ローカル輻輳緩和（LCM）

- ローカル輻輳緩和の概要 （1 ページ）
- LCM の輻輳評価要件 （2 ページ）
- LCM の輻輳緩和要件 （4 ページ）
- LCM に関する特記事項 （5 ページ）
- LCM 計算のワークフロー （8 ページ）
- ワークフローの例：ローカルインターフェイスでの輻輳の緩和 （10 ページ）
- LCM の設定 （16 ページ）
- 個別のインターフェイスしきい値の追加 （19 ページ）
- LCM 動作のモニター （21 ページ）
- LCM からのインターフェイスの一時的な除外 （24 ページ）

ローカル輻輳緩和の概要

ローカル輻輳緩和（LCM）は、トリガーされたイベントとは対照的に、設定可能な頻度で輻輳を検索します。ドメイン内の周囲のインターフェイスで、ローカライズされた緩和の推奨事項（ローカル インターフェイス レベルの最適化）を提供します。LCM は、1 つ以上の戦術的ポリシーの最短パスを計算して、輻輳したインターフェイス上の最小のトラフィックを、十分な帯域幅を持つ代替パスに迂回させます。また、元の IGP パス上のトラフィックをできるだけ多く保持しようとします。LCM を使用すると、次のことが可能になります。

- 指定したインターフェイスのしきい値によって定義された輻輳を監視できます。
- 戦術的トラフィック エンジニアリング（TTE）SR ポリシーの展開をコミットするかどうかを決定する前に、ネットワーク上で LCM の推奨事項を視覚的にプレビューできます。
- 差し迫ったネットワーク障害のリスクがある場合、LCM ソリューション構成に基づいて、ダウン、機能不全、またはコミットされていない LCM TTE ポリシーを LCM が削除できるようにします。詳細については、LCM の設定 （16 ページ）の詳細な設定オプション（[Auto Repair Solution] および [Adjacency Hop Type]）を参照してください。

LCM を使用すると、パスの計算が簡素になり、特定のネットワーク要素に制限されるため、複数の IGP エリアを含むなど、さまざまなネットワークトポロジでソリューションをより幅広

く適用できます。問題にドメイン内でローカルに焦点を当てることにより、完全なトラフィックマトリックスを通じてネットワーク内のエッジツーエッジトラフィックフローをシミュレートする必要がなくなります。これにより、大規模ネットワークの拡張性が向上します。また、LCM では、SNMP を介して TTE SR ポリシーおよびインターフェイスカウンタが収集されるため、SR-TM は必要ありません。

（注） ネットワークで LCM を使用する方法についてはワークフローの例：ローカルインターフェイスでの輻輳の緩和 （10 ページ）を参照してください。

LCM の輻輳評価要件

LCM で輻輳を適切に評価するためには、インターフェイスおよびヘッドエンド SR-TE ポリシートラフィック測定値のトラフィック統計が必要です。

LCM がこれらのトラフィック統計を受信していることを確認するには、次の手順を実行します。

- トラフィックをモニターするデバイス（ヘッドエンドデバイスを含む）で SNMP または gNMI を有効にします。各プロトコルの設定方法の詳細については、各デバイスのプラットフォーム コンフィギュレーション ガイド（例：「Configuring SNMP Support」）を参照してください。
- すべてのデバイスが Crosswork Data Gateway から到達可能であることを確認します。
- LCM ドメイン内のすべてのデバイスで厳密な SID ラベルを有効にします。

デバイスの設定と例については、次を参照してください。

LCM の使用に関する厳密な SID の有効化

LCM ドメイン内のすべてのデバイスで、厳密な SID が有効になっている必要があります。

手順

ステップ 1 LCM ドメイン内のすべてのデバイスに対して厳密な SID ラベルを有効にします。

例：

ISIS を使用した Cisco IOS XR：

```
router isis core
interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
   prefix-sid absolute 16003
   prefix-sid strict-spf absolute 16503
  !
```

```
  address-family ipv6 unicast
  !
!
```

例：

OSPF を使用した Cisco IOS XR：

```
router ospf 100
area 0
  mpls traffic-eng
  segment-routing mpls
  interface Loopback0
   passive enable
   prefix-sid absolute 16002
   prefix-sid strict-spf absolute 16502
  !
```

例：

Cisco IOS XE：

```
segment-routing mpls
!
connected-prefix-sid-map
  address-family ipv4
   <ipv4-address> absolute 16010 range 1
  exit-address-family
  address-family ipv4 strict-spf
   <ipv4-address> absolute 16510 range 1
  exit-address-family
!
!
```

ステップ 2 ヘッドエンドデバイスでセグメントルーティングを有効にし、すべてのデバイスが以下の状態であることを確認します。

- 同じ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）範囲または指定したカスタム範囲を使用している。
- ラベルスタックの深さに制限を課すデバイスがパスに沿って存在する場合 、最大 SID 深度が明示的に設定されている。

例：

```
segment-routing
global-block 16000 80000
  traffic-eng
    maximum-sid-depth 8
```

ステップ 3 既存の SR ポリシーがある場合は、厳密な SPF SID ラベルを使用するようにヘッドエンドデバイスを設定する必要があります。

例：

PCC によって開始または計算された SR ポリシーの場合：

```
segment-routing
traffic-eng
  policy srte_c_8000_ep
   color 8000 end-point ipv4 <ipv4-address>
   candidate-paths
    preference 100
```

```
     dynamic
      metric
       type igp
      !
     !
     constraints
      segments
       sid-algorithm 1
```

例：

PCE によって計算または委任された SR ポリシーの場合：

```
policy srte_c_8001_ep_198.19.1.4
   color 8001 end-point ipv4 198.19.1.4
   candidate-paths
    preference 100
     dynamic
      pcep
      !
      metric
       type igp
```

この SR-PCE 設定の場合、厳密な SID を持つパスのみ返されます。次に例を示します。

```
pce
segment-routing
  strict-sid-only
```

LCM の輻輳緩和要件

LCM が輻輳を正しく計算して緩和するには、ヘッドエンドデバイスで autoroute ステアリングと等コストマルチパス（ECMP）がサポートされている必要があります。

autoroute ステアリング

ヘッドエンドデバイスは、autoroute のステアリングで PCE によって開始された SR-TE ポリシーをサポートする必要があります。ただし、ヘッドエンドデバイスが Cisco NCS デバイスであり、ネットワークに L2VPN トラフィックがある場合、LCM は機能しません。

autoroute を使用して SR-TE ポリシーへのトラフィックステアリングを有効にするには、**include ipv4 all** および **force-sr-include** を使用してデバイスを設定する必要があります。

次に例を示します。

```
segment-routing
traffic-eng
  pcc
   profile 10      !!The profile ID must match the value in the UI LCM Configuration >
Basic > Profile ID
    autoroute
     include ipv4 all
     force-sr-include
```

このコマンドの *ID* パラメータは、PCE がプロビジョニングした SR-TE ポリシーに関連付けられた PCC プロファイルを識別します。ID 値には 1 ～ 65,535 の任意の整数を指定できますが、

PCE がポリシーをインスタンス化するために使用するプロファイル ID と一致させる必要があります。一致しない場合、ポリシーはアクティブ化されません。たとえば、PCE がプロファイル ID 10 のポリシーをプロビジョニングする場合、そのポリシーの autoroute アナウンスを有効にするには、ヘッドエンドルータで `segment-routing traffic-eng pcc profile 10 autoroute force-sr-include` を設定する必要があります。各デバイスのプラットフォーム コンフィギュレーション ガイド、たとえば、*Cisco IOS XE 17*（*Cisco ASR 920* シリーズ）セグメント ルーティング コンフィギュレーション ガイド [英語] の「COE-PCE Initiated SR Policy with OSPF and IS-IS SR-TE Autoroute Announce」を参照してください。

（注） PCC プロファイルで設定された ID は、[LCM設定（LCM Configuration）] ページで設定された [プロファイルID（Profile ID）] オプションと一致する必要があります。

等コストマルチパス（ECMP）

ヘッドエンドデバイスは、複数のパラレル SR-TE ポリシー全体で等コストマルチパス（ECMP）をサポートする必要があります。ECMP を使用して、デバイスが SR-TE ポリシーをサポートできることを確認するには、デバイスで以下の状態になっていることを確認します。

