ファブリック プロビジョニング

この章は、次の内容で構成されています。

ファブリック プロビジョニング

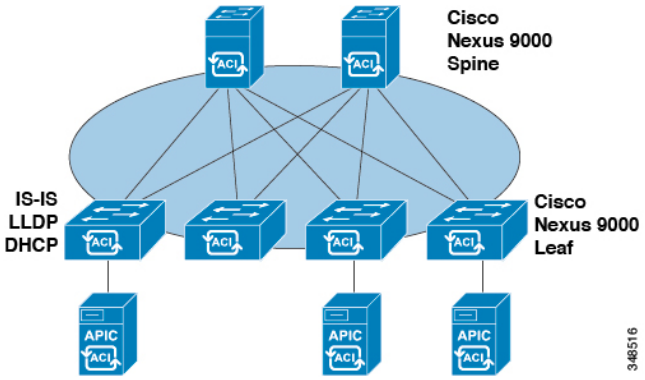
Cisco Application Centric Infrastructure（ACI）の自動化とセルフプロビジョニングにより、従来のスイッチング インフラストラクチャに勝るこれらの操作上のメリットがもたらされます。

- クラスタ化され論理的に一元化されたが物理的に分散されている APIC では、ファブリック全体にポリシー、ブートストラップおよびイメージ管理が提供されます。
- APIC 起動トポロジの自動検出、自動構成、およびインフラストラクチャ アドレッシングでは、次の業界標準のプロトコルが使用されます。Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS）、Link Layer Discovery Protocol（LLDP）、Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）。
- APIC では、シンプルで自動化されたポリシーベースのプロビジョニングとアップグレードのプロセス、および自動イメージ管理が提供されます。
- APIC では、スケーラブルな構成管理が提供されます。ACI のデータセンターは非常に規模が大きい場合があるため、スイッチまたはインターフェイスを個別に構成すると、スクリプトを使用しても十分に拡張しません。APIC ポッド、コントローラ、スイッチ、モジュール、およびインターフェイスセレクタ（すべて、範囲、特定のインスタンス）により、ファブリック全体の対称構成が可能になります。対称構成を適用するには、管理者がインターフェイス構成を単一のポリシー グループに関連付けるスイッチ プロファイルを定義します。その後、個別に構成する必要なく、そのプロファイル内のすべてのインターフェースに迅速に展開されます。

スタートアップ検出と構成

クラスタ化された APIC コントローラでは、ファブリックに DHCP、ブートストラップ構成およびイメージ管理が提供され、自動化されたスタートアップおよびアップグレードが可能になります。次の図は、スタートアップ検出を示します。

図 *1* : スタートアップ検出の構成



Cisco Nexus ACI ファブリック ソフトウェアは ISO イメージとしてバンドルされており、Cisco Integrated Management Controller（CIMC）の KVM インターフェイスを介して Cisco APIC サーバにインストールできます。Cisco Nexus ACI Software ISO には、Cisco APIC イメージ、リーフ ノードのファームウェア イメージ、スパイン ノードのファームウェア イメージ、デフォルトのファブリック インフラストラクチャ ポリシー、運用に必要なプロトコルが含まれています。

ACI ファブリックのブートストラップ シーケンスは、すべてのスイッチにインストールされている工場出荷時のイメージによってファブリックがブートすると開始されます。ACI ファームウェアと APIC を実行する Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチは、ブート プロセスに予約済みのオーバーレイを使用します。このインフラストラクチャ スペースはスイッチ上でハードコードされています。APIC はデフォルトのオーバーレイを通じてリーフに接続できます。または、ローカルで有効な ID を使うことができます。

ACI ファブリックはインフラストラクチャ スペースを使用します。インフラストラクチャ スペースはファブリック内でセキュアに隔離され、ここですべてのトポロジ検出、ファブリック管理、インフラストラクチャ アドレッシングが行われます。ファブリック内の ACI ファブリック管理コミュニケーションは、内部のプライベート IP アドレスを通じてインフラストラクチャ スペース内で行われます。このアドレッシング方式によって、APIC はクラスタ内のファブリック ノードおよび他の Cisco APIC コントローラとの通信を行えます。APIC は、Link Layer Discovery Protocol（LLDP）ベースの検出プロセスを使用してクラスタ内の他の Cisco APIC コントローラの IP アドレスとノード情報を検出します。

次に、APIC クラスタ検出プロセスについて説明します。

- Cisco ACI の各 APIC は、内部のプライベート IP アドレスを使用してクラスタ内の ACI ノードおよび他の APIC と通信します。APIC は、LLDP ベースの検出プロセスを通じてクラスタ内の他の APIC コントローラの IP アドレスを検出します。
- APIC は、APIC ID から APIC IP アドレスと APIC の汎用一意識別子（UUID）にマッピングを提供するアプライアンス ベクトル（AV）を維持します。最初に、各 APIC がローカルの IP アドレスで満たされた AV から開始し、他のすべての APIC スロットが不明としてマークされます。
- スイッチの再起動後、リーフのポリシー要素（PE）が APIC からその AV を取得します。スイッチはその後、この AV をすべてのネイバーにアドバタイズし、ローカル AV とネイバーの AV 間の不一致をローカル AV のすべての APIC にレポートします。

このプロセスを使用して、APIC はスイッチを介して ACI の他の APIC コントローラについて学習します。クラスタ内のこれらの新しく検出された APIC コントローラを検証した後、APIC コントローラはローカル AV を更新して、スイッチを新しい AV でプログラミングします。その後、スイッチはこの新しい AV のアドバタイズを開始します。このプロセスは、すべてのスイッチが同一の AV を持ち、すべての APIC コントローラが他のすべての APIC コントローラの IP アドレスを認識するまで継続します。

（注） クラスタへの変更を開始する前に、必ずその状態を確認してください。クラスタに対して計画した変更を実行するときは、クラスタ内のすべてのコントローラが正常である必要があります。クラスタ内の 1 つ以上の APIC コントローラが正常でない場合は、先に進む前にそのクラスタに変更を加えてその状況を修復してください。また、APIC に追加されたクラスタ コントローラが APIC クラスタ内の他のコントローラと同じファームウェア バージョンを実行しているか確認してください。APIC クラスタを正常に変更するために従う必要があるガイドラインについては、「KB: Cisco ACI APIC クラスタ管理」 の記事を参照してください。

ACI ファブリックは、APIC に直接接続されているリーフノードから順に段階的に起動されます。LLDP およびコントロール プレーン IS-IS コンバージェンスは、このブート プロセスと並行して行われます。ACI ファブリックは LLDP および DHCP ベースのファブリック検出機能を使用して、ファブリック スイッチ ノードの検出、インフラストラクチャの VXLAN トンネル エンドポイント（VTEP）アドレスの割り当て、スイッチへのファームウェアのインストールを自動的に行います。この自動プロセスの前に、Cisco APIC コントローラ上で最小限のブートストラップ構成を行う必要があります。APIC コントローラが接続され、IP アドレスが割り当てられると、Web ブラウザに APIC コントローラのアドレスを入力して APIC GUI にアクセスできます。APIC GUI は HTML5 を実行し、Java をローカルにインストールする必要がなくなります。

ファブリック インベントリ

ポリシーモデルには、すべてのノードおよびインターフェイスを含むファブリックの完全なリアルタイムインベントリが含まれます。このインベントリ機能により、プロビジョニング、トラブルシューティング、監査、およびモニタリングを自動化できます。

Cisco ACI のファブリック スイッチの場合は、ファブリック メンバーシップのノードインベントリに、ノード ID、シリアル番号および名前を識別するポリシーが含まれます。サードパーティのノードは、管理対象外のファブリック ノードとして記録されます。Cisco ACI のスイッチは自動的に検出することができ、またはポリシー情報をインポートできます。ポリシーモデルは、ファブリック メンバー ノードのステータス情報も保持します。

ノードのステータス	条件
不明	ポリシーが存在しません。すべてのノードにはポリシーが必要で、ポリシーがない場合はメンバー ノードのステータスは不明となります。

ノードのステータス	条件
検出中（Discovering）	ノードが検出され、ホスト トラフィックの応答待ちであることを示す一時的な状態です。
未検出	ノードにはポリシーがありますが、ファブリックで提示されたことはありません。
Unsupported	ノードは Cisco のスイッチですが、サポートされていません。たとえば、ファームウェアのバージョンがACIのファブリックと互換性がありません。
廃止	ノードはポリシーとして検出されましたが、ユーザがこれを無効にしました。ノードを再び有効化することができます。 （注） リーフスイッチを廃止するときにワイプ オプションを指定すると、APICはリーフスイッチとAPICの両方のリーフスイッチ構成すべての削除を試みます。リーフスイッチに到達できない場合は、APIC のみがクリーニングされます。この場合、ユーザはリーフスイッチをリセットして手動でワイプする必要があります。
非アクティブ	ノードが到達不能です。検出されましたが、現在アクセスできません。たとえば、電源がオフになっているか、ケーブルが切断されている可能性があります。
アクティブ	ノードはファブリックのアクティブ メンバーです。

無効のインターフェイスは、管理者によってブラックリスト化されたものや、APIC が異常を検出するため取り除かれたものである可能性があります。リンク ステート異常の例を次に示します。

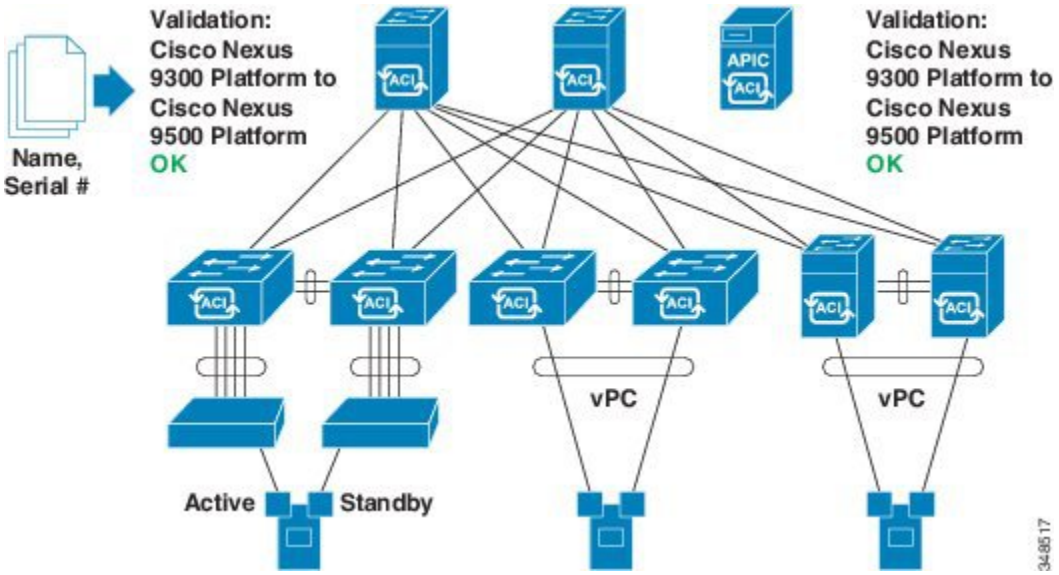
- スパインに接続されているスパイン、リーフに接続されているリーフ、リーフ アクセス ポートに接続されているスパイン、非 ACI ノードに接続されているスパイン、または非 ACI デバイスに接続されているリーフ ファブリック ポートなどの配線の不一致。
- ファブリック名の不一致。ファブリック名は各ACIノードに保存されます。工場出荷時のデフォルト状態に戻して再設定されることなくノードが別のファブリックに移動される場合、ファブリック名が保持されます。
- UUID の不一致によって APIC がノードを無効化します。

（注） 管理者がAPICを使用してスパインのすべてのリーフ ノードを無効化する場合、スパインへのアクセスを回復するためにスパインの再起動が必要です。

プロビジョニング

APIC プロビジョニング方式により、適切な接続を通じて ACI ファブリックが自動的に起動します。次の図は、ファブリックのプロビジョニングを示します。

図 *2:* ファブリック プロビジョニング



Link Layer Discovery Protocol（LLDP）ディスカバリが隣接するすべての接続を動的に学習した後、これらの接続は緩やかなルールに照らし合わせて検証できます。たとえば、「LEAF can connect to only SPINE-L1-*」または「SPINE-L1-* can connect to SPINE-L2-* or LEAF」などと指定できます。ルールの不一致が発生すると、障害が発生し、リーフが別のリーフまたはスパインに接続されたスパインに接続できないため、接続がブロックされます。また、接続に注意が必要であることを示すアラームが作成されます。Cisco ACI ファブリックの管理者は、テキスト ファイルからすべてのファブリック ノードの名前とシリアル番号を APIC にインポートすることができ、または APIC GUI、コマンド ライン インターフェイス（CLI）または API を使用してシリアル番号を自動的に検出し、名前をノードに割り当てることをファブリックに許可できます。APIC は、SNMP 経由で検出可能です。次の asysobjectId があります。

```
ciscoACIController OBJECT IDENTIFIER ::= { ciscoProducts 2238 }
```

多層アーキテクチャ

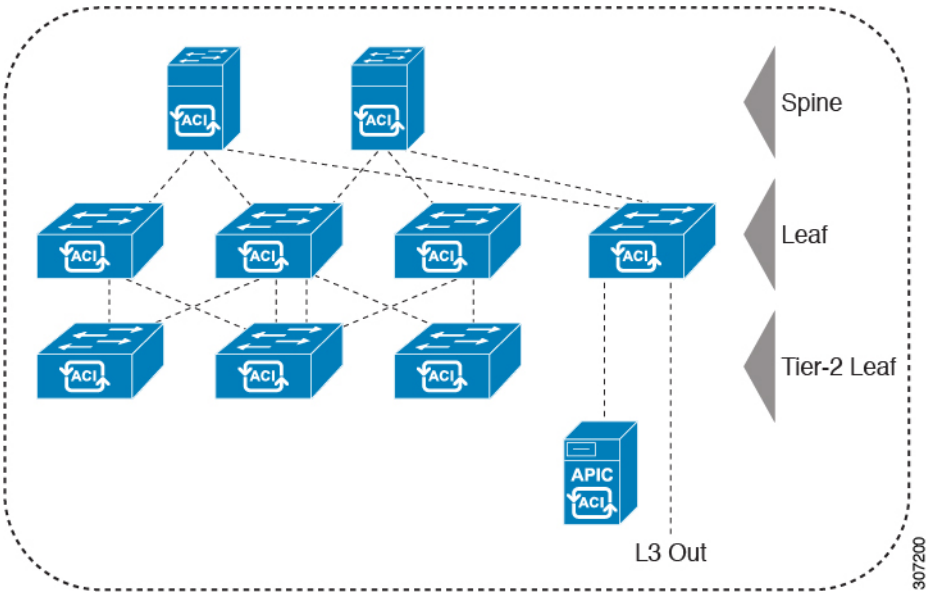
3 階層コア集約アクセス アーキテクチャは、データ センター ネットワーク トポロジで共通です。Cisco APIC リリース 4.1(1) 時点で、コア集約アクセス アーキテクチャに対応するマルチ階層 ACI ファブリック トポロジを作成するため、ラックスペースや配線などコストが高いコンポーネントのアップグレードの必要性を軽減できます。階層 2 リーフ レイヤーを追加することで、このトポロジが可能になります。階層 2 リーフ レイヤーは、ダウンリンク ポート上のホ

ストまたはサーバへの接続、およびアップリンク ポート上のリーフ レイヤー (集約) への接続をサポートします。

マルチ階層トポロジでは、リーフ スイッチには最初にスパイン スイッチへのアップリンク接続と、階層 2 リーフ スイッチへのダウンリンク接続があります。トポロジ全体を ACI ファブリックにするには、階層 2 リーフ ファブリック ポートに接続されているリーフ スイッチ上のすべてのポートが、ファブリック ポートとして設定されている必要があります (まだデフォルトのファブリック ポートを使用していない場合)。APIC が階層 2 リーフ スイッチを検出した後、階層 2 リーフ上のダウンリンク ポートをファブリック ポートに変更し、中間レイヤ リーフ上のアップリンク ポートに接続できます。

次の図は、マルチ階層ファブリック トポロジの例を示します。

図 *3:* マルチ階層ファブリック トポロジ例



上の図のトポロジがリーフ集約レイヤに接続している Cisco APIC および L3Out/EPG を示しており、階層 2 リーフ アクセス レイヤは APIC および L3Out/EPG への接続もサポートしています。

APIC クラスタの管理

クラスタ管理の注意事項

Cisco Application Policy Infrastructure Controller (APIC) クラスタは複数の Cisco APIC コントローラで構成され、Cisco Application Centric Infrastructure（ACI）ファブリックに対する統合されたリアルタイム モニタリング、診断および構成管理機能がオペレータに提供されます。最適なシステム パフォーマンスが得られるように、Cisco APIC クラスタを変更する場合は次のガイドラインに使用してください：

- クラスタへの変更を開始する前に、必ずその状態を確認してください。クラスタに対して計画した変更を実行するときは、クラスタ内のすべてのコントローラが正常である必要があります。クラスタ内の 1 つ以上の Cisco APIC のヘルス ステータスが「十分に正常」でない場合は、先に進む前にその状況を修復してください。また、Cisco APICに追加されたクラスタ コントローラが Cisco APIC クラスタ内の他のコントローラと同じファームウェア バージョンを実行しているか確認してください。
- クラスタ内には少なくとも 3 つのアクティブな Cisco APIC を追加のスタンバイ Cisco APIC とともに使用することを推奨します。ほとんどの場合、3、5、または 7 の Cisco APIC のクラスタ サイズにすることをお勧めします。80 ~ 200 のリーフ スイッチの 2 つのサイトのマルチポッド ファブリックには 4 つの Cisco APIC を推奨します。
- 現在クラスタにない Cisco APIC からのクラスタ情報は無視します。正確なクラスタ情報ではありません。
- クラスタ スロットには Cisco APIC `ChassisID` を含みます。スロットを設定すると、割り当てられたシャーシ `ID` の Cisco APIC を解放するまでそのスロットは使用できません。
- Cisco APIC ファームウェア アップグレードが進行中の場合は、それが完了し、クラスタが完全に適合するまでクラスタへの他の変更はしないでください。
- Cisco APIC を移動する際は、最初に正常なクラスタがあることを確認します。Cisco APIC クラスタの状態を確認するには、後にシャットダウンする Cisco APIC を選択します。Cisco APIC をシャットダウンした後、Cisco APIC に移動し、再接続して、電源を入れます。GUI から、クラスタ内のすべてのコントローラが完全に適合状態に戻すことを確認します。

