



802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

Virtual Private Network (VPN; 仮想私設網) は、共有インフラストラクチャ (イーサネットベースであることが多い) 上で、私設網と同じセキュリティ、プライオリティ、信頼性、および管理性で企業規模の接続を行います。トンネリングは、ネットワークで複数のカスタマーのトラフィックを伝送する Service Provider (SP; サービス プロバイダー) を対象に設計された機能です。このような SP は、各カスタマーの VLAN (仮想 LAN) およびレイヤ 2 プロトコル設定をほかのカスタマーのトラフィックに影響を与えずに維持する必要があります。Catalyst 3550 スイッチは、IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングをサポートします。



(注) この章で使用されるコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンドリファレンスを参照してください。

この章の内容は次のとおりです。

- [802.1Q トンネリングの概要 \(p.15-2\)](#)
- [802.1Q トンネリングの設定 \(p.15-4\)](#)
- [レイヤ 2 プロトコル トンネリングの概要 \(p.15-8\)](#)
- [レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定 \(p.15-11\)](#)
- [トンネリング ステータスのモニタおよびメンテナンス \(p.15-19\)](#)

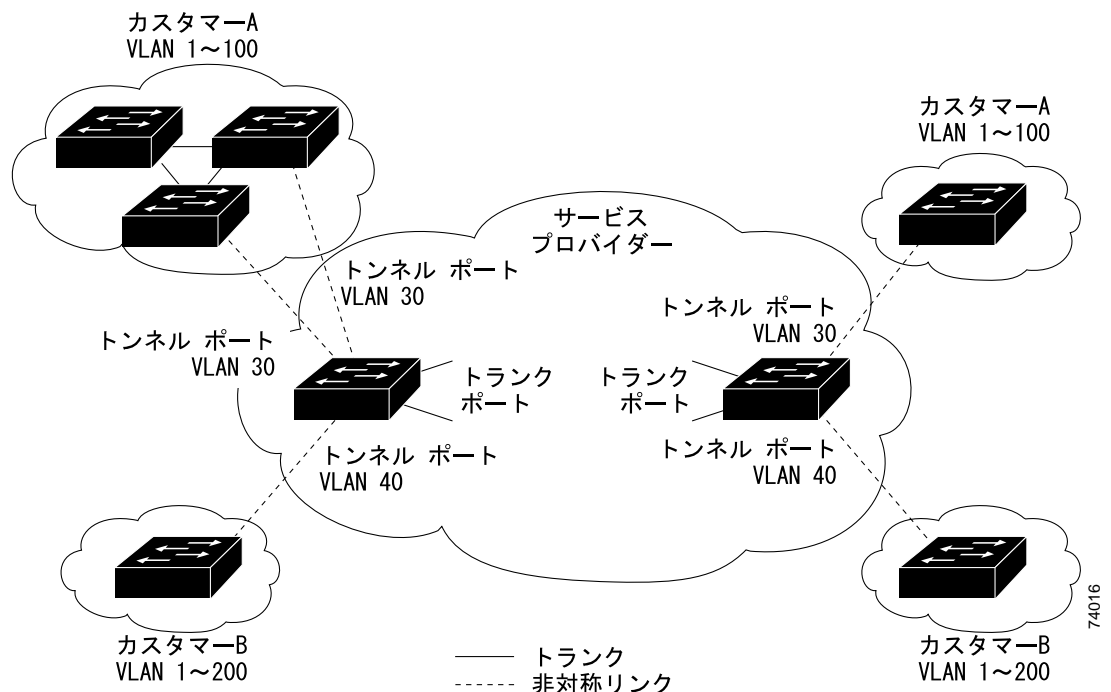
802.1Q トンネリングの概要

SP の企業カスタマーは、多くの場合、VLAN ID とサポートする VLAN 数について一定の要求を持っています。同じ SP ネットワークのさまざまなカスタマーが必要とする VLAN の範囲は重複する場合があります。インフラストラクチャを介したカスタマーのトラフィックが混合する場合があります。各カスタマーに固有の範囲の VLAN ID を割り当てると、カスタマーの設定を制限し、802.1Q 仕様である 4096 という VLAN の制限を容易に超えてしまいます。

SP は、トンネリング機能を使用することにより、複数の VLAN を設定しているカスタマーを 1 つの VLAN でサポートできます。同じ VLAN 上に見える場合でも、カスタマーの VLAN ID は保持され、さまざまなカスタマーからのトラフィックは、SP 内で分離されます。トンネリングは、VLAN 内 VLAN 階層構造を使用し、タグ付きパケットを再びタグングして VLAN スペースを拡張します。802.1Q トンネリングをサポートするように設定されたポートをトンネルポートと呼びます。トンネリングを設定するとき、トンネリング用の VLAN ID にトンネルポートを割り当てます。各カスタマーは個別の SP VLAN ID を必要としますが、その SP VLAN ID はすべてのカスタマーの VLAN をサポートします。

適切な VLAN ID を通常の方法でタグ付けされたカスタマー トラフィックは、カスタマー デバイスの 802.1Q トランクポートから送信され、SP エッジスイッチのトンネルポートがこれを受信します。カスタマー デバイスとエッジスイッチ間のリンクは、非対称です。これは、一方の側が 802.1Q トランクポートとして設定されているのに対し、もう一方がトンネルポートとして設定されているためです。トンネルポート インターフェイスに、各カスタマーの一意のアクセス VLAN ID を割り当てます (図 15-1 を参照してください)。

