セグメント ルーティングの設定

この章では、セグメント ルーティングの設定方法について説明します。

- セグメント ルーティングについて，1 ページ
- セグメント ルーティングのライセンス要件，3 ページ
- セグメント ルーティングの注意事項および制約事項，4 ページ
- セグメント ルーティングの設定，4 ページ
- セグメント ルーティングの設定の確認，11 ページ
- セグメント ルーティングの設定例，12 ページ
- その他の参考資料，14 ページ

セグメント ルーティングについて

セグメント ルーティングとは、送信元ルーティングと同様に、パケットが辿るパスをパケット自体にエンコードする手法のことです。 ノードは制御された一連の命令（セグメントと呼ばれます）によってパケットをステアリングするために、パケットの前にセグメント ルーティング ヘッダーを付加します。 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ります。

セグメントのサブクラスである Border Gateway Protocol（BGP）が、BGP 転送命令を識別します。プレフィックス セグメントは使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、宛先への最短パスに沿ってパケットをステアリングします。

セグメント ルーティングのアーキテクチャは、MPLS データ プレーンに直接適用されます。

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、セグメント ルーティング BGP ドメイン内で常にグローバルな ID であり、この SID によって、BGP によって計算

されたECMP対応のベストパスでパケットを関連プレフィックスに転送するための命令が特定されます。 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。

セグメント ルーティング グローバル ブロック

セグメント ルーティング グローバル ブロック（SRGB）とは、MPLSセグメント ルーティングに予約されたローカル ラベルの範囲のことです。 デフォルトのラベル範囲は16000 ～ 23999です。

SRGBは、セグメント ルーティング ノードのローカル プロパティです。 各ノードにはそれぞれに異なるSRGB値を設定できるため、BGPプレフィックス セグメントに関連付けられた絶対SID値はノードごとに異なる場合があります。

SRGBは、動的なラベル範囲の正しいサブセットである必要があり、オプションのMPLSスタティック ラベル範囲と重複することがあってはなりません。 設定済みまたはデフォルトのSRGB範囲内にある動的ラベルがすでに割り当てられている場合、その設定は承認されて、SRGB範囲内にある既存の動的ラベルは元のクライアントに割り当てられたままになります。 BGPルータがこれらのラベルのいずれかを割り当てようとすると、SRGBマッピングが失敗し、BGPルータは動的ラベル割り当てに復帰します。 SRGB範囲を変更すると、新しい範囲の割り当てが可能であるかどうかに関わらず、クライアントはその範囲内のラベルの割り当てを解除します。