（注） 一度に 1 つの Cisco APIC のみ移動します。

- 一連のリーフ スイッチに接続されている Cisco APIC を別のリーフ スイッチのセットに移動する場合、または Cisco APIC を同じリーフ スイッチ内の別のポートに移動する場合は、まずクラスタが正常であることを確認します。Cisco APIC クラスタの状態を確認したら、移動してクラスタからデコミッションする Cisco APIC を選択します。Cisco APIC がデコミッションされたら、 Cisco APIC を移動してコミッションします。
- Cisco APIC クラスタを設定する前に、すべての Cisco APIC のパフォーマンスが同じファームウェア バージョンを実行していることを確認します。異なるバージョンを実行して Cisco APIC のパフォーマンスの最初のクラスタ リングはサポートされていない動作し、クラスタ内の問題が発生する可能性があります。
- 他のオブジェクトとは異なり、ログ レコード オブジェクトは、いずれかの Cisco APIC のデータベースの 1 つのシャードにのみ保存されます。これらのオブジェクトは、使用停止または Cisco APIC交換すると永久に失われます。
- Cisco APICをデコミッションすると、Cisco APIC に保存されていたすべての障害、イベント、および監査ログ履歴が失われます。すべての Cisco APIC を交換すると、すべてのログ履歴が失われます。Cisco APICを移行する前に、ログ履歴を手動でバックアップすることをお勧めします。

Cold Standby について (Cisco APIC クラスタ用)

Cold Standby 機能 Cisco Application Policy Infrastructure Controller(APIC クラスタ用) を使用すれば、クラスタ内の Cisco APIC をアクティブ/スタンバイモードで運用できます。Cisco APIC クラスタでは、指定されたアクティブ状態の Cisco APIC は負荷を共有し、指定されたスタンバイ状態の Cisco APIC はアクティブなクラスタ内の任意の Cisco APIC の置き換えとして動作することができます。

管理者ユーザーとして、Cisco APIC が初めて起動したときに Cold Standby 機能をセット アップできます。クラスタ内には少なくとも 3 基のアクティブ状態の Cisco APIC があり、1 基以上のスタンバイ状態の Cisco APIC があるようにすることを推奨します。管理者ユーザーとして、アクティブな Cisco APIC をスタンバイ状態の Cisco APIC で置き換えるには、切り替えを開始できます。

メンテナンス モード

メンテナンス モードを使用する際に理解に役立つ用語を紹介します。

- **メンテナンス モード**：デバッグ目的でユーザー トラフィックからスイッチを分離するために使用されます。**ファブリック** インベントリ ファブリック メンバーシップ**にある APIC GUI の** [ファブリック メンバーシップ（Fabric Membership）]ページの > **[メンテナンス（GIR）（Maintenance（GIR））] フィールドを有効にすることで、スイッチをメンテナンス モード**>**にできます**（スイッチを右クリックして**[メンテナンス（GIR）Maintenance（GIR）]** を選択します）。

  スイッチを**メンテナンス モード**にすると、そのスイッチは動作可能な ACI ファブリック インフラストラクチャの一部とは見なされず、通常の APIC 通信は受け入れられません。

メンテナンスモード使用してスイッチを正常に取り出し、そのスイッチをネットワークから分離して、デバッグ操作を実行することができます。スイッチは、最小限のトラフィックの中断だけで、通常の転送パスから取り外されます。

正常に削除、外部のすべてのプロトコルが適切に電源を切るファブリック プロトコル (IS-IS) を除くと、スイッチは、ネットワークから切り離します。メンテナンスモード時に、最大メトリックは IS-IS 内でアドバタイズ、 Cisco Application Centric Infrastructure (Cisco ACI) ファブリックおよびそのため、メンテナンス モードがスパイン スイッチからのトラフィックをひく点されません。さらに、スイッチの前面パネルのすべてのインターフェイスが、スイッチ ファブリック インターフェイスを除いてシャット ダウンされます。デバッグ操作後にスイッチを完全動作（通常）モードに戻すには、スイッチをリコミッショニングさせる必要があります。この操作により、スイッチのステートレス リロードがトリガーされます。

グレースフルの挿入で、スイッチは自動的にデコミッショニング、再起動、およびリコミッショニングされます。リコミッショニングが完了したら、外部のすべてのプロトコルを復元し、IS-IS で最大のメトリックは 10 分後にリセットされます。

次のプロトコルがサポートされています。

- Border Gateway Protocol（BGP）

- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）
- Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS）
- Open Shortest Path First（OSPF）
- リンク集約制御プロトコル（LACP）

プロトコルに依存しないマルチキャスト (PIM) はサポートされていません。

特記事項

- 境界リーフ スイッチに静的ルートがあり、メンテナンス モードがある場合、境界リーフ スイッチからのルートは ACI ファブリックにあるルーティング テーブルから削除されない可能性があり、ルーティングの問題が発生します。

  この問題を回避するには、次のいずれかを実行します。

  - その他の境界リーフ スイッチで同じ管理ディスタンスを持つ同じ静的ルートを設定するか、
  - 静的ルートの次のホップへの到達性を追跡するため IP SLA または BFD を使用します

- イーサネット ポート モジュールでは、インターフェイスを増殖停止、スイッチは、メンテナンス モードでは、通知に関連します。その結果、リモート スイッチを再起動するか、またはこの時間中にファブリック リンクかを調べますは、ファブリック リンクはありません確立した後で、スイッチがリブート手動でない限り (を使用して、 **acidiag タッチ クリーン** コマンド)、廃棄、および recommissioned。
- スイッチがメンテナンス モード中の場合、スイッチの CLI「show」コマンドでは、前面パネル ポートがアップ状態であり、BGP プロトコルがアップ状態かつ実行中であることを示します。インターフェイスは実際にシャットダウンされ、BGP のその他すべての隣接関係がダウンしますが、表示されているアクティブ状態でデバッグが可能です。
- マルチポッド/マルチサイトの場合、ノードをファブリックに戻すときのトラフィックの中断を最小限に抑えるために、 **再配布されるルートの IS-IS メトリックを** 63 未満に設定する必要があります。**再配布されるルートの IS-IS メトリック**を設定するには、**[ファブリック（Fabric）] > [ファブリック ポリシー（Fabric Policies）] > [ポッド ポリシー（Pod Policies）] > [IS-IS ポリシー（IS-IS Policy）]**を選択します 。
- 既存の登場させには、すべてのレイヤ 3 トラフィック迂回がサポートされています。LACP でレイヤ 2 のすべてのトラフィックは、冗長ノードを迂回も。ノードは、メンテナンス モードに入ります、されるとすぐに、ノードで実行されている LACP は、不要になった集約できるようにポート チャネルの一部としてネイバーを通知します。すべてのトラフィックは vPC ピア ノードを迂回します。
- メンテナンス モードでは、次の操作は許可されません。
  - **アップグレード**：ネットワークを新しいバージョンにアップグレードすること
  - **ステートフル リロード**：GIR ノードまたはその接続されたピアの再起動

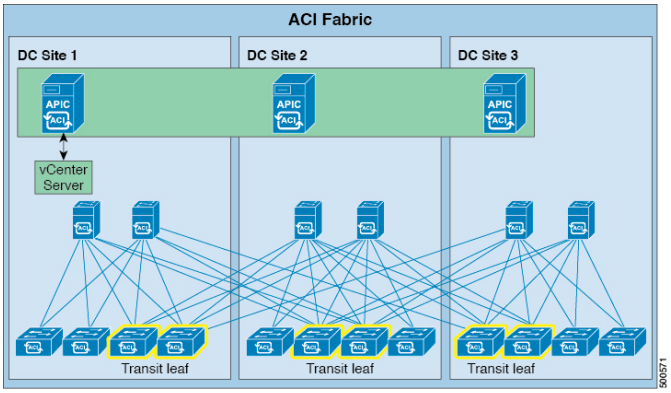
- **ステートレス リロード**：GIR ノードまたはその接続されたピアのクリーン設定または電源再投入による再起動
- **リンク操作**：GIR ノードまたはそのピアノードでのシャットダウン/非シャットダウンまたは光ファイバの OIR（オンラインでの挿入または取り外し）
- **構成変更**：設定変更（クリーン構成、インポート、スナップショット ロールバックなど）
- **ハードウェアの変更**：ハードウェアの変更（FRU または RMA の追加、交換、削除など）

ストレッチ ACI ファブリックの設計の概要

ストレッチ ACI ファブリックは、複数の場所に分散された ACI リーフおよびスパイン スイッチを接続する部分的にメッシュ化された設計です。通常、ACI ファブリックの実装は、フルメッシュ設計がファブリック内の各リーフスイッチを各スパイン スイッチに接続する単一のサイトであり、最高のスループットとコンバージェンスが得られます。マルチサイトのシナリオでは、フルメッシュ接続が不可能であるか、コストがかかりすぎる可能性があります。複数のサイト、建物、または部屋が、十分なファイバ接続ではサービスを提供できない距離にまたがる場合や、サイト全体の各リーフスイッチを各スパイン スイッチに接続するにはコストがかかりすぎる場合があります。

次の図にストレッチ ファブリック トポロジを示します。

図 *4 : ACI* ストレッチ ファブリック トポロジ



ストレッチ ファブリックは単一の ACI ファブリックです。サイトには 1 つの管理ドメインおよび 1 つの可用性ゾーンがあります。管理者は、サイトを 1 つのエンティティとして管理できます。 APIC コントローラ ノードで行われた構成変更は、サイト全体のデバイスに適用されます。ストレッチされた ACI ファブリックは、サイト間でのライブ VM 移行機能を保持します。ACI ストレッチ ファブリックの設計は検証されており、相互接続された最大 3 つのサイトでサポートされています。

ACI ストレッチ ファブリックは、基本的に、さまざまな場所に広がる「ストレッチ ポッド」を表します。ACI マルチポッド アーキテクチャを備えた ACI リリース 2.0(1) 以降、さまざまな場所に分散して ACI ファブリックを展開するための、より堅牢で回復力のある（推奨される）方法が提供されています。詳細については、次のホワイトペーパーを参照してください。

https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/application-centric-infrastructure/white-paper-c11-737855.html

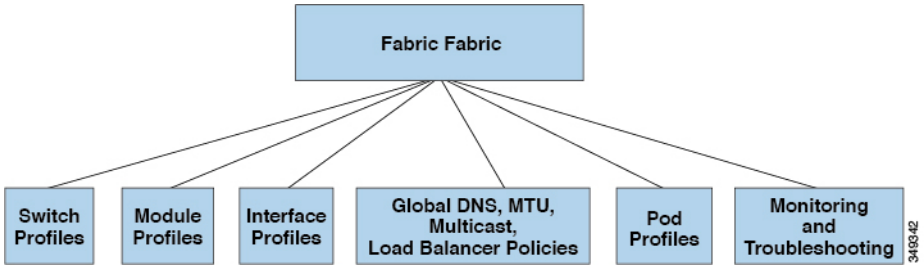
ストレッチ ACI ファブリック関連ドキュメント

KB ストレッチ ACI ファブリック設計の概要 テクニカル ノートは、トラフィック フロー、APIC クラスタの冗長性、および複数のサイトにまたがる ACI ファブリックを実装するための運用上の考慮事項に関する設計ガイドラインを提供します。

ファブリック ポリシーの概要

ファブリック ポリシーは、内部のファブリック インターフェイスの操作を管理し、スパインおよびリーフスイッチを接続するさまざまな機能、プロトコル、およびインターフェイスの構成を可能にします。ファブリックの管理者権限を持つ管理者は、要件に応じて新しいファブリック ポリシーを作成できます。APIC では、管理者はファブリック ポリシーを適用するポッド、スイッチおよびインターフェイスを選択できます。次の図は、ファブリックのポリシーモデルの概要を示します。

図 *5:* ファブリック ポリシーの概要



ファブリック ポリシーは、次のカテゴリにグループ化されます。

- スイッチ プロファイルは、構成するスイッチとスイッチの構成ポリシーを指定します。
- モジュール プロファイルは、構成するスパイン スイッチ モジュールとスパイン スイッチの構成ポリシーを指定します。
- インターフェイス プロファイルは、構成するファブリック インターフェイスとインターフェイスの構成ポリシーを指定します。
- グローバル ポリシーは、DNS、ファブリック MTU のデフォルト、マルチキャスト ツリー、およびファブリック全体で使用するロードバランサの構成を指定します。

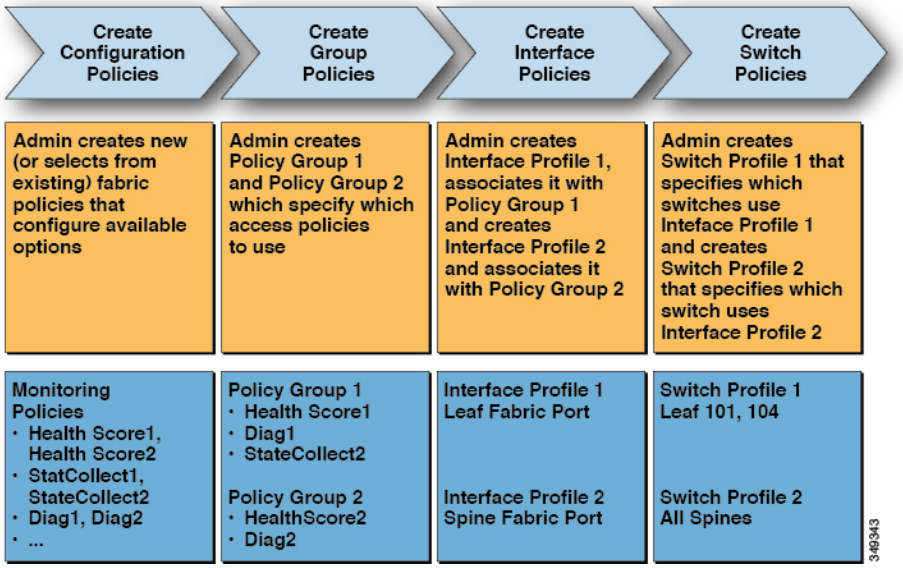
- ポッドプロファイルは、日付と時刻、SNMP、Council of Oracle Protocol（COOP）、IS-IS、および Border Gateway Protocol（BGP）ルート リフレクタ ポリシーを指定します。
- モニタリングおよびトラブルシューティングのポリシーは、モニタする対象、しきい値、障害とログの処理方法、および診断方法を指定します。

ファブリック ポリシーの構成

ファブリック ポリシーは、スパインおよびリーフスイッチに接続するインターフェイスを構成します。ファブリック ポリシーは、モニタリング（統計の収集および統計のエクスポート）、トラブルシューティング（オンデマンド診断と SPAN）、IS-IS、Council of Oracle Protocol（COOP）、SNMP、ボーダーゲートウェイ プロトコル（BGP）のルート リフレクタ、ドメインネームシステム（DNS）、またはNetwork Time Protocol（NTP）などの機能を有効にできます。

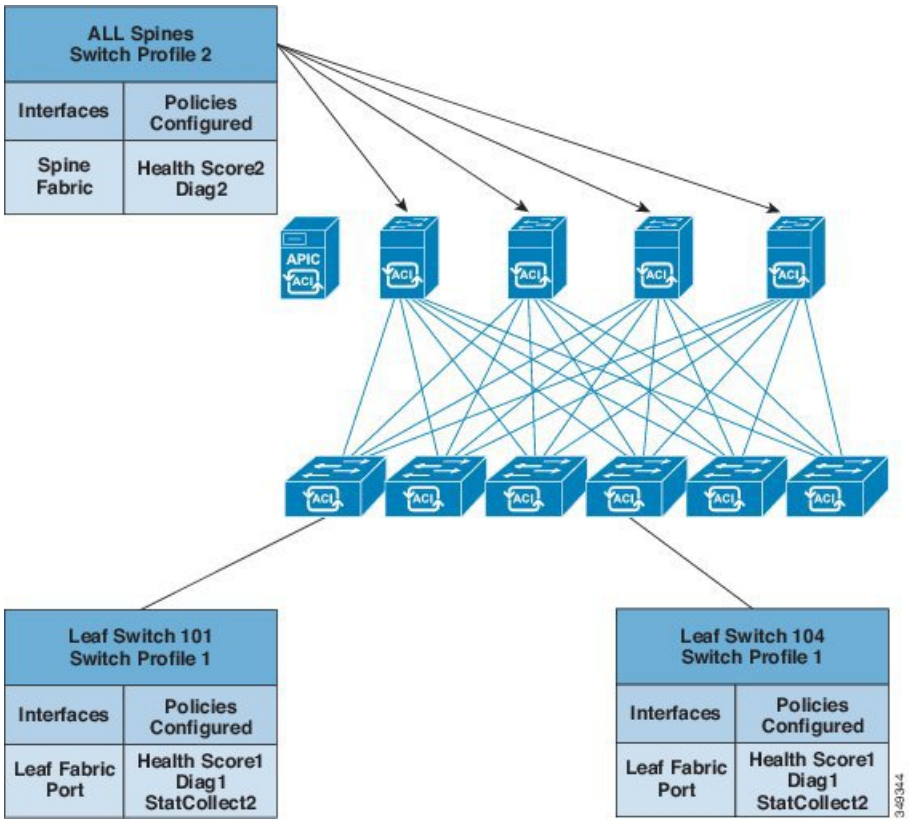
ファブリック全体で構成を適用するには、管理者がポリシーの定義済みグループをスイッチ上のインターフェイスに単一段階で関連付けます。このようにして、ファブリック上の多数のインターフェイスを一度に構成できます。1 個のポートを一度に構成することはスケーラブルではありません。次の図は、ACI ファブリックを構成するプロセスがどのように動作するかを示します。