- SR-TE ポリシーのヘッドエンドルータとテールエンドルータのセグメント ルーティング グローバル ブロック（SRGB）と一致する SRGB を使用して、セグメントルーティングが有効化および設定されている。デバイスの SRGB 設定を確認するには、`show segment-routing mpls state` コマンドを使用します。
- BGP-LS が有効になっていて、SR-TE ポリシーのヘッドエンドルータとテールエンドルータからリンクステート情報をアドバタイズして受信するように設定されている。BGP-LS ステータスを確認するには `show bgp link-state link-state` コマンドを使用し、デバイスのリンクステート情報を確認するには `show bgp link-state link-state database` コマンドを使用します。
- ECMP が、フローに基づいて複数の等コストパス間でトラフィックをロードバランシングするように有効化および設定されている。ECMP ルートを確認するには `show ip route` コマンドを使用し、デバイスの ECMP ロードバランシング アルゴリズムを確認するには `show ip cef` コマンドを使用します。

LCM に関する特記事項

LCM を使用する場合は、次の情報を考慮してください。

- LCM を使用するには、Advanced RTM ライセンスパッケージが必要です。
- LCM を設定し、LCM の推奨事項をコミットするには、ドメインに対する LCM タスク権限をユーザーロールに付与する必要があります。RBAC およびユーザーロールの詳細については、Cisco Crosswork Network Controller アドミニストレーション ガイド [英語] を参照してください。

- デバイスアクセスグループ（DAG）アクセスは、LCM ではサポートされていません。ドメインの LCM タスク権限が付与されたユーザーは、そのドメイン内のデバイスに対する DAG アクセス権の有無に関係なく、LCM の推奨事項を設定およびコミットできます。
- LCM は、LDP ラベル付きトラフィックをサポートしていません。LDP ラベル付きトラフィックは、LCM 自動ルート TTE SR ポリシーに誘導できません。
- Tree SID ポリシーを持つネットワークでは、LCM の使用は推奨されません。完全なトラフィック測定値が利用できないため、最初の計算には偏りがあります。
- LCM は、最大 2000 台のデバイスを持つドメインをサポートします。ドメインは、IGP プロセスに割り当てられる識別子です。ドメインはネットワークから学習されます。ドメイン ID は、BGP-LS で IGP をアドバタイズするために使用する PCC ルータ設定（`link-state instance-id`）から取得されます。
- LCM 推奨ソリューションでは、単一ドメイン内のリソースのみ使用されます。
- LCM は、1 分以上の設定可能な頻度で定期的にネットワーク使用率を評価します。頻度は通常、SNMP トラフィックのポーリング間隔以上に設定されますが、応答性を高めるために低く設定することもできます。デフォルトの頻度は 10 分です。
- トラフィック統計の収集間隔は、トポロジの変更や、インターフェイスと LSP トラフィックの測定値に影響を与える LSP 展開に対して LCM が応答する速さに影響します。これらの変更を完全に反映するには、LCM 推奨事項のトラフィック統計の収集間隔に LCM の評価間隔を加えた時間の、最大で 2 倍の時間がかかる場合があります。この間にトラフィック測定値が更新され、最終的に Crosswork で完全に収束するにつれて、LCM の推奨事項が改善される場合があります。
- LCM は、パラレル TTE SR ポリシー全体で ECMP を活用し、トラフィックのほぼ均等な分割を想定します。実際の ECMP 分割がこの想定に従う程度は、大規模なエレファントフローの存在とレベルトラフィックの集約によって異なります。

  パラレル TTE SR ポリシー間で過度に不均一な ECMP 分割を検出し、通知するイベントを発行するように LCM を設定できます。不均一な ECMP の影響を軽減するために、LCM ではオーバープロビジョニング係数が使用されます。詳細については、「LCM の設定」を参照してください。
- LCM は、既存の SR-TE ポリシーのトラフィックは最適化の対象外であり、LCM TTE SR ポリシーに誘導されるべきではないと想定しています。この前提を適用するには、既存の非 LCM SR-TE ポリシーで通常の Algo-0 プレフィックス SID を使用しないでください。このトラフィックが LCM TTE SR ポリシーに誘導されないようにするために、Algo-1 Strict、Flexible Algorithm、または隣接関係 SID の任意の組み合わせが推奨されます。
- ドメインインターフェイスとリンクが（意図的または非意図的に）削除されると、次のようになります。
  - ドメインのすべてのリンクがダウンした場合（LINK_DOWN 状態）、LCM 設定とドメイン UI カード（LCM の設定 （16 ページ）を参照）は、リンクがエージアウトする（4 時間後）まで使用できます。この動作は意図的なもので、誤って実行された場合にドメインインターフェイスとリンクを回復する時間が与えられます。

- リンクがエージアウトする前にドメインを強制的に削除する場合は、UI から手動でリンクを削除できます。ドメインは、最後のリンクが削除されるまで「削除準備完了」ステータスのままになります。

- HA スイッチオーバー後、システムが安定したら、以前にモニターされていた欠落しているインターフェイスを手動で追加したり、ドメイン構成オプションを更新したりできます。インターフェイスやその他の設定オプションの欠落は、最後のクラスタデータの同期後に追加された場合に発生します。

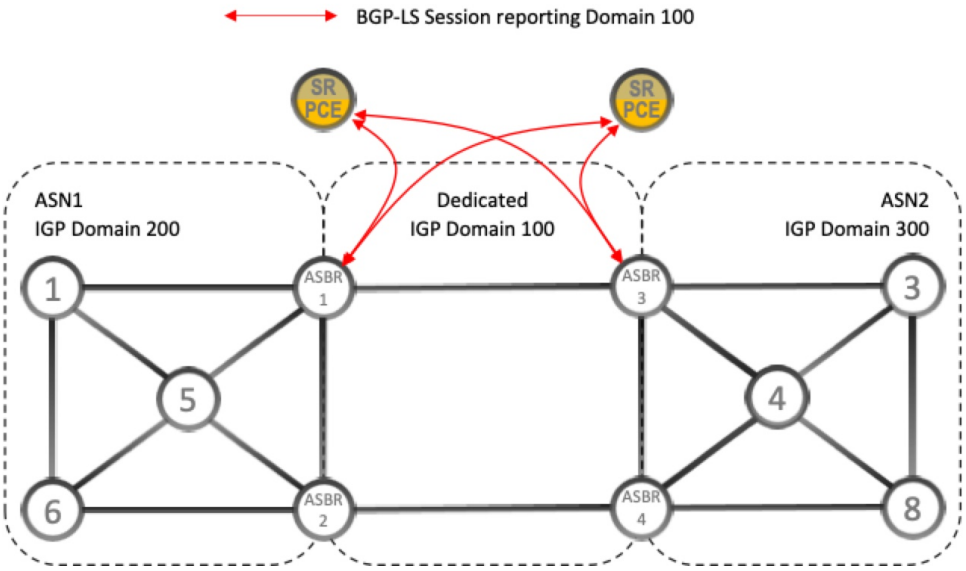
ASBR 間の専用 IGP インスタンスでの複数 AS ネットワークに対する BGP-LS のスピーカー配置

SR-PCE（または出力ピアエンジニアリング（EPE）がサポートされていないその他のユースケース）によるドメイン間遅延最適化 SR ポリシーパスの計算をサポートするために、異なる ASN の自律システム境界ルータ（ASBR）間で専用 IGP インスタンスを設定できます。このような場合、適切なトポロジ検出のために、BGP-LS 経由でトポロジを報告する ASBR を特定することが重要です。

次の例では、専用 AS 間 IGP（ドメイン 100）に参加している各 AS の少なくとも 1 つの ASBR で、各 ASBR 間の IGP を報告する BGP-LS が有効になっている必要があります。各 ASBR は、同じ BGP-LS 識別子を持つドメインを報告する必要があります。

