための上記の検証とラベルスタックの結果を指定するリターンコードと、宛先に向かうネクストホップの ID を含むエコー応答を送信します。発信元は、TTL + 1 を含む次のエコー要求をビルドするために

エコー応答を処理します。宛先が FEC に対する出力であると応答するまで、プロセスが繰り返されます。

MPLS LSP のトレースルート機能を使用して、LSP の障害ポイントを隔離します。これはホップバイホップエラーのローカリゼーションとパストレースに使用されます。MPLS LSP traceroute 機能は、エコー要求を伝送するパケットの存続可能時間 (TTL) 値の期限切れに依存します。MPLS エコー要求メッセージが中継ノードを見つけると TTL 値をチェックし、期限が切れている場合はコントロールプレーンにパケットが渡されます。それ以外の場合は、メッセージが転送されます。エコー メッセージがコントロールプレーンに渡されると、要求メッセージの内容に基づいて応答メッセージが生成されます。

MPLS SR OAM に関する注意事項と制限事項

MPLS OAM Nil FEC に関する注意事項と制限事項は次のとおりです。

- MPLS OAM Nil FEC は、Nexus 9300-FX プラットフォームスイッチでサポートされています。
- MPLS OAM Nil FEC は、-R ラインカード搭載の Cisco Nexus 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。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) でサポートされるすべての新しい FEC タイプでは、1 つのラベル スタックのみがサポートされます。FEC スタック変更 TLV サポートおよび関連する検証はサポートされていません。この制限は、Nil FEC には適用されません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(1) では、RFC 8287 で記述されている SR-IGP の「任意の」プレフィックス タイプおよび隣接関係 SID はサポートされていません。
- OSPF ping とトレースルートは、Cisco NX-OS リリース 9.3(1) ではサポートされていません。
- Cisco NX-OS リリース 9.3(3) 以降、MPLS OAM Nil FEC 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。
- **ping mpls nil-fec** コマンドおよび **traceroute mpls nil-fec** コマンドには、最大 4 つのラベルを指定できます。この値は、プラットフォームを照会することによって適用されるもので、現在、Cisco Nexus 9000 シリーズスイッチはラベル スタックを 5 に制限しています。これは、Nil FEC エコー リクエストの場合、内部的に余分な明示的ヌルが追加されるため、指定できるラベルが最大 4 つであることを意味します。
- ping およびトレースルート コマンドで指定されるネクストホップは、発信元で接続されたネクストホップでなければならず、再帰的ネクストホップであってはなりません。
- ツリートレースはサポートされていません。
- Nil FEC は、意図されたターゲットを特定するための情報を一切保持しません。パケットは正しくないノードで誤転送されることがあります、非ヌルラベルをポップした後にパケットがノードに到達した場合、検証が成功を返す可能性があります。

■ Nil FEC の MPLS ping とトレースルート

- Nil FEC は、情報を転送するだけで動作します。定義上、コントロールプレーンと転送プレーン間の不整合を検出することはできません。
- Nil FEC ping およびトレースルートは、デアグリゲータ (VRF ごと) ラベルではサポートされていません。これには、BGP EVPN レイヤー 3 のデアグリゲータ ラベルが含まれます。
- Broadcom チップセットを使用する Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチでは、ソフトウェアがクエリを送信して、パケットがどの ECMP を使用するかを判断できるようにするサポートはありません。このことは、次の例に示すように、これらのスイッチの 1 つを通過する MPLS トレースルートでは、複数の ECMP がある場合、次のホップでエラーが表示される可能性があることを意味します。

D 2 6.0.0.2 MRU 1496 [Labels: 2003/explicit-null Exp: 0/0] 4 ms

- OAM を使用して BGP EPE LSP をテストする場合 (たとえば、ping/トレースルート ラベル スタックの最後のラベルが EPE ラベルである場合)、OAM は、最終ルータで OAM が有効になっていて、着信インターフェイスで MPLS が有効になっている場合にのみ、成功を返します。

たとえば、A---B---C のようにセットアップされていて、A と B が SR ネットワーク内にあり、B が PE のように動作し、C が CE のように動作する場合、B は C を BGP EPE ピア (B で出力エンジニアリングを使用) として設定します。この場合、C は着信インターフェイスで OAM および MPLS 転送を有効にする必要があります。

Nil FEC の MPLS ping とトレースルート

Nil-FEC LSP ping およびトレースルートの操作は、通常の MPLS ping およびトレースルートの拡張機能です。Nil FEC LSP ping およびトレースルート機能は、セグメントルーティングと MPLS スタティックをサポートしています。また、他のすべての LSP タイプに対する追加の診断ツールとしても機能します。

他の FEC タイプとは異なり、Nil FEC はコントロールプレーンの検証を提供しません。FEC ping またはトレースルート プローブは、MPLS OAM 機能が有効になっているすべてのスイッチに到達できます。

この機能は、オペレータに以下を指定することを許可することで、オペレータがラベルスタックを自由にテストできるようにします。

- ラベル スタック
- Outgoing interface
- ネクストホップ アドレス

セグメントルーティングの場合、ルーティングパスに沿った各セグメントノードラベルおよび隣接関係ラベルは、イニシエータのラベルスイッチルータ (LSR) からのエコー要求メッセージのラベル スタックに入れられます。MPLS データプレーンは、このパケットをラベル

スタック ターゲットに転送し、ラベルスタック ターゲットはエコー メッセージを送り返します。

[ping|traceroute] mpls nil-fec labels comma-separated-labels [output {interface tx-interface} [nexthop nexthop-ip-addr]] CLI コマンドを使用して、ping またはトレスルートを実行します。

SR-TE ポリシー名またはカラーとエンドポイントを設定した場合は、次の CLI コマンドを使用して ping またはトレスルートを実行し、既存の SR-TE ポリシー情報を使用できます。

[ping|traceroute] mpls nil-fec [policy name name] [endpoint nexthop-ip-addr] [on-demand color color-num] CLI コマンドで、ping またはトレスルートを実行します。

BGP および IGP プレフィックス SID 用の MPLS ping および トレスルート

プレフィックス SID 用の MPLS ping および トレスルートの操作は、次のような BGP および IGP シナリオでサポートされています。

- IS-IS レベル内
- IS-IS レベル間
- BGP SR アンダーレイ

これらの FEC タイプは、追加のコントロールプレーン チェックを実行して、パケットが誤つてルーティングされないようにします。この検証により、ping された FEC タイプがスイッチに接続され、他のノードに配布されることが保証されます。Nil FEC はこの検証を提供しません。

MPLS エコー要求パケットは、ターゲット FEC スタック サブ TLV を伝送します。ターゲット FEC サブ TLV は、レスポンダによって FEC 検証のために使用されます。IGP/BGP IPv4 プレフィックス サブ TLV がターゲット FEC スタック サブ TLV に追加されました。IGP/BGP IPv4 プレフィックス サブ TLV には、プレフィックス SID、プレフィックス長、およびプロトコル (IS-IS) が含まれています。

トレスルートを実行するには、**ping|traceroute sr-mpls A.B.C.D/LEN fec-type [bgp | igp {isis} | generic]** CLI コマンドを使用します。

セグメントルーティング OAM の確認

このセクションでは、セグメントルーティング OAM 機能を確認するために使用できる CLI コマンドについて説明します。

- セグメントルーティング OAM IS-IS の確認 (334 ページ)

セグメントルーティング OAM IS-IS の確認

次の ping コマンドは、基盤となるネットワークが IS-IS の場合の SR OAM を表示するために使用されます。

```
switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis
Sending 5, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
    timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
      'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
      'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
      'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
      'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
      'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
      'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
Type Ctrl-C to abort.
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 18 ms
switch# traceroute sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
      'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
      'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
      'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
      'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
      'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
      'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
Type Ctrl-C to abort.
  0 172.18.1.2 MRU 1500 [Labels: 16103 Exp: 0]
  L 1 172.18.1.1 MRU 1504 [Labels: implicit-null Exp: 0] 4 ms
  ! 2 172.18.1.10 3 ms
switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis verbose
Sending 5, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
    timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
      'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
      'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
      'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
      'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
      'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
      'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
Type Ctrl-C to abort.
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 17 ms
switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis destination 127.0.0.1 127.0.0.2 repeat
1 verbose
```

```

Sending 1, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
Destination address 127.0.0.1
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3

Destination address 127.0.0.2
!    size 100, reply addr 172.18.1.22, return code 3

Success rate is 100 percent (2/2), round-trip min/avg/max = 3/3/3 ms
Total Time Elapsed 8 ms

```

Ping およびトレースルート CLI コマンドの使用例

IGP または BGP SR ping およびトレースルートの例

CLI を使用して、明示的な発信情報で Ping を実行する

fec CLI コマンドを使用して IS-IS SR ping を実行し、fec CLI コマンドを使用して BGP ping を実行します。 **ping sr-mpls fec-type igrp isis ping sr-mpls fec-type bgp**

```

switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis

Sending 5, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 18 ms

switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis verbose

Sending 5, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,

```

Nil FEC ping およびトレースルートの例

```
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 17 ms
```

Nil FEC ping およびトレースルートの例

CLI を使用して、明示的な発信情報で Ping を実行する

ping を実行するには、**ping sr-mpls nil-fec labels comma-separated-labels [output {interface tx-interface} [nexthop nexthop-ip-addr]]** CLI コマンドを使用します。

たとえば、次のコマンドは、ラベルスタック内の最も外側の2つのラベル（2001と2000）を持つMPLSパケットを、ネクストホップIPアドレスが4.0.0.2のインターフェイスイーサネット1/1から送信します。

```
switch# ping mpls nil-fec labels 2001,2000 output interface e1/1 nexthop 4.0.0.2
```

ネクストホップは接続されたネクストホップであることが必須です。再帰的には解決されません。

上記の CLI 形式は簡易版です。[**output {interface tx-interface} [nexthop nexthop-ip-addr]**] は、VSH サーバー内に存在することが必須です。例：

```
switch# ping mpls nil-fec labels 1,2 ?
output Output options
switch# ping mpls nil-fec labels1,2
^
% Invalid command at '^' marker.
```