セグメント ルーティングのハイ アベイラビリティ

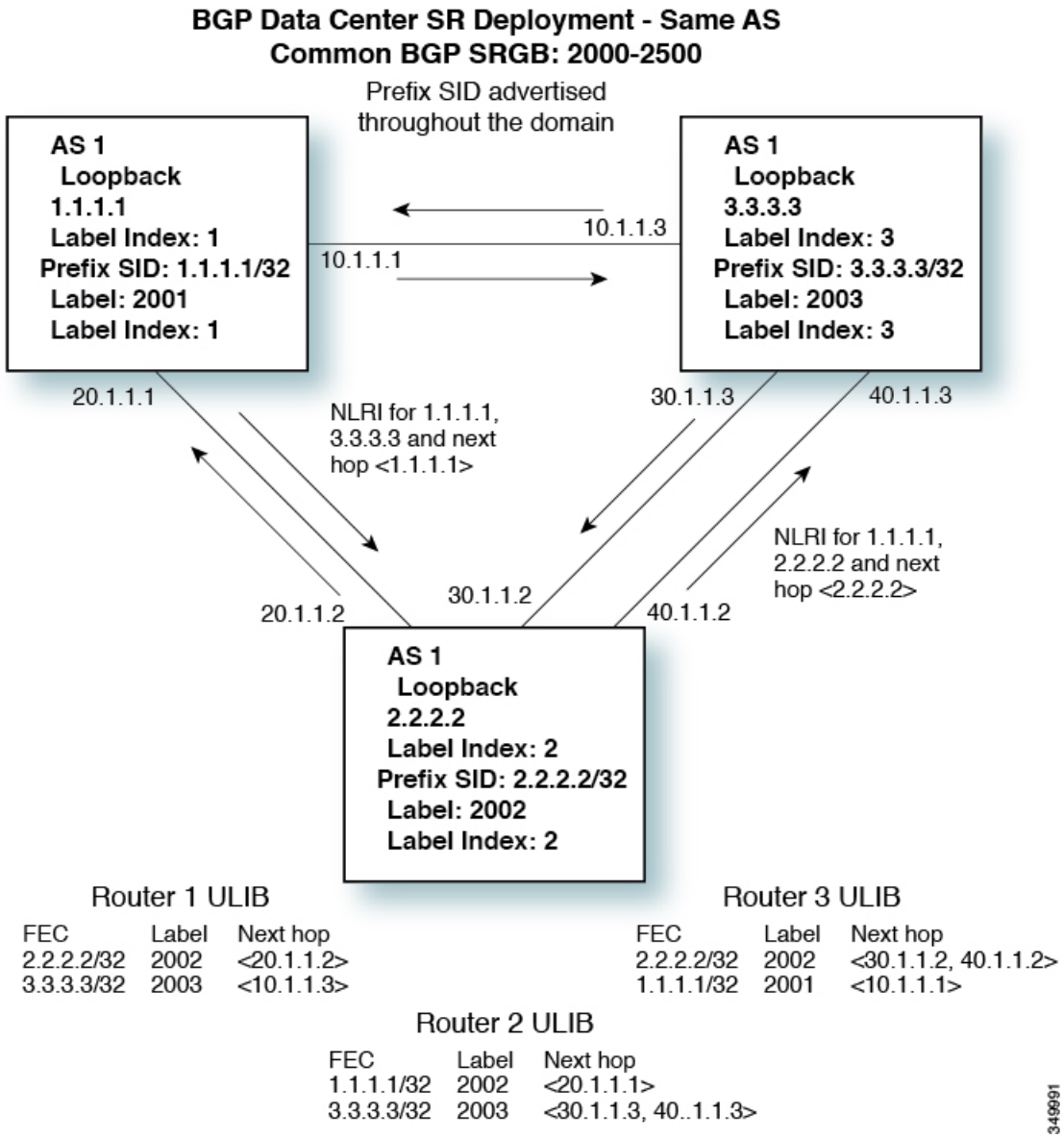
インサービス ソフトウェア アップグレード（ISSU）は、BGPグレートフル リスタートによって最小限サポートされます。 すべての状態（セグメント ルーティング状態を含む）は、BGPルートのピアから再学習する必要があります。 グレースフル リスタートの処理中、前に学習されたルートとラベルの状態は保持されます。

BGPプレフィックス SIDの導入例

以下の単純な例では、3台のルータのすべてがiBGPを実行して、互いにネットワーク層到達可能性情報（NRLI）をアドバタイズします。 また、ルータはそれぞれのループバック インターフェ

イスをネクスト ホップとしてアドバタイズすることによって、ルータ 2.2.2.2 とルータ 3.3.3.3 間に ECMP が提供されます。

図 *1*：*BGP* プレフィックス *SID* の単純な例



セグメント ルーティングのライセンス要件

次の表に、この機能のライセンス要件を示します。

製品	ライセンス要件
Cisco NX-OS	セグメント ルーティングにライセンスは不要です。 ライセンス パッケージに含まれていない機能は nx-os イメージにバンドルされており、無料で提供されます。 Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）には、エンタープライズ サービス ライセンスが必要です。 Cisco NX-OS ライセンス方式の詳細と、ライセンスの取得および適用の方法については、『*Cisco NX-OS Licensing Guide*』を参照してください。

セグメント ルーティングの注意事項および制約事項

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。

- スタティック MPLS、MPLS セグメント ルーティング、および MPLS 除去を同時にイネーブルにすることはできません。

セグメント ルーティングの設定

MPLS セグメント ルーティングのイネーブル化

相互に排他的な MPLS 機能（たとえば、スタティック MPLS など）がイネーブルにされていない限り、MPLS セグメント ルーティングをイネーブルにできます。

はじめる前に

MPLS 機能セットをインストールしてイネーブルにするには、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用します。

手順の概要

1. **configure terminal**
2. [**no**] **feature mpls segment-routing**
3. （任意） **show running-config | inc 'feature mpls segment-routing'**
4. （任意） **copy running-config startup-config**

手順の詳細

	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**] **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イネーブルにします。 このコマンドの **no** 形式を使用すると、MPLS セグメント ルーティング機能がディセーブルになります。
ステップ 3	**show running-config | inc 'feature mpls segment-routing'** 例： `switch(config)# show running-config | inc 'feature mpls segment-routing'`	（任意） MPLS セグメント ルーティング機能の状態を表示します。
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。

インターフェイス上の MPLS のイネーブル化

セグメント ルーティングに使用するインターフェイスに対して MPLS をイネーブルにできます。

はじめる前に

MPLS 機能セットをインストールしてイネーブルにするには、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用します。