図 *6:* ファブリック ポリシーの構成プロセス



次の図は、ACI ファブリックにスイッチ プロファイル 1 およびスイッチ プロファイル 2 を適用した結果を示します。

図 7: ファブリック スイッチ ポリシーの適用



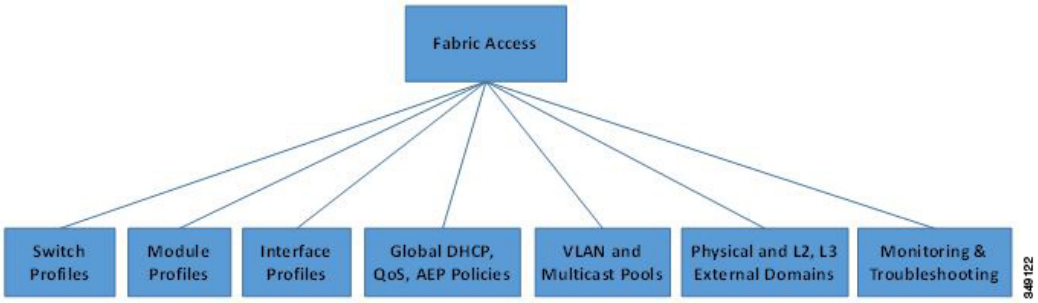
インフラストラクチャと範囲を組み合わせることにより、管理者はスケーラブルな方法でファブリック構成を管理することができます。これらの設定は、REST API、CLI、またはGUIを使用して実行できます。GUI 内の [クイック スタート インターフェイス（Quick Start Interface）] 構成ウィザードでは、そのようなポリシーの実行に必要な基盤となるオブジェクトが自動的に作成されます。

アクセスポリシーの概要

アクセスポリシーは、仮想マシン コントローラおよびハイパーバイザなどのデバイスに接続する外向きインターフェイス、ホスト、ネットワーク接続ストレージ、ルータ、または Fabric Extender（FEX; ファブリックエクステンダ）インターフェイスを構成します。アクセスポリシーにより、ポートチャネルおよび仮想ポートチャネル、Link Layer Discovery Protocol（LLDP）、Cisco Discovery Protocol（CDP）、または Link Aggregation Control Protocol（LACP）などのプロトコル、および統計収集、監視、および診断などの機能の構成が可能になります。

次の図は、アクセスポリシー モデルの概要を示します。

図 *8:* アクセスポリシー モデルの概要



アクセスポリシーは、次のカテゴリにグループ化されます。

- スイッチ プロファイルは、構成するスイッチとスイッチの構成ポリシーを指定します。
- モジュール プロファイルは、構成するリーフスイッチのアクセスカードおよびアクセス モジュールとリーフスイッチの構成ポリシーを指定します。
- インターフェイス プロファイルは、構成するアクセス インターフェイスとインターフェイスの構成ポリシーを指定します。
- グローバル ポリシーにより、ファブリック全体に使用できる DHCP、QoS、および接続可能アクセス エンティティ（AEP）のプロファイル機能の構成が可能になります。AEP プロファイルは、リーフ ポートの大規模セットでハイパーバイザ ポリシーを展開するためのテンプレートを提供し、仮想マシン管理（VMM）のドメインと物理ネットワーク インフラストラクチャを関連付けます。また、レイヤ 2 およびレイヤ 3 の外部ネットワークの接続にも必要となります。
- プールは、VLAN、VXLAN およびマルチキャストアドレス プールを指定します。プールは共有リソースで、VMM などの複数のドメインおよびレイヤ 4 ～ レイヤ 7 のサービスで消費できます。プールは、さまざまなトラフィックのカプセル化 ID を表します（たとえば、VLAN ID、VNID、マルチキャストアドレスなど）。
- 物理および外部ドメイン ポリシーには、次のものが含まれます。
  - 外部ブリッジドメインのレイヤ2ドメインプロファイルには、ファブリックに接続されたブリッジ レイヤ 2 ネットワークが使用するポートおよび VLAN の仕様が含まれます。
  - 外部ルーテッド ドメインのレイヤ 3 ドメイン プロファイルには、ファブリックに接続されたルーテッド レイヤ 3 ネットワークが使用するポートおよび VLAN の仕様が含まれます。
  - 物理ドメイン ポリシーには、テナントまたはエンドポイント グループで使用されるポートや VLAN などの物理インフラストラクチャの仕様が含まれます。
- モニタリングおよびトラブルシューティングのポリシーは、モニタする対象、しきい値、障害とログの処理方法、および診断方法を指定します。

アクセス ポリシーの構成

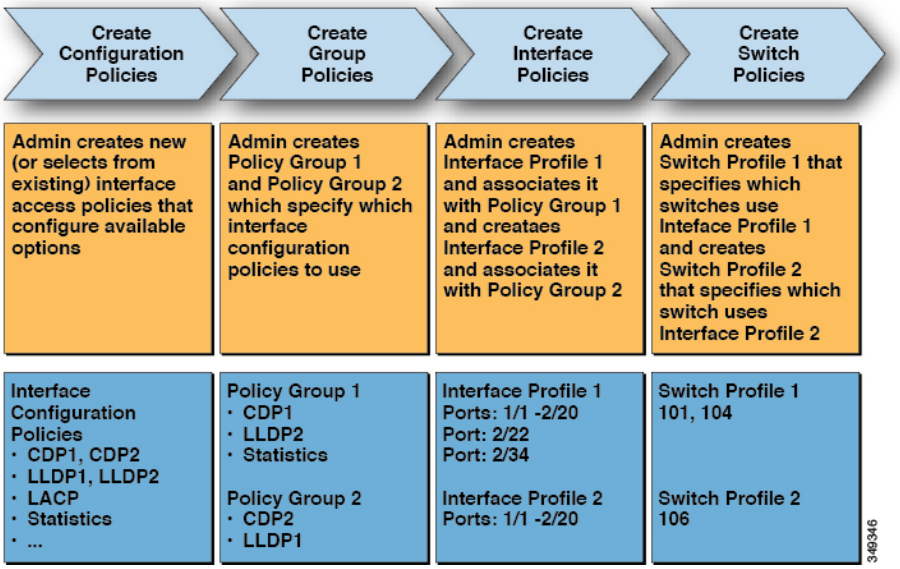
アクセスポリシーは、スパインスイッチに接続していない外向きインターフェイスを構成します。外向きインターフェイスは、仮想マシンコントローラなどの外部デバイス、ハイパーバイザ、ホスト、ルータ、または Fabric Extender（FEX; ファブリックエクステンダ）と接続します。アクセスポリシーにより、管理者はポートチャネルおよび仮想ポートチャネル、LLDP、CDP、LACP などのプロトコル、モニタリングや診断などの機能を設定することができます。

スイッチインターフェイス用のサンプル XML ポリシー、ポートチャネル、仮想ポートチャネル、およびインターフェイスの変更のスピードについては、『*Cisco APIC Rest API* 構成ガイド』に記載されています。

（注） テナントネットワークポリシーがファブリックのアクセスポリシーと別に構成される一方で、依存する基盤となるアクセスポリシーが整わないとテナントポリシーはアクティブ化されません。

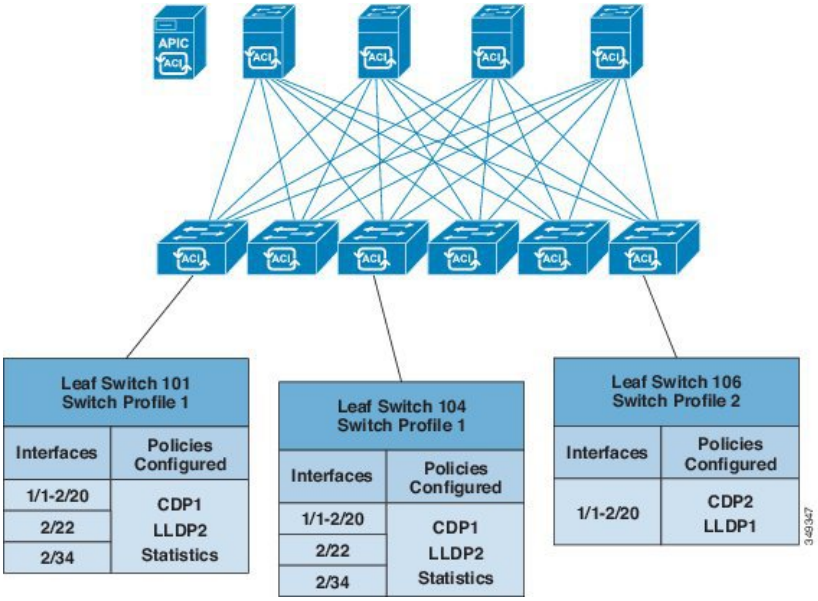
潜在的に多数のスイッチ間で構成を適用するためには、管理者は、単一のポリシーグループのインターフェイス構成を関連付けるスイッチ プロファイルを定義します。このようにして、ファブリック上の多数のインターフェイスを一度に構成できます。スイッチ プロファイルには、複数のスイッチに対する対称構成や一意の特殊用途構成を含めることができます。次の図は、ACI ファブリックへのアクセス構成のプロセスを示します。

図 *9:* アクセスポリシーの構成プロセス



次の図は、ACI ファブリックにスイッチ プロファイル 1 およびスイッチ プロファイル 2 を適用した結果を示します。

図 *10* : アクセススイッチ ポリシーの適用

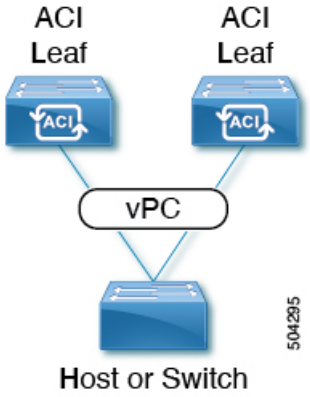


インフラストラクチャと範囲を組み合わせることにより、管理者はスケーラブルな方法でファブリック構成を管理することができます。これらの設定は、REST API、CLI、またはGUIを使用して実行できます。GUI内の[クイック スタート インターフェイス（Quick Start Interface）]、[PC]、[VPC 構成（VPC Configuration）] ウィザードでは、そのようなポリシーの実行に必要な基盤となるオブジェクトが自動的に作成されます。

Cisco ACI の仮想ポート チャネル

仮想ポートチャネル（vPC）によって、2つの異なるCisco Application Centric Infrastructure（ACI）リーフノードに物理的に接続されたリンクを、リンク集約テクノロジーをサポートするネットワークスイッチ、サーバー、他のネットワークデバイスなどから単一のポートチャネル（PC）に見えるようにすることができます。vPC は、vPC のピア スイッチとして指定された 2 台の Cisco ACI リーフ スイッチから構成されます。Of the vPC peers, one is primary and one is secondary. The system formed by the switches is referred to as a vPC domain.

図 *11 : vPC* ドメイン



次の動作は、Cisco ACI vPC 実装に固有です。

- vPC ピア間に専用ピア リンクはありません。代わりに、ファブリック自体がマルチシャーシ トランキング（MCT）として機能します。
- ピア到達可能性プロトコル：Cisco ACI は、Cisco Fabric Services（CFS）の代わりに Zero Message Queue（ZMQ）を使用します。
  - ZMQ は、トランスポートとして TCP を使用するオープンソースの高性能メッセージング ライブラリです。
  - このライブラリは、スイッチ上では libzmq としてパッケージ化されており、vPC ピアと通信する必要がある各アプリケーションにリンクされています。
- ピアの到達可能性は、物理ピア リンクを使用して処理されません。代わりに、ルーティング トリガーを使用してピアの到達可能性を検出します。
  - vPC マネージャは、ピア ルート通知のためにユニキャスト ルーティング情報ベース（URIB）に登録します。
  - IS-IS がピアへのルートを検出すると、URIB は vPC マネージャに通知します。vPC マネージャは、ピアとの ZMQ ソケットを開こうとします。
  - ピア ルートが IS-IS によって取り消されると、URIB は vPC マネージャに再び通知し、vPC マネージャは MCT リンクをダウンします。
- 2 つのリーフ スイッチ間に vPC ドメインを作成する場合は、以下のハードウェア モデルの制限が適用されます。
  - 第 1 世代のスイッチは、第 1 世代の他のスイッチとのみ互換性があります。これらのスイッチ モデルは、スイッチ名の末尾に「EX」、「FX」、「FX2」、「GX」またはそれ以降のサフィックスがないことで識別できます。たとえば、N9K-9312TX という名前などです。
  - 第 2 世代以降のスイッチは、vPC ドメインで混在させることができます。これらのスイッチ モデルは、スイッチ名の末尾に「EX」、「FX」、「FX2」、「GX」またはそ

れ以降のサフィックスが付いていることで識別できます。たとえば、N9K-93108TC-EX や N9K-9348GC-FXP という名前などです。

互換性のある vPC スイッチ ペアの例：

- N9K-C9312TX および N9K-C9312TX
- N9K-C93108TC-EX および N9K-C9348GC-FXP
- N9K-C93180TC-FX and N9K-C93180YC-FX
- N9K-C93180YC-FX および N9K-C93180YC-FX

互換性のない vPC スイッチ ペアの例：

- N9K-C9312TX および N9K-C93108TC-EX
- N9K-C9312TX および N9K-C93180YC-FX

- ポートチャネルおよび仮想ポートチャネルは、LACP の有無にかかわらず構成できます。

  ポートを LACP 付きで構成したのに、ポートがピアから LACP PDU を受信しなかった場合、LACP はポートを中断状態に設定します。これによって、サーバーの中には起動に失敗するものがあります。LACP がポートを論理的 up 状態にすることを必要としているからです。**LACP suspend individual** を無効にして、動作を個々の使用に合わせて調整できます。そのためには、vPC ポリシー グループでポート チャネル ポリシーを作成し、モードを LACP アクティブに設定してから、**Suspend Individual Port** を削除します。これ以後、vPC 内のポートはアクティブなまま、LACP パケットを送信し続けます。

- ARP ネゴシエーションに基づく、仮想ポート チャネル間での適応型ロード バランシング（ALB）は、Cisco ACI ではサポートされていません。

ポートチャネルと仮想ポートチャネル アクセス

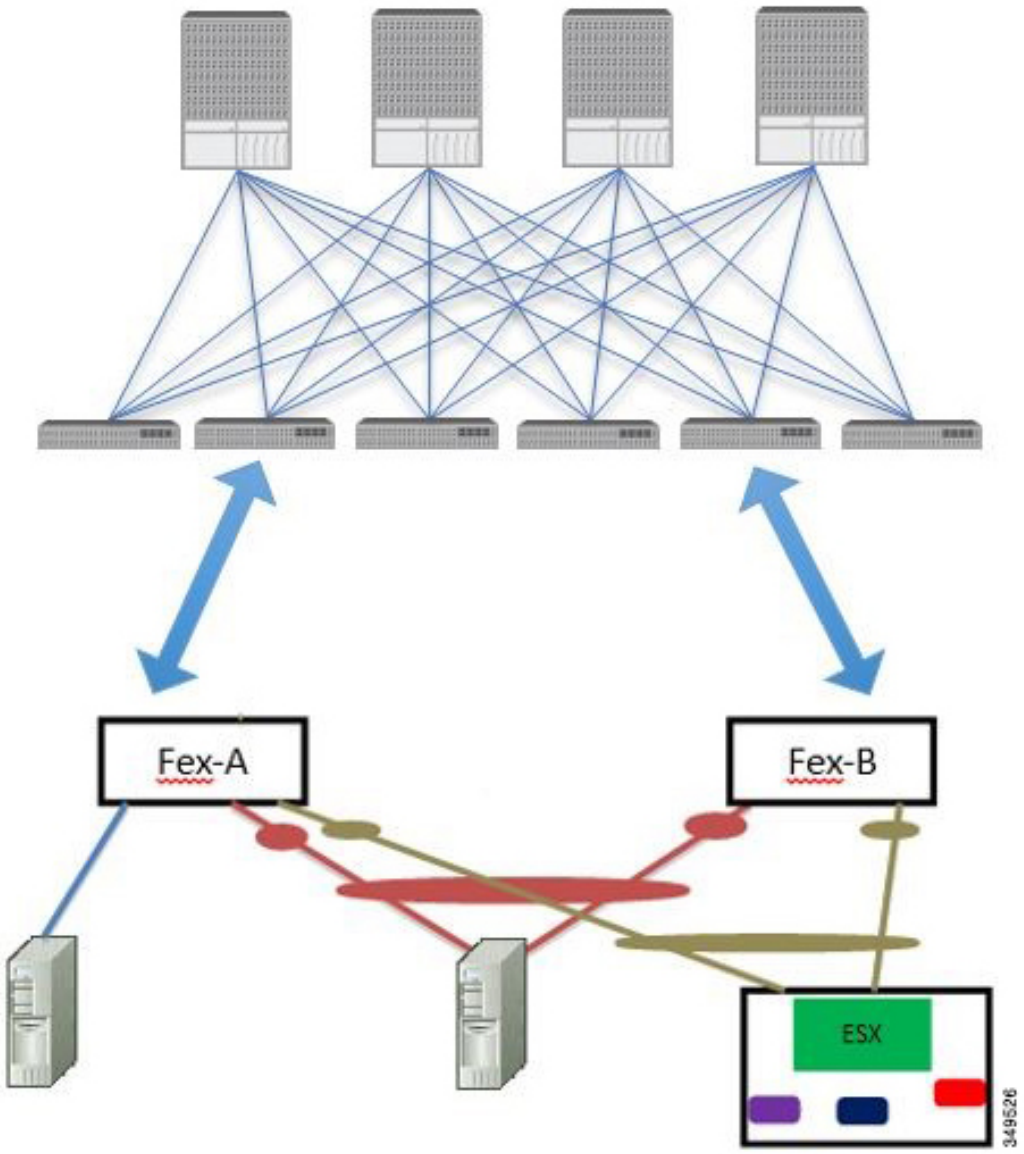
アクセスポリシーにより、管理者はポートチャネルと仮想ポートチャネルを構成できます。スイッチ インターフェイス用のサンプル XML ポリシー、ポートチャネル、仮想ポートチャネル、およびインターフェイスの変更のスピードについては、『*Cisco APIC Rest API* 構成ガイド』に記載されています。