（注） BGP-LS トポロジを報告する AS ごとに複数の ASBR もサポートされます。

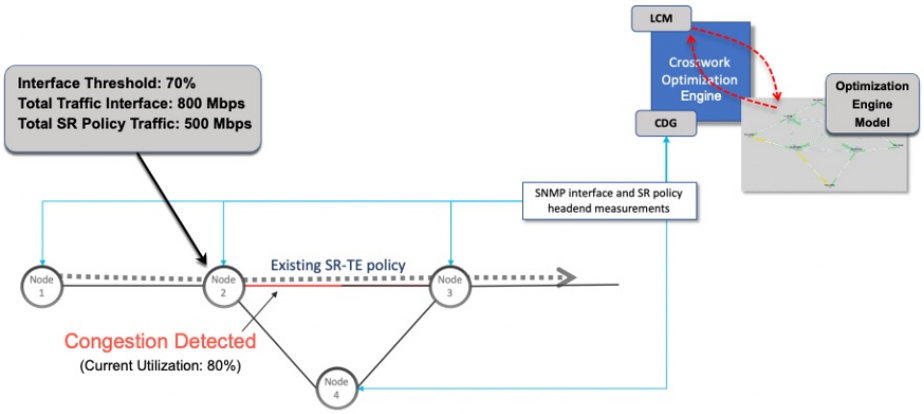
図 *1 : BGP-LS* セッション報告ドメイン *100*



LCM 計算のワークフロー

この例では、輻輳の検出から LCM が実行する計算を説明した後に、戦術的トンネル展開を推奨します。計算はドメイン単位で実行されるため、大規模なネットワークの拡張性が向上し、計算が高速になります。

図 *2：LCM* の設定ワークフローの例



手順

ステップ 1 LCM は、まず、Optimization Engine モデル（物理ネットワークのリアルタイムトポロジとトラフィックの表現）を定期的に分析します。

ステップ 2 この例では、ノード 2 の使用率が 70% の使用率しきい値を超えると、輻輳の確認間隔の後、LCM が輻輳を検出します。

ステップ 3 LCM は、転送に適したトラフィック量を計算ます。

LCM は、既存の SR ポリシーや RSVP-TE トンネルでルーティングされていないトラフィック（ラベルなし、IGP ルーティング、または FlexAlgo-0 SID 経由で転送されていないトラフィックなど）のみを転送します。SR-TE ポリシート内のトラフィックは、LCM 計算には含まれず、元のプログラムされたパスを通過し続けます。

対象トラフィックは、インターフェイス上のすべてのトラフィックを考慮したインターフェイストラフィック統計情報を取得し、インターフェイスを通過するすべての SR-TE ポリシーのトラフィック統計情報の合計を引いて計算されます。

インターフェイス トラフィックの合計 - SR ポリシートラフィックおよび RSVP-TE トンネル = 最適化できる対象トラフィック

このプロセスでは、SR ポリシーの ECMP 分割を考慮して、SR ポリシートラフィックを適切にアカウンティングする必要があります。この例では、輻輳したノード 2 の合計トラフィックは 800 Mbps であり、ノード 2 を介してルーティングされるすべての SR ポリシーの合計トラフィックは 500 Mbps です。

この例で LCM が転送できる合計トラフィックは 300 Mbps（800 Mbps – 500 Mbps = 300 Mbps）です。

ステップ 4 LCM は、インターフェイス上の合計トラフィックからしきい値相当のトラフィックを差し引くことにより、代替パスを介して送信する必要がある量を計算します。この例では、転送される量は 100 Mbps です。

800 Mbps – 700 Mbps（しきい値 70%）= 100 Mbps

LCM は、300 Mbps のうちの 100 Mbps（対象トラフィック）を別のパスにルーティングする必要があります。オーバープロビジョニング係数（OPF）のパーセンテージが 10 に設定されている場合、LCM は対象トラフィックの 110（100 Mbps X 1.10）をルーティングする必要があることに注意してください。OPF は、[LCM Configuration] ウィンドウの [Advanced] タブで設定できます。詳細については、LCM の設定 （16 ページ）を参照してください。

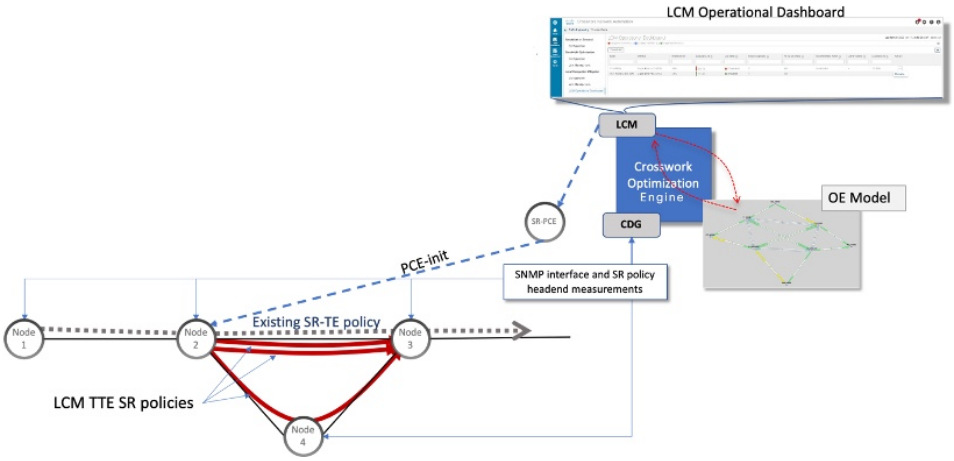
ステップ 5 LCM は、必要な TTE SR ポリシーの数とそのパスを決定します。迂回する必要がある量に対して最短パスに留まることができる LCM 対象トラフィックの割合によって、最短パスと代替パスでそれぞれ必要な TTE SR ポリシーの数が決まります。

この例では、LCM は輻輳したリンクから対象トラフィックの合計の 1/3（300 Mbps のうち 100 Mbps）を転送する必要があります。LCM は完全な ECMP を想定し、このトラフィック分割には 3 つの戦術的 SR-TE ポリシーが必要だと予測します。1 つの戦術的 SR-TE ポリシーが転送パスをとり、2 つの戦術的 SR-TE ポリシーが元のパスをとります。ノード 2 とノード 4 の間のパスに十分な容量があります。したがって、LCM では、SR-PCE を介してノード 2 からノード 3 に展開する 3 つの TTE SR ポリシー（それぞれ約 100 Mbps をルーティングすると想定）を推奨しています。

- ノード 3（200 Mbps）への直接パスを取る 2 つの TTE SR ポリシー
- TTE SR ポリシーの 1 つはノード 4（100 Mbps）を介してホップします。

これらの推奨事項は、[LCM運用ダッシュボード（LCM Operational Dashboard）] にリストされます。

図 3 : LCM の推奨例



ステップ 6 LCM はこれらの TTE SR ポリシーを展開すると想定して、 展開された TTE ポリシーを引き続きモニターし、[LCM Operational Dashboard] で必要に応じて変更または削除することを推奨します。LCM は、緩和されたインターフェイスが削除された後も輻輳が発生しない場合（ホールドマージンを除く）、展開された

TTE SR ポリシーを削除することを推奨します。これにより、LCM の操作全体で不必要な TTE SR ポリシーのチャーンを回避できます。

ワークフローの例：ローカルインターフェイスでの輻輳の緩和

（注） このガイドの HTML バージョンを表示している場合は、画像をクリックしてフルサイズで表示してください。

この例では、LCM を有効にし、定義された使用率のしきい値をデバイスのインターフェイスの使用率が超えた場合に TTE SR ポリシーを展開するための輻輳緩和の推奨事項を確認します。輻輳の緩和をコミットする前に、推奨される TTE SR ポリシーをプレビューします。この例では、次の手順を実行します。

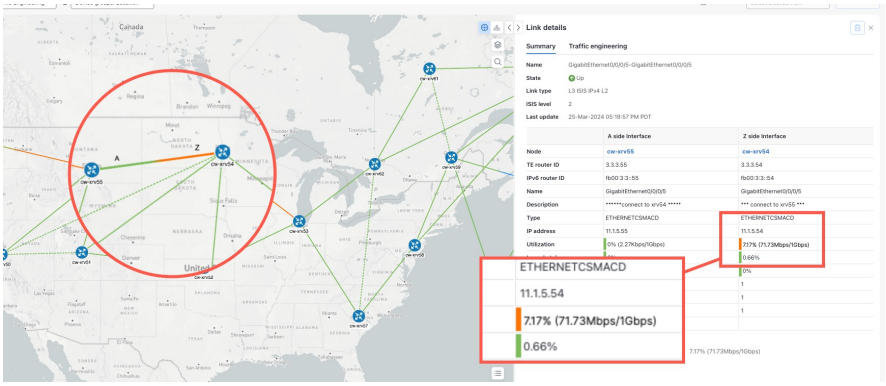
1. 輻輳していないトポロジを表示します。
2. 個々のインターフェイスの使用率のしきい値を設定します。
3. 手動モードで LCM を有効にして設定します。手動モードでは、推奨される TTE ポリシーを事前に表示して、展開するかどうかを決められます。
4. LCM が輻輳を検出した後、[操作（Operational）] ダッシュボードで LCM の推奨事項を表示します。
5. 展開する推奨される LCM TTE ポリシーをトポロジマップで視覚的にプレビューします。
6. すべての LCM TTE ポリシーの推奨事項をコミットして展開し、輻輳を緩和します。
7. LCM TTE ポリシーが展開されていることを確認します。

