



IS-IS プロトコル用のセグメントルーティングの設定

Integrated Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)、インターネットプロトコルバージョン 4 (IPv4) は、標準ベースの内部ゲートウェイプロトコル (IGP) です。Cisco IOS XR ソフトウェアは、国際標準化機構 (ISO) /International Engineering Consortium (IEC) 10589 および RFC 1995 に記載されている IP ルーティング機能を実装し、IP バージョン 6 (IPv6) 向けに標準拡張のシングルトポロジおよびマルチトポロジ IS-IS を追加しています。

このモジュールは、IS-IS のセグメントルーティングを有効にするために使用される設定情報を提供します。

- [IS-IS プロトコル用のセグメントルーティングの有効化 \(1 ページ\)](#)
- [IS-IS 対応ループバック インターフェイスでのプレフィックス SID の設定 \(3 ページ\)](#)
- [隣接関係 SID の設定 \(5 ページ\)](#)
- [帯域幅ベースのローカル UCMP の設定 \(10 ページ\)](#)
- [IS-IS マルチドメインプレフィックス SID とドメインステッチング: 例 \(11 ページ\)](#)

IS-IS プロトコル用のセグメントルーティングの有効化

IS-IS コントロールプレーン上のセグメントルーティングは、次をサポートしています。

- レベル 1、レベル 2、およびマルチレベルのルーティング
- 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プレフィックス SID
- 隣接関係用の隣接関係 SID
- MPLS penultimate hop popping (PHP) と明示的な NULL シグナリング

ここでは、IS-IS 用のセグメントルーティングを有効にする方法について説明します。

始める前に

ルータで IS-IS のセグメントルーティングをイネーブルにする前に、ネットワークで MPLS Cisco IOS XR ソフトウェア機能をサポートする必要があります。



(注) ネットワークのトラフィック エンジニアリング部分にあるすべての IS-IS ルータ上で、次のタスク リストのコマンドを入力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	
ステップ 2	router isis instance-id 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config) # router isis isp	指定したルーティング インスタンスの IS-IS ルーティングをイネーブルにし、ルータをルータ コンフィギュレーション モードにします。 (注) is-type ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定のルーティング インスタンスによって実行されるルーティングのレベルを変更できます。
ステップ 3	metric-style wide [level { 1 2 }] 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config-isis-af) # metric-style wide level 1	レベル 1 エリアでワイドリンク メトリックのみを生成して受け入れるようにルータを設定します。
ステップ 4	segment-routing mpls 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config-isis-af) # segment-routing mpls	セグメントルーティングは、次の操作で有効になります。 <ul style="list-style-type: none"> • IS-IS がアクティブなすべてのインターフェイスで MPLS 転送が有効化される。 • 転送プレーン内のすべての既知プレフィックス SID が、リモートルータによってアドバタイズされた、またはローカルまたはリモート マッピング サーバを介して学習されたプレフィックス SID を使用してプログラミングされる。 • ローカルで設定されたプレフィックス SID がアドバタイズされる。
ステップ 5	exit	

	コマンドまたはアクション	目的
	例 : RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-af) # exit RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis) # exit	
ステップ 6	commit	

次のタスク

プレフィックス SID を設定します。

IS-IS対応ループバックインターフェイスでのプレフィックス SID の設定

プレフィックス SID は、IP プレフィックスに関連付けられます。プレフィックス SID は、ラベルのセグメントルーティング グローバル ブロック (SRGB) の範囲から手動で設定されます。プレフィックス セグメントは、その宛先への最短パスに沿ってトラフィックを誘導します。ノード SID は、特定のノードを識別する特別なタイプのプレフィックス SID です。ノードのループバック アドレスをプレフィックスとして使用して、ループバック インターフェイスの下に設定されます。

プレフィックス SID は、セグメント ルーティング ドメイン内でグローバルに一意です。

このタスクでは、IS-IS 対応ループバック インターフェイスでプレフィックス セグメント識別子 (SID) のインデックスまたは絶対値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が対応するアドレスファミリで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	
ステップ 2	router isis instance-id 例 : RP/0/RP0/CPU0:router(config) # router isis 1	指定したルーティング インスタンスの IS-IS ルーティングをイネーブルにし、ルータをルータ コンフィギュレーション モードにします。 <ul style="list-style-type: none"> • is-type ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定のルーティング インスタンスによって実