FEX 仮想ポート チャネル

ACI ファブリックは、FEX ストレート vPC とも呼ばれる Cisco Fabric Extender（FEX）サーバ側仮想ポート チャネル（vPC）をサポートします。

（注） 2 つのリーフ スイッチ間に vPC ドメインを作成する場合は、同じ vPC ペアの一部になる 2 つのリーフ スイッチのハードウェアに互換性があることを確認します。詳細については、Cisco ACI の仮想ポート チャネル （17 ページ）を参照してください。

図 *12 :* サポートされる *FEX vPC* トポロジ



サポートされる FEX vPC ポート チャネル トポロジは次のとおりです。

- FEX の背後にある VTEP および非 VTEP の両方のハイパーバイザ。

- ACI ファブリックに接続された 2 つの FEX に接続された仮想スイッチ（AVS や VDS など）（物理 FEX ポートに直接接続された vPC はサポートされません。vP Cはポート チャネルでのみサポートされます）。

（注） GARP を、同じ FEX 上の異なるインターフェイスで IP から MAC バインディングへ変更する際の通知プロトコルとして使用する場合、ブリッジ ドメインは **[ARP フラッディング (ARP Flooding)]** に設定し、**[EP 移動検出モード (EP Mode Detection Mode)]** : **[GARP ベースの検出 (GARP-based Detection)]** を、ブリッジ ドメイン ウィザードの **[L3 構成 (L3 Configuration)]** ページで有効にする必要があります。この回避策は、のみ生成 1 スイッチで必要です。第 2 世代のスイッチで、または以降では、この問題ではありません。

ファイバチャネルおよび FCoE

ファイバチャネルおよびFCoE構成情報については、『*Cisco APIC Layer 2 Networking Configuration Guide*』を参照してください。

Cisco ACI ファブリックでの Fibre Channel over Ethernet トラフィックのサポート

Cisco Application Centric Infrastructure（ACI）では、Cisco ACI ファブリック上の Fibre Channel over Ethernet（FCoE）に対するサポートを設定して、管理することができます。

FCoE は、ファイバ チャネル パケットをイーサネット パケット内にカプセル化するプロトコルです。これにより、ストレージ トラフィックをファイバ チャネル SAN とイーサネット ネットワーク間でシームレスに移動できます。

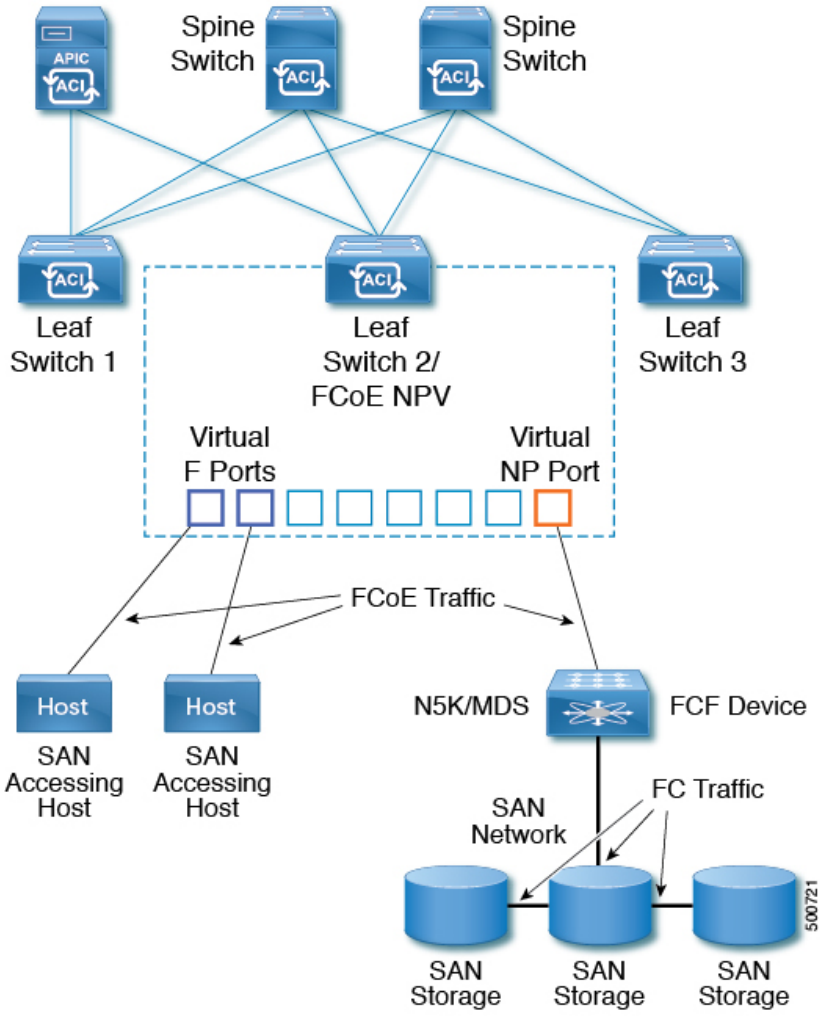
Cisco ACI ファブリックで FCoE プロトコルのサポートを標準実装することにより、イーサネットベースの Cisco ACI ファブリックに配置されているホストが、ファイバ チャネル ネットワークに配置されている SAN ストレージデバイスと通信できます。ホストは、Cisco ACI リーフスイッチに展開された仮想 F ポートを介して接続しています。SAN ストレージ デバイスとファイバ チャネル ネットワークは、ファイバチャネルフォワーディング（FCF）ブリッジおよび仮想 NP ポートを介して Cisco ACIファブリックに接続されます。このポートは、仮想 F ポートと同じ Cisco ACI リーフスイッチに導入されます。仮想 NP ポートおよび仮想 F ポートも汎用的に仮想ファイバ チャネル (vFC) ポートに呼ばれます。

（注） FCoE トポロジにおける Cisco ACI リーフ スイッチの役割は、ローカル接続された SAN ホストとローカル接続された FCF デバイスの間で、 FCoE トラフィックのパスを提供することです。リーフ スイッチでは SAN ホスト間のローカル スイッチングは行われず、FCoE トラフィックはスパイン スイッチに転送されません。

Cisco ACI を介した FCoE トラフィックをサポートするトポロジ

Cisco ACIファブリック経由のFCoEトラフィックをサポートする一般的な設定のトポロジは、次のコンポーネントで構成されます。

図 *13 : Cisco ACI FCoE* トラフィックをサポートするトポロジ



- NPV バックボーンとして機能するようにファイバ チャネル SAN ポリシーを通して設定されている 1 つ以上の Cisco ACI リーフ スイッチ。
- 仮想 F ポートとして機能するように設定された NPV 設定リーフ スイッチ上で選択されたインターフェイス。SAN管理アプリケーションまたはSANを使用しているアプリケーションを実行しているホストとの間を往来する FCoE トラフィックの調整を行います。
- 仮想 NP ポートとして機能するように設定された NPV 設定リーフ スイッチ上で選択されたインターフェイス。ファイバ チャネル転送（FCF）ブリッジとの間を往来する FCoE トラフィックの調整を行います。

FCF ブリッジは、通常 SAN ストレージ デバイスを接続しているファイバ チャネルリンクからファイバ チャネル トラフィックを受信し、ファイバ チャネル パケットを FCoE フレームにカプセル化して、Cisco ACI ファブリック経由で SAN 管理ホストまたは SAN データ消費ホストに送信します。FCoE トラフィックを受信し、ファイバ チャネルに再パッケージしてファイバ チャネル ネットワーク経由で伝送します。

（注） 前掲の Cisco ACI トポロジでは、FCoE トラフィックのサポートには、ホストと仮想 F ポート間の直接接続、および、FCF デバイスと仮想 NP ポート間の直接接続が必要です。

Cisco Application Policy Infrastructure Controller（APIC）サーバーは、Cisco APIC GUI、NX-OS スタイルの CLI、または REST API へのアプリケーション コールを使用して、FCoE トラフィックを設定およびモニタできます。

FCoE の初期化をサポートするトポロジ

FCoE トラフィック フローが説明の通り機能するためには、別の VLAN 接続を設定する必要があります。SAN ホストこの接続を経由して、FCoE 初期化プロトコル（FIP）パケットをブロードキャストし、F ポートとして有効にされているインターフェイスを検出します。

vFC インターフェイス設定ルール

Cisco APIC GUI、NX-OS スタイル CLI、または REST API のいずれを使用して vFC ネットワークと EPG の導入を設定する場合でも、次の一般的なルールがプラットフォーム全体に適用されます。

- F ポート モードは、vFC ポートのデフォルト モードです。NP ポート モードは、インターフェイス ポリシーで具体的に設定する必要があります。
- デフォルトのロード バランシング モードはリーフ スイッチ、またはインターフェイス レベル vFC 設定が src dst ox id。
- ブリッジ ドメインごとに 1 つの VSAN 割り当てがサポートされます。
- VSAN プールおよび VLAN プールの割り当てモードは、常にスタティックである必要があります。
- vFC ポートでは、VLAN にマッピングされている VSAN を含む VSAN ドメイン（ファイバ チャネル ドメインとも呼ばれます）との関連付けが必要です。

ファイバ チャネル接続の概要

Cisco ACI では、N ポート仮想化（NPV）モードを使用したリーフ スイッチでのファイバ チャネル（FC）接続がサポートされています。NPV により、スイッチにおいて、ローカル接続されたホスト ポート（N ポート）からの FC トラフィックをノード プロキシ（NP ポート）アップリンクに集約して、コア スイッチに送ることができます。

スイッチは、NPV を有効にした後は NPV モードになります。NPV モードはスイッチ全体に適用されます。NPV モードのスイッチに接続するエンド デバイスはそれぞれ、この機能を使用するためにNポートとしてログインする必要があります（ループ接続デバイスはサポートされていません）。（NPV モードの）エッジ スイッチから NPV コア スイッチへのすべてのリンクは、（E ポートではなく）NP ポートとして確立されます。このポートは、通常のスイッチ間リンクに使用されます。

（注） FC NPV アプリケーションにおける ACI リーフ スイッチの役割は、ローカル接続された SAN ホストとローカル接続されたコア スイッチ間の FCトラフィックのパスを提供することです。リーフ スイッチでは SAN ホスト間のローカル スイッチングは行われず、FC トラフィックはスパイン スイッチに転送されません。

FC NPV の利点

FC NPV では次の機能を提供します。

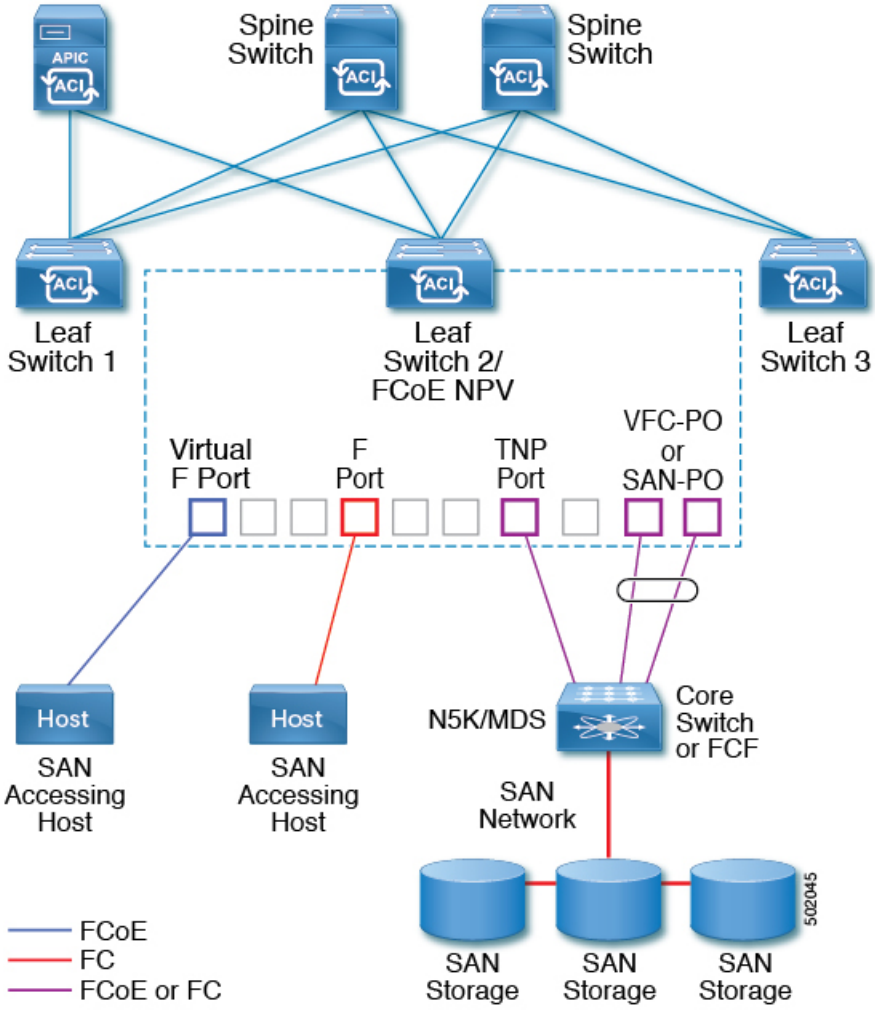
- ファブリックでドメイン ID を追加しなくても、ファブリックに接続するホスト数が増加します。NPV のコア スイッチのドメイン ID は、複数の NPV スイッチ間で共有されます。
- FC ホストと FCoE ホストは、ネイティブの FC インターフェイスを使用して SAN ファブリックに接続します。
- トラフィックの自動マッピングによるロード バランシング。NPV に接続しているサーバを新しく追加した場合に、トラフィックが現在のトラフィック負荷に基づいて、外部のアップリンク間で自動的に分散されます。
- トラフィックの静的マッピング。NPV に接続しているサーバを、外部のアップリンクに静的にマッピングすることができます。

FC NPV モード

ACI の Feature-set fcoe-npv は、最初に FCoE/FC 設定がプッシュされるときに、デフォルトで自動的に有効になります。

FC トポロジ

ACI ファブリック経由の FC トラフィックをサポートするさまざまな設定のトポロジを、次の図に示します。



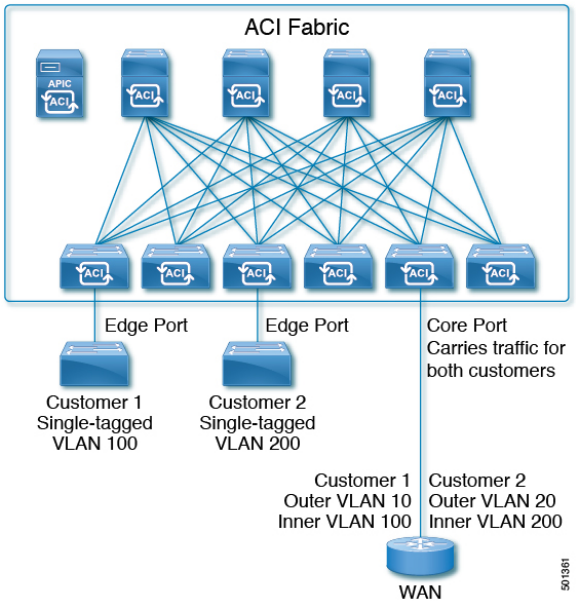
- ACI リーフ スイッチ上のサーバー/ストレージ ホスト インターフェイスは、ネイティブの FC ポートか仮想 FC（FCoE）ポートのどちらかとして機能するように設定できます。
- FC コア スイッチへのアップリンク インターフェイスは、次のいずれかのポート タイプとして設定できます。
  - ネイティブ FC NP ポート
  - SAN-PO NP ポート
- FCF スイッチへのアップリンク インターフェイスは、次のいずれかのポート タイプとして設定できます。
  - 仮想（vFC）NP ポート
  - vFC-PO NP ポート

- N ポート ID 仮想化（NPIV）がサポートされており、デフォルトで有効になっています。そのため、単一のリンクを経由して N ポートに複数の N ポート ID またはファイバ チャネル ID（FCID）を割り当てることが可能です。
- コア スイッチへの NP ポートでは、トランキングを有効にすることができます。トランキングにより、ポートで複数の VSAN をサポートできます。トランク モードが有効になった NP ポートのことを、TNP ポートと呼びます。
- 複数の FC NP ポートを結合してコア スイッチへの SAN ポート チャネル（SAN-PO）とすることができます。トランキングは SAN ポート チャネルでサポートされます。
- FC F ポートでは 4/16/32 Gbps および自動速度設定がサポートされますが、ホスト インターフェイスでは 8Gbps はサポートされません。デフォルトの速度は「auto」です。
- FC NP ポートでは、4/8/16/32 Gbps および自動速度設定がサポートされます。デフォルトの速度は「auto」です。
- Flogi に続く複数の FDISC（ネスト NPIV）は、FC/FCoE ホストと FC/FCoE NP リンクによってサポートされます。
- FEX の背後にある FCoE ホストは、FCoE NP/アップリンクを介してサポートされます。
- APIC 4.1(1) リリース以降、FEX の背後にある FCoE ホストは、ファイバ チャネル NP/アップリンクを介してサポートされます。
- 1 つの FEX の背後にあるすべての FCoE ホストは、複数の vFC および vFC-PO アップリンク間、または単一のファイバ チャネル/SAN ポート チャネル アップリンクを通じてロード バランシングできます。
- SAN ブートは、FEX で FCoE アップリンク経由でサポートされます。
- APIC 4.1(1) リリース以降、SAN ブートは FC/SAN-PO アップリンクでもサポートされます。
- SAN ブートは、FEX を介して接続された FCoE ホストの vPC を介してサポートされます。