CLI を使用して SRTE ポリシーからの発信情報で ping を実行する

次の CLI コマンドを使用して、ping を実行します。

```
switch# ping mpls nil-fec policy name policy1
switch# ping mpls nil-fec policy endpoint 2.0.0.1 color 16
```

CLI を使用した明示的な発信情報でのトレースルートの実行

次の CLI コマンドを使用して、トレースルートを実行します。

```
switch# ping mpls nil-fec labels 2001,2000 output interface e1/1 nexthop 4.0.0.2
```

CLI を使用して SRTE ポリシーからの発信情報で traceroute を実行する

次の CLI コマンドを使用して、トレースルートを実行します。

```
switch# traceroute mpls nil-fec policy name policy1
switch# traceroute mpls nil-fec policy endpoint 2.0.0.1 color 16
```

統計情報の表示

次のコマンドを使用して、ローカル MPLS OAM サービスによって送信されたエコー要求に関する統計情報を表示します。

```
show mpls oam echo statistics
```




第 27 章

MPLS SR から VxLAN へのハンドオフ

- MPLS セグメントルーティングから VxLAN へのハンドオフ (339 ページ)

MPLS セグメントルーティングから VxLAN へのハンドオフ

MPLS SR から VxLAN へのハンドオフは、データセンターおよび WAN エッジアーキテクチャで MPLS セグメントルーティング (SR) ドメインと VxLAN オーバーレイとの間でシームレスなルーティングと転送を可能にします。

- MPLS SR (WAN/コア) および VxLAN EVPN (データセンター) ドメインをインターフェースします。
- VRF ごとのラベル割り当てを使用して L3VPN セグメンテーションを維持します。
- ネクストホップ解決、ラベル/VNI マッピング、QoS マーキングを含む、コントロールプレーンとデータプレーンの変換を処理します。

MPLS SR から VxLAN へのハンドオフは、MPLS セグメントルーティングコアと VxLAN ベースのオーバーレイ ネットワーク間でルーティングされたトラフィックの移行を可能にする、ボーダーリーフまたはスパインデバイスのゲートウェイ機能です。

MPLS セグメントルーティングから VxLAN へのハンドオフの仕組み

ハンドオフは、コア MPLS SR ネットワークと VxLAN ベースのデータセンター ファブリック間の通信が可能にします。通常はボーダーリーフまたはスパイン (DCI ノード) の間です。これは、マルチドメイン接続、データセンターの拡張、および移行のシナリオに不可欠です。

- DCI ノードはゲートウェイとして機能し、MPLS SR と VxLAN オーバーレイ間のプロトコル変換およびカプセル化/カプセル化解除を実行します。

process_summary

このプロセスでは、MPLS セグメントルーティング (SR) ネットワークとデータセンターライナーコネクト (DCI) ノードでの VxLAN オーバーレイとの間でトラフィックがどのようにハンドオフされるかについて説明します。これにより、MPLS ドメインと VxLAN ドメイン間のシームレスな L3VPN 接続が可能になります。

このプロセスの主要なコンポーネントは次のとおりです。

- DCI ノード (ボーダー リーフ/ボーダースパイン) : MPLS SR と VxLAN オーバーレイ間のハンドオフおよびカプセル化機能を実行します。
- MPLS SR コア : セグメントルーティングを使用した L3VPN 接続を提供します。
- VxLAN EVPN ファブリック : VxLAN オーバーレイを使用して ToR およびその他のリーフスイッチを接続します。

process_workflow**1. ルートおよびラベルアドバタイズメント**

- DCI ノードは、MPLS SR ドメインと VxLAN EVPN ドメインの両方から BGP ルートアップデートを受信します。これには、VPN ラベルとネクストホップ情報が含まれます。
- BGP コントロールプレーンの交換により、ルートターゲットを使用してドメイン間でルートの適切なインポート/エクスポートが保証されます。

| 属性... | 結合できるフィールド | 次の操作 | 結合できるフィールド |
|--------------------------------|----------------------------|---|---------------------|
| 新しいホストが VxLAN ドメインでオンラインになります。 | DCI ノードが EVPN ルートをインポートします | DCI が VPN ラベルを再発信し、MPLS SR コアにアドバタイズします | ルートは両方のドメインから到達可能です |

DCI ノードは、VRF ごとに適切なラベル割り当てで、BGP を使用して両方のドメイン間でコントロールプレーンの状態を同期します。

その結果、MPLS SR ドメインと VxLAN ドメインの両方がハンドオフ境界を越えてルートを学習し、使用できるようになります。

2. データプレーンハンドオフ (パケット転送)

- MPLS SR コアから到着するパケットは、DCI ノードにより、VxLAN に入るときにカプセル化解除され、再カプセル化されます (またはその逆)。
- QoS、TTL、および ECN フィールドは、プラットフォーム固有のルール (均一モードまたはパイプモードなど) に従って、MPLS と VxLAN ヘッダーの間にマッピングされます。

| 属性... | 結合できるフィールド | 次の操作 | 結合できるフィールド |
|------------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| パケットが VPN ラベルを持つ MPLS SR コアに到着します。 | DCI ノードは、VRF と接続先を照合します。 | DCI が MPLS ヘッダーを削除し、正しい VNI で VxLAN カプセル化を適用します。 | パケットが VxLAN ファブリックに転送され、接続先ホストに送られます。 |
| パケットが VNI で VxLAN ドメインから到着します。 | DCI ノードで VNI を VRF および接続先と照合します。 | DCI は VxLAN ヘッダーを削除し、正しいラベル スタックで MPLS SR カプセル化を適用します。 | パケットがリモート PE に向けて MPLS SR コアに転送されます。 |

DCI ノードは、プラットフォーム固有の QoS と統計処理を適用して、ドメイン間のパケットの正しい変換と転送を保証します。

その結果、MPLS SR と VxLAN ドメイン間のエンドツーエンドのトラフィックフローが提供されます。VxLAN オーバーレイが使用できない場合には、アンダーレイへのフォールバックによってレジリエンシが提供されます。

3. 復元力とフォールバック処理

- VxLAN NVE インターフェイスがダウンした場合、DCI ノードは自動的に MPLS SR アンダーレイを使用してネクストホップ解決にフォールバックし、到達可能性を維持します。

| 属性... | 結合できるフィールド | 次の操作 | 結合できるフィールド |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---|
| NVE1 (VxLAN) が DCI ノードでダウンしている | VxLAN オーバーレイを使用できない | ネクストホップは MPLS SR アンダーレイ ルートを介して解決される | オーバーレイが復元されるまで、トラフィックはバックアップ MPLS SR パスを使用して流れ続ける |

このステージでは、デュアルドメインルーティングを活用することにより、運用の継続性とネットワークの復元力を維持します。

その結果、オーバーレイの停止中もサービスは中断されず、VxLAN オーバーレイに自動的に戻ります（使用可能な場合）。

注意事項と制約事項

プラットフォームと機能に関するガイドライン

SR MPLS から VxLAN へのハンドオフを正常にデプロイメントするには、サポートされているハードウェアと構成のみを使用してください。予期しない結果を防ぐために、互換性を確認し、サポートされている動作モードを遵守してください。

- この機能は、FX2、FX3、GX、GX2、および一部のモジュラプラットフォームを含むCisco Nexus 9000 Cloudscale プラットフォームでのみサポートされます。
- VxLAN-EVPN と MPLS セグメントルーティング (SR-MPLS) または MPLS L3VPN (LDP) 機能を同じデバイス上で共存させることは、DCI ハンドオフのために必要です。
- vPC、VMCT、および pMCT 構成は、SR MPLS から VxLAN へのハンドオフではサポートされていません。
- コア (WAN) ポートの物理インターフェイスでのみサポートされます。コア側リンクの SVI およびサブインターフェイスのハンドオフはサポートされていません。
- VPN ラベルの割り当てでは、VRF 単位のラベル割り当てのみがサポートされます。動的なラベル割り当てはサポートされていません。

制限事項と制約事項

SR MPLS を VxLAN ハンドオフに展開するときは、すべての既知の動作制限に注意してください。サポートされていない構成を回避し、フェールオーバー、統計、およびスケールへの影響を理解してください。

- MPLS/SR コアへのハンドオフでは、EVPN タイプ 5 (IP プレフィックスルート) のみがサポートされます。サブネット (タイプ 2) ハンドオフと L2 拡張は、現在のリリースではサポートされていません。
- マルチサイト BGW (ボーダーゲートウェイ) および DCI ハンドオフ機能を同じノードで有効にすることはできません。
- 一部のプラットフォームでは、MPLS および VxLAN 統計情報はサポートされていません。FX2 では、VPN ラベル統計情報のみを使用できます (LSR または隣接関係統計情報は使用できません)。
- エンドツーエンドの TTL と ECN の伝達は、ASIC の制限により完全にはサポートされていません。ハンドオフでは、パイプ モード TTL のみがサポートされています。
- FX2 プラットフォームは、最大 256 の VxLAN ピア、900 の VRF (そのうち最大 100 を MPLS に拡張できます)、48,000 の隣接関係、および 500 の MPLS ラベルをサポートします。
- プライオリティフロー制御 (PFC) は、DCI ハンドオフモードではサポートされません。
- VxLAN ドメインと MPLS ドメイン間のルートリークまたは VRF インポート/エクスポートはサポートされていません。同じ VRF ハンドオフのみが許可されます。
- NVE (VxLAN) インターフェイスの障害またはシャットダウン中に、ネクストホップ解決は MPLS アンダーレイにフォールバックします。これは、レジリエンシで予想される動作です。

MPLS SR から VXLAN へのハンドオフの設定

この手順により、DCI ボーダーで MPLS SR コアと VXLAN EVPN ベースのデータセンターファブリック間のシームレスなルーティングと転送が可能になります。

この設定は、DCI/ボーダー デバイスとして Nexus 9000 を使用して VXLAN EVPN データセンターファブリックを MPLS SR または LDP ベースの WAN / コアに接続するときに必要です。

Before you begin

デバイスに VXLAN と MPLS SR の両方の機能に適したハードウェアリソースがあることを確認します。

- VXLAN と MPLS の両方の機能のライセンスが適用されます。
- 必要な VLAN、VRF、およびインターフェイスがプロビジョニングされていることが必要です。