	コマンドまたはアクション	目的
		行されるルーティングのレベルを変更できます。
ステップ 3	interface Loopback instance 例 : RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis)# interface Loopback0	ループバック インターフェイスとインスタンスを指定します。
ステップ 4	prefix-sid { index SID-index absolute SID-value } [n-flag-clear] [explicit-null] 例 : RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-if-af)# prefix-sid index 1001 RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-if-af)# prefix-sid absolute 17001	<p>インターフェイスのプレフィックス SID インデックスまたは絶対値を設定します。</p> <p>SRGB+インデックスの下限に基づいてプレフィックス SID を作成するには、各ノードに index SID-index を指定します。</p> <p>SRGB内に特定のプレフィックス SID を作成するには、各ノードに absolute SID-value を指定します。</p> <p>デフォルトでは、n-flag がプレフィックス SID に設定され、ノード SID であることを示します。特定のプレフィックス SID (たとえば、Anycast プレフィックス SID) の場合は、n-flag-clear キーワードを入力します。IS-IS は、プレフィックス SID サブタイプ/長さ/値 (TLV) に N フラグを設定しません。</p> <p>penultimate-hop-popping (PHP) を無効にし、明示的なヌル ラベルを追加するには、explicit-null キーワードを入力します。IS-IS は、プレフィックス SID サブ TLV に E フラグを設定します。</p>
ステップ 5	commit	

プレフィックス SID 設定を確認します。

隣接関係 SID の設定

隣接関係 SID (Adj-SID) は、隣接ノードへの隣接関係に関連付けられています。隣接関係 SID は、トラフィックを特定の隣接関係に誘導します。隣接関係 SID はローカルな意味を持ち、それらを割り当てるノードでのみ有効です。

隣接関係 SID は、動的ラベルの範囲から動的に割り当てることも、ラベルのセグメントルーティング ローカルブロック (SRLB) の範囲から手動で設定することもできます。

動的に割り当てられる隣接関係 SID には特別な構成は必要ありませんが、いくつかの制限があります。

- 動的に割り当てられた Adj-SID 値は、割り当てられるまで認識されず、情報が IGP によってフラッディングされるまでコントローラは Adj-SID 値を認識しません。
- 動的に割り当てられた Adj-SID は永続的ではなく、リロードまたはプロセスの再起動後に再割り当てすることができます。
- 各リンクには一意の Adj-SID が割り当てられているため、複数のリンクで同じ Adj-SID を共有することはできません。

手動で割り当てられた Adj-SID は、リロードおよび再起動後も永続的です。同じネイバーまたは異なるネイバーへの複数の隣接関係にプロビジョニングできます。Adj-SID が保護されることを指定できます。Adj-SID がプライマリ インターフェイスで保護されていて、バックアップパスが利用可能な場合、バックアップパスがインストールされます。デフォルトでは、手動 Adj-SID は保護されていません。

隣接関係 SID は、既存の IS-IS Adj-SID サブ TLV を使用してアドバタイズされます。S フラグと P フラグは、手動で割り当てられた Adj-SID に対して定義されています。

```

0 1 2 3 4 5 6 7
+---+---+---+---+---+---+
|F|B|V|L|S|P| |
+---+---+---+---+---+---+

```

表 1: 隣接関係セグメント識別子 (Adj-SID) のフラグサブ TLV フィールド

フィールド	説明
S (セット)	このフラグは、同じ Adj-SID 値が複数のインターフェイスにプロビジョニングされている場合に設定されます。
P (永続的)	このフラグは、Adj-SID が永続的 (手動割り当て) の場合に設定されます。

手動で割り当てられた Adj-SID は、ポイントツーポイント (P2P) インターフェイスでサポートされています。

ここでは、インターフェイスに Adj-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が対応するアドレスファミリーで有効になっていることを確認します。