手順

ステップ 1 LCM 設定前の初期トポロジと使用率を表示します。

a) この例では、ノード cw-xrv54 の使用率が 7.17% であることに注意してください。

図 *4*: 初期使用率



ステップ 2 個別のインターフェイスしきい値の定義

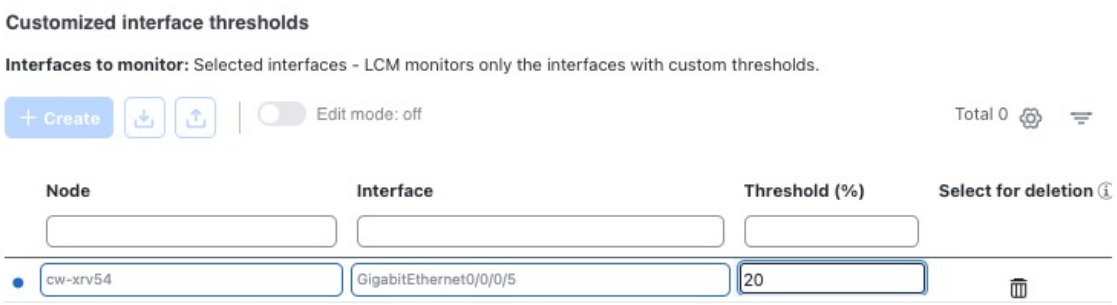
LCM では、すべてのインターフェイスに使用できるグローバル使用率のしきい値を設定できます。トラフィック使用率がしきい値を超えると、LCM は輻輳を修正するためにバイパスポリシーを見つけようとします。[LCMの設定（LCM Configuration）] ページでグローバル使用率のしきい値を設定します。ただし、個々のインターフェイスに異なるしきい値を定義する場合は、LCM を有効にする前に、[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface threshold）] ページでそれらを定義することをお勧めします。

a) この例では、個々のインターフェイスのしきい値を定義します。[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface threshold）] ページに移動します（**[トラフィックエンジニアリング（Traffic Engineering）] > [ローカル輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]** > [ドメイン識別子（Domain-Identifier）] > ··· > [インターフェイスのしきい値（Interface thresholds）]）。インターフェイスを個別に追加したり、カスタムの使用率しきい値を持つノードとインターフェイスのリストを含む CSV ファイルをアップロードしたりできます。詳細については、「個別のインターフェイスしきい値の追加 （19 ページ）」を参照してください。

次の例を参照してください。インターフェイス GigabitEthernet0/0/0/1 を使用する cw-xrv54 の定義済みしきい値は 20% です。

（注）
この例の使用率のしきい値は非常に低く、ラボ環境での使用に最適です。

図 5：カスタマイズされたインターフェイスのしきい値



（注）

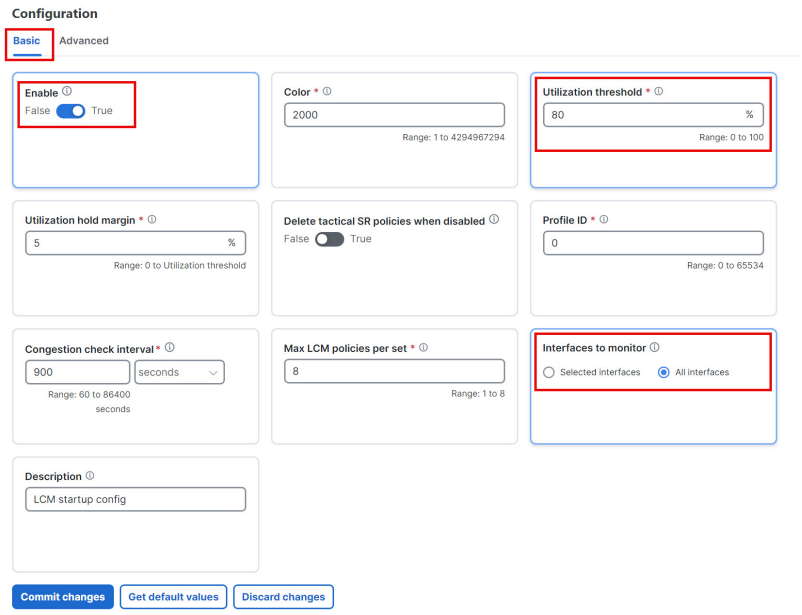
デフォルトでは、LCM はすべてのインターフェイスを監視します。対象には、このページにインポートされた個々のしきい値が含まれます。残りのインターフェイスは、[LCMの設定（LCM Configuration）] ページで定義されたグローバルな [使用率のしきい値（Utilization threshold）] を使用して監視されます。

b) インターフェイスを追加し、しきい値を定義したら、[保存（Save）] をクリックします。

ステップ 3 LCM を有効にし、グローバル使用率のしきい値を設定します。

a) メインメニューから、**[トラフィックエンジニアリング（Traffic Engineering）] > [ローカル輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]**> [ドメイン識別子（Domain-Identifier）] を選択し、[設定（Configuration）] クリックします。[有効化（Enable）] スイッチを [True] に切り替え、他の LCM オプションを設定します。この例ではグローバルしきい値は80%に設定され、[監視するインターフェイス（Interfaces to monitor）] > [すべてのインターフェイス（All interfaces）] オプションが選択されています。

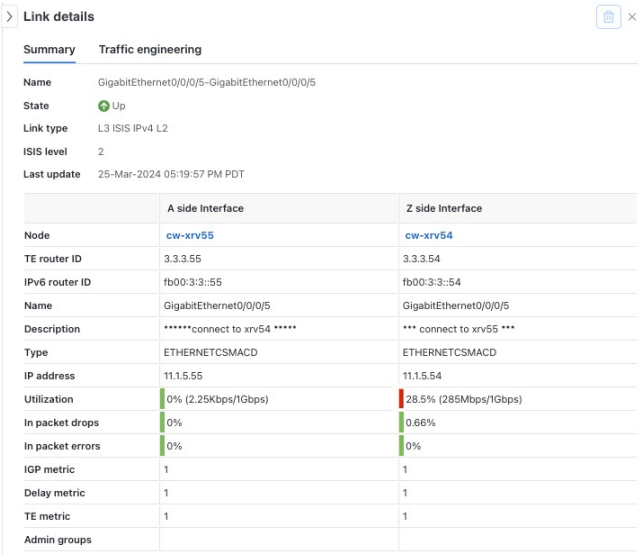
図 *6 : LCM* 設定ページ



b) [変更のコミット（Commit changes）] をクリックして、設定を保存します。設定の変更をコミットすると、LCM はモニター対象インターフェイスで輻輳が発生した場合、[LCM Operational Dashboard] に推奨事項を表示します。後で、推奨される TTE ポリシーをプレビューし、それらのポリシーをコミットしてネットワークに展開するかどうかを決定できます。

ステップ 4 しばらくすると、GigabitEthernet0/0/0/5 インターフェイスのノード cw-xrv54 に対して 20% で定義されたカスタム LCM しきい値を超える輻輳が発生します。

図 *7*：確認された輻輳



Link details

Summary | Traffic engineering

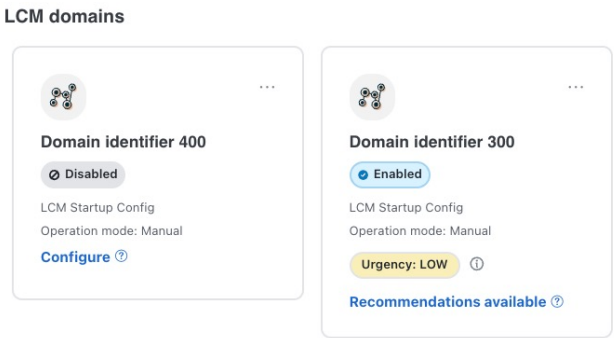
Name	GigabitEthernet0/0/0/5-GigabitEthernet0/0/0/5
State	Up
Link type	L3 ISIS IPv4 L2
ISIS level	2
Last update	25-Mar-2024 05:19:57 PM PDT