802.1Q トンネル

ACI 802.1 q トンネルについて

図 *14 : ACI 802.1 q* トンネル



エッジ（トンネル）ポートで 802.1Q トンネルを設定して、Quality of Service（QoS）の優先順位設定とともに、ファブリックのイーサネット フレームの point-to-multi-point トンネリングを有効にできます。Dot1q トンネルは、タグなし、802.1Q タグ付き、802.1ad 二重タグ付きフレームを、ファブリックでそのまま送信します。各トンネルでは、単一の顧客からのトラフィックを伝送し、単一のブリッジ ドメインに関連付けられています。Cisco Application Centric Infrastructure（ACI）の前面パネル ポートは、Dot1q トンネル の一部とすることができます。レイヤ 2 スイッチングは宛先 MAC（DMAC）に基づいて行われ、通常の MAC ラーニングはトンネルで行われます。エッジ ポート Dot1q トンネル は、スイッチ モデル名の最後に「EX」またはそれ以降のサフィックスが付く、Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチでサポートされます。

同じコア ポートで複数の 802.1Q トンネルを設定することができ、複数の顧客からの二重タグ付きトラフィックを伝送できます。それぞれは、802.1Q トンネルごとに設定されたアクセスのカプセル化で識別されます。802.1Q トンネルでは、MAC アドレス学習を無効にすることもできます。エッジ ポートとコア ポートの両方を、アクセス カプセル化が設定され、MAC アドレス学習が無効にされた 802.1Q トンネルに所属させることができます。エッジ ポートとコア ポートの Dot1q トンネル は、スイッチ モデル名の最後に「FX」またはそれ以降のサフィックスが付く、Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチでサポートされます。

IGMP および MLD パケットは、802.1Q トンネルを介して転送できます。

このドキュメントで使用する用語は、**Cisco Nexus 9000 シリーズ** のドキュメントとは異なっている場合があります。

表 *1 : 802.1Q* トンネルの用語

ACI のドキュメント	Cisco Nexus 9000 シリーズのドキュメント
エッジ ポート	トンネル ポート
コア ポート	トランク ポート

次の注意事項および制約事項が適用されます:

- VTP、CDP、LACP、LLDP、およびSTPプロトコルのレイヤ2トンネリングは、次の制限付きでサポートされます。
  - リンク集約制御プロトコル(LACP)トンネリングは、個々のリーフ インターフェイスを使用する、ポイントツーポイントトンネルでのみ、予想通りに機能します。ポートチャネル（PC）または仮想ポートチャネル（vPC）ではサポートされていません。
  - PC または vPC を持つ CDP および LLDP トンネリングは確定的ではありません。これは、トラフィックの宛先として選択するリンクによって異なります。
  - レイヤ 2 プロトコル トンネリングに VTP を使用するには、CDP をトンネル上で有効にする必要があります。
  - レイヤ2プロトコルのトンネリングが有効になっており、Dot1q トンネルのコア ポートにブリッジ ドメインが展開されている場合、STP は 802.1Q トンネル ブリッジ ドメインではサポートされません。
  - Cisco ACI リーフ スイッチは、トンネルブリッジ ドメインのエンドポイントでフラッシングを行い、ブリッジ ドメインでフラッディングすることにより、STP TCN パケットに反応します。
  - 2 個上のインターフェイスを持つ CDP および LLDP トンネリングが、すべてのインターフェイスでパケットをフラッディングします。
  - エッジ ポートからコア ポートにトンネリングしているレイヤ 2 プロトコル パケットの宛先 MAC アドレスは、01-00-0c-cd-cd-d0 に書き換えられ、コア ポートからエッジ ポートにトンネリングしているレイヤ 2 プロトコル パケットの宛先 MAC アドレスは、プロトコルに対して標準のデフォルト MAC アドレスに書き換えられます。
- PC または vPC が Dot1q Tunnel 内の唯一のインターフェイスであり、削除してから再設定した場合には、PC/VPC の Dot1q トンネル への関連付けを削除して、再設定してください。
- 製品IDにEXが含まれるスイッチに導入された802.1Qトンネルでは、最初の2つのVLANタグの 0x8100 + 0x8100、0x8100 + 0x88a8、0x88a8 + 0x88a8のEthertype の組み合わせはサポートされません。

トンネルが EX と FX またはそれ以降のスイッチの組み合わせに導入されている場合は、この制限が適用されます。

製品 ID に FX 以降が含まれるスイッチにのみトンネルが導入されている場合、この制限は適用されません。

- コア ポートについては、二重タグつきフレームのイーサタイプは、0x8100 の後に 0x8100 が続く必要があります。
- 複数のエッジ ポートおよびコア ポートを（リーフ スイッチ上のものであっても）Dot1q トンネル に含めることができます。
- エッジ ポートは 1 つのトンネルの一部にのみ属することが可能ですが、コア ポートは複数の Dot1q トンネルに属することができます。
- 通常の EPG を 802.1Q で使用されるコア ポートに展開できます。
- L3Outs は、Dot1q トンネルで有効になっているインターフェイスではサポートされていません。
- FEX インターフェイスは Dot1q トンネル のメンバーとしてはサポートされていません。
- ブレークアウト ポートとして設定されているインターフェイスは、802.1 q をサポートしていません。
- インターフェイス レベルの統計情報は Dot1q トンネル のインターフェイスでサポートされていますが、トンネル レベルの統計情報はサポートされていません。

ダイナミック ブレイクアウト ポート

ブレークアウト ポートの設定

ブレークアウト ケーブルは非常に短いリンクに適しており、コスト効率の良いラック内および隣接ラック間を接続する方法を提供します。ブレークアウトでは、40 ギガビット（Gb）ポートを 4 つの独立した論理 10 Gb ポートに分割すること、100Gb ポートを 4 つの独立した論理 25Gb ポートに分割するころ、または 400Gb ポートを 4 つの独立した論理 100Gb ポートに分割することができます。

スイッチのダウンリンク（アクセス側ポートまたはダウンリンク ポートとも呼ばれます）およびファブリック リンクにブレークアウトを設定します。ファブリック リンクは、リーフ スイッチとスパイン スイッチ間の接続、またはマルチティア トポロジのティア 1 リーフ スイッチとティア 2 リーフ スイッチ間の接続を形成します。

ブレークアウト ポートは、次の方法で構成できます。

- ポート プロファイルとセレクタを使用できます。この方法では、リーフ インターフェイス プロファイルでブレークアウト リーフ ポートを構成し、プロファイルとスイッチを関連付け、サブポートを構成します。

- Cisco Application Policy Infrastructure Controller（APIC）6.0(1) リリース以降では、**[ファブリック（Fabric）] > [アクセス ポリシー（Access Policies）] > [インターフェイス構成（Interface Configuration）]**ワークフローを使用できます。
- **[ファブリック（Fabric）] > [インベントリ（Inventory）] > *pod* > *leaf_name*** ワークフローを使用できます。Cisco APIC 6.0(1) リリース以降、インベントリ ビューの構成でもインターフェイスの構成を使用します。

ポート プロファイルの設定

アップリンクおよびダウンリンク変換は、名前の末尾が EX か FX、またはそれ以降の Cisco Nexus 9000 シリーズ スイッチでサポートされます（たとえば、N9K-C9348GC-FXP または N9K-C93240YC-FX2）。変換後のダウンリンクに接続されている FEX もサポートされています。

サポートされているサポート対象の Cisco スイッチについては、『ポート プロファイルの設定のまとめ （34 ページ）』を参照してください。

アップリンクポートがダウンリンクポートに変換されると、他のダウンリンクポートと同じ機能を持つようになります。

制約事項

- FAST リンク フェールオーバー ポリシーとポート プロファイルは、同じポートではサポートされていません。ポート プロファイルが有効になっている場合、FAST リンク フェールオーバーを有効にすることはできません。その逆も同様です。
- サポートされているリーフ スイッチの最後の 2 つのアップリンク ポートは、ダウンリンク ポートに変換することはできません（これらはアップリンク接続用に予約されています）。
- ダイナミック ブレークアウト（100Gbと40Gbの両方）は、N9K-C93180YC-FX スイッチのプロファイルされた QSFP ポートでサポートされます。ブレイクアウトおよびポート プロファイルでは、ポート 49-52 でアップリンクからダウンリンクへの変換が一緒にサポートされています。ブレークアウト（**10g-4x** オプションと **25g-4x** オプションの両方）は、ダウンリンク プロファイル ポートでサポートされます。
- N9K-C9348GC-FXP は FEX をサポートしていません。
- ブレークアウトはダウンリンク ポートでのみサポートされます。他のスイッチに接続されているファブリック ポートではサポートされません。
- Cisco ACI リーフスイッチは、56 を超えるファブリック リンクを持つことはできません。
- スイッチのポート プロファイル構成を変更した後にスイッチをリロードすると、データ プレーンを通過するトラフィックが中断されます。

ガイドライン

アップリンクをダウンリンクに変換したり、ダウンリンクをアップリンクに変換したりする際は、次のガイドラインにご注意ください。

サブジェクト	ガイドライン
ポート プロファイルを使用したノードのデコミッション	デコミッションされたノードがポートプロファイル機能を展開している場合、ポート変換はノードのデコミッション後も削除されません。ポートをデフォルト状態に戻すには、デコミッション後に手動で設定を削除する必要があります。これを行うには、スイッチにログオンし、`setup-clean-config.sh` スクリプトを実行して、実行されるまで待ちます。それから、`リロード` コマンドを入力します。 オプションとして、`-k` を `setup-clean-config.sh` スクリプトで指定することができます。ポートプロファイルの設定がリロード後も維持され、追加のリブートが不要になります。
最大アップリンク ポートの制限	最大アップリンク ポートの制限に達し、ポート 25 および 27 がアップリンクからダウンリンクへ返還されるとき、Cisco 93180LC EX スイッチのアップリンクに戻ります。 Cisco N9K-93180LC-EX スイッチでは、ポート 25 および 27 がオリジナルのアップリンク ポートです。ポート プロファイルを使用して、ポート 25 および 27 をダウンリンク ポートに変換する場合でも、ポート 29、30、31、および 32 は引き続き 4 つの元のアップリンク ポートとして使用できます。変換可能なポート数のしきい値のため（最大 12 ポート）、8 個以上のダウンリンク ポートをアップリンク ポートに変換できます。たとえば、ポート 1、3、5、7、9、13、15、17 はアップリンク ポートに変換されます。ポート 29、30、31、および 32 は、4 つの元からのアップリンク ポートです（Cisco 93180LC-EX スイッチでの最大アップリンク ポートの制限）。 スイッチがこの状態でポート プロファイル設定がポート 25 および 27 で削除される場合、ポート 25 および 27 はアップリンク ポートへ再度変換されますが、前述したようにスイッチにはすでに 12 個のアップリンク ポートがあります。ポート 25 および 27 をアップリンク ポートとして適用するため、ポート範囲 1、3、5、7、9、13、15、17 からランダムで 2 個のポートがアップリンクへの変換を拒否されます。この状況はユーザにより制御することはできません。 そのため、リーフ ノードをリロードする前にすべての障害を消去し、ポートタイプに関する予期しない問題を回避することが必須です。ポートプロファイルの障害を消去せずにノードをリロードすると、特に制限超過に関する障害の場合、ポートは予想される動作状態になることに注意する必要があります。

ブレークアウト制限

スイッチ	リリース	制限事項
N9K-C93180LC-EX	Cisco APIC 3.1(1) 以降	• 40 Gb と 100 Gb のダイナミック ブレークアウトは、ポート 1 ~ 24 の奇数ポート上でサポートされます。 • 上位ポート（奇数ポート）ブレークアウトされると、下部ポート（偶数ポート）はエラーが無効になります。 • ポート プロファイルおよびブレークアウトは、同じポートでサポートされていません。ただし、ポート プロファイルを適用してファブリック ポートをダウンリンクに変換してからであれば、ブレークアウト設定を適用できます。
N9K-C9336C-FX2-E	Cisco APIC 5.2(4) 以降	• 40Gb および 100Gb のダイナミック ブレークア ウトは、ポート 1 ー 34 でサポートされます。 • ポート プロファイルは、ブレークアウトが有効になっているポートには適用できません。ただし、ポート プロファイルを適用してファブリック ポートをダウンリンクに変換してからであれば、ブレークアウト設定を適用できます。 • 34 ポートすべてをブレークアウトポートとして設定できます。 • 34 のポートにブレークアウト設定を適用する場合は、34 のダウンリンク ポートを持つようにポートのポート プロファイルを設定してから、リーフ スイッチをリブートする必要があります。 • 複数のポートのリーフ スイッチにブレークアウト設定を同時に適用する場合、34 ポートのハードウェアがプログラムされるまでに最大 10 分かかります。プログラミングが完了するまで、ポートはダウンしたままになります。新しい設定の場合、クリーン リブート後、またはスイッチの検出中に遅延が発生する可能性があります。

スイッチ	リリース	制限事項
N9K-C9336C-FX2	Cisco APIC 4.2(4) 以降	• 40Gb および 100Gb のダイナミック ブレークア ウトは、ポート 1 ー 34 でサポートされます。 • ポート プロファイルは、ブレークアウトが有効になっているポートには適用できません。ただし、ポート プロファイルを適用してファブリック ポートをダウンリンクに変換してからであれば、ブレークアウト設定を適用できます。 • 34 ポートすべてをブレークアウトポートとして設定できます。 • 34 のポートにブレークアウト設定を適用する場合は、34 のダウンリンク ポートを持つようにポートのポート プロファイルを設定してから、リーフ スイッチをリブートする必要があります。 • 複数のポートのリーフ スイッチにブレークアウト設定を同時に適用する場合、34 ポートのハードウェアがプログラムされるまでに最大 10 分かかります。プログラミングが完了するまで、ポートはダウンしたままになります。新しい設定の場合、クリーン リブート後、またはスイッチの検出中に遅延が発生する可能性があります。
N9K-C9336C-FX2	Cisco APIC 3.2(1) 以降、ただし 4.2(4) は含まない	• ポート 1 ~ 30 では、40 Gb と 100 Gb のダイナミック ブレークがサポートされています。 • ポート プロファイルおよびブレークアウトは、同じポートでサポートされていません。ただし、ポート プロファイルを適用してファブリック ポートをダウンリンクに変換してからであれば、ブレークアウト設定を適用できます。 • 最大 20 のポートをブレークアウト ポートとして設定できます。

スイッチ	リリース	制限事項
N9K-C93180YC-FX	Cisco APIC 3.2(1) 以降	• 40 Gb と 100 Gb のダイナミック ブレークは、52、上にあるときにプロファイリング QSFP ポートがポート 49 でサポートされます。ダイナミック ブレークアウトを使用するには、次の手順を実行します。 • ポート 49~52 を前面パネル ポート（ダウンリンク）に変換します。 • 次の方法のいずれかを使用して、ポート プロファイルのリロードを実行します。 • Cisco APIC GUI で、**[ファブリック（Fabric）]** > **[インベントリ（Inventory）]** > **[ポッド（Pod）]** > **[リーフ（Leaf）]** に移動し、**[シャーシ（Chassis）]** を右クリックして、**[リロード（Reload）]** を選択します。 • iBash CLI で、**reload** コマンドを入力します。 • プロファイルされたポート 49 - 52 のブレーク アウトを適用します。 • ポート 53 および 54 では、ポート プロファイルまたはブレークアウトをサポートしていません。
N9K-C93240YC-FX2	Cisco APIC 4.0(1) 以降	ブレークアウトは変換後のダウンリンクではサポートされていません。

ポート プロファイルの設定のまとめ

次の表に、アップリンクからダウンリンク、およびダウンリンクからアップリンクへのポート プロファイル変換をサポートするスイッチでサポートされるアップリンクおよびダウンリンクをまとめます。

スイッチ モデル	デフォルト リンク	最大アップリンク (ファブリック ポート)	最大ダウンリンク (サーバのポート)	サポートされているリリース
N9K-C9348GC-FXP[1] N9K-C9348GC-FX3	48 x 100 M/1 G BASE-T ダウンリンク 4 x 10/25 Gbps SFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	48 x 100 M/1 G BASE-T ダウンリンク 4 x 10/25 Gbps SFP28 アップリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	3.1(1) 6.0(5)
N9K-C93180LC-EX	24 x 40 Gbps QSFP28 ダウンリンク（ポート 1ー24） 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（ポート 25、27） 4 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（ポート 29ー32） または 12 X 100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（1ー24 の奇数番号ポート） 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（ポート 25、27） 4 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（ポート 29ー32）	18 X 40 Gbps QSFP28 ダウンリンク（1 ー 24） 6 X 40 Gbps QSFP28 アップリンク（1 ー 24） 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（25、27） 4 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（29 ー 32） または 6 x 100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（1 ー 24 の範囲の奇数） 6 x 100 Gbps QSFP28 アップリンク（1 ー 24 の範囲の奇数） 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（25、27） 4 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（29 ー 32）	24 X 40 Gbps QSFP28 ダウンリンク（1 ー 24） 2 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（25、27） 4 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（29 ー 32） または 12 X 100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（1 ー 24 の範囲の奇数） 2 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（25、27） 4 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（29 ー 32）	3.1(1)