show mpls label table detail コマンドを使用して、SRLB の範囲を確認します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure	
ステップ 2	router isis instance-id 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config) # router isis 1	指定したルーティング インスタンスの IS-IS ルーティングをイネーブルにし、ルータをルータ コンフィギュレーション モードにします。 • is-type ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定のルーティング インスタンスによって実行されるルーティングのレベルを変更できます。
ステップ 3	interface type interface-path-id 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config-isis) # interface GigabitEthernet0/0/0/7	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 モードを開始します。
ステップ 4	point-to-point 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config-isis-if) # point-to-point	インターフェイスがポイントツーポイント インターフェイスになるように指定します。
ステップ 5	adjacency-sid {index adj-SID-index absolute adj-SID-value } [protected] 例 : RP/0/RP0/CPU0:router (config-isis-if-af) # adjacency-sid index 10 RP/0/RP0/CPU0:router (config-isis-if-af) # adjacency-sid absolute 15010	インターフェイスの Adj-SID インデックスまたは絶対値を設定します。 SRLB + インデックスの下限に基づいて Adj-SID を作成するには、各リンクに index adj-SID-index を指定します。 SRLB 内に特定の Adj-SID を作成するには、各リンクに absolute adj-SID-value を指定します。 Adj-SID が protected であるかを指定します。各プライマリ パスについて、Adj-SID がプライマリ インターフェイスで保護されていて、バックアップ パスが利用可能な場合、バックアップ パス

	コマンドまたはアクション	目的
		がインストールされます。デフォルトでは、手動 Adj-SID は保護されていません。
ステップ 6	commit	

Adj-SID 設定を確認します。

ラベルが MPLS Forwarding Information Base (LFIB) に追加されていることを確認します。

```
RP/0/RP0/CPU0:router# show mpls forwarding labels 15010
Mon Jun 12 02:50:12.172 PDT
Local   Outgoing   Prefix           Outgoing   Next Hop       Bytes
Label   Label      or ID            Interface  Next Hop       Switched
-----
15010   Pop        SRLB (idx 10)    Gi0/0/0/3  10.0.3.3       0
        Pop        SRLB (idx 10)    Gi0/0/0/7  10.1.0.5       0
        16004     SRLB (idx 10)    Gi0/0/0/7     10.1.0.5       0                (!)
        16004     SRLB (idx 10)    Gi0/0/0/3     10.0.3.3       0                (!)
```

レイヤ2隣接関係 SID の設定

通常、隣接関係 SID (Adj-SID) はネイバー ノードへのレイヤ3隣接に関連付けられ、トラフィックを特定の隣接関係に誘導します。複数の物理インターフェイスがバンドルインターフェイスを形成するレイヤ2バンドルインターフェイスを使用する場合、個々のレイヤ2バンドルメンバーは IGP には表示されません。バンドルインターフェイスのみが表示されます。

個々のレイヤ2バンドルインターフェイスにレイヤ2 Adj-SID を設定できます。この設定により、個々のバンドルメンバーリンクの可用性を追跡し、運用管理および保守 (OAM) のために個々のバンドルメンバーリンクを介してセグメントルーティング転送を確認することができます。

レイヤ2 Adj-SID は動的に割り当てることも、手動で設定することもできます。

- IGP は、レイヤ2バンドルメンバーごとに動的ラベル範囲からレイヤ2 Adj-SID を動的に割り当てます。動的レイヤ2 Adj-SID は永続的ではなく、レイヤ2バンドルリンクが稼働および停止したときに再割り当てできます。
- 手動で設定されたレイヤ2 Adj-SID は、レイヤ2バンドルリンクが稼働および停止している場合は永続的です。レイヤ2 Adj-SID は、ラベルのセグメントルーティングローカルブロック (SRLB) から割り当てられます。ただし、レイヤ2 Adj-SID の設定値が利用可能な SRLB 内に収まらない場合、レイヤ2 Adj-SID は転送情報ベース (FIB) にはプログラムされません。

[Restrictions (機能制限)]

- Adj-SID 転送にはネクストホップが必要です。これは IPv4 アドレスまたは IPv6 アドレスのいずれかで指定できますが、両方を指定することはできません。そのため、手動で設定されたレイヤ2 Adj-SID は address-family ごとに設定されます。

- 手動で設定されたレイヤ 2 Adj-SID は、1 つのレイヤ 2 バンドル メンバー リンクにのみ関連付けることができます。
- レイヤ 2 Adj-SID に使用される SID 値はレイヤ 3 Adj-SID と共有することはできません。
- レイヤ 2 Adj-SID を使用した SR-TE はサポートされていません。