手順の概要

1. **configure terminal**
2. **interface***type slot/port*
3. [**no**] **mpls ip forwarding**
4. （任意） **copy running-config startup-config**

手順の詳細

	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`	指定のインターフェイスで MPLS をイネーブルにします。 このコマンドの **no** 形式を使用すると、指定のインターフェイスで MPLS がディセーブルになります。
ステップ 4	**copy running-config startup-config** 例： `switch(config-if)# 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 ラベル割り当ての設定

IPv4 ユニキャスト アドレス ファミリの MPLS ラベル割り当てを設定できます。

はじめる前に

MPLS 機能セットをインストールしてイネーブルにするには、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用します。

MPLS セグメント ルーティング機能をイネーブルにする必要があります。 MPLS セグメント ルーティングのイネーブル化, （4 ページ）を参照してください。

手順の概要

1. **configure terminal**
2. [**no**] **router bgp***autonomous-system-number*
3. **address-family ipv4 unicast**
4. [**no**] **allocate-label** {**all** | **route-map***route-map-name*}
5. **exit**
6. **neighbor***ipv4-address***remote-as***autonomous-system-number*
7. **address-family ipv4 labeled-unicast**
8. （任意） **show bgp ipv4 labeled-unicast***prefix*
9. （任意） **copy running-config startup-config**

手順の詳細

	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***autonomous-system-number*
	
	例：
	`switch(config)# router bgp 64496`
	`switch(config-router)#`
		BGP をイネーブルにして、ローカル BGP スピーカに AS 番号を割り当てます。 AS 番号は 16 ビット整数または 32 ビット整数にできます。上位 16 ビット 10 進数と下位 16 ビット 10 進数による xx.xx という形式です。
		
		BGP プロセスおよび関連する設定を削除するには、このコマンドで **no** オプションを使用します。

ステップ 3	**address-family 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 4	[**no**] **allocate-label** {**all**	**route-map***route-map-name*} 例： `switch(config-router-af)# allocate-label route-map map1`	指定したルートマップに一致するルートまたはこのアドレス ファミリでアドバタイズされるすべてのルートのローカル ラベル割り当てを設定します。

ステップ 5	**exit**
	
	例：
	`switch(config-router-af)# exit`
	`switch(config-router)#`
		グローバルアドレスファミリ コンフィギュレーション モードを終了します。

	コマンドまたはアクション	目的

ステップ 6	**neighbor***ipv4-address* **remote-as***autonomous-system-number*
	
	例：
	`switch(config-router)# neighbor 10.1.1.1 remote-as 64497`
	`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 7	**address-family ipv4 labeled-unicast**
	
	例：
	`switch(config-router-neighbor)# address-family ipv4 labeled-unicast`
	`switch(config-router-neighbor-af)#`
		RFC 3107 で指定されているラベル付き IPv4 ユニキャスト ルートをアドバタイズします。

ステップ 8	**show bgp ipv4 labeled-unicast***prefix* 例： `switch(config-router-neighbor-af)# show bgp ipv4 labeled-unicast 10.10.10.10/32`	（任意） アドバタイズされたラベルインデックスと、指定した IPv4 プレフィックスに選択されているローカル ラベルを表示します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config** 例： `switch(config-router-neighbor-af)# 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。

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）には、開始 MPLS ラベルと終了 MPLS ラベルを設定できます。

はじめる前に

MPLS 機能セットをインストールしてイネーブルにするには、**install feature-set mpls** および **feature-set mpls** コマンドを使用します。

MPLS セグメント ルーティング機能をイネーブルにする必要があります。 MPLS セグメント ルーティングのイネーブル化, （4 ページ）を参照してください。

手順の概要

1. **configure terminal**
2. [**no**] **segment-routing mpls**
3. [**no**] **global-block***beginning-labelending-label*
4. （任意） **show mpls label range**
5. （任意） **copy running-config startup-config**

手順の詳細

	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**] **segment-routing mpls**
	
	例：
	`switch(config)# segment-routing mpls`
	`switch(config-segment-routing-mpls)#`
		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、デフォルトの 16000 ~ 23999 の SRGB をイネーブルにします。 このコマンドの **no** 形式は、このラベル ブロックの割り当てを解除します。
		
		設定された動的な範囲でデフォルトの 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-labelending-label*
	
	例：
	`switch(config-segment-routing-mpls)#`
	`global-block 10000 25000`
		SRGB の MPLS ラベル範囲を指定します。 **segment-routing mpls** 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は、このコマンドを使用します。
		