スイッチ モデル	デフォルト リンク	最大アップリンク (ファブリック ポート)	最大ダウンリンク (サーバのポート)	サポートされているリリース
N9K-C93180YC-EX N9K-C93180YC-FX N9K-C93180YC-FX3	48 x 10/25 Gbps ファイバ ダウンリンク 6 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	48 x 10/25 Gbps ファイバ ダウンリンク 4 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	3.1(1)
		48 X 10/25 Gbps ファイバ アップリンク 6 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク		4.0(1) 5.1(3)
N9K-C93108TC-EX[2] N9K-C93108TC-FX[2] N9K-C93108TC-FX3	48 x 10GBASE T ダウンリンク 6 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	48 x 10/25 Gbps ファイバ ダウンリンク 4 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	3.1(1) 4.0(1) 5.1(3)

スイッチ モデル	デフォルト リンク	最大アップリンク (ファブリック ポート)	最大ダウンリンク (サーバのポート)	サポートされているリリース
N9K-C9336C-FX2	30 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 6 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	18 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 18 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	3.2(1)
		18 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 18 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	34 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	3.2(3)
		36 x 40/100-Gbps QSFP28 アップリンク	34 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	4.1(1)
N9K-C9336C-FX2-E	30 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 6 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	36 x 40/100-Gbps QSFP28 アップリンク	34 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	5.2(4)
N9K-93240YC-FX2	48 x 10/25 Gbps ファイバ ダウンリンク 12 x 40 / 100Gbps QSFP28 アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	48 x 10/25 Gbps ファイバ ダウンリンク 10 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	4.0(1)
		48 X 10/25 Gbps ファイバ アップリンク 12 x 40 / 100Gbps QSFP28 アップリンク		4.1(1)

スイッチ モデル	デフォルト リンク	最大アップリンク (ファブリック ポート)	最大ダウンリンク (サーバのポート)	サポートされているリリース
N9K-C93216TC-FX2	96 X 10G BASE-T ダウンリンク 12 x 40 / 100Gbps QSFP28 アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	96 X 10G BASE-T ダウンリンク 10 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	4.1(2)
N9K-C93360YC-FX2	96 X 10/25 Gbps SFP28 ダウンリンク 12 x 40 / 100Gbps QSFP28 アップリンク	44 x 10 / 25Gbps SFP28 ダウンリンク 52 x 10 / 25Gbps SFP28 アップリンク 12 x 40 / 100Gbps QSFP28 アップリンク	96 X 10/25 Gbps SFP28 ダウンリンク 10 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	4.1(2)
N9K-C93600CD-GX	28 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（ポート 1～28） 8 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク（ポート 29～36）	28 X 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク 8 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	28 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 6 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク 2 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	4.2(2)
N9K-C9364C-GX	48 x 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク（ポート 1～48） 16 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク（ポート 49～64）	64 X 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	62 X 40/100 Gbps QSFP28 ダウンリンク 2 x 40/100 Gbps QSFP28 アップリンク	4.2(3)

スイッチ モデル	デフォルト リンク	最大アップリンク (ファブリック ポート)	最大ダウンリンク (サーバのポート)	サポートされているリリース
N9K-C9316D-GX	12 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク（ポート 1～12） 4 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク（ポート 13～16）	16 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	14 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク	5.1(4)
N9K-C9332D-GX2B	2 x 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク（ポート 33～34） 24 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク（ポート 1～24） 8 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク（ポート 25～32）	2 X 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク 32 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	2 X 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク 30 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク 2 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	5.2(3)
N9K-C9348D-GX2A	2 x 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク（ポート 49～50） 36 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク（ポート 1～36） 12 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク（ポート 37～48）	2 X 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク 48 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	2 X 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク 46 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク 2 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	5.2(5)

スイッチ モデル	デフォルト リンク	最大アップリンク (ファブリック ポート)	最大ダウンリンク (サーバのポート)	サポートされているリリース
N9K-C9364D-GX2A	2 x 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク（ポート 65～66） 48 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク（ポート 1～48） 16 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク（ポート 49～64）	2 X 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク 64 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	2 X 1/10 Gbps SFP+ ダウンリンク 62 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク 2 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	5.2(5)
N9K-C9408（N9K-X9400-8D 搭載）[3]	6 X 40/100/400 Gbps QSFP-DD ダウンリンク 2 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	8 x 40/100/400 Gbps QSFP-DD アップリンク	デフォルトのポート設定と同じ	6.0(2)
N9K-C9408（N9K-X9400-16W 搭載）[3]	12 x 100/200 Gbps QSFP56 ダウンリンク 4 x 100/200 Gbps QSFP56 アップリンク	6 x 100/200 Gbps QSFP56 アップリンク（ポート 1～6） 6 x 100/200 Gbps QSFP56 ダウンリンク（ポート 7～12） 4 x 100/200 Gbps QSFP56 アップリンク（ポート 13～16）	デフォルトのポート設定と同じ	6.0(2)[4]

1 FEX をサポートしていません。

2 アップリンクからダウンリンクへの変換のみがサポートされています。

3 ポート 1～6 のみがポート プロファイルの変換をサポートします。

4 6.0(2) リリースは 200 Gbps をサポートしていません。

ファブリック ポートの障害検出のためのポート トラッキング ポリシー

ファブリック ポートの障害検出は、ポート トラッキング システム設定で有効にすることができます。ポートトラッキングポリシーは、リーフスイッチとスパインスイッチ間のファブリック ポート、およびティア1リーフスイッチとティア2リーフスイッチ間のポートのステータスを監視します。有効なポートトラッキングポリシーがトリガーされると、リーフスイッチは、EPGによって導入されたスイッチ上のすべてのアクセスインターフェイスをダウンさせます。

[ポート トラッキングがトリガーされたときにAPICポートを含める（Include APIC ports when port tracking is triggered）] オプションを有効にした場合、リーフスイッチがすべてのファブリック ポートへの接続を失うと（つまり、ファブリック ポートが0になると）、ポート トラッキングは Cisco Application Policy Infrastructure Controller（APIC）ポートを無効にします。Cisco APIC がファブリックに対してデュアルまたはマルチホームの場合にのみ、この機能を有効にしてください。Cisco APIC ポートを停止すると、デュアルホームの Cisco APIC の場合にセカンダリ ポートに切り替えるのに役立ちます。

（注） ポートトラッキングの設定は、**[システム（System）]**>>**[システム設定（System Settings）]**>>**[ポート トラッキング（Port Tracking）]** で行えます。

ポート トラッキング ポリシーは、ポリシーをトリガーするファブリック ポート接続の数と、指定されたファブリック ポートの数を超えた後にリーフスイッチアクセス ポートをバックアップするための遅延タイマーを指定します。

次の例は、ポート トラッキング ポリシーの動作を示しています。

- ポート トラッキング ポリシーは、ポリシーをトリガーする各リーフ スイッチのアクティブなファブリック ポート接続のしきい値が 2 であると指定しています。
- ポート トラッキング ポリシーは、リーフ スイッチからスパイン スイッチへのアクティブなファブリック ポート接続の数が 2 に低下したときにトリガーされます。
- 各リーフスイッチは、そのファブリック ポート接続を監視し、ポリシーで指定されたしきい値に従ってポート トラッキング ポリシーをトリガーします。
- ファブリック ポート接続が復旧すると、リーフ スイッチは遅延タイマーの設定時間が経過するのを待ってから、アクセスポートを復旧します。これにより、トラフィックがリーフスイッチ アクセス ポートで再開可能になる前に、ファブリックが再コンバージェンスする時間が与えられます。大規模なファブリックでは、遅延タイマーをより長い時間に設定する必要がある場合があります。

（注） このポリシーを構成するときは注意してください。ポートトラッキングをトリガーする、アクティブなスパインポートの数に関するポートトラッキング設定が高すぎる場合、すべてのリーフ スイッチ アクセス ポートがダウンします。

Epg の Q-で-Q カプセル化のマッピング

Cisco Application Policy Infrastructure Controller（APIC）を使用すれば、通常のインターフェイス、PC、または vPC で入力される二重タグ付き VLAN トラフィックを EPG にマッピングできます。この機能が有効で、二重タグ付きトラフィックが EPG のネットワークに入ると、両方のタグがファブリック内で個別に処理され、Cisco Application Centric Infrastructure（ACI）スイッチの出力時に二重タグに復元されます。単一タグおよびタグなしのトラフィックの入力はドロップします。

次の注意事項および制約事項が適用されます。

- この機能は、Cisco Nexus 9300-FX プラットフォーム スイッチでのみサポートされています。
- 外側と内側の両方のタグは、EtherType 0x8100 である必要があります。
- MAC ラーニングとルーティングは、アクセスのカプセル化ではなく、EPG ポート、sclass、および VRF インスタンスに基づいています。
- QoS 優先度設定がサポートされ、入力の外側のタグから派生し、出力の両方のタグに書き換えられます。
- EPG はリーフ スイッチの他のインターフェイスに同時に関連付けることができ、単一タグの VLAN に設定されます。
- サービス グラフは、Q-in-Q カプセル化したインターフェイスにマッピングされているプロバイダとコンシューマ EPG をサポートしています。サービス ノードの入力および出力トラフィックが単一タグのカプセル化フレームにある限り、サービス グラフを挿入することができます。
- vPC ポートが Q-in-Q カプセル化モードに対して有効になっている場合、VLAN 整合性チェックは実行されません。

この機能では、次の機能とオプションがサポートされていません。

- ポート単位の VLAN 機能
- FEX 接続
- Mixed mode

たとえば、Q-in-Q カプセル化モードのインターフェイスでは、通常の VLAN のカプセル化ではなく、二重タグ付きカプセルのみを持つ EPG にバインディングされている静的パスを有します。

- STP と「カプセル化でのフラッディング」オプション
- タグなしおよび 802.1p モード
- マルチポッドと複数サイト
- レガシ ブリッジ ドメイン
- L2Out および L3Out 接続
- VMM の統合
- ポート モードをルーテッドから Q-in-Q カプセル化モードに変更する
- Q-in-Q カプセル化モードのポートでの VLAN 単位の誤配線プロトコル

レイヤ 2 マルチキャスト

Cisco APIC および IGMP スヌーピングについて

IGMP スヌーピングは、Internet Group Management Protocol（IGMP）ネットワーク トラフィックをリスニングするプロセスです。この機能により、ネットワーク スイッチはホストとルータ間の IGMP 対話をリスニングして、必要ないマルチキャスト リンクをフィルタでき、特定のマルチキャスト トラフィックを受け取るポートを制御することができます。

Cisco APIC は、N9000 スタンドアロンなどの従来のスイッチに含まれる完全な IGMP スヌーピング機能をサポートします。

- ブリッジドメインごとのポリシーベースの IGMP スヌーピング構成

  APIC を使用すると、ブリッジドメインごとに IGMP スヌーピングのプロパティを有効化、無効化、またはカスタマイズするポリシーを構成できます。その後、そのポリシーを 1 つまたは複数のブリッジドメインに適用できます。

- 静的ポート グループの導入

  スイッチ ポートが IGMP マルチキャスト トラフィックを受信および処理しているため、IGMP 静的ポートのグループ化によりすでにアプリケーション EPG に静的に割り当てられた事前プロビジョニングは有効です。この事前プロビジョニングは、通常 IGMP スヌーピング スタックがポートを動的に学習するときに発生する参加遅延を防止します。

  静的グループ メンバーシップは、アプリケーション EPG に割り当てられている静的ポート（*static-binding ports* とも呼ばれます）でのみ事前プロビジョニングできます。

- アプリケーション EPG のアクセス グループ構成

「アクセス-グループ」ができるストリームを制御するために使用任意ポート背後に参加します。

実際に所属するするポートの設定を適用できることを確認するには、アプリケーション EPG に静的に割り当てられているインターフェイスでアクセス グループ設定を適用できる EPG。

ルート マップ ベースのアクセス グループのみが許可されます。

（注） **vzAny** を使用して、VRF 内のすべての EPG に対して IGMP スヌーピングなどのプロトコルを有効にすることができます。**vzAny** について詳細は、「vzAny を使用して VRF 内のすべての EPG に通信ルールを自動的に適用する」を参照してください。

vzAny を使用するには、**[テナント（Tenants）]**>**>** ***[tenant-name]***>**>** **[ネットワーキング（Networking）]**>**>** **[VRFs]**>**>** ***[vrf-name]***>**>** **[VRF 向けの EPG 収集（EPG Collection for VRF）]** の順に移動します。

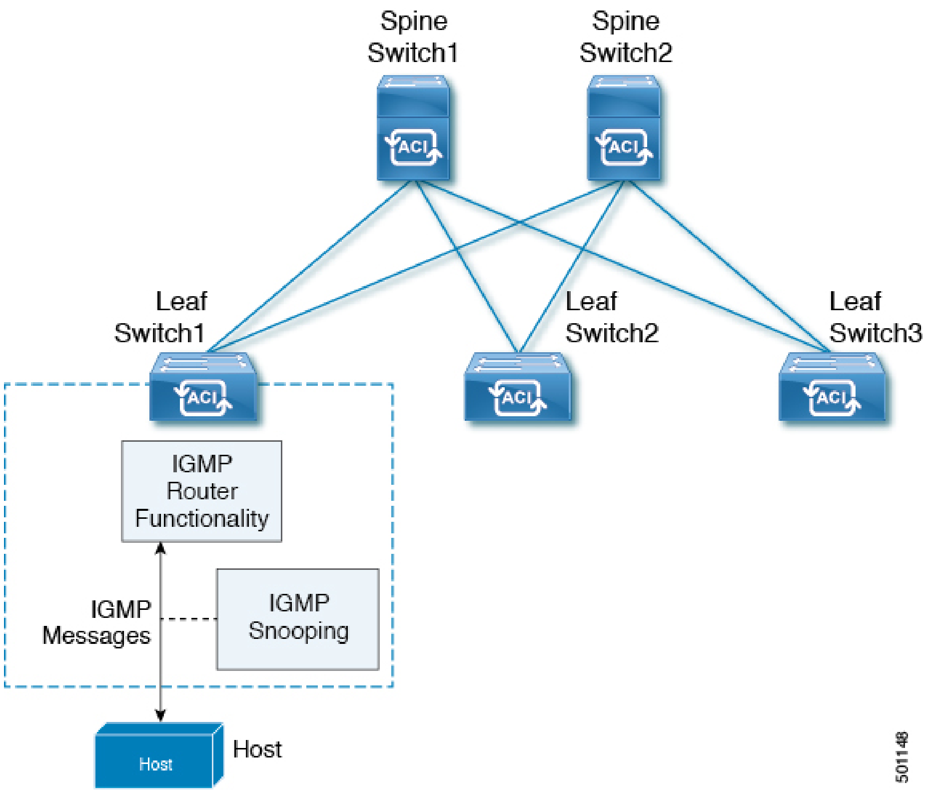
ACI ファブリックに IGMP スヌーピングを実装するには

（注） ブリッジ ドメインで IGMP スヌーピングをディセーブルにしないことを推奨します。IGMP スヌーピングをディセーブルにすると、ブリッジ ドメインで不正なフラッディングが過度に発生し、マルチキャストのパフォーマンスが低下する場合があります。

IGMP スヌーピング ソフトウェアは、ブリッジ ドメイン内の IP マルチキャスト トラフィックを調べて、該当する受信側が常駐するポートを検出します。IGMP スヌーピングではポート情報を利用することにより、マルチアクセスブリッジ ドメイン環境における帯域幅消費量を削減し、ブリッジ ドメイン全体へのフラッディングを回避します。デフォルトでは、IGMP スヌーピングがブリッジ ドメインでイネーブルにされています。

この図は、ホストへの接続を持つ ACI リーフ スイッチに含まれる IGMP ルーティング機能と IGMP スヌーピング機能を示しています。IGMP スヌーピング機能は、IGMP メンバーシップ レポートをスヌーピングし、メッセージを残し、必要な場合にのみIGMPルータ機能に転送します。

図 *15 : IGMP* スヌーピング機能



IGMP スヌーピングは、IGMPv1、IGMPv2、および IGMPv3 コントロールプレーンパケットの処理に関与し、レイヤ 3 コントロール プレーン パケットを代行受信して、レイヤ 2 の転送処理を操作します。

IGMP スヌーピングには、次の独自機能があります。

- 宛先および送信元の IP アドレスに基づいたマルチキャスト パケットの転送が可能な送信元フィルタリング
- MAC アドレスではなく、IP アドレスに基づいたマルチキャスト転送
- MAC アドレスに基づいた代わりのマルチキャスト転送

ACI ファブリックは、RFC 4541の2.1.1 項「IGMP 転送ルール」に記載されているガイドラインに従って、プロキシ レポーティング モードでのみ IGMP スヌーピングをサポートします。

IGMP □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IP □□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□ □□□□□□□□□ IGMP □□□□□□□ □□□□□□
□□□ IP □□□□□ 0.0.0.0 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

その結果、ACI ファブリックは送信元 IP アドレス 0.0.0.0 の IGMP レポートを送信します。

（注） IGMP スヌーピングの詳細については、RFC 4541 を参照してください。

仮想化のサポート

IGMP スヌーピングに対して、複数の仮想ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスを定義できます。

リーフ スイッチでは、**show** コマンドに VRF 引数を指定して実行すると、表示される情報のコンテキストを確認できます。VRF 引数を指定しない場合は、デフォルト VRF が使用されます。

APIC IGMP スヌーピング機能、IGMPv1、IGMPv2、および高速リーブ機能

IGMPv1 と IGMPv2 は両方とも、メンバーシップ レポート抑制をサポートします。つまり、同一サブネット上の 2 つのホストが同一グループのマルチキャスト データを受信する場合、他方のホストからメンバー レポートを受信するホストは、そのレポートを送信しません。メンバーシップ レポート抑制は、同じポートを共有しているホスト間で発生します。