DCI ノードで MPLS SR から VXLAN へのハンドオフを設定するには、次の手順に従います。

手順

ステップ1 必要な機能とグローバル設定をイネーブルにします。

例 :

```
switch# configure terminal
switch(config)# feature-set mpls
switch(config)# feature ospf
switch(config)# feature bgp
switch(config)# feature mpls l3vpn
switch(config)# feature mpls segment-routing
switch(config)# feature nv overlay
switch(config)# feature vn-segment-vlan-based
```

インターフェイスとプロトコルの設定に進む前に、すべての機能が有効になっていることを確認します。

(注)

すべての機能がすべてのプラットフォームまたは NX-OS リリースで使用できるわけではありません。

必要な機能が有効にすると、デバイスはさらに設定できるようになります。

ステップ2 VRF と VXLAN から MPLS へのマッピングの設定

例 :

```
switch(config)# vrf context Tenant-A <<< Create VRF
switch(config-vrf)# vni 10010 <<<
Map VNI to VRF
switch(config-vrf)# rd auto
switch(config-vrf)# address-family ipv4 unicast
switch(config-vrf-af)# route-target both 65000:10010
switch(config-vrf-af)# exit
switch(config-vrf)# address-family l2vpn evpn
switch(config-vrf-af)# route-target import 65000:10010 evpn
switch(config-vrf-af)# route-target export 65000:10010 evpn
switch(config-vrf-af)# exit
switch(config-vrf)# exit
switch(config)# interface nve1 <<<
Configure NVE Interface
switch(config-if-nve)# no shutdown
switch(config-if-nve)# host-reachability protocol bgp <<<
Enable BGP for EVPN
switch(config-if-nve)# source-interface loopback1 <<<
Set NVE source
switch(config-if-nve)# member vni 10010
switch(config-if-nve)# associate-vrf <<<
Associate VNI with VRF
switch(config-if-nve)# exit
switch(config)#
```

MPLS SR から VxLAN へのハンドオフの設定

正しい L3VPN ルートをインポート/エクスポートするには、ルートターゲットが DC と WAN の間で一致している必要があります。

(注)

VXLAN- MPLS インターワーキングでは、VRF 単位のラベル割り当てのみがサポートされます。

VRF と VNI がドメイン間ハンドオフにマッピングされています。

ステップ3 MPLS と VxLAN の両方の接続のインターフェイスを設定します。

例：

```
switch(config)# interface Ethernet1/21 switch(config-if)# ip address 6.2.0.1/24
switch(config-if)# mpls ip forwarding switch(config-if)# no shutdown switch(config-if)#
exit switch(config)# interface Ethernet1/21.1 switch(config-if)# encapsulation dot1q
1211 switch(config-if)# vrf member evpn switch(config-if)# ip address 6.22.0.1/24
switch(config-if)# no shutdown switch(config-if)#
exit switch(config)# end switch#
```

WAN/コア側インターフェイスで MPLS を有効にします。設計ごとに VRF および IP アドレスを割り当てます。

(注)

コア方向の MPLS リンクでは、L3 物理インターフェイスのみがサポートされます。

VxLAN および MPLS のすべての物理および論理的なインターフェイスが設定され、アクティブであること。

ステップ4 適切なアドレス ファミリとルートの再生成を使用して BGP を設定します。

例：

```
switch(config)# router bgp 600 switch(config-router)# address-family ipv4 unicast
switch(config-router-af)# redistribute direct route-map passall switch(config-router-af)#
allocate-label all <<< Enables per-prefix label allocation for MPLS VPNv4/vpnv6 routes
(DCI/SR-MPLS handoff) switch(config-router-af)#
exit switch(config-router)# neighbor 6.6.6.3 switch(config-router-neighbor)#
remote-as 300 switch(config-router-neighbor)#
update-source loopback6 switch(config-router-neighbor)#
ebgp-multihop 255
switch(config-router-neighbor)#
address-family vpnv4 unicast
switch(config-router-neighbor-af)#
send-community switch(config-router-neighbor-af)#
send-community extended switch(config-router-neighbor-af)#
next-hop-self
switch(config-router-neighbor-af)#
import l2vpn evpn reoriginate <<< Enables import and
re-origination of EVPN routes into MPLS VPNv4 for DCI handoff
switch(config-router-neighbor-af)#
exit switch(config-router-neighbor)#
exit switch(config-router)# neighbor 21.21.21.21 switch(config-router-neighbor)#
remote-as 600 switch(config-router-neighbor)#
update-source loopback1 switch(config-router-neighbor)#
address-family l2vpn evpn switch(config-router-neighbor-af)#
send-community
switch(config-router-neighbor-af)#
send-community extended
switch(config-router-neighbor-af)#
import vpn unicast reoriginate <<< Enables import and
re-origination of VPNv4/vpnv6 routes into EVPN for DCI handoff
switch(config-router-neighbor-af)#
exit switch(config-router-neighbor)#
exit switch(config-router)#
exit switch(config)#

```

MPLS (WAN/コア) 側と VxLAN (ファブリック) 側の両方に BGP ネイバーを設定し、クロスドメインルート交換のインポートと再発信を可能にします。

(注)

用途 **import l2vpn evpn reoriginate** および **import vpn unicast reoriginate** 双方向ハンドオフの場合。

BGP セッションが確立され、ドメイン間でルートが交換されます。

MPLS SR から VxLAN へのハンドオフが正常に設定され、データセンタードメインとコアネットワーク ドメイン間のシームレスな L3VPN 接続が可能になります。

DCI VxLAN- MPLSハンドオフの確認

この検証を実行して、DCI デバイスが VxLAN ドメインと MPLS ドメイン間でトラフィックを正しく転送することを確認します。

- オーバーレイおよびアンダーレイのルーティングテーブルが予想どおりに入力されていることを確認します。
- インターフェイスとプロトコルの状態がアップで、動作していることを確認します。
- エンドツーエンドトラフィックをシミュレートすることで、データプレーンのハンドオフが正しいことを検証します。

Before you begin

この検証を開始する前に、関連するすべての VxLAN、EVPN、MPLS、および BGP の設定が適用され、デバイスで最初のコンバージェンスが完了していることを確認してください。

- ハンドオフに関連するすべての物理および論理的なインターフェイスが稼働していること。
- コントロールプレーン (BGP、OSPF/ISIS など) が確立され、安定していること。

DCI VxLAN- MPLS ハンドオフ機能を確認するには、次の手順を実行します。

手順

ステップ1 DCI ノードの NVE および MPLS インターフェイスのステータスを確認します。

例：

```
switch# show nve interface switch# show interface nve1 switch# show mpls interfaces
```

これらのコマンドは、VxLAN および MPLS インターフェイスの動作ステータスを表示します。ハンドオフが成功するには、両方が **アップ状態** であることが必要です。

いずれかのインターフェイスがダウンしている場合は、続行する前に物理接続、構成、またはプロトコルの状態をトラブルシュートします。

ステップ2 VxLAN ドメインと MPLS ドメイン間のルートの伝達とラベルの割り当てを確認します。

例：

```
switch# show bgp l2vpn evpn summary switch# show bgp vpng4 unicast summary switch# show mpls forwarding-table
```

これらの コマンドは、オーバーレイ (EVPN) ドメインとアンダーレイ (MPLS) ドメイン間でルートとラベルの交換が正しく行われていることを確認します。

- 関連するすべての VRF の予期されるプレフィックスとラベルバインディングを確認します。
- ルートまたはラベルが存在しない場合は、構成の不良またはプロトコルの問題が存在する可能性があります。

ステップ3 DCI ノード全体でエンドツーエンド トライフィック転送をテストします。

例 :

```
switch# ping [destination-ip] vrf [vrf-name] source [source-ip] switch# traceroute
[destination-ip] vrf [vrf-name]
```

これらのテストでは、データプレーンの接続と、VxLAN ドメインと MPLS ドメイン間のハンドオフが適切に機能することを確認します。

- ping とトレースルートが成功した場合は、ハンドオフが機能していることを示します。
- 障害は、ルーティング、ラベル割り当て、またはインターフェイス状態の問題を示している場合があります。

この手順の最後に、DCI ノードが VxLAN ドメインと MPLS ドメイン間のトライフィックを正しく処理し、すべてのルーティング、ラベル、およびインターフェイス状態が動作していることを確認しました。トライフィック転送は、エンドツーエンド接続テストによって確認されます。



第 28 章

セグメントルーティング OAM の確認

- セグメントルーティング OAM の確認 (347 ページ)

セグメントルーティング OAM の確認

このセクションでは、セグメントルーティング OAM 機能を確認するために使用できる CLI コマンドについて説明します。

- セグメントルーティング OAM IS-IS の確認 (334 ページ)

セグメントルーティング OAM IS-IS の確認

次の ping コマンドは、基盤となるネットワークが IS-IS の場合の SR OAM を表示するために使用されます。

```
switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis
Sending 5, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
Type Ctrl-C to abort.
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 18 ms
switch# traceroute sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
```

セグメントルーティング OAM IS-IS の確認

```
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
  0 172.18.1.2 MRU 1500 [Labels: 16103 Exp: 0]
L 1 172.18.1.1 MRU 1504 [Labels: implicit-null Exp: 0] 4 ms
! 2 172.18.1.10 3 ms

switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis verbose

Sending 5, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
      timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
      'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
      'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
      'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
      'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
      'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
      'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 17 ms

switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igrp isis destination 127.0.0.1 127.0.0.2 repeat
1 verbose

Sending 1, 100-byte MPLS Echos to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
      timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
      'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
      'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
      'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
      'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
      'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
      'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
Destination address 127.0.0.1
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3

Destination address 127.0.0.2
!    size 100, reply addr 172.18.1.22, return code 3

Success rate is 100 percent (2/2), round-trip min/avg/max = 3/3/3 ms
Total Time Elapsed 8 ms
```



第 29 章

Ping およびトレースルート CLI コマンドの使用例

- IGP または BGP SR ping およびトレースルートの例 (349 ページ)
- Nil FEC ping およびトレースルートの例 (350 ページ)
- 統計情報の表示 (351 ページ)