		開始 MPLS ラベルと終了 MPLS ラベルに許可される値は、動的ラベル範囲の最小値と最大値として（**mpls label range** コマンドを使用して）設定した値の範囲に制限されます。 開始ラベルは、終了ラベル以下の値でなければなりません。

ステップ 4	**show mpls label range**
	
	例：
	`switch(config-segment-routing-mpls)#`
	`show mpls label range`
		（任意）
		設定されている SRGB のラベル範囲を表示します。

ステップ 5	**copy running-config startup-config**
	
	例：
	`switch(config-segment-routing-mpls)#`
	`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。

ラベル インデックスの設定

network コマンドと一致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、ローカル ラベルを指定する **network** コマンドにルート マップが指定されている場合、**set label-index** コマンドを含むルート マップで設定されたローカル 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るようになります。 （**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） 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 マップのラベル 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わらず、ラベルはルート マップのラベル インデックスを持つプレフィックスに対して割り当てられます。

手順の概要

1. **configure terminal**
2. **route-map***map-name*
3. [**no**] **set label-index***index*
4. **exit**
5. **router bgp***autonomous-system-number*
6. **address-family ipv4 unicast**
7. **network***ip-prefix* [**route-map***map-name*]
8. （任意） **show route-map** [*map-name*]
9. （任意） **copy running-config startup-config**

手順の詳細

	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 label-index***index* 例： `switch(config-route-map)# set label-index 10`	**network** コマンドと一致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、ルートにラベルインデックスは追加されません。

ステップ 4	**exit**
	
	例：
	`switch(config-route-map)# exit`
	`switch(config)#`
		ルート マップ コンフィギュレーション モードを終了します。

	コマンドまたはアクション	目的

ステップ 5	**router bgp***autonomous-system-number*
	
	例：
	`switch(config)# router bgp 64496`
	`switch(config-router)#`
		BGP をイネーブルにして、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。

ステップ 6	**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 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	**show route-map** [*map-name*] 例： `switch(config-router-af)# show route-map`	（任意） ラベル インデックスを含め、ルート マップ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-af)# 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。

セグメント ルーティングの設定の確認

セグメント ルーティングの設定を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
show bgp ipv4 labeled-unicast*prefix*	アドバタイズされたラベル インデックスと、指定された IPv4 プレフィックスに選択されているローカル ラベルを表示します。
show bgp paths	アドバタイズされたラベル インデックスを含め、BGP パス情報を表示します。
show mpls label range	設定されている SRGB のラベル範囲を表示します。

コマンド	目的
show route-map [*map-name*]	ラベル インデックスを含め、ルート マップに関する情報を表示します。
show running-config | inc 'feature mpls segment-routing'	MPLS セグメント ルーティング機能の状態を表示します。

以下に、プレフィクスを指定した **show bgp ipv4 labeled-unicast** コマンドを使用して、アドバタイズされたラベル インデックスと選択されているローカル ラベルを表示する例を示します。

```
switch# show bgp ipv4 labeled-unicast 19.19.19.19/32
BGP routing table information for VRF default, address family IPv4 Label Unicast
BGP routing table entry for 19.19.19.19/32, version 2
Paths: (1 available, best #1)
Flags: (0x20c0012) on xmit-list, is in urib, is backup urib route, has label
  label af: version 2, (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
  AS-Path: 19 , path sourced external to AS
60.1.1.19 (metric 0) from 60.1.1.19 (100.100.100.100)
      Origin IGP, MED not set, localpref 100, weight 0
      Received label 3
      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
```

セグメント ルーティングの設定例

この項の例では、2 台のルータ間で共通の BGP プレフィックス SID の設定を示します。

以下に、BGP スピーカ設定 10.10.10.10/32 および 20.20.20.20/32 を、それぞれラベル インデックス 10、20 でアドバタイズする例を示します。 この例では、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）である 16000 から 23999 の範囲を使用します。

```
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

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
```

以下に、BGP スピーカから設定を受信する例を示します。

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

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

segment-routing mpls
vlan 1

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

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

interface mgmt0
  ip address dhcp
  vrf member management

interface loopback1
  ip address 2.2.2.2/32
line console

line vty

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

以下に、BGP スピーカからの設定を表示する例を示します。 この例では **show** コマンドによって、16000 から 23999 の SRGB 範囲内にあるラベル 16010 にマップするラベル インデックス 10 のプレフィックス 10.10.10.10 が表示されます。

```
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
```

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	『Cisco Nexus 9000 Series Unicast Routing Configuration Guide』