各スイッチ ポートに接続されているホストが 1 つしかない場合は、IGMPv2 の高速脱退機能を設定できます。高速脱退機能を使用すると、最終メンバーのクエリー メッセージがホストに送信されません。APIC は、IGMP 脱退メッセージを受信すると、ただちに該当するポートへのマルチキャスト データ転送を停止します。

IGMPv1 では、明示的な IGMP 脱退メッセージが存在しないため、 APIC の IGMP スヌーピング機能は、特定のグループについてマルチキャスト データを要求するホストが存続しないことを示すために、メンバーシップ メッセージ タイムアウトを使用する必要があります。

（注） 高速脱退機能がイネーブルになっている場合、他のホストの存在は確認されないため、IGMP スヌーピング機能は、最終メンバーのクエリー インターバル設定を無視します。

APIC IGMP スヌーピング ファンクション キーと IGMPv3

APIC での IGMPv3 スヌーピング ファンクションでは、完全な IGMPv3 スヌーピングがサポートされています。これにより、IGMPv3 レポートの （S、G） 情報に基づいて、抑制されたフラッディングが提供されます。この送信元ベースのフィルタリングにより、デバイスは対象のマルチキャスト グループにトラフィックを送信する送信元に基づいて、マルチキャスト トラフィックの宛先ポートを制限できます。

デフォルトでは、IGMP スヌーピング機能は、ブリッジ ドメインでは、各 VLAN ポート上のホストを追跡します。この明示的なトラッキング機能は、高速脱退メカニズムをサポートして

います。IGMPv3 ではすべてのホストがメンバーシップ レポートを送信するため、レポート抑制機能を利用すると、デバイスから他のマルチキャスト対応ルータに送信されるトラフィック量を制限できます。レポート抑制を有効にしていても、IGMPv1 または IGMPv2 ホストが同じグループをリクエストしなかった場合、IGMP スヌーピング機能はプロキシ レポートを作成します。プロキシ機能により、ダウンストリーム ホストが送信するメンバーシップ レポートからグループ ステートが構築され、アップストリーム クエリアからのクエリーに応答するためにメンバーシップ レポートが生成されます。

IGMPv3 メンバーシップ レポートには ブリッジ ドメインのグループ メンバの一覧が含まれていますが、最終ホストが脱退すると、ソフトウェアはメンバーシップ クエリーを送信します。最終メンバーのクエリー インターバルについてパラメータを設定すると、タイムアウトまでにどのホストからも応答がなかった場合、IGMP スヌーピングはグループ ステートを削除します。

Cisco APIC および IGMP スヌーピング クエリア関数

マルチキャスト トラフィックをルーティングする必要がないために、Protocol-Independent Multicast（PIM）がインターフェイス上でディセーブルになっている場合は、メンバーシップ クエリーを送信するように IGMP スヌーピング クエリア機能を設定する必要があります。APIC、IGMP スヌープ ポリシー内で定義マルチキャストのソースとレシーバが含まれているブリッジ ドメインでクエリアがないその他のアクティブなクエリアします。

Cisco ACI はデフォルトで、IGMP スヌーピングが有効になっています。さらに、ブリッジ ドメイン サブネット制御は、「クエリア IP」を選択、リーフ スイッチによって、クエリアとして動作およびクエリ パケット送信を開始します。セグメントは、明示的なマルチキャスト ルータ (PIM が有効になっていません) があるないときに ACI Leaf スイッチでクエリアを有効にする必要があります。ブリッジ ドメインで、クエリアが設定されている、使用される IP アドレス マルチキャストのホストが設定されている同じサブネットからにする必要があります。

（注） クエリアの IP アドレスは、ブロードキャスト IP アドレス、マルチキャスト IP アドレス、または 0（0.0.0.0）にしないでください。

IGMP スヌーピング クエリアがイネーブルな場合は、定期的に IGMP クエリーが送信されるため、IP マルチキャスト トラフィックを要求するホストから IGMP レポート メッセージが発信されます。IGMP スヌーピングはこれらの IGMP レポートを待ち受けて、適切な転送を確立します。

IGMP スヌーピング クエリアは、RFC 2236 に記述されているようにクエリア選択を実行します。クエリア選択は、次の構成で発生します。

- 異なるスイッチ上の同じ VLAN に同じサブネットに複数のスイッチ クエリアが設定されている場合。
- 設定されたスイッチ クエリアが他のレイヤ 3 SVI クエリアと同じサブネットにある場合。

ファブリック セキュア モード

ファブリック セキュア モードは、ファブリック機器に物理的にアクセスできる関係者が、管理者による手動の承認なしに、スイッチまたは APIC コントローラをファブリックに追加できないようにします。リリース 1.2(1x) 以降、ファームウェアは、ファブリック内のスイッチとコントローラに、有効な Cisco のデジタル署名付き証明書に関連付けられた有効なシリアル番号があることを確認します。この検証は、このリリースへのアップグレード時またはファブリックの初期インストール時に実行されます。この機能のデフォルト設定は permissive モードです。既存のファブリックは、リリース 1.2(1) 以降へのアップグレード後もそのまま実行されます。ファブリック全体のアクセス権を持つ管理者は、strict モードを有効にする必要があります。次の表は、2 つの動作モードをまとめたものです。

Permissive モード（デフォルト）	**Strict モード**
1 つ以上のスイッチに無効な証明書がある場合でも、既存のファブリックが正常に動作できるようにします。	有効な Cisco シリアル番号と SSL 証明書を持つスイッチのみが許可されます。
シリアル番号ベースの認証を強制しません。	シリアル番号認証を強制します。
自動検出されたコントローラとスイッチが、シリアル番号認証を強制せずにファブリックに参加できるようにします。	管理者がコントローラとスイッチを手動で承認してファブリックに参加させる必要があります。

FAST リンク フェールオーバー ポリシーの構成

FAST リンク フェールオーバー ポリシーは、-EX、-FX、および -FX2 サフィックスが付いたスイッチ モデルのアップリンクに適用されます。アップリンク MAC ステータスに基づいてトラフィックを効率的に負荷分散します。この機能により、スイッチはレイヤ 2 またはレイヤ 3 ルックアップを実行し、アップリンク ステータスを考慮して、パケット ハッシュ アルゴリズムに基づいて出力レイヤ 2 インターフェイス（アップリンク）を提供します。この機能により、データ トラフィックのコンバージェンスが 200 ミリ秒未満に短縮されます。

FAST リンク フェールオーバーの構成に関する次の制限事項を参照してください。

- FAST リンク フェールオーバーとポート プロファイルは、同じポートではサポートされていません。ポート プロファイルが有効になっている場合、FAST リンク フェールオーバーを有効にすることはできません。その逆も同様です。
- リモート リーフの構成は、FAST リンク フェールオーバーでは機能しません。この場合、FAST リンク フェールオーバー ポリシーは機能せず、障害は生成されません。
- FAST リンク フェールオーバー ポリシーが有効になっている場合、個々のアップリンクでの SPAN の構成は機能しません。個々のアップリンクで SPAN を有効にしようとしても障

害は生成されませんが、FAST リンク フェールオーバー ポリシーはすべてのアップリンクで一緒に有効にすることも、個々のダウンリンクで有効にすることもできます。

（注） FAST リンク フェールオーバーは、**[ファブリック（Fabric）]** > **[アクセス ポリシー（Access Policies）]** > **[ポリシー（Policies）]** > **[スイッチ（Switch）]** > **[FAST リンク フェールオーバー（Fast Link Failover）]** の下にあります。

ポート セキュリティと ACI について

ポート セキュリティ機能は、ポートごとに取得される MAC アドレスの数を制限することによって、不明な MAC アドレスでフラッディングしないように ACI ファブリックを保護します。ポート セキュリティ機能のサポートは、物理ポート、ポート チャネル、および仮想ポート チャネルで使用できます。

ポート セキュリティおよびラーニング動作

非 vPC ポートまたはポート チャネルでは、新しいエンドポイントに対して学習イベントが発生し、新しい学習が許可されているか確認する検証が行われます。対応するインターフェイスに設定されていない、または無効なポート セキュリティ ポリシーが存在する場合、エンドポイント ラーニング動作はサポートされているものから変更されません。ポリシーが有効になっており制限に到達している場合、現在のサポートされているアクションは次の通りです。

- エンドポイントを学習し、ドロップ アクションのハードウェアにインストールします。
- サイレントに学習を破棄します。

制限に到達していない場合、エンドポイントが学習され、この新しいエンドポイントが発生したため制限に達しているかどうか確認する検証が行われます。制限に到達しており、学習の無効化アクションが設定されている場合、インターフェイス上のハードウェアでラーニングが無効になります（物理インターフェイスまたはポート チャネルまたは vPC）。制限に到達しており、学習の無効化アクションが設定されていない場合、エンドポイントはドロップ アクションでハードウェアにインストールされます。このようなエンドポイントは、他のエンドポイントのように通常期限切れです。

初めて制限に達したとき、ポート セキュリティ ポリシー オブジェクトの動作状態がそれを反映して更新されます。スタティック ルールは、ユーザーに警告ができるように、障害の発生と定義されます。制限に到達すると、Syslog も発生します。

vPCの場合、MAC 制限に到達するとピア リーフ スイッチにも通知されるため、ラーニングがピアで無効になる可能性があります。vPC ピアはいつでも再起動でき、vPC レッグが動作不能になるか再起動できるため、この状態はピアと調和して vPC ピアはこの状態に同期されません。同期しない場合は、1 個のレッグでラーニングが有効になり、他のレッグで無効になる状況が発生する可能性があります。

デフォルトでは、制限に到達してラーニングが無効になると、60 秒のデフォルト タイムアウト値の後、自動的に再度有効になります。

保護モード

保護モードはセキュリティ違反を発生している以上に増やさないようにします。MAC の制限がポートで設定されている最大値を超えると、超過したMACアドレスからすべてのトラフィックはドロップされ、さらにラーニングが無効になります。

ポート レベルでのポート セキュリティ

APICでは、ユーザがスイッチ ポートのポートセキュリティを設定できます。ポート上でMACが制限の最大設定値を超過すると、超過した MAC アドレスからすべてのトラフィックが転送されます。次の属性がサポートされます。

- **ポート セキュリティのタイムアウト** ：現在サポートされているタイムアウト値値は、60 ~ 3600 秒の範囲でサポートされています。
- **違反行為**：違反行為は保護モードで使用できます。保護モードでは、MAC の取得が無効になるため、MAC アドレスは CAM テーブルに追加されません。Mac ラーニングが設定されているタイムアウト値の後に再度有効になります。
- **最大エンドポイント** ：現在のサポートされている最大のエンドポイント設定値は、0 ～ 12000 の範囲でサポートされています。最大エンドポイント値が 0 の場合、そのポートではポート セキュリティ ポリシーが無効になります。

ポート セキュリティに関するガイドラインと制約事項

次のようなガイドラインと制約事項があります。

- ポート セキュリティは、ポートごとに使用できます。
- ポートセキュリティは、物理ポート、ポートチャネル、および仮想ポートチャネル（vPC）でサポートされています。
- スタティック MAC アドレスとダイナミック MAC アドレスがサポートされています。
- セキュアなポートからセキュアでないポートへと、セキュアでないポートからセキュアなポートへの MAC アドレスの移動がサポートされています。
- MAC アドレスの制限は、MAC アドレスにのみ適用され、MAC と IP によるアドレスには実行されません。
- ポート セキュリティは、ファブリック エクステンダ（FEX）ではサポートされていません。

ファースト ホップ セキュリティについて

ファーストホップセキュリティ（FHS）機能では、レイヤ2リンク上でより優れたIPv4とIPv6のリンク セキュリティおよび管理が可能になります。サービス プロバイダ環境で、これらの機能は重複アドレス検出（DAD）とアドレス解像度（AR）などのアドレス割り当てや派生操作が、より緊密に制御可能です。

次のサポートされているFHS機能はプロトコルをセキュアにして、ファブリック リーフ スイッチにセキュアなエンドポイントデータベースを構築するのに役立ち、MIM攻撃やIPの盗難などのセキュリティ盗難を軽減するために使用されます。

- ARP検査：ネットワーク管理者は、無効なMACアドレスからIPアドレスへのバインディングがあるARPパケットを代行受信、記録、およびドロップすることができます。
- ND検査：レイヤ2ネイバー テーブルでステートレス自動設定アドレスのバインディングを学習し、保護します。
- DHCP検査：信頼できない送信元からのDHCPメッセージを検証し、無効なメッセージをフィルタ処理して除外します。
- RAガード：ネットワーク管理者は、不要または不正なルータ アドバタイズメント（RA）ガード メッセージをブロックまたは拒否できます。
- IPv4およびIPv6ソース ガード—不明なソースからのデータ トラフィックをすべてブロックします。
- 信頼制御：信頼できる送信元はその企業の管理制御下にあるデバイスです。これらのデバイスには、ファブリック内のスイッチ、ルータ、およびサーバが含まれます。ファイアウォールを越えるデバイスやネットワーク外のデバイスは信頼できない送信元です。一般的に、ホスト ポートは信頼できない送信元として扱われます。

FHS機能は、次のセキュリティ対策を提供します。

- **ロールの適用**：信頼できない主催者が、そのロールの有効範囲を超えるメッセージを送信することを防ぎます。
- **バインディングの適用**：アドレスの盗難を防止します。
- **DoS攻撃の軽減対策**：悪意あるエンドポイントを防ぎ、データベースが操作サービスを提供することを停止するポイントにエンドポイント データベースを成長させます。
- **プロキシ サービス**：アドレス解決の効率を高めるため一部のプロキシ サービスを提供します。

FHS機能は、テナントブリッジドメイン（BD）ごとに有効になっています。ブリッジドメインとして、単一または複数のリーフ スイッチで展開可能で、FHS脅威の制御と軽減のメカニズムは単一のスイッチと複数のスイッチのシナリオにも対応できます。

Cisco APIC リリース 6.0(2) 以降、FHS は VMware DVS VMM ドメインでサポートされます。EPG 内に FHS を実装する必要がある場合は、EPG 内分離を有効にします。EPG 内分離が有効

になっていない場合、同じ VMware ESX ポートグループ内のエンドポイントは FHS をバイパスすることがあります。EPG 内分離を有効にしない場合でも、異なるポートグループにあるエンドポイントに対しては、FHS 機能は引き続き有効です。たとえば、FHS は、侵害された VM が異なるポートグループ内の別の VM の ARP テーブルをポイズニングするのを防ぐことができます。

MACsec について

MACsec は、IEEE 802.1AE 規格ベースのレイヤ 2 ホップバイホップ暗号化であり、これにより、メディア アクセス非依存プロトコルに対してデータの機密性と完全性を確保できます。

MACsec は、暗号化キーにアウトオブバンド方式を使用して、有線ネットワーク上で MAC レイヤの暗号化を提供します。MACsec Key Agreement（MKA）プロトコルでは、必要なセッション キーを提供し、必要な暗号化キーを管理します。

802.1 ae MKA と暗号化はリンク、つまり、リンク (ネットワーク アクセス デバイスと、PC か IP 電話機などのエンドポイント デバイス間のリンク) が直面しているホストのすべてのタイプでサポートされますかにリンクが接続されている他のスイッチまたはルータ。

MACsec は、イーサネット パケットの送信元および宛先 MAC アドレスを除くすべてのデータを暗号化します。ユーザは、送信元と宛先の MAC アドレスの後に最大 50 バイトの暗号化をスキップするオプションもあります。

WAN またはメトロ イーサネット上に MACsec サービスを提供するために、サービス プロバイダーは、Ethernet over Multiprotocol Label Switching（EoMPLS）および L2TPv3 などのさまざまなトランスポート レイヤ プロトコルを使用して、E-Line や E-LAN などのレイヤ 2 透過サービスを提供しています。

EAP-over-LAN（EAPOL）プロトコル データ ユニット（PDU）のパケット本体は、MACsec Key Agreement PDU（MKPDU）と呼ばれます。3 回のハートビート後（各ハートビートは 2 秒）に参加者から MKPDU を受信しなかった場合、ピアはライブ ピア リストから削除されます。たとえば、クライアントが接続を解除した場合、スイッチ上の参加者はクライアントから最後の MKPDU を受信した後、3 回のハートビートが経過するまで MKA の動作を継続します。

APIC ファブリック MACsec

APIC はまたは責任を負う MACsec キーチェーン ディストリビューションのポッド内のすべてのノードに特定のポートのノードになります。サポートされている MACsec キーチェーンし、apic 内でサポートされている MACsec ポリシー ディストリビューションのとおりです。

- 単一ユーザ提供キーチェーンと 1 ポッドあたりポリシー
- ユーザが提供されるキーチェーンとファブリック インターフェイスごとのユーザが提供されるポリシー
- 自動生成されたキーチェーンおよび 1 ポッドあたりのユーザが提供されるポリシー

ノードは、複数のポリシーは、複数のファブリック リンクの導入を持つことができます。これが発生すると、ファブリック インターフェイスごとキーチェーンおよびポリシーが優先して指

定の影響を受けるインターフェイス。自動生成されたキーチェーンと関連付けられている MACsec ポリシーでは、最も優先度から提供されます。

APIC MACsec では、2 つのセキュリティ モードをサポートしています。MACsec **セキュリティで保護する必要があります** 中に、リンクの暗号化されたトラフィックのみを許可する **セキュリティで保護する必要があります** により、両方のクリアし、リンク上のトラフィックを暗号化します。MACsec を展開する前に **セキュリティで保護する必要があります** モードでのキーチェーンは影響を受けるリンクで展開する必要がありますまたはリンクがダウンします。たとえば、ポートをオンにできますで MACsec **セキュリティで保護する必要があります** モードがピアがしているリンクでのキーチェーンを受信する前にします。MACsec を導入することが推奨されて、この問題に対処する **セキュリティで保護する必要があります** モードとリンクの 1 回すべてにセキュリティ モードを変更 **セキュリティで保護する必要があります** 。