ここでは、インターフェイスにレイヤ 2 Adj-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が対応するアドレスファミリで有効になっていることを確認します。

show mpls label table detail コマンドを使用して、SRLB の範囲を確認します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure	
ステップ 2	segment-routing 例 : RP/0/RP0/CPU0:Router(config)# segment-routing	セグメントルーティング コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	adjacency-sid 例 : RP/0/RP0/CPU0:Router(config-sr)# adjacency-sid	隣接関係 SID 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	interface type interface-path-id 例 : RP/0/RP0/CPU0:Router(config-sr-adj)# interface GigabitEthernet0/0/0/3	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 モードを開始します。
ステップ 5	address-family { ipv4 ipv6 } [unicast] 例 : RP/0/RP0/CPU0:Router(config-sr-adj-intf)# address-family ipv4 unicast	IPv4 または IPv6 アドレス ファミリを指定して、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 6	l2-adjacency sid {index adj-SID-index absolute adj-SID-value } [next-hop { ipv4_address ipv6_address }] 例 : RP/0/RP0/CPU0:Router(config-sr-adj-intf-af)#	インターフェイスの Adj-SID インデックスまたは絶対値を設定します。 SRLB+インデックスの下限に基づいて Adj-SID を作成するには、各リンクに index adj-SID-index を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	<pre>l2-adjacency sid absolute 15015 next-hop 10.1.1.4</pre>	<p>SRLB 内に特定の Adj-SID を作成するには、各リンクに absolute adj-SID-value を指定します。</p> <p>ポイントツーポイントインターフェイスの場合は、ネクストホップを指定する必要はありません。ただし、ネクストホップを指定した場合は、指定されたネクストホップがネイバーアドレスと一致する場合にのみ、レイヤ2 Adj-SID が使用されます。</p> <p>LAN インターフェイスの場合は、ネクストホップ IPv4 または IPv6 アドレスを設定する必要があります。ネクストホップを設定しない場合、レイヤ2 Adj-SID は LAN インターフェイスには使用されません。</p>
ステップ7	commit	
ステップ8	end	
ステップ9	router isis instance-id 例 : <pre>RP/0/RP0/CPU0:Router(config)# router isis isp</pre>	指定したルーティングインスタンスの IS-IS ルーティングをイネーブルにし、ルータをルータコンフィギュレーションモードにします。
ステップ10	address-family { ipv4 ipv6 } [unicast] 例 : <pre>RP/0/RP0/CPU0:Router(config-isis)# address-family ipv4 unicast</pre>	IPv4 または IPv6 アドレスファミリを指定して、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11	segment-routing bundle-member-adj-sid 例 : <pre>RP/0/RP0/CPU0:Router(config-isis-af)#</pre>	動的レイヤ2 Adj-SID をプログラムし、手動と動的の両方のレイヤ2 Adj-SID をアドバタイズします。

	コマンドまたはアクション	目的
	<code>segment-routing bundle-member-adj-sid</code>	(注) このコマンドは、手動 L2 Adj-SID のプログラミングには必要ありませんが、動的レイヤ 2 Adj-SID のプログラミングには必要で、手動と動的の両方のレイヤ 2 Adj-SID をアドバタイズする必要があります。

設定を確認します。

```
Router# show mpls forwarding detail | i "Pop|Outgoing Interface|Physical Interface"
Tue Jun 20 06:53:51.876 PDT
```

```
...
15001 Pop          SRLB (idx 1)      BE1          10.1.1.4      0
    Outgoing Interface: Bundle-Ether1 (ifhandle 0x000000b0)
    Physical Interface: GigabitEthernet0/0/0/3 (ifhandle 0x000000b0)
```

```
Router# show running-config segment-routing
```

```
Tue Jun 20 07:14:25.815 PDT
segment-routing
adjacency-sid
 interface GigabitEthernet0/0/0/3
  address-family ipv4 unicast
  12-adjacency-sid absolute 15001
!
!
!
```

帯域幅ベースのローカル UCMP の設定

帯域幅ベースのローカル非等コストマルチパス (UCMP) を使用すると、ローカルリンクの帯域幅に基づいて、等コストマルチパス (ECMP) のパス間で UCMP 機能をローカルで有効にできます。

帯域幅ベースのローカル UCMP は、IS-IS によってインストールされたプレフィックス、セグメントルーティング隣接関係 SID、およびセグメントルーティングラベルクロスコネクタに対して実行され、有効な帯域幅を持つ物理インターフェイスまたは仮想インターフェイスでサポートされます。