IGP または BGP SR ping およびトレースルートの例

CLI を使用して、明示的な発信情報で Ping を実行する

fec CLI コマンドを使用して IS-IS SR ping を実行し、fec CLI コマンドを使用して BGP ping を実行します。 **ping sr-mpls fec-type igp isis ping sr-mpls fec-type bgp**

```
switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igp isis
Sending 5, 100-byte MPLS Echoes to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
Type Ctrl-C to abort.
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 18 ms
switch# ping sr-mpls 11.1.1.3/32 fec-type igp isis verbose
Sending 5, 100-byte MPLS Echoes to IGP Prefix SID(IS-IS) FEC 11.1.1.3/32,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
```

Nil FEC ping およびトレースルートの例

```
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type Ctrl-C to abort.
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3
!    size 100, reply addr 172.18.1.10, return code 3

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
Total Time Elapsed 17 ms
```

Nil FEC ping およびトレースルートの例

CLI を使用して、明示的な発信情報で Ping を実行する

ping を実行するには、**ping sr-mpls nil-fec labels comma-separated-labels [output {interface tx-interface} [nexthop nexthop-ip-addr]]** CLI コマンドを使用します。

たとえば、次のコマンドは、ラベルスタック内の最も外側の2つのラベル（2001と2000）を持つMPLS パケットを、ネクストホップ IP アドレスが 4.0.0.2 のインターフェイスイーサネット 1/1 から送信します。

```
switch# ping mpls nil-fec labels 2001,2000 output interface e1/1 nexthop 4.0.0.2
```

ネクストホップは接続されたネクストホップであることが必須です。再帰的には解決されません。

上記の CLI 形式は簡易版です。[**output {interface tx-interface} [nexthop nexthop-ip-addr]**] は、VSH サーバー内に存在することが必須です。例：

```
switch# ping mpls nil-fec labels 1,2 ?
output Output options
switch# ping mpls nil-fec labels1,2
^
% Invalid command at '^' marker.
```

CLI を使用して SRTE ポリシーからの発信情報で ping を実行する

次の CLI コマンドを使用して、ping を実行します。

```
switch# ping mpls nil-fec policy name policy1
switch# ping mpls nil-fec policy endpoint 2.0.0.1 color 16
```

CLI を使用した明示的な発信情報でのトレースルートの実行

次の CLI コマンドを使用して、トレースルートを実行します。

```
switch# ping mpls nil-fec labels 2001,2000 output interface e1/1 nexthop 4.0.0.2
```

CLI を使用して SRTE ポリシーからの発信情報で traceroute を実行する

次の CLI コマンドを使用して、トレースルートを実行します。

```
switch# traceroute mpls nil-fec policy name policy1
switch# traceroute mpls nil-fec policy endpoint 2.0.0.1 color 16
```

統計情報の表示

次のコマンドを使用して、ローカル MPLS OAM サービスによって送信されたエコー要求に関する統計情報を表示します。

```
show mpls oam echo statistics
```




第 30 章

InterAS オプション B

この章では、さまざまな InterAS オプション B 構成オプションについて説明します。使用可能なオプションは、InterAS オプション B、InterAS オプション B (RFC 3107 による)、および InterAS オプション B ライトです。InterAS オプション B (RFC 3107 による) の実装により、データセンターと WAN 間の完全な IGP 分離が保証されます。BGP が特定のルートを ASBR にアドバタイズすると、そのルートにマップされたラベルも配布されます。

- [InterASに関する情報 \(353 ページ\)](#)
- [InterAS オプション \(354 ページ\)](#)
- [EVPN と L3VPN \(MPLS\) のシームレスな統合の構成に関する情報 \(356 ページ\)](#)
- [InterAS オプション B の設定に関する注意事項と制限事項 \(359 ページ\)](#)
- [InterAS オプション B の BGP の設定 \(359 ページ\)](#)
- [EVPN と L3VPN \(MPLS\) のシームレスな統合の構成 \(361 ページ\)](#)
- [InterAS オプション B の BGP の設定 \(RFC 3107 実装による\) \(365 ページ\)](#)
- [EVPN と L3VPN \(MPLS\) のシームレスな統合の構成例 \(367 ページ\)](#)

InterASに関する情報

自律システム (AS) とは、共通のシステム管理グループによって管理され、单一の明確に定義されたプロトコルを使用している单一のネットワークまたはネットワークのグループのことです。多くの場合、仮想プライベートネットワーク (VPN) は異なる地理的領域の異なる AS に拡張されます。一部の VPN は、複数のサービスプロバイダにまたがって拡張する必要があります、それらはオーバーラッピング VPN と呼ばれます。VPN の複雑さや場所に関係なく、AS 間の接続はお客様に対してシームレスである必要があります。

InterAS と ASBR

異なるサービスプロバイダーの異なる AS は、VPN-IP アドレスの形式で情報を交換することによって通信できます。ASBR は、EBGP を使用してその情報を交換します。IBGP は、各 VPN および各 AS 内の IP プレフィックスのネットワーク層情報を配布します。ルーティング情報は、次のプロトコルを使用して共有されます。

- AS 内では、ルーティング情報は IBGP を使用して共有されます。

- AS 間では、ルーティング情報は EBGP を使用して共有されます。EBGP を使用することで、サービスプロバイダーは、別の AS 間でのルーティング情報のループフリー交換を保証するインタードメインルーティングシステムをセットアップできます。

EBGP の主な機能は、AS ルートのリストに関する情報を含む、AS 間のネットワーク到達可能性情報を交換することです。AS は、EBGP ボーダーエッジルータを使用してラベルスイッチング情報を含むルートを配布します。各ボーダーエッジルータでは、ネクストホップおよび MPLS ラベルが書き換えられます。

この MPLS VPN における InterAS 設定には、プロバイダー間 VPN を含めることができます。これは、異なるボーダーエッジルータで接続されている 2 つ以上の AS を含む、MPLS VPN です。AS は EBGP を使用してルートを交換します。IBGP やルーティング情報は AS 間では交換されません。

VPN ルーティング情報の交換

AS は、接続を確立するために VPN ルーティング情報（ルートとラベル）を交換します。AS 間の接続を制御するために、PE ルータおよび EBGP ボーダーエッジルータはラベル転送情報ベース（LFIB）を保持します。LFIB では、VPN 情報の交換中に PE ルータおよび EBGP ボーダーエッジルータが受信するラベルとルートが管理されます。

AS では、次の注意事項に基づいて VPN ルーティング情報を交換します。

- ルーティング情報に次の内容が含まれています。
 - 接続先ネットワーク。
 - 配布元ルータに関連付けられたネクストホップフィールド。
 - ローカル MPLS ラベル
- ルート識別子（RD1）は、接続先ネットワーク アドレスの一部として含まれています。ルート識別子によって、VPN-IP ルートは VPN サービスプロバイダー環境内でグローバルに一意となります。

ASBR は、IBGP ネイバーに VPN-IPv4 NLRI を送信する場合に、ネクストホップを変更するように設定されています。したがって、ASBR では、IBGP ネイバーに NLRI を転送する場合に新しいラベルを割り当てる必要があります。

InterAS オプション

Nexus 9508 シリーズスイッチは、次の InterAS オプションをサポートします。

- InterAS オプション A** - Inter-AS オプション A ネットワークでは、自律システム境界ルータ（ASBR）ピアは複数のサブインターフェイスによって接続され、2 つの自律システムにまたがるインターフェイス VPN が少なくとも 1 つ設定されます。これらの ASBR では、各サブインターフェイスが、VPN ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスおよびラベル付けされていない IP プレフィックスのシグナリング用の BGP セッションに接続されます。

けられます。その結果、バックツーバック VRF 間のトラフィックは IP になります。このシナリオでは、各 VPN は相互に分離されます。また、トラフィックが IP であるため、IP トラフィック上で動作する Quality of Service (QoS) メカニズムを維持できます。この設定の欠点は、サブインターフェイスごとに 1 つの BGP セッションが必要となることです（VPN ごとに少なくとも 1 つのサブインターフェイスも必要となります）。このことは、ネットワークの規模が大きくなるにつれて、スケーラビリティに関する問題が発生する原因となります。

- **InterAS オプション B** - InterAS オプション B ネットワークでは、ASBR ポートは、MPLS トラフィックを受信できる 1 つ以上のインターフェイスによって接続されます。マルチプロトコルボーダーゲートウェイプロトコル (MP-BGP) セッションは、ASBR 間でのラベル付き VPN プレフィックスを配布します。その結果、ASBR の間のトラフィックフローにはラベルが付きます。この設定の欠点は、トラフィックが MPLS であるため、IP トラフィックにのみ適用される QoS メカニズムを伝えることができず、VRF を分離することもできないことです。InterAS オプション B は、ASBR 間のすべての VPN プレフィックスを交換するために 1 つの BGP セッションしか必要としないため、オプション A よりも拡張性に優れています。また、この機能はノンストップフォワーディング (NSF) とグレースフルリスタートを提供します。このオプションでは、ASBR を直接接続する必要があります。