	A side Interface	Z side Interface
Node	cw-xrv55	cw-xrv54
TE router ID	3.3.3.55	3.3.3.54
IPv6 router ID	fb00:3:3::55	fb00:3:3::54
Name	GigabitEthernet0/0/0/5	GigabitEthernet0/0/0/5
Description	******connect to xrv54 *****	*** connect to xrv55 ***
Type	ETHERNETCSMACD	ETHERNETCSMACD
IP address	11.1.5.55	11.1.5.54
Utilization	0% (2.25Kbps/1Gbps)	28.5% (285Mbps/1Gbps)
In packet drops	0%	0.66%
In packet errors	0%	0%
IGP metric	1	1
Delay metric	1	1
TE metric	1	1
Admin groups		

ステップ 5 [LCM Operational Dashboard] で TTE SR ポリシーの推奨事項を表示します。

a) **[Traffic Engineering] > [Local Congestion Mitigation]** に移動します。輻輳が検出されると、ドメインには緊急度のタイプと利用可能な推奨事項が表示されます。疑問符アイコンをクリックすると、緊急度のタイプと、最新の推奨事項が提示された時期に関する詳細が表示されます。

図 *8*：検出された輻輳と *LCM* の推奨事項



b) （オプション）LCM イベントを表示します。

Crosswork UI の右上隅から > [イベント（Events）] タブをクリックして、LCM イベントを表示します。このウィンドウをモニターして、発生した LCM イベントを表示することもできます。LCM の推奨事項、コミットアクション、および例外のイベントを確認する必要があります。

c) [運用ダッシュボード（Operational Dashboard）] を開きます（**[サービスとトラフィックエンジニアリング（Services & Traffic Engineering）] > [ローカルでの輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]**> [ドメイン識別子（Domain-Identifier）] > ··· > [運用ダッシュボード（Operational Dashboard）]）。

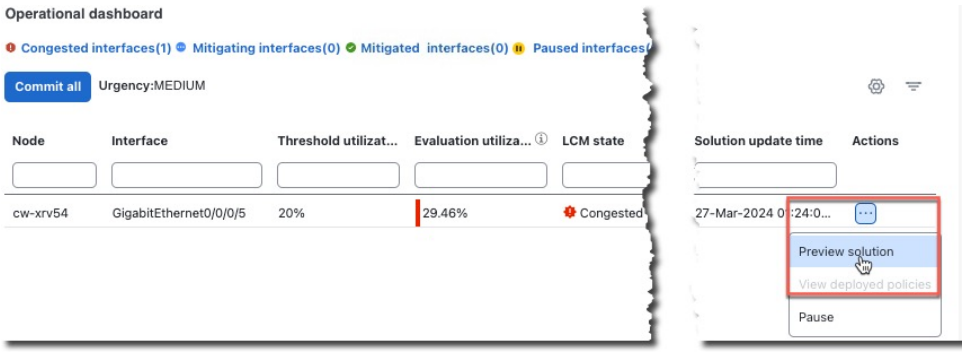
cw-xrv54 の使用率が 20% を超えていて、29.46% であることがダッシュボードに表示されます。[推奨処置（Recommended action）] 列では、LCM により、インターフェイスの輻輳に対処するために TTE

ポリシーのソリューションセット（[推奨処置（Recommended action）]：[セットの作成（Create set）]）を展開することが推奨されています。詳細については、LCM 動作のモニター （21 ページ）を参照してください。

（注）
LCM がソリューションを見つけられない場合（[推奨処置（Recommended action）]：[ソリューションなし（No solution）]）、LCM の設定（LCM の設定 （16 ページ））時に有効にした制約が原因の可能性があります。

d) TTE ポリシーをコミットする前に、各 TTE ポリシー ソリューション セットの展開をプレビューできます。[アクション（Actions）] 列で ⋯ をクリックし、[解決策のプレビュー（Preview solution）] を選択します。

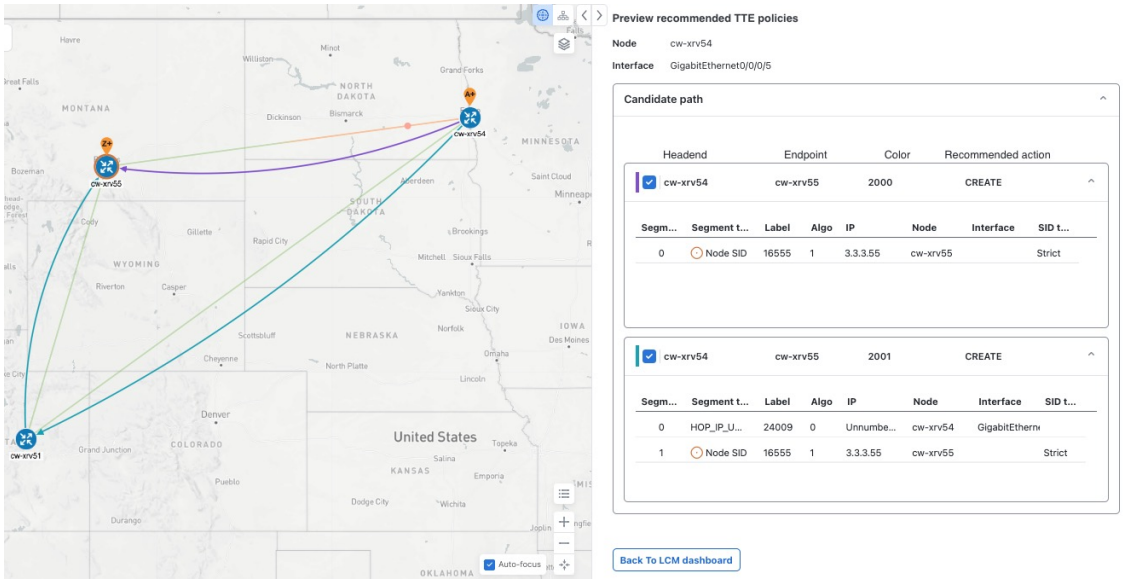
図 *9*：ソリューションのプレビュー



各 TTE ポリシーのノード、インターフェイス、および推奨アクションがウィンドウに表示されます。[プレビュー（Preview）] ウィンドウから、個々の TTE ポリシーを選択し、トポロジマップで通常行っているように、さまざまな側面と情報を表示できます。各ポリシーを展開して、個々のセグメントを表示できます。ネットワークへの潜在的な影響を検討してから、LCM が推奨するバイパスポリシーを展開するかどうかを決定できます。

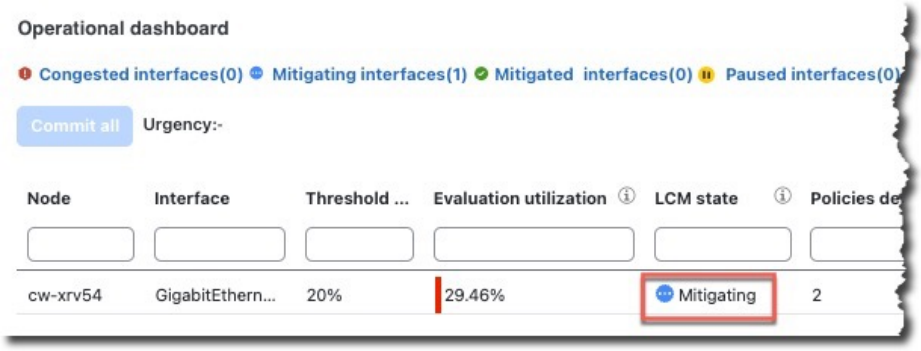
次の図は、ノード cw-xrv54 の推奨 TTE ポリシーを示しています。

図 *10*：*LCM TTE* 展開のプレビュー



e) マップ上で推奨される TTE ポリシーを確認したら、[運用ダッシュボード（Operational dashboard）] に戻り、[すべて確定（Commit all）] をクリックします。[LCMの状態（LCM state）] 列が [緩和中（Mitigating）] に変化します。