（注） MACsec インターフェイスの設定変更は、パケットのドロップになります。

MACsec ポリシー定義のキーチェーンの定義に固有の設定と機能の機能に関連する設定で構成されています。キーチェーン定義と機能の機能の定義は、別のポリシーに配置されます。MACsec 1 ポッドあたりまたはインターフェイスごとの有効化には、キーチェーン ポリシーおよび MACsec 機能のポリシーを組み合わせることが含まれます。

（注） 内部を使用して生成キーチェーンは、ユーザのキーチェーンを指定する必要はありません。

APIC アクセス MACsec

MACsec はリーフ スイッチ L3out インターフェイスと外部のデバイス間のリンクを保護するために使用します。APIC GUI および CLI のユーザを許可するで、MACsec キーとファブリック L3Out インターフェイスの設定を MacSec をプログラムを提供する物理/pc/vpc インターフェイスごと。ピアの外部デバイスが正しい MacSec 情報を使用してプログラムすることを確認するには、ユーザの責任です。

データ プレーン ポリシング

データ プレーン ポリシング（DPP）を使用して、ACI ファブリック アクセス インターフェイスの帯域幅使用量を管理します。DPP ポリシーは出力トラフィック、入力トラフィック、またはその両方に適用できます。DPP は特定のインターフェイスのデータ レートを監視します。データ レートがユーザ設定値を超えると、ただちにパケットのマーキングまたはドロップが発生します。ポリシングではトラフィックがバッファリングされないため、伝搬遅延への影響はありません。トラフィックがデータ レートを超えた場合、ACI ファブリックは、パケットのドロップか、パケット内 QoS フィールドのマーキングのどちらかを実行できます。

（注） 出力データ プレーン ポリサーは、スイッチ仮想インターフェイス（SVI）ではサポートされていません。

DPP ポリシーは、シングルレート、デュアルレート、カラー対応のいずれかになります。シングルレートポリシーは、トラフィックの認定情報レート（CIR）を監視します。デュアルレート ポリサーは、CIR と最大情報レート（PIR）の両方を監視します。また、システムは、関連するバースト サイズもモニタします。指定したデータ レート パラメータに応じて、適合（グリーン）、超過（イエロー）、違反（レッド）の 3 つのカラー、つまり条件が、パケットごとにポリサーによって決定されます。

通常、DPP ポリシーは、サーバやハイパーバイザなどの仮想または物理デバイスへの物理または仮想レイヤ 2 接続に適用されます。ルータについてはレイヤ 3 接続で適用されます。リーフ スイッチ アクセス ポートに適用される DPP ポリシーは、ACI ファブリックのファブリック アクセス（`infraInfra`）部分で構成され、ファブリック管理者が構成する必要があります。境界リーフスイッチ アクセス ポート（`l3extOut` または `l2extOut`）のインターフェイスに適用される DPP ポリシーは、ACI ファブリックのテナント（`fvTenant`）部分で構成され、テナント管理者が構成できます。

各状況に設定できるアクションは 1 つだけです。たとえば、DPP ポリシーを最大 200 ミリ秒のバーストで、256,000 bps のデータ レートに適合させることが可能です。この場合、システムは、このレートの範囲内のトラフィックに対して適合アクションを適用し、このレートを超えるトラフィックに対して違反アクションを適用します。カラー対応ポリシーは、トラフィックが以前にカラーによってすでにマーキングされているものと見なします。次に、このタイプのポリサーが実行するアクションの中で、その情報が使用されます。

スケジューラ

スケジュールにより、設定のインポート/エクスポートまたはテクニカル サポートの収集などの操作を 1 つ以上の指定した時間帯に発生させることができます。

スケジュールには、一連のタイム ウィンドウ（オカレンス）が含まれます。これらのウィンドウは、1回だけ発生させるか、または毎週指定した日時に繰り返し発生させることができます。期間や実行するタスクの最大数などのウィンドウで定義されているオプションにより、スケジュール設定されたタスクの実行時期が決定されます。たとえば、最大時間長またはタスク数に達したため特定のメンテナンス時間帯に変更を展開できない場合、この展開は次のメンテナンス時間に持ち越されます。

各スケジュールは、APIC が 1 つまたは複数のメンテナンス時間帯に入っているかどうか、定期的に確認します。入っている場合、スケジュールはメンテナンス ポリシーで指定された制限に対し適切な展開を実行します。

スケジュールには、スケジュールに関連付けられたメンテナンス時間を決定する 1 つ以上のオカレンスが含まれています。オカレンスは次のいずれかになります。

- [One-time] ウィンドウ：一度だけ行うスケジュールを定義します。 これらの時間帯は、その時間帯の最大時間長まで、または時間帯の中で実行可能なタスクの最大数に達するまで継続されます。
- [Recurring] ウィンドウ：繰り返すスケジュールを定義します。この時間帯は、タスクの最大数に達するまで、または時間帯に指定された日の終わりに達するまで継続します。

スケジュールを構成すると、構成中に次のエクスポートポリシーとファームウェアポリシーを選択して適用できます。

- テクニカル サポート エクスポートポリシー
- 構成エクスポートポリシー：日次自動バックアップ
- ファームウェアダウンロード

ファームウェア アップグレード

APIC 上のポリシーは、ファームウェア アップグレード プロセスの次の項目を管理します。

- 使用するファームウェアのバージョン。
- シスコから APIC リポジトリへのファームウェア イメージのダウンロード。
- 互換性の適用。
- アップグレードするもの：
  - スイッチ
  - 結果を表示するためのAPIC
  - 互換性カタログ
- アップグレードを実行する時期。
- 障害の処理方法（再試行、一時停止、無視など）。

各ファームウェア イメージには、サポートされるタイプおよびスイッチ モデルを識別する互換性カタログが含まれます。APICは、ファームウェア イメージ、スイッチ タイプ、およびそのファームウェア イメージを使用することを許可されるモデルのカタログを保持しています。デフォルトの設定では、互換性カタログに適合しない場合、ファームウェアの更新が拒否されます。

イメージ管理を実行する APIC には、互換性カタログ、APIC コントローラのファームウェア イメージおよびスイッチイメージのイメージリポジトリがあります。管理者は、イメージ ソース ポリシーを作成することで外部 HTTP サーバまたは SCP サーバから新しいファームウェア イメージを APIC イメージリポジトリにダウンロードできます。

APIC 上のファームウェア グループポリシーは、必要なファームウェア バージョンを定義します。

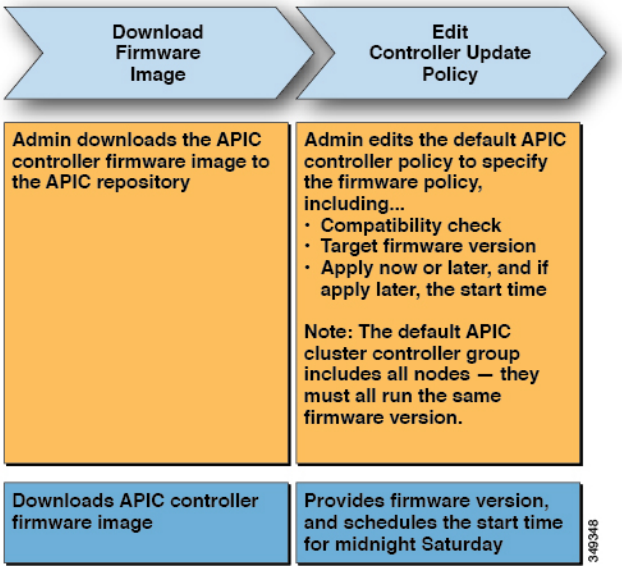
メンテナンス グループポリシーは、ファームウェアをアップグレードする時期、アップグレードするノード、および障害の処理方法を定義します。また、メンテナンス グループポリシーは、同時にアップグレードできるノードのグループを定義して、それらのメンテナンス グループをスケジュールに割り当てます。ノード グループ オプションには、すべてのリーフ ノード、すべてのスパイン ノード、またはファブリックの一部であるノードのセットが含まれます。

APIC コントローラのファームウェア アップグレード ポリシーは、クラスタ内のすべてのノードに常に適用されますが、アップグレードは常に一度に 1 つのノードに実行されます。APIC GUI により、ファームウェア アップグレードに関するリアルタイムのステータス情報が提供されます。

（注） 定期的アップグレードまたは1度だけのアップグレードのスケジュールに過去の日時が設定されている場合、スケジューラはただちにアップグレードをトリガーします。

次の図は、APIC クラスタ ノードのファームウェア アップグレードのプロセスを示します。

図 *16 : APIC* クラスタ コントローラのファームウェア アップグレードのプロセス



APIC は、次のようにこのコントローラのファームウェア アップグレード ポリシーを適用します。

- 管理者が土曜日の午前 0 時にコントローラ アップデート ポリシーを構成したため、 APIC は土曜日の午前 0 時にアップグレードを開始します。
- システムは、既存のファームウェアの互換性を確認し、新しいファームウェア イメージで提供される互換性カタログに従って、新しいバージョンにアップグレードします。
- アップグレードは、クラスタ内のすべてのノードがアップグレードされるまで、一度に 1 個のノードずつ行われます。

（注） APIC はノードの複製クラスタであるため、中断は最小限に抑えるべきです。管理者は、APIC のアップグレードのスケジュールを検討する際にシステムの負荷を認識し、メンテナンス期間中にアップグレードを計画する必要があります。

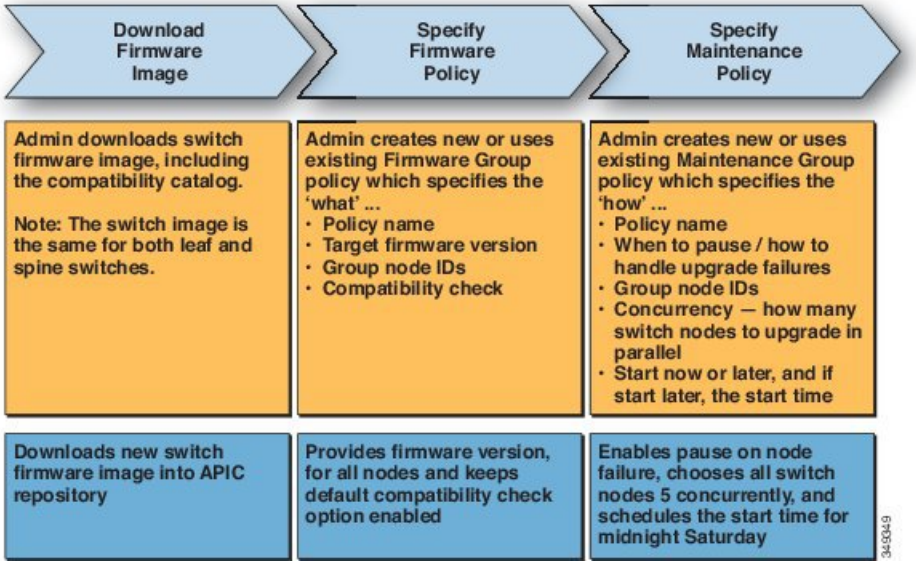
- APIC を含む ACI ファブリックは、アップグレードが進行中でも動作し続けます。

（注） コントローラのアップグレードはランダムに行われます。各 APIC コントローラはアップグレードに約 10 分かかります。コントローラのイメージがアップグレードされると、クラスタからドロップし、新しいバージョンで再起動します。その間、クラスタ内の他の APIC コントローラは動作しています。コントローラが再起動すると、クラスタに再び参加します。その後、クラスタが収束し、次のコントローラのイメージのアップグレードを開始します。クラスタがすぐに収束せず、完全な適合状態にならなければ、その後のアップグレードは、クラスタが収束して完全な適合状態になるまで待機状態になります。この期間中、「Waiting for Cluster Convergence」メッセージが表示されます。

- コントローラ ノードのアップグレードが失敗すると、アップグレードが一時停止し、手動による介入が行われるまで待機します。

次の図は、すべての ACI ファブリック スイッチ ノードのファームウェアをアップグレードするプロセスがどのように動作するかを示します。

図 *17:* スイッチ ファームウェアのアップグレード プロセス



APIC は、次のようにこのスイッチ アップグレード ポリシーを適用します。

- 管理者が土曜日の午前 0 時にコントローラ アップデート ポリシーを構成したため、 APIC は土曜日の午前 0 時にアップグレードを開始します。
- システムは、既存のファームウェアの互換性を確認し、新しいファームウェアイメージで提供される互換性カタログに従って、新しいバージョンにアップグレードします。
- アップグレードは、すべての指定されたノードがアップグレードされるまで、一度に 5 個のノードずつ行われます。

（注） ファームウェアのアップグレードにより、スイッチがリブートします。リブートにより数分間スイッチの操作が中断される場合があります。メンテナンス期間中にファームウェアのアップグレードをスケジュールします。

- スイッチ ノードのアップグレードが失敗すると、アップグレードが一時停止し、手動による介入が行われるまで待機します。

ファームウェア アップグレードを実行するための詳細な手順については、『*Cisco APIC Management, Installation, Upgrade, and Downgrade Guide*』を参照してください。

設定ゾーン

構成ゾーンは、ACI ファブリックをさまざまなゾーンに分割します。これらのゾーンは、異なる時間で構成変更を使用して更新できます。これにより、トラフィックを中断させたり、ファ

ブリックをダウンさせたりする可能性のある、欠陥のあるファブリック全体の構成を展開するリスクを制限できます。管理者は、クリティカルでないゾーンに構成を展開し、それが適切であると判断した後でクリティカルなゾーンに展開することが可能です。

次のポリシーは、構成ゾーンのアクションを指定します。

- infrazone:ZoneP は、システムアップグレード時に自動的に作成されます。削除することも変更することもできません。
- infrazone:Zone には、1 つ以上のポッド グループ（PodGrp）または 1 つ以上のノード グループ（NodeGrp）が含まれます。

（注） PodGrp または NodeGrp のいずれかのみを選択できます。両方は選べません。

ノードは 1 つのゾーン（infrazone:Zone）のみに属することができます。NodeGrp には、名前と展開モードの 2 つのプロパティがあります。展開モードのプロパティは次のとおりです。

- enabled：保留中の更新がすぐに送信されます。
- disabled：新しい更新は延期されます。

（注）
- 無効な構成ゾーンでノードをアップグレード、ダウングレード、コミッション、またはデコミッションしないでください。
- 無効な構成ゾーンでノードのクリーンリロードまたはアップリンク/ダウンリンク ポート変換リロードを実行しないでください。

- triggered：保留中の更新はすぐに送信され、展開モードは変更が triggered 以前の値に自動的にリセットされます。

特定のノードセットでポリシーが作成、変更、または削除されると、ポリシーが展開されている各ノードに更新が送信されます。ポリシー クラスと infrazone の構成に基づいて、次のことが起こります。

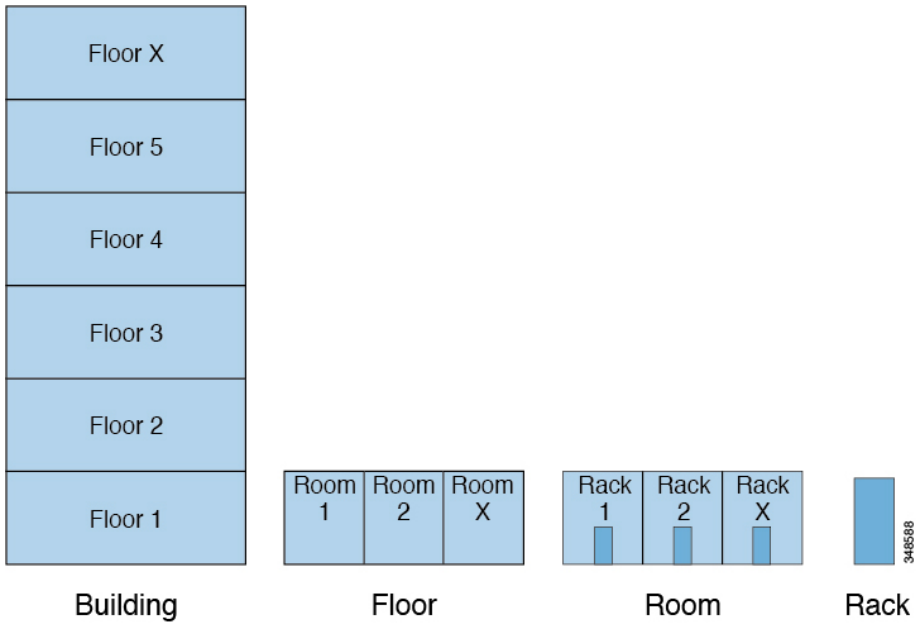
- infrazone 構成に従わないポリシーの場合、APIC はすべてのファブリック ノードに更新をすぐに送信します。
- infrazone 構成に従うポリシーの場合、更新は infrazone 構成に従って進行します。
  - ノードが infrazone:Zone の一部である場合、ゾーンの展開モードが有効に設定されている場合、更新はすぐに送信されます。それ以外の場合、更新は延期されます。

- ノードが infrazone:Zone の一部でない場合、更新はすぐに実行されます。これは、ACI ファブリックのデフォルトの動作です。

位置情報

管理者は、位置情報ポリシーを使用して、データセンター施設内の ACI ファブリック ノードの物理ロケーションをマッピングします。次の図は、地理位置情報マッピング機能の例を示します。

図 *18 :* 位置情報（*GeoLocation*）



たとえば、単一の部屋でのファブリック展開の場合は、管理者がデフォルトのルーム オブジェクトを使用して、スイッチの物理ロケーションに一致する 1 つ以上のラックを作成します。大規模な展開の場合、管理者は 1 つ以上のサイト オブジェクトを作成できます。各サイトには、1 つ以上の建物を含めることができます。各建物には、1 つ以上のフロアがあります。各フロアには 1 つ以上の部屋があり、各部屋には 1 つ以上のラックがあります。最後に、各ラックは 1 つ以上のスイッチに関連付けることができます。

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。