オプション B のいくつかの機能を以下に示します。

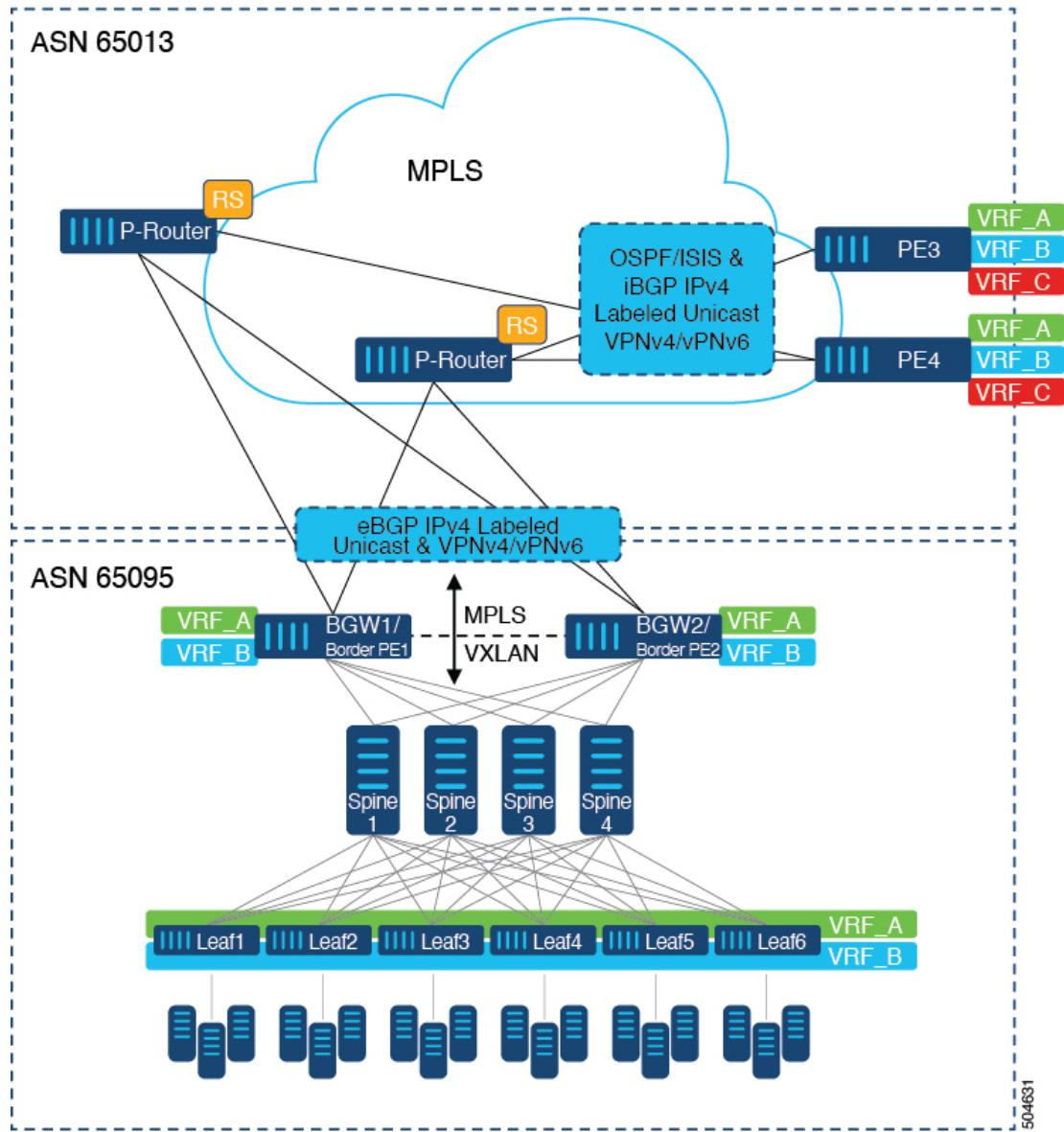
- AS 内の Nexus 9508 シリーズスイッチ間で IBGP VPNv4/v6 セッションを持つことができ、データセンター エッジルータと WAN ルータの間で EBGP VPNv4/v6 セッションを持つことができます。
- ライトバージョンのように、データセンター エッジルータ間の VRF IBGP セッションごとの要件はありません。
- – LDP は ASBR 間で IGP ラベルを配布します。
- **InterAS オプション B (BGP-3107 または RFC 3107 実装)**
 - AS 内の Nexus 9508 スイッチ間で IBGP VPNv4/v6 実装を持つことができ、データセンター エッジルータと WAN ルータの間で EBGP VPNv4/v6 セッションを持つことができます。
 - BGP-3107 により、BGP パケットは ASBR 間で LDP を使用せずにラベル情報を伝送できます。
 - 特定の 1 つのルートに対するラベルマッピング情報は、ルート自身の配布に使用される、同じ BGP アップデートメッセージにピギーバッグにより同梱されます。
 - 特定のルートへの配布に BGP を使用する場合は、このルートにマッピングされている MPLS ラベルも配布されます。多くの ISP は、データセンター間の完全な IGP 分離が保証されるため、この構成方法を好みます。
- **InterAS オプション B ライト** - InterAS オプション B 機能のサポートは、Cisco NX-OS 6.2(2) リリースでは制限されています。ライト詳細は、「InterAS オプション B (ライトバージョン) の構成」セクションに記載されています。

EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成に関する情報

データセンター (DC) 展開では、EVPN コントロールプレーンラーニング、マルチテマルチテナント、シームレスモビリティ、冗長性、水平スケーリングが容易になるなどの利点から、VXLAN EVPN を採用しています。同様に、コアネットワークはそれぞれの機能を持つさまざまなテクノロジーに移行します。ラベル配布プロトコル (LDP) およびレイヤ3VPN (L3VPN) を備えたMPLSは、データセンターを相互接続する多くのコアネットワークに存在します。

VXLAN EVPNにデータセンター (DC) が確立され、マルチテナント対応のトランスポートを必要とするコアネットワークでは、シームレスな統合が自然に必要になります。さまざまなコントロールプレーンプロトコルとカプセル化（ここではVXLANからMPLSベースのコアネットワークまで）をシームレスに統合するために、Cisco Nexus 9000シリーズスイッチは、データセンターとコアルータ（プロバイダルータまたはプロバイダーエッジルータ）。

図 16: DCからコアネットワークドメインへの分離を使用したトポジ

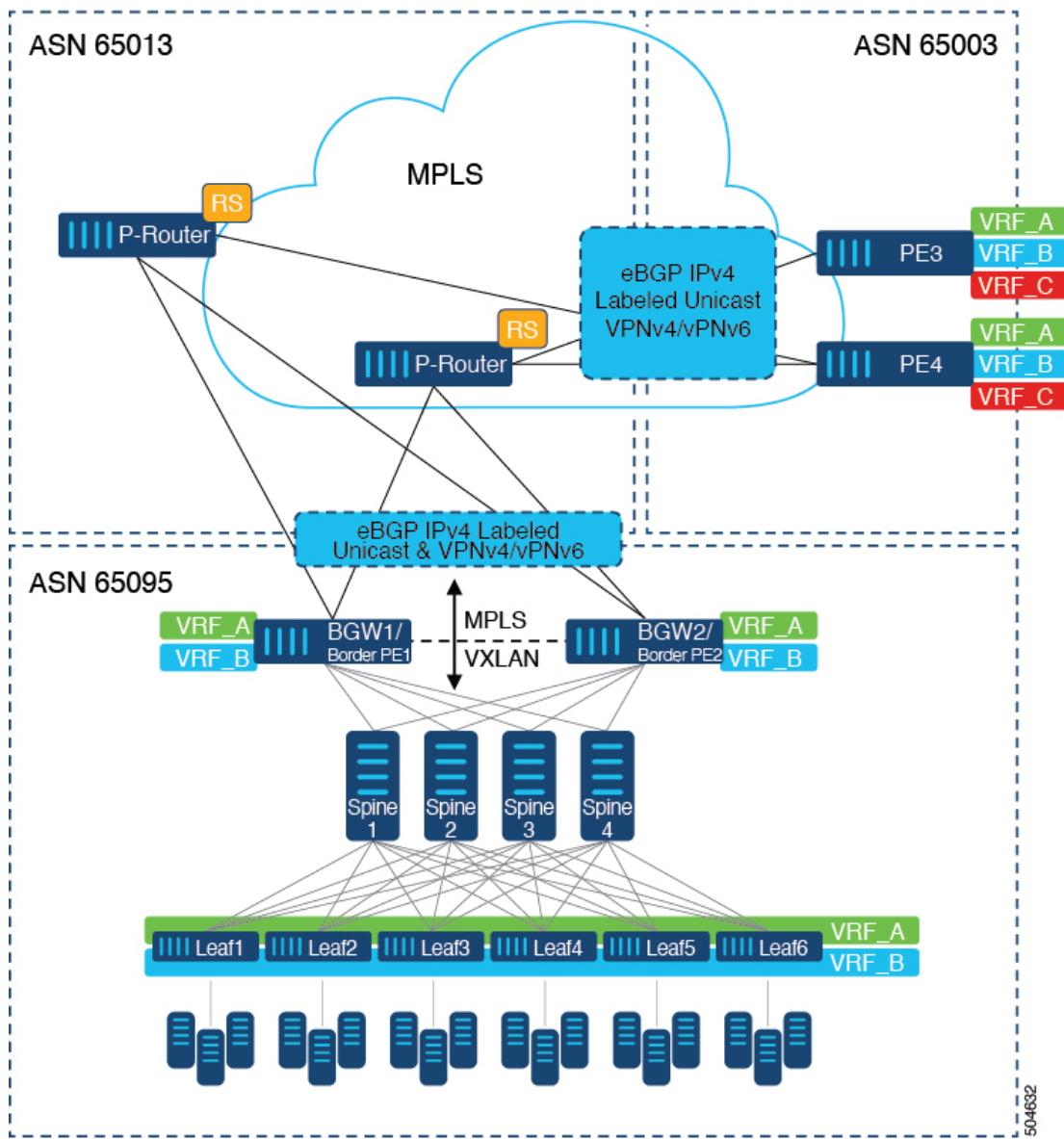


上の図では、VXLAN EVPNを実行する単一のデータセンターファブリックが示されています。データセンターに存在するVRF (VRF_A, VRF_B)は、MPLSを実行するWAN/コア上で拡張する必要があります。データセンターファブリックボーダースイッチは、L3VPN (VPNV4/VPNV6)を使用してVXLAN BGP EVPNとMPLSネットワークを相互接続するボーダーゲートウェイ/ボーダープロバイダエッジ (BGW1/ボーダーPE1, BGW2/ボーダーPE2)として機能します。BPEは、IPv4ラベル付きユニキャストとVPNV4/VPNV6アドレスファミリ (AF)を使用して、eBGPを介してプロバイダルータ (P-Router)と相互接続されます。Pルータは、前述のAFのBGPルートリフレクタとして機能し、iBGPを介してMPLSプロバイダエッジ (PE3, PE4)に必要なルートをリレーします。コントロールプレーンとしてのBGPの使用に加えて、同じ自律システム (AS)内のMPLSノード間では、ラベル配布にIGP (OSPFまたはISIS)が使用されます。上の図に示すPE (PE3, PE4)から、Inter-ASオプションAを使

■ EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成に関する情報

用して、データセンターまたはコアネットワークVRFを別の外部ネットワークに拡張できます。この図では1つのデータセンターのみを示していますが、MPLS ネットワークを使用して複数のデータセンターファブリックを相互接続できます。

図 17: コアネットワーク内の複数の管理ドメイン



別の導入シナリオは、コアネットワークが複数の管理ドメインまたは自律システム (AS) に分かれている場合です。上の図では、VXLAN EVPNを実行する単一のデータセンターファブリックが示されています。データセンターに存在する VRF (VRF_A、VRF_B) は、MPLS を実行する WAN/コア上で拡張する必要があります。データセンターファブリック ボーダースイッチは、L3VPN (VPNv4/VPNv6) を使用して VXLAN BGP EVPN と MPLS ネットワークを相互接続するボーダーゲートウェイ/ボーダープロバイダエッジ (BGW1/ボーダーPE1、BGW2/ボーダーPE2) として機能します。BPE は、IPv4 ラベル付きユニキャストと VPNv4 / VPNv6

アドレスファミリ (AF) を使用して、eBGPを介してプロバイダルータ (P-Router) と相互接続されます。P ルータは前述の AF の BGP ルートサーバとして機能し、eBGP を介して MPLS プロバイダエッジ (PE3、PE4) に必要なルートをリレーします。MPLS ノード間では、他のコントロールプレーンプロトコルは使用されません。前のシナリオと同様に、PE (PE3、PE4) は Inter-AS オプション A で動作して、データセンターまたはコアネットワーク VRF を外部ネットワークに拡張できます。この図では1つのデータセンターのみを示していますが、MPLS ネットワークを使用して複数のデータセンターファブリックを相互接続できます。

InterAS オプション B の設定に関する注意事項と制限事項

InterAS オプション B には、次の注意事項と制限事項があります。

- InterAS オプション B は、BGP コンフェデレーション AS ではサポートされていません。
- InterAS オプション B は、-R ラインカード搭載の Cisco Nexus 9500 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 10.3(2)F 以降、InterAS オプション B (BGP-3107 または RFC 3107 の実装) は、-FX または-GX ラインカードで Nexus 9300-FX/FX2/FX3/GX/GX2 および Cisco 9500 プラットフォームスイッチでサポートされますが、次の制限があります。
 - PUSH 操作の InterAS ラベルのインポジション (IP から MPLS または VxLAN へのカプセル化解除、および InterAS ラベルの MPLS カプセル化) のみがサポートされます。
 - InterAS ラベルの MPLS ラベル SWAP 動作はサポートされず、MPLS スイッチングは行われません。

InterAS オプション B の BGP の設定

次の手順で、IBGP および EBGP VPNv4/v6 を使用して DC エッジスイッチを構成します。

始める前に

InterAS オプション B の BGP を構成するには、IBGP 側と EBGP 側の両方でこの構成を有効にする必要があります。参考図 1 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： <pre>switch# configure terminal switch(config) #</pre> | 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。 |

■ InterAS オプション B の BGP の設定

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 2 | router bgp as-number 例： switch(config)# router bgp 100 | ルータ BGP コンフィギュレーションモードを開始し、ローカル BGP スピーカデバイスに自律システム番号 (AS) を割り当てます。 |
| ステップ 3 | neighbor ip-address 例： switch(config-router)# neighbor 10.0.0.2 | BGP またはマルチプロトコル BGP ネイバーテーブルにエントリを追加し、ルータ 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 4 | remote-as as-number 例： switch(config-router-neighbor)# remote-as 200 | as-number 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。 |
| ステップ 5 | address-family {vpnv4 vpng6} unicast 例： switch(config-router-neighbor)# address-family vpng4 unicast | IP VPN セッションを設定するために、アドレスファミリ コンフィギュレーションモードに入ります。 |
| ステップ 6 | send-community {both extended} 例： switch(config-router-neighbor-af)# send-community both | コミュニティ属性が両方の BGP ネイバーに送信されるように指定します。 |
| ステップ 7 | retain route-target all 例： switch(config-router-neighbor-af)# retain route-target all | (オプション)。VRF 設定なしで ASBR で VPNv4/v6 アドレス設定を保持します。 (注) ASBR に VRF 設定がある場合、このコマンドは必要ありません。 |
| ステップ 8 | import l2vpn evpn reoriginate 例： switch(config-router-neighbor-af)# 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 BGP EVPN NLRI からのルーティング情報のインポートを構成し、このルーティング情報を、ステイ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 | vrf vrf-name 例： switch(config-router-neighbor-af)# vrf VPN1 | BGP プロセスを VRF に関連付けます。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 10 | address-family {ipv4 ipv6} unicast 例： switch(config-router-vrf)# address-family ipv4 unicast | 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モードを開始します。 |
| ステップ 11 | exit 例： switch(config-vrf-af)# exit | IPv4 アドレスファミリを終了します。 |
| ステップ 12 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf)# copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成

Border Provider Edge (Border PE) の次の手順では、VXLAN ドメインから MPLS ドメインへのルートをインポートして、他の方向へのルートを再開始します。

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 | グローバル設定モードを開始します。 |
| ステップ 2 | feature-set mpls 例： switch(config)# feature-set mpls | MPLS フィーチャセットをイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | nv overlay evpn 例： switch(config)# nv overlay evpn | VXLAN を有効にします。 |
| ステップ 4 | feature bgp 例： switch(config)# feature bgp | BGP を有効にします。 |
| ステップ 5 | feature mpls l3vpn 例： switch(config)# feature mpls l3vpn | レイヤ3 VPN 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 6 | feature interface-vlan 例： switch(config)# feature interface-vlan | VLAN インターフェイスを有効にします。 |
| ステップ 7 | feature vn-segment-vlan-based 例： switch(config)# feature vn-segment-vlan-based | VLAN ベースの VN セグメントを有効にします |
| ステップ 8 | feature nv overlay 例： switch(config)# feature nv overlay | VXLAN を有効にします。 |
| ステップ 9 | router bgp autonomous-system-number 例： switch(config)# router bgp 65095 | BGP を設定します。 <i>autonomous-system-number</i> の値は 1～4294967295 です。 |
| ステップ 10 | address-family ipv4 unicast 例： switch(config-router)# address-family ipv4 unicast | IPv4 のアドレス ファミリを設定します。 |
| ステップ 11 | network address 例： switch(config-router-af)# network 10.51.0.51/32 | MPLS-SR ドメイン向けに BGP にプレフィックスを挿入します。 (注) Border PE での MPLS-SR トンネルデポジションのすべての実行可能なネクスト ホップは、network ステートメントを介してアドバタイズする必要があります (/32 のみ)。 |
| ステップ 12 | allocate-label all 例： switch(config-router-af)# allocate-label all | network ステートメントによって挿入されたすべてのプレフィックスのラベル割り当てを設定します。 |
| ステップ 13 | exit 例： switch(config-router-af)# exit | コマンド モードを終了します。 |
| ステップ 14 | neighbor address remote-as number 例： | ルート リフレクターに対して iBGP ネイバーの IPv4 アドレスおよびリモート自律システム (AS) 番号を定義します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| | <pre>switch(config-router)# neighbor 10.95.0.95 remote-as 65095</pre> | |
| ステップ 15 | update-source type/id 例： <pre>switch(config-router)# update-source loopback0</pre> | eBGP ピアリングのインターフェイスを定義します。 |
| ステップ 16 | address-family l2vpn evpn 例： <pre>switch(config-router)# address-family l2vpn evpn</pre> | L2VPN EVPN キャストアドレス ファミリを設定します。 |
| ステップ 17 | send-community both 例： <pre>switch(config-router-af)# send-community both</pre> | BGP ネイバーのコミュニティを設定します。 |
| ステップ 18 | import vpn unicast reoriginate 例： <pre>switch(config-router-af)# import vpn unicast reoriginate</pre> | 新しい Route-Target でルートを再発信します。オプションのルートマップを使用するように拡張できます。 |
| ステップ 19 | exit 例： <pre>switch(config-router-af)# exit</pre> | コマンド モードを終了します。 |
| ステップ 20 | neighbor address remote-as number 例： <pre>switch(config-router)# neighbor 10.51.131.131 remote-as 65013</pre> | P ルーターに対して eBGP ネイバーの IPv4 アドレスおよびリモート自律システム (AS) 番号を定義します。 |
| ステップ 21 | update-source type/id 例： <pre>switch(config-router)# update-source Ethernet1/1</pre> | eBGP ピアリングのインターフェイスを定義します。 |
| ステップ 22 | address-family ipv4 labeled-unicast 例： <pre>switch(config-router)# address-family ipv4 labeled-unicast</pre> | IPv4 ラベル付きユニキャストのアドレス ファミリを設定します。 |
| ステップ 23 | send-community both 例： <pre>switch(config-router-af)# send-community both</pre> | BGP ネイバーのコミュニティを設定します。 |

EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|--|
| ステップ 24 | exit 例： switch(config-router-af) # exit | コマンドモードを終了します。 |
| ステップ 25 | neighbor address remote-as number 例： switch(config-router) # neighbor 10.131.0.131 remote-as 65013 | eBGP ネイバーの IPv4 アドレスおよびリモート自律システム (AS) 番号を定義します。 |
| ステップ 26 | update-source type/id 例： switch(config-router) # update-source loopback0 | eBGP ピアリングのインターフェイスを定義します。 |
| ステップ 27 | ebgp-multipath number 例： switch(config-router) # ebgp-multipath 5 | リモートピアにマルチホップ TTL を指定します。 <i>number</i> の範囲は 2 ~ 255 です。 |
| ステップ 28 | address-family vpnv4 unicast 例： switch(config-router) # address-family vpnv4 unicast | VPNV4 または VPKNv6 のアドレスファミリを設定します。 |
| ステップ 29 | send-community both 例： switch(config-router-af) # send-community both | BGP ネイバーのコミュニティを設定します。 |
| ステップ 30 | import l2vpn evpn reoriginate 例： switch(config-router-af) # import l2vpn evpn reoriginate | 新しい Route-Target でルートを再発信します。オプションのルートマップを使用するように拡張できます。 |
| ステップ 31 | exit 例： switch(config-router-af) # exit | コマンドモードを終了します。 |