図 *11* : 状態の緩和



（注）
[運用ダッシュボード（Operational dashboard）] に示されているとおりに輻輳を緩和し、予想使用率を達成するには、ドメインごとにLCMのすべての推奨事項をコミットする必要があります。緩和ソリューションは、ソリューションセット間の依存関係により、コミットされているすべてのLCM推奨事項に基づいています。

ステップ 6 TTE SR ポリシーの展開を検証します。

a) > [Events] タブをクリックします。[Events] ウィンドウに表示される LCM イベントを確認します。

（注）
Crossworkは、ユーザーが有効にしたポリシーと機能に基づいて検出されたネットワークイベントを報告します。たとえば、リンクがドロップしたことでSR-TEポリシーがダウンした場合や、LCMが輻輳

を検出した場合は、イベントが表示されます。これらのアラートはUIで報告され、必要に応じてサードパーティのアラート/モニタリングツールに転送できます。

b) [運用ダッシュボード（Operational dashboard）] に戻り、すべての TTE ポリシー ソリューション セットの LCM の状態が [緩和済み（Mitigated）] に変化したことを確認します。

（注）
LCM の状態が変化するまでに、SNMP パターンの 2 倍の時間がかかります。

c) トポロジマップを表示して、TTE ポリシーの展開を確認します。

[アクション（Actions）] 列の ⋯ をクリックし、[展開されたポリシーを表示（View deployed policies）] を選択します。展開されたポリシーは、トポロジマップ内で強調表示されます。

ステップ 7 LCM の推奨に従って TTE SR ポリシーを削除します。

a) しばらくすると、展開された TTE SR ポリシーが不要になる場合があります。これは、LCM によって開始されたTTEトンネルがなくても、使用率がしきい値を下回り続ける状況が続く場合に発生します。この場合、LCM は TTE SR ポリシーセットを削除するための新しい推奨処置を生成します。

b) 以前に展開された TTE SR ポリシーを削除するには、[すべて確定（Commit all）] をクリックします。

c) トポロジマップと [SRポリシー（SR Policy）] テーブルを表示して、削除を確認します。

このシナリオでは、LCM を活用してネットワークのトラフィックの輻輳を軽減する方法を確認しました。LCM では、手動による追跡と計算は不要であり、同時に輻輳緩和の推奨事項を実装するかどうかを制御できます。推奨事項をプレビューして、展開する前にネットワークでの展開の有効性を確認できます。トラフィックが変化すると、LCM は展開された TTE SR-TE ポリシーを追跡し、それらのポリシーがまだ必要かどうかを判断します。必要でない場合、LCM は削除を推奨します。

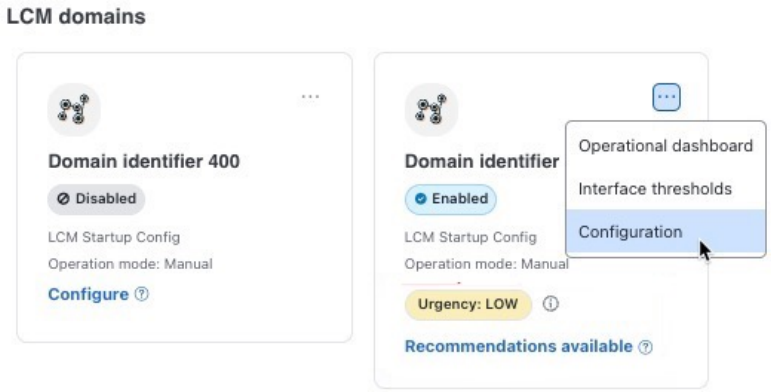
LCM の設定

LCM を有効にして設定するには、次の手順を実行します。

手順

ステップ 1 メインメニューから、**[トラフィック エンジニアリング（Traffic Engineering）]** > **[ローカル輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]** > **[Domain-ID-card]** > ⋯ > [設定（Configuration）] の順に選択します。

図 *12 : LCM* の設定



ステップ 2 [有効化（Enable）] スイッチを [True] に切り替えます。

ステップ 3 必要な情報を入力します。各フィールドの説明を表示するには、ⓘ の上にマウスポインタを合わせます。

（注）
LCM が有効になっているのに解決策が見つからない場合（[推奨処置（Recommended action）] : [解決策なし（No solution）]）、このページで有効になっている制約が原因である可能性があります。

以下に、ホバーテキストでは説明されていない追加の [基本（Basic）] フィールド情報を示します。

- [使用率のしきい値（Utilization threshold）] : インターフェイスが輻輳していると LCM が判断する使用率を設定します。この値は、[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページで個々のインターフェイスにしきい値を指定しない限り、すべてのインターフェイスに適用されます。

- [Profile ID] : LCM ポリシーへのトラフィックステアリングを有効にするために必要な設定です。autoroute（LCM が作成する戦術的な SR-TE ポリシーへのトラフィックのステアリング）は、（プロファイル ID を autoroute 機能に関連付ける PCC 上の設定と一致させるために）ここで設定した適切な [Profile ID] オプションを介して SR-TE ポリシーに適用されます。

- [輻輳確認間隔（Congestion check interval）]（秒単位）：この値は、LCM がネットワークの輻輳を評価する間隔を決定します。安定状態では、推奨のコミットがない場合、この間隔を使用してネットワークを再評価し、変更する必要があるかどうかを判断します。たとえば、間隔が 600 秒（10 分）に設定されている場合、LCM は 10 分ごとにネットワークを評価して新しい輻輳を確認し、新しい推奨事項、または既存の推奨事項に対する変更が必要かどうかを判断します。変更の例としては、以前に推奨された個々のポリシーの削除や更新などがあります。このオプションは通常、SNMP ポーリング頻度以上に設定されますが、トラフィック収集間隔によって課される範囲内で応答性を向上させるために、60 秒という低い値に設定することもできます。

- [監視するインターフェイス（Interfaces to monitor）] : デフォルトでは、[選択されたインターフェイス（Selected interfaces）] に設定され、[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページ（**[トラフィックエンジニアリング（Traffic Engineering）] > [ローカル輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]** > [ドメイン識別子（Domain-identifier）] > ··· > [インターフェイスのしきい値（Interface thresholds）]）で CSV ファイルをインポートして、しきい値を個々のイン

ターフェイスに追加する必要があります。[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページで定義されたインターフェイスのみが監視されます。[すべてのインターフェイス（All interfaces）] に設定すると、LCM は、[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページでアップロードされたカスタムしきい値を持つインターフェイスと、このページで設定された [使用率のしきい値（Utilization threshold）] 値を使用している残りのインターフェイスを監視します。

以下に、ホバーテキストでは説明されていない追加の [詳細設定（Advanced）] フィールド情報を示します。

- [詳細設定（Advanced）] > [輻輳チェック抑制間隔（秒）（Congestion check suspension interval (seconds)）] : この間隔によって、輻輳の検出と緩和を再開する前に（[すべてコミット（Commit all）] が実行された後）待機する時間が決まります。ネットワークモデルのコンバージェンスの時間を考慮する必要があるため、この間隔は SNMP 収集パターンの 2 倍以上に設定します。

- [詳細設定（Advanced）] > [自動修復ソリューション（Auto repair solution）] : [はい（True）] に設定すると、LCM はダウン、失敗、またはコミットされていない LCM TTE ポリシーを自動的に削除します。これは、主にポリシーの障害に対処するためのオプションです。

  このオプションが無効で、[LCM運用ダッシュボード（LCM Operational Dashboard）] に表示される推奨の [緊急（Urgency）] ステータスが [高（High）] の場合、推奨されるソリューションは [自動修復ソリューション（Auto repair solution）] の候補です。これは、ソリューションが展開されていない場合にネットワーク障害が発生する可能性が高いことを意味します。

- [詳細設定（Advanced）] > [隣接ホップタイプ（Adjacency hop type）] : [保護（Protected）] に設定すると、LCM は保護された隣接関係 SID を使用して SR ポリシーを作成します。これにより、トポロジに依存しないループフリー代替（TI-LFA）で隣接関係の障害のパスを計算できます。

  （注）
  このオプションは、LCM が動作している同じ IGP エリア内のすべてのノードが厳密な SPF SID 対応である場合にのみ、[Protected] に設定する必要があります。