たとえば、リンクまたはラインカードのアップ/ダウンイベントのためにバンドルインターフェイスの容量が変化した場合、利用可能なプロビジョニング済みバンドルメンバーに関係なく、トラフィックは引き続き影響を受けるバンドルインターフェイスを使用します。障害により一部のバンドルメンバーが利用できなかった場合、この動作によりトラフィックでバンドルインターフェイスが過負荷状態になる可能性があります。バンドル容量の変更に対処するため

に、帯域幅ベースのローカル UCMP は、バンドル容量が変更されたときにローカルリンクの帯域幅を使用してトラフィックの負荷を分散します。

始める前に

手順

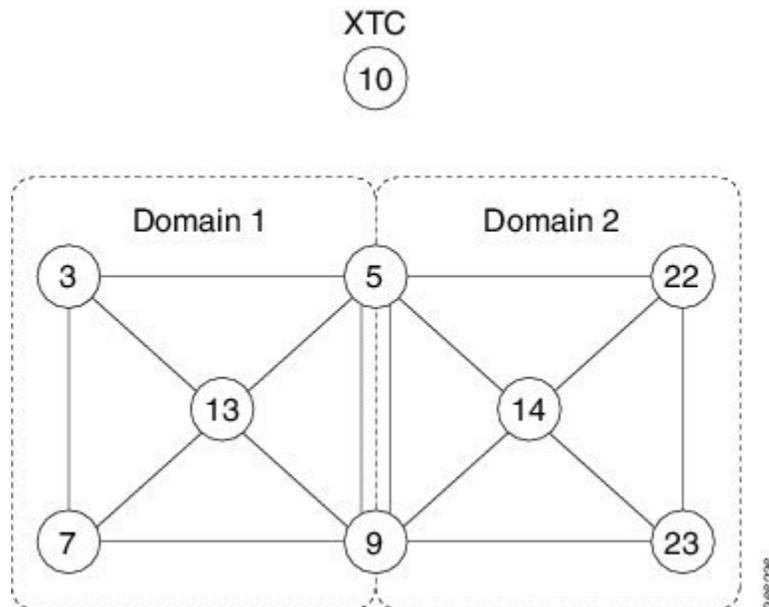
	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure	
ステップ 2	router isis instance-id 例： RP/0/RP0/CPU0:router(config)# router isis 1	指定したルーティング インスタンスの IS-IS ルーティングをイネーブルにし、ルータをルータ コンフィギュレーション モードにします。 is-type ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定のルーティング インスタンスによって実行されるルーティングのレベルを変更できます。
ステップ 3	apply-weight ecmp-only bandwidth 例： RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-af)# apply-weight ecmp-only bandwidth	ローカルリンクの帯域幅に基づいて、ECMP パス間で UCMP 機能をローカルで有効にします。
ステップ 4	commit	

IS-IS マルチドメイン プレフィックス SID とドメインステッチング：例

IS-IS マルチドメインプレフィックス SID とドメインステッチングでは、ドメイン ボーダー ノード用に同じループバック インターフェイス上に複数の IS-IS インスタンスを設定できます。複数の IS-IS インスタンスの下にループバック インターフェイスとプレフィックス SID を指定すると、プレフィックスとプレフィックス SID が異なるドメインに到達できるようになります。

この例では、次のトポロジを使用しています。ノード 5 とノード 9 は、2 つの IS-IS ドメイン (Domain1 と Domain2) の間のボーダー ノードです。ノード 10 は、IOS XR トラフィック コントローラ (XTC) として設定されています。

図 1: マルチドメイントポロジ



IS-IS マルチドメインプレフィックス SID の設定

各ボーダー ノードで複数の IS-IS インスタンスの下にループバック インターフェイスとプレフィックス SID を指定します。

Example: Border Node 5

```
router isis Domain1
 interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
  prefix-sid absolute 16005

router isis Domain2
 interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
  prefix-sid absolute 16005
```

Example: Border Node 9

```
router isis Domain1
 interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
  prefix-sid absolute 16009

router isis Domain2
 interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
  prefix-sid absolute 16009
```

ボーダー ノード 5 および 9 はそれぞれ 2 つの IS-IS インスタンス (Domain1 および Domain2) を実行し、両方のドメインで Loopback0 プレフィックスとプレフィックス SID をアドバタイズします。

両方のドメイン内のノードは、同じプレフィックスとプレフィックスSIDを使用してボーダーノードに到達できます。例えば、ノード3およびノード22は、プレフィックスSID 16005を使用してノード5に到達できます。