InterAS オプション B の BGP の設定 (RFC 3107 実装による)

次の手順で、IBGP および EBGP VPNv4/v6 と BGP ラベル付きユニキャストファミリを使用して DC エッジスイッチを構成します。

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 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 bgp as-number 例： switch(config)# router bgp 100 | ルータ BGP コンフィギュレーション モードを開始し、ローカル BGP スピーカデバイスに自律システム番号 (AS) を割り当てます。 |
| ステップ 3 | address-family {vpnv4 vpng6} unicast 例： switch(config-router-neighbor)# address-family vpng4 unicast | IP VPN セッションを設定するために、アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードに入ります。 |
| ステップ 4 | redistribute direct route-map tag 例： switch(config-router-af)# redistribute direct route-map loopback | ボーダーゲートウェイ プロトコルを使用して、接続されたルートを直接再配布します。 |
| ステップ 5 | allocate-label all 例： switch(config-router-af)# allocate-label all | 接続されたインターフェイスのラベルをアドバタイズするために、BGP ラベル付きユニキャストアドレス ファミリを持つ ASBR を設定します。 |
| ステップ 6 | exit 例： switch(config-router-af)# exit | アドレス ファミリ ルータ コンフィギュレーション モードを終了して、ルータ 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 7 | neighbor ip-address 例： switch(config-router)# neighbor 10.1.1.1 | BGP ネイバーの IP アドレスを設定し、ルータ BGP ネイバー コンフィギュレーション モードを開始します。 |

■ InterAS オプション B の BGP の設定 (RFC 3107 実装による)

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 8 | remote-as as-number 例： <pre>switch(config-router-neighbor) # remote-as 100</pre> | BGP ネイバーの AS 番号を指定します。 |
| ステップ 9 | address-family {ipv4 ipv6} labeled-unicast 例： <pre>switch(config-router-neighbor) # address-family ipv4 labeled-unicast</pre> | 接続されたインターフェイスのラベルをアドバタイズするために、BGP ラベル付きユニキャストアドレスファミリを持つ ASBR を設定します。 (注) これは、RFC 3107 を実装するコマンドです。 |
| ステップ 10 | retain route-target all 例： <pre>switch(config-router-neighbor-af) # retain route-target all</pre> | (オプション)。VRF 設定なしで ASBR で VPNv4/v6 アドレス設定を保持します。 (注) ASBR に VRF 設定がある場合、このコマンドは必要ありません。 |
| ステップ 11 | exit 例： <pre>Switch(config-router-neighbor-af) # exit</pre> | ルータ BGP 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を終了し、BGP コンフィギュレーションモードに戻ります。 |
| ステップ 12 | neighbor ip-address 例： <pre>switch(config-router) # neighbor 10.1.1.1</pre> | ループバック IP アドレスを設定し、ルータ BGP ネイバ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 13 | remote-as as-number 例： <pre>switch(config-router-neighbor) # remote-as 100</pre> | BGP ネイバーの AS 番号を指定します。 |
| ステップ 14 | address-family {vpnv4 vpnv6} unicast 例： <pre>switch(config-router-vrf) # address-family ipv4 unicast</pre> | BGP VPNv4 ユニキャストアドレスファミリで ASBR を設定します。 |
| ステップ 15 | exit 例： <pre>switch(config-vrf-af) # exit</pre> | IPv4 アドレスファミリを終了します。 |

| | コマンドまたはアクション | 目的 |
|---------|--|---|
| ステップ 16 | address-family { vpng4 vpng6} unicast 例： switch(config-router-vrf) # address-family ipv4 unicast | BGP VPGv4 ユニキャストアドレスファミリで ASBR を設定します。 |
| ステップ 17 | Repeat the process with ASBR2 | オプション B (RFC 3107) 設定で ASBR2 を設定し、2箇所のデータセンター DC1 と DC2 間の完全な IGP 分離を実装します。 |
| ステップ 18 | copy running-config startup-config 例： switch(config-router-vrf) # copy running-config startup-config | (任意) 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。 |

EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成例

シナリオ：DC から コア ネットワーク ドメイン分離および MPLS ネットワーク内 IGP

次に示すのは、VXLAN ドメインから MPLS ドメインへ、および逆方向にルートをインポートおよび再発信するために必要な CLI 設定の例です。サンプル CLI 設定は、それぞれのロールに必要な設定のみを示しています。

ボーダー PE

```

hostname BL51-N9336FX2
install feature-set mpls

feature-set mpls

feature bgp
feature mpls l3vpn
feature ospf
feature interface-vlan
feature vn-segment-vlan-based
feature nv overlay

nv overlay evpn

mpls label range 16000 23999 static 6000 8000

vlan 2000
  vn-segment 50000

vrf context VRF_A
  vni 50000
  rd auto
  address-family ipv4 unicast
    route-target both auto
    route-target both auto evpn

```

■ EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成例

```

        route-target import 50000:50000
        route-target export 50000:50000
        address-family ipv6 unicast
            route-target both auto
            route-target both auto evpn
            route-target import 50000:50000
            route-target export 50000:50000

    interface Vlan2000
        no shutdown
        vrf member VRF_A
        no ip redirects
        ip forward
        ipv6 address use-link-local-only
        no ipv6 redirects

    interface nve1
        no shutdown
        host-reachability protocol bgp
        source-interface loopback1
        member vni 50000 associate-vrf

    interface Ethernet1/1
        description TO_P-ROUTER
        ip address 10.51.131.51/24
        mpls ip forwarding
        no shutdown

    interface Ethernet1/36
        description TO_SPINE
        ip address 10.95.51.51/24
        ip router ospf 10 area 0.0.0.0
        no shutdown

    interface loopback0
        description ROUTER-ID
        ip address 10.51.0.51/32
        ip router ospf UNDERLAY area 0.0.0.0

    interface loopback1
        description NVE-LOOPBACK
        ip address 10.51.1.51/32
        ip router ospf UNDERLAY area 0.0.0.0

    router ospf UNDERLAY
        router-id 10.51.0.51

    router bgp 65095
        address-family ipv4 unicast
            network 10.51.0.51/32
            allocate-label all
    !
        neighbor 10.95.0.95
            remote-as 65095
            update-source loopback0
            address-family l2vpn evpn
                send-community
                send-community extended
                import vpn unicast reoriginate
    !
        neighbor 10.51.131.131
            remote-as 65013
            update-source Ethernet1/1
            address-family ipv4 labeled-unicast

```

```

        send-community
        send-community extended
    !
    neighbor 10.131.0.131
        remote-as 65013
        update-source loopback0
        ebgp-multipath 5
        address-family vpnv4 unicast
            send-community
            send-community extended
            import l2vpn evpn reoriginate
        address-family vpnv6 unicast
            send-community
            send-community extended
            import l2vpn evpn reoriginate

    !
    vrf VRF_A
        address-family ipv4 unicast
        redistribute direct route-map fabric-rmap-redist-subnet

```

P ルーター

```

hostname P131-N9336FX2
install feature-set mpls

feature-set mpls

feature bgp
feature isis
feature mpls l3vpn

mpls label range 16000 23999 static 6000 8000

route-map RM_NH_UNCH permit 10
    set ip next-hop unchanged

interface Ethernet1/1
    description TO_BORDER-PE
    ip address 10.51.131.131/24
    ip router isis 10
    mpls ip forwarding
    no shutdown

interface Ethernet1/11
    description TO_PE
    ip address 10.52.131.131/24
    ip router isis 10
    mpls ip forwarding
    no shutdown

interface loopback0
    description ROUTER-ID
    ip address 10.131.0.131/32
    ip router isis 10

router isis 10
    net 49.0000.0000.0131.00
    is-type level-2
    address-family ipv4 unicast
        segment-routing mpls

router bgp 65013
    event-history detail
    address-family ipv4 unicast

```

■ EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成例

```

    allocate-label all
!
neighbor 10.51.131.51
  remote-as 65095
  update-source Ethernet1/1
  address-family ipv4 labeled-unicast
    send-community
    send-community extended
!
neighbor 10.51.0.51
  remote-as 65095
  update-source loopback0
  ebgp-multipath 5
  address-family vpnv4 unicast
    send-community
    send-community extended
    route-map RM_NH_UNCH out
  address-family vpnv6 unicast
    send-community
    send-community extended
    route-map RM_NH_UNCH out
!
neighbor 10.52.131.52
  remote-as 65013
  update-source Ethernet1/11
  address-family ipv4 labeled-unicast
    send-community
    send-community extended
!
neighbor 10.52.0.52
  remote-as 65013
  update-source loopback0
  address-family vpnv4 unicast
    send-community
    send-community extended
    route-reflector-client
    route-map RM_NH_UNCH out
  address-family vpnv6 unicast
    send-community
    send-community extended
    route-reflector-client
    route-map RM_NH_UNCH out
!
```

プロバイダー エッジ (PE)

```

hostname L52-N93240FX2
install feature-set mpls

feature-set mpls

feature bgp
feature isis
feature mpls l3vpn

mpls label range 16000 23999 static 6000 8000

vrf context VRF_A
  rd auto
  address-family ipv4 unicast
    route-target import 50000:50000
    route-target export 50000:50000
  address-family ipv6 unicast
    route-target import 50000:50000
    route-target export 50000:50000

```

```

interface Ethernet1/49
  description TO_P-ROUTER
  ip address 10.52.131.52/24
  ip router isis 10
  mpls ip forwarding
  no shutdown

interface loopback0
  description ROUTER-ID
  ip address 10.52.0.52/32
  ip router isis 10

router isis 10
  net 49.0000.0000.0052.00
  is-type level-2
  address-family ipv4 unicast
    segment-routing mpls

router bgp 65013
  address-family ipv4 unicast
  network 10.52.0.52/32
  allocate-label all
!
  neighbor 10.52.131.131
    remote-as 65013
    update-source Ethernet1/49
    address-family ipv4 labeled-unicast
      send-community
      send-community extended
!
  neighbor 10.131.0.131
    remote-as 65013
    update-source loopback0
    address-family vpng4 unicast
      send-community
      send-community extended
    address-family vpng6 unicast
      send-community
      send-community extended
!
  vrf VRF_A
    address-family ipv4 unicast
    redistribute direct route-map fabric-rmap-redist-subnet