- [詳細設定（Advanced）] > [最適化の目的（Optimization objective）] : LCM は、最小化するために選択されたメトリックタイプに基づいて戦術的な SR ポリシーを計算します。

- [詳細設定（Advanced）] > [展開のタイムアウト（Deployment timeout）] : 戦術的な SR ポリシーの展開を確認するために許可される最大秒数を入力します。

- [詳細設定（Advanced）] > [オーバープロビジョニング係数（OPF）（Over-provisioning factor (OPF)）] : このオプションは、不均等な ECMP トラフィック分散（エレファントフロー）に対処するのに役立ちます。この値により、バイパスポリシーのパスを計算するときに考慮する必要がある追加トラフィックの割合が決まります。LCM は、輻輳が原因でトラフィック量 x を転送させる必要がある場合、x * （1 + OPF）トラフィックをサポートできるパスを検索します。詳細については、LCM 計算のワークフロー （8 ページ）を参照してください。デフォルト値は 0 です

- [詳細設定（Advanced）] > [最大セグメントホップ（Maximum segment hops）] : バイパス TTE ポリシーを計算する場合、LCM は指定されたデバイスタグの有効な最大 SID 深度（MSD）値（ここで入力）を使用します。特定の MSD 値を持つデバイスタグを 5 つまで割り当てることができます。

  （注）

値が **0** の場合、解決にはなりません。**0** の値を設定した場合は LCM 監視と同等になり、推奨事項を提供せずにネットワークに輻輳があることを示します。

Crosswork は、SR-PCE から各プラットフォームの MSD を学習し、IGP および BGP-LS のハードウェア制限をアドバタイズします。これは、サービス/トランスポート/特殊ラベルを除いて適用できるハードウェア制限を表します。したがって、この新しいオプションを使用して、アドバタイズされた MSD 値よりも小さい値を割り当てることができ、LCM はバイパス TTE ポリシーの計算にその値を使用できます。デバイスの MSD 値を表示するには、[トラフィックエンジニアリング（Traffic Engineering）] トポロジマップに移動し、そのデバイスをクリックします。[デバイスの詳細（Device details）] ページで、[SR-MPLS] > [プレフィックス（Prefixes）] タブ > [すべて展開（Expand all）] をクリックします。

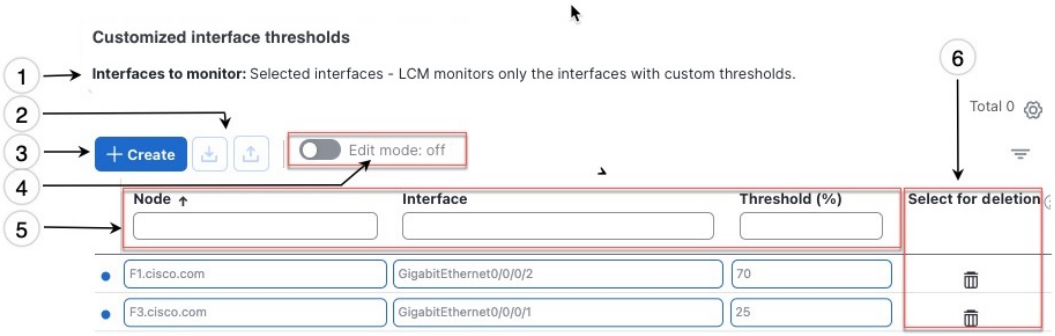
（注）
このオプションを使用する前に、特定の MSD 値を割り当てるデバイスタンググループを作成する必要があります。タグの作成とデバイスへの割り当ての詳細については、*Cisco Crosswork Network Controller Administration Guide* を参照してください。

ステップ 4 設定を保存するには、[変更のコミット（Commit changes）] をクリックします。モニター対象インターフェイスで輻輳が発生すると、LCM は [LCM運用ダッシュボード（LCM Operational dashboard）] に推奨事項を表示します（LCM は新しい TTE ポリシーを自動的にコミットしたり、展開したりしません）。その後、推奨される TTE ポリシーをプレビューし、コミットしてネットワークに展開するかどうかを決定できます。

個別のインターフェイスしきい値の追加

ネットワークにはさまざまなリンク（10G、40G、100G）があり、異なるしきい値を設定する必要があります。[カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページでは、個々のしきい値を管理し、ノードとインターフェイスに割り当てることができます。

図 *13*：カスタマイズされたインターフェイスのしきい値



引き出し線番号	説明
1	**監視するインターフェイス**：[LCMの設定（LCM Configuration）]LCM の設定 （16 ページ）ページで現在設定されているオプションを表示します。
2	**CSV ファイルのインポート**：現在テーブルにあるすべてのインターフェイスは、インポートする CSV ファイルのデータに置き換えられます。 **CSV ファイルのエクスポート**：すべてのインターフェイスが CSV ファイルにエクスポートされます。エクスポートするデータをフィルタリングすることはできません。
3	[+作成（+ Create）]：このボタンをクリックして、新しいインターフェイスのしきい値行を追加します。
4	[編集モード（Edit mode）]：[編集モード（Edit mode）] が [オン（ON）] の場合、1 つのセッションで複数のフィールドを編集して、[保存（Save）] をクリックできます。
5	**フィルタ**：デフォルトでは、この行はコンテンツをフィルタするテキストを入力するために使用できます。
6	[削除対象の選択（Select for deletion）]：行を削除するには、 をクリックします。[編集モード（Edit mode）] が [オン（ON）] の場合、削除する複数の行をチェックしてから、[保存（Save）] をクリックできます。

LCM を使用する場合に、個々のインターフェイスに特定のしきい値を割り当てるには、次の手順を実行します。

手順

ステップ 1 メインメニューから、**[トラフィックエンジニアリング（Traffic Engineering）]>[ローカル輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]**> [ドメイン識別子（Domain-identifier）] > ··· > [インターフェイスのしきい値（Interface thresholds）] の順に選択し、次のいずれかをクリックします。

- [CSVファイルのインポート（Import CSV File）]：CSV ファイルを編集してインターフェイスとしきい値のリストを含め、後でファイルを LCM にインポートします。
- [新しいインターフェイスの追加（Add new interface）]：個々のインターフェイスとしきい値を手動で追加します。

ステップ 2 CSV ファイルをインポートする場合は次の手順を実行します。

a) [サンプル設定ファイルのダウンロード（Download sample configuration file）] リンクをクリックします。

b) [キャンセル（Cancel）] をクリックします。
c) ダウンロードした構成ファイル（LCMLinkManagementTemplate.csv）を開き、編集します。サンプルテキストを特定のノード、インターフェイス、およびしきい値情報に置き換えます。
d) ファイルの名前を変更して保存します。
e) [カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページに戻ります。
f) [CSVファイルのインポート（Import CSV file）] をクリックして、編集した CSV ファイルに移動します。
g) [インポート（Import）] をクリックします。

ステップ 3 個々のインターフェイスを手動で追加する場合は次の手順を実行します。

a) 最初の空の行をクリックし、適切なノード、インターフェイス、およびしきい値を入力します。

図 *14*：最初のインターフェイスの追加

b) [+作成（+ Create）] をクリックして、インターフェイスを追加します。

ステップ 4 [カスタマイズされたインターフェイスのしきい値（Customized interface thresholds）] ページに情報が正しく表示されることを確認します。

（注）
テーブルを更新するには、編集モードをオンにするか、テーブル内の現在のすべてのデータを置き換える CSV ファイルをインポートします。

LCM 動作のモニター

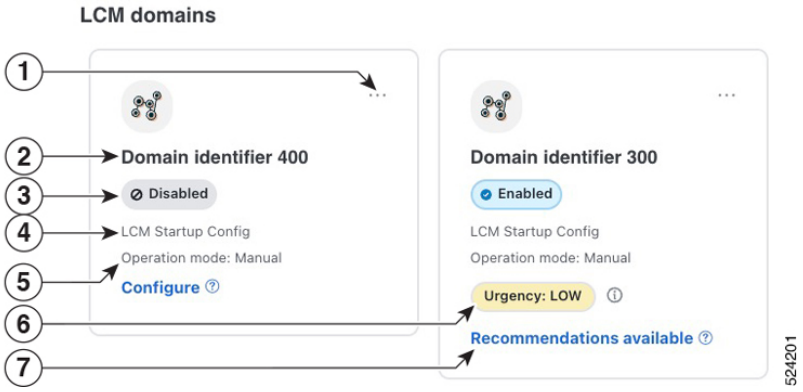
（注） このトピックでは、LCM の動作を監視するための LCM ドメインダッシュボードおよび LCM 運用ダッシュボードの使用方法と設定方法について説明します。ネットワークで LCM を使用する方法については、ワークフローの例：ローカルインターフェイスでの輻輳の緩和（10ページ）のトピックを参照してください。