共通ルータ ID の設定

各ボーダーノードで、各IS-ISインスタンスの下に共通のTEルータIDを設定します。

Example: Border Node 5

```
router isis Domain1
 address-family ipv4 unicast
  router-id loopback0
```

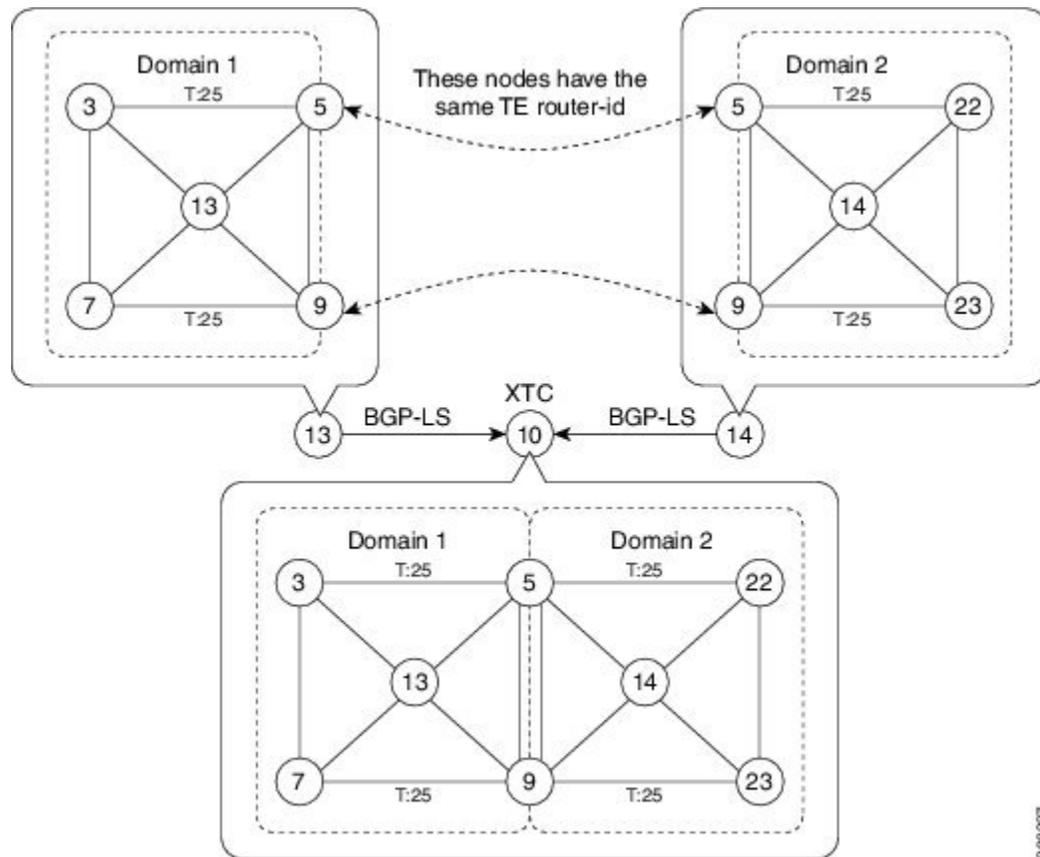
```
router isis Domain2
 address-family ipv4 unicast
  router-id loopback0
```

Example: Border Node 9

```
router isis Domain1
 address-family ipv4 unicast
  router-id loopback0
```

```
router isis Domain2
 address-family ipv4 unicast
  router-id loopback0
```

IS-IS リンクステート データの配布



ノード 13 およびノード 14 で BGP リンクステート (BGP-LS) を設定して、ローカルドメインをノード 10 に報告します。

Example: Node 13
 router isis Domain1
 distribute link-state id

Example: Node 14
 router isis Domain2
 distribute link-state id

Link-state ID は 32 から始まります。IGP ドメインごとに 1 つの ID が必要です。SR-TE TED が特定の IGP ドメインに属していることを識別するために、異なるドメイン ID が必要です。

ノード 13 とノード 14 はそれぞれ、BGP-LS のローカルドメインをノード 10 に報告します。

ノード 10 は、共通のアドバタイズされた TE ルータの ID によってボーダーノード (ノード 5 および 9) を識別してから、これらのボーダーノード上のドメインを結合 (ステッチ) してエンドツーエンドのパス計算を行います。