```

シナリオ：DC からコアへ、およびコア ネットワーク ドメイン分離内 (MPLS ネットワーク内の eBGP)

次に示すのは、VXLAN ドメインから MPLS ドメインへ、および逆方向にルートをインポートおよび再発信するために必要な CLI 設定の例です。サンプル CLI 構成は、シナリオ 1 とは異なるノード (P-Router ロールと Provider Edge (PE) ロール) のみを示しています。ボーダー PE は両方のシナリオで同じままです。

P ルーター

```

hostname P131-N9336FX2
install feature-set mpls

feature-set mpls

feature bgp
feature mpls l3vpn

```

■ EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成例

```

mpls label range 16000 23999 static 6000 8000

route-map RM_NH_UNCH permit 10
  set ip next-hop unchanged

interface Ethernet1/1
  description TO_BORDER-PE
  ip address 10.51.131.131/24
  mpls ip forwarding
  no shutdown

interface Ethernet1/11
  description TO_PE
  ip address 10.52.131.131/24
  mpls ip forwarding
  no shutdown

interface loopback0
  description ROUTER-ID
  ip address 10.131.0.131/32
  ip router isis 10

router bgp 65013
  event-history detail
  address-family ipv4 unicast
    network 10.131.0.131/32
    allocate-label all
  !
  address-family vpng4 unicast
    retain route-target all
  address-family vpng6 unicast
    retain route-target all
  !
  neighbor 10.51.131.51
    remote-as 65095
    update-source Ethernet1/1
    address-family ipv4 labeled-unicast
      send-community
      send-community extended
  !
  neighbor 10.51.0.51
    remote-as 65095
    update-source loopback0
    ebgp-multihop 5
    address-family vpng4 unicast
      send-community
      send-community extended
      route-map RM_NH_UNCH out
    address-family vpng6 unicast
      send-community
      send-community extended
      route-map RM_NH_UNCH out
  !
  neighbor 10.52.131.52
    remote-as 65003
    update-source Ethernet1/11
    address-family ipv4 labeled-unicast
      send-community
      send-community extended
  !
  neighbor 10.52.0.52
    remote-as 65003
    update-source loopback0
    ebgp-multihop 5

```

```

address-family vpnv4 unicast
  send-community
  send-community extended
  route-map RM_NH_UNCH out
address-family vpnv6 unicast
  send-community
  send-community extended
  route-map RM_NH_UNCH out

```

プロバイダー エッジ (PE)

```

hostname L52-N93240FX2
install feature-set mpls

feature-set mpls

feature bgp
feature mpls l3vpn

mpls label range 16000 23999 static 6000 8000

vrf context VRF_A
  rd auto
  address-family ipv4 unicast
    route-target import 50000:50000
    route-target export 50000:50000
  address-family ipv6 unicast
    route-target import 50000:50000
    route-target export 50000:50000

interface Ethernet1/49
  description TO_P-ROUTER
  ip address 10.52.131.52/24
  mpls ip forwarding
  no shutdown

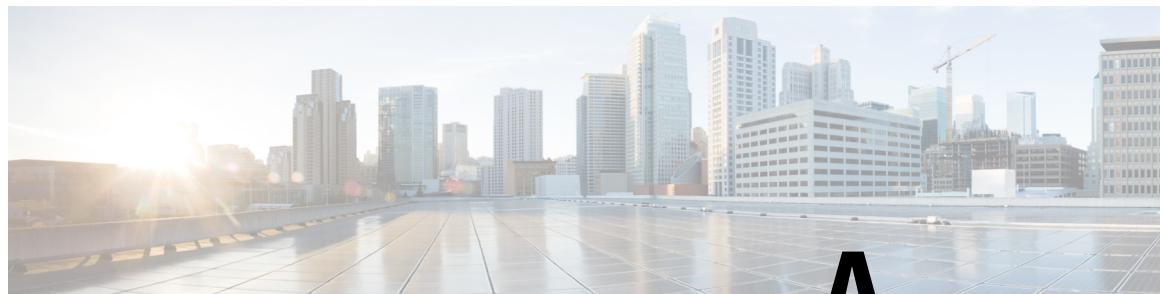
interface loopback0
  description ROUTER-ID
  ip address 10.52.0.52/32
  ip router isis 10

router bgp 65003
  address-family ipv4 unicast
    network 10.52.0.52/32
    allocate-label all
!
  neighbor 10.52.131.131
    remote-as 65013
    update-source Ethernet1/49
    address-family ipv4 labeled-unicast
      send-community
      send-community extended
!
  neighbor 10.131.0.131
    remote-as 65013
    update-source loopback0
    ebgp-multipath 5
    address-family vpnv4 unicast
      send-community
      send-community extended
    address-family vpnv6 unicast
      send-community
      send-community extended
!
vrf VRF_A

```

■ EVPN と L3VPN (MPLS) のシームレスな統合の構成例

```
address-family ipv4 unicast
  redistribute direct route-map fabric-rmap-redist-subnet
```



付録 A

ラベルスイッチングでサポートされる IETF RFC

この付録には、デバイス上のラベルスイッチングでサポートされている IETF RFC がリストされています。

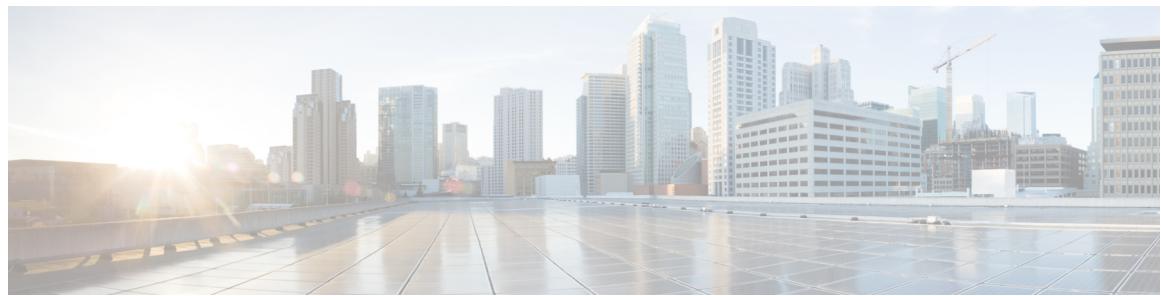
- [ラベルスイッチングでサポートされる IETF RFC \(375 ページ\)](#)

ラベルスイッチングでサポートされる IETF RFC

次の表に、デバイスのラベルスイッチングでサポートされている IETF RFC を示します。

| RFC | タイトル |
|---|--|
| RFC 3107 | 『Carrying Label Information in BGP-4』 |
| RFC 7752 | <i>BGP</i> を使用したリンクステートおよびトラフィック リング (TE) のノースバウンド配信 |
| RFC 8029 | マルチプロトコルラベルスイッチド (MPLS) ネットワークの障害の検出。 |
| RFC 8287 | セグメントルーティング (SR) のラベルスイッチング。Ping/Traceroute IGP プレフィックスおよび MPLS ブルーピンクを有する IGP 隣接セグメント識別子 (SID)。 |
| Draft-ietf-idr-bgpls-segment-routing-epe-05 | セグメントルーティング BGP 出力ピアエンジニアリング拡張 <i>draft-ietf-idr-bgpls-segment-routing-epe-05</i> |

ラベルスイッチングでサポートされる IETF RFC



索引

A

address-family {ipv4 | ipv6} unicast **13**
address-family ipv4 labeled unicast **363**
address-family ipv4 unicast **27, 163, 362**
address-family vpng4 unicast **364**

C

clear forwarding adjacency mpls stats **19, 32**
clear forwarding ipv4 adjacency mpls stats **32**
clear forwarding ipv6 adjacency mpls stats **19**
clear forwarding mpls drop-stats **19**
clear forwarding mpls stats **19, 32**
clear mpls forwarding statistics **19, 32**
clear mpls switching label statistics **19, 32**

E

evi **260, 262, 267**
evpn **267**

F

feature bgp **361**
feature interface-vlan **362**
feature mpls l3vpn **361**
feature mpls segment-routing **14, 25**
feature mpls static **11, 303**
feature nv overlay **362**
feature tunnel **304**
feature vn-segment-vlan-based **362**
feature-set mpls **11, 14, 25, 361**

G

global-block **161**

I

in-label **28**
install feature-set mpls **10, 14, 25**
interface tunnel **304**
ipv6 アドレス **304**

L

lsp **27**

M

mpls ip forwarding **12, 27, 160**
mpls label range **12, 26**
mpls static configuration **13, 27**
mtu **305**

N

neighbor **287, 362–364**
network **164, 362**
next-hop **13**
nv overlay evpn **361**

R

route-map **163**
router bgp **362**

S

segment-routing **161**
send-community both **364**
set label-index **163**
show feature | grep segment-routing **15, 26, 28**
show feature | inc mpls_static **11, 15**
show feature-set **11, 15–16, 25, 28**
show forwarding adjacency mpls stats **18, 31**
show forwarding ipv4 adjacency mpls stats **31**
show forwarding ipv6 adjacency mpls stats **18**
show forwarding mpls drop-stats **18**
show forwarding mpls ecmp **18**
show forwarding mpls ecmp module **18**
show forwarding mpls ecmp platform **18**
show forwarding mpls label **18, 28, 31**
show interface tunnel **305**
show ip route **16**
show mpls forwarding statistics **18, 31**
show mpls label range **12, 16, 26, 28, 162**
show mpls static binding {all | ipv4} **28**

show mpls switching **16, 28**
show mpls switching detail **16, 28**
show mpls switching labels **18, 31**
show route-map **164**
showmplsstaticbinding {all|ipv4|ipv6} **16**

vrf context **262**

と

トンネルモード **304**

T

tunnel destination **304**
tunnel source **304**
tunnel use-vrf **304**

ね

ネクストホップ バックアップ **13**
ネクストホップの自動解決 **13**

V

vlan **260**

ろ

ローカルラベル **13**

翻訳について

このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。