LCM ドメインダッシュボード

[LCMドメインダッシュボード（LCM Domain Dashboard）]（**[トラフィック エンジニアリング（Traffic Engineering）] > [ローカル輻輳緩和（Local Congestion Mitigation）]**）には、Crosswork

によって検出されたすべてのドメインが表示されます。ドメインは、IGP プロセスに割り当てられる識別子です。

図 *15 : LCM* ドメインダッシュボード



引き出し線番号	説明
1	**メインメニュー**：以下のページに移動できます。 • 運用ダッシュボード • 個別のインターフェイスしきい値の追加 • LCM の設定
2	**ドメイン識別子**：ドメイン ID は、BGP-LS で IGP をアドバタイズするために使用するルータ設定（`link-state instance-id`）から取得されます。
3	**LCM ステータス**：ドメインで LCM が有効になっているか、または削除可能かどうかを示します。
4	**LCM 設定の説明**：説明は、LCM の設定ページで定義されます。デフォルトの説明は「LCM Startup Config」です。
5	[操作モード：手動（Operation mode: Manual）]：このオプションを使用する場合、ユーザーは [LCM運用ダッシュボード（LCM Operational Dashboard）] を確認し、TE トンネルの推奨事項をコミットするかどうか決める必要があります。

引き出し線番号	説明
6	[緊急性（Urgency）]：推奨事項の展開またはアクションの重要性を示します。[Urgency] の値は次のいずれかになります。 • [Low]：LCM インスタンス化ポリシーが不要になったために削除できること、または変更が不要であることを示します。 • [Medium]：新規または変更された推奨事項を示します。 • [High]：ネットワーク障害と推奨事項を展開する必要があることを示します。これは、[Auto Repair Solution] の詳細オプションが有効になっている場合に自動的に対処できる候補です。「LCM の設定 （16 ページ）」を参照してください。
7	**設定**：このリンクは、LCM がまだ設定されていない場合に表示されます。[設定（Configure）] をクリックして、LCM の設定 ページに移動します。 **使用可能な推奨事項**：このリンクは、LCM が輻輳を検出し、TTE ポリシーの推奨事項がある場合に表示されます。LCM の推奨事項を表示するには、リンクをクリックして **LCM 運用ダッシュボード**に移動します。 **削除**：ドメインカードを LCM モニタリング対象から削除できることを示します。

LCM 運用ダッシュボード

[LCM Operational Dashboard]（**[Traffic Engineering] > [Local Congestion Mitigation] > *[Domain-ID]*** > ··· > **[Operational Dashboard]**）には、設定された使用率しきい値で定義された輻輳インターフェイスが表示されます。

各インターフェイスには、現在の使用率、推奨アクション、ステータス、推奨をコミットした後に予想される使用率などの詳細がリストされます。各列に表示される情報のタイプの説明を表示するには、マウスポインタを ⓘ に合わせます。

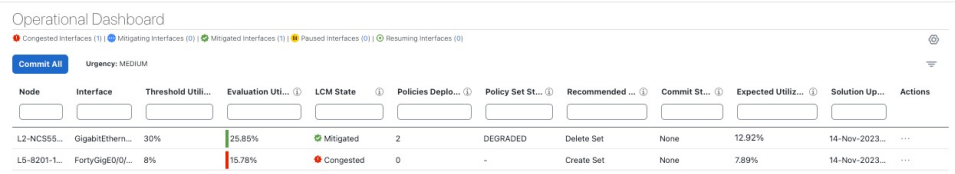
[アクション（Actions）] 列から次の操作を実行できます。

- 展開前の TTE ポリシーのプレビュー（··· > [ソリューションのプレビュー（Preview Solution）]）
- 展開の確認（··· > [展開されたポリシーを表示（View Deployed Policies）]）
- インターフェイスの一時停止または再開（··· > [再開（Resume）] / [一時停止（Pause）]）

LCM 運用ダッシュボードが提供する情報をよりよく理解するには、次の例を参照してください。

（注） このガイドの HTML バージョンを表示している場合は、画像をクリックしてフルサイズで表示してください。

図 *16 : LCM* 運用ダッシュボード



この例では、次の情報が伝えられます。

- 最初の行は、現在緩和状態にあるインターフェイスであり、以前の輻輳を緩和するために 2 つのポリシーが展開されていることを示しています（**Policies Deployed-2**）。ただし、現在の推奨事項（[推奨処置（Recommended Action）] : [セットの削除（Delete Set）]）では、ポリシーは不要になったため削除することになっています（以前に展開されたポリシーが削除されても、輻輳は発生しません）。現在の推奨事項はコミットされていないため、現在の [コミットステータス（Commit Status）] は [なし（None）] です。
- 2 番目の行は、現在輻輳状態にあるインターフェイスです。LCM が輻輳を検出し、輻輳を修正するためのポリシーの展開が推奨されています（[推奨処置（Recommended Action）] : [セットの作成（Create Set）]）。ソリューションのプレビューを選択できます（[⋯] > [ソリューションのプレビュー（Preview Solution）]）。

（注） LCM がソリューションを見つけられない場合（[推奨処置（Recommended Action）] : [ソリューションなし（No Solution）]）、[LCMの設定（LCM Configuration）] ページで有効になっている制約が原因の可能性があります。詳細については、「LCM の設定 （16 ページ）」を参照してください。

推奨事項はセットの一部としてリストされ、展開されている場合はすべての変更がコミットされます。[すべてコミット（Commit All）] をクリックする必要があります。

LCM からのインターフェイスの一時的な除外

軽減のために LCM にインターフェイスを含めるのを一時的に停止できます。インターフェイスは一時停止されると、推奨項目の一部とは見なされなくなり、そのインターフェイスが参加している既存のソリューションはすべて削除されます。操作の一時停止は、次のような多くの使用例で必要になる場合があります。

- 展開されたソリューションで意図した解決につながらない場合

- ECMP トラフィックが不均一な場合
- トラフィックを伝送しないポリシーがある場合
- インターフェイスが異なるソリューション間で継続的にスロットリングしている場合

次のような特定の異常が検出されると、LCM 機能パックによってインターフェイスが自動的に一時停止されることがあります。

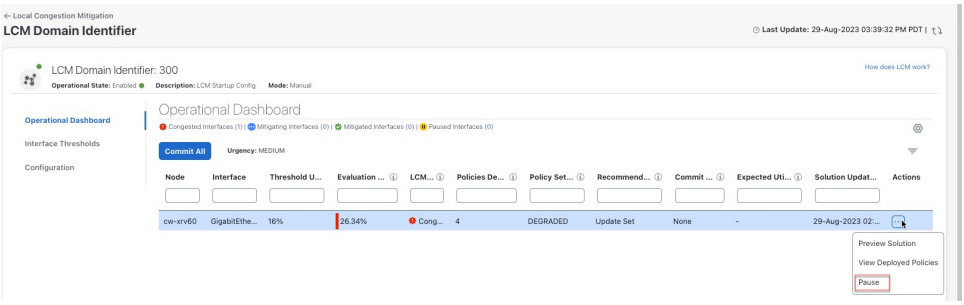
- LCM SR ポリシートラフィックがない
- 過剰な LCM ポリシー トラフィックの不均衡
- 1 時間あたりの過剰な LCM 振動や削除数

このような状況では、ユーザーは修正処置を実行し、手動でインターフェイスの一時停止を解除できます。

[LCM運用ダッシュボード（LCM Operational Dashboard）] の [アクション（Actions）] 列で、LCM 計算から除外するインターフェイスに対して [...] > [一時停止（Pause）] の順にクリックします。LCM 計算にインターフェイスを再度含めるには、[...] > [再開（Resume）] の順にクリックします。

（注） 複数のインターフェイスを同時に一時停止すると、要求がタイムアウトする可能性がありますが、各要求はキューに入り、ダッシュボードに表示されます。

図 *17*：インターフェイスの一時停止



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。