図 15-1 SP ネットワークの 802.1Q トンネルポート

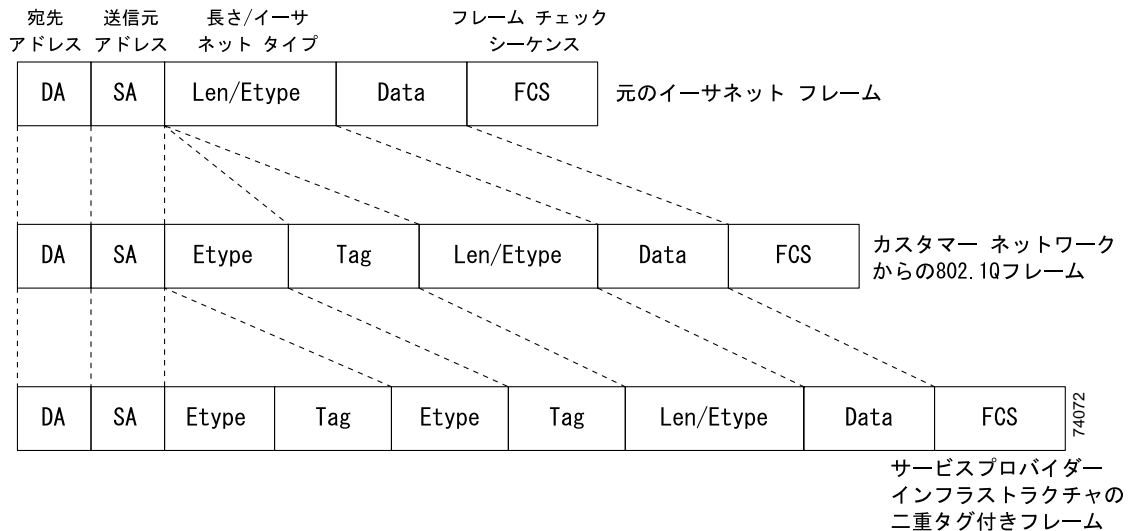


カスタマー トランクポートから送信され、SP エッジスイッチのトンネルポートが受信するパケットには、通常、適切な VLAN ID を持つ 802.1Q がタグ付けされています。これらのタグ付きパケットは、トランクポートを出て SP ネットワークに入るとき、カスタマー固有の VLAN ID を含む別のレイヤの 802.1Q タグ (メトロタグ) でカプセル化されます。元のカスタマー 802.1Q タグはカプ

セル化されたパケット内に保存されています。したがって、SP ネットワークに入るパケットは二重のタグ付きで、メトロ タグにはカスタマーのアクセス VLAN ID を、内側のタグには着信トラフィックの VLAN ID を格納しています。

二重タグ付きパケットが SP コア スイッチの別のトランク ポートに着信した場合は、スイッチがパケットを処理するときに、メトロ タグが除去されます。同じコア スイッチの別のトランク ポートからパケットが送出された場合は、パケットに同じメトロ タグが再び追加されます。図 15-2 に、元のフレームまたは通常のフレームで始まるイーサネット パケットの構造を示します。

図 15-2 元の (通常の) 802.1Q、二重タグ付きイーサネット パケット形式



パケットが SP 出力スイッチのトランク ポートに着信した場合は、スイッチがパケットを処理するときに、メトロ タグが再び除去されます。ただし、パケットがエッジ スイッチのトランク ポートからカスタマー ネットワークへ送信されるとき、メトロ タグは追加されません。カスタマー ネットワーク内の元の VLAN 番号を保護するため、パケットは通常の 802.1Q タグ付きフレームとして送信されます。

エッジ スイッチのトンネル ポート経由で SP ネットワークに入るパケットは、タグなしの場合も、802.1Q ヘッダー付きのタグ付きの場合も、すべてタグなしパケットとして取り扱われます。これらのパケットは、802.1Q トランク ポートの SP ネットワーク経由で送信されるとき、メトロ タグ VLAN ID (トンネル ポートのアクセス VLAN に設定) でカプセル化されます。メトロ タグのプライオリティ フィールドは、トンネル ポートで設定されたインターフェイス Class of Service (CoS; サービスクラス) プライオリティに設定されます (何も設定されていない場合、デフォルト値は 0 です)。

図 15-1 では、カスタマー A には VLAN 30 が、カスタマー B には VLAN 40 が割り当てられています。802.1Q タグ付きでエッジ スイッチのトンネル ポートに入るパケットは、二重タグ付きになります。この場合、メトロ タグには VLAN 30 または VLAN 40 を格納し、内側のタグには元のカスタマー VLAN 番号 (たとえば、VLAN 100) を格納して、適宜 SP ネットワークに入ります。カスタマー A とカスタマー B の両方がネットワークに VLAN 100 を持っている場合でも、メトロ タグが異なるため、トラフィックは SP ネットワーク内で分離されたままです。各カスタマーは独自の VLAN 番号スペースを運用管理します。これは、ほかのカスタマーが使用する VLAN 番号スペースや、SP ネットワークが使用する VLAN 番号スペースとは無関係の独自のものです。

802.1Q トンネリングの設定

ここでは 802.1Q トンネリングの設定について説明します。

- [802.1Q トンネリングのデフォルト設定 \(p.15-4\)](#)
- [802.1Q トンネリングの設定時の注意事項 \(p.15-4\)](#)
- [802.1Q トンネリングとその他の機能 \(p.15-5\)](#)
- [802.1Q トンネル ポートの設定 \(p.15-6\)](#)

802.1Q トンネリングのデフォルト設定

デフォルトでは、802.1Q トンネリングはディセーブルに設定されています。デフォルトのスイッチポートモードが `dynamic desirable` であるためです。802.1Q ネイティブ VLAN パケットのタグングも、すべての 802.1Q トランクポートでディセーブルに設定されています。

802.1Q トンネリングの設定時の注意事項

802.1Q トンネリングを設定する場合、トンネルを通過するトラフィックに対して常に非対称リンクを使用し、トンネルごとに 1 つの VLAN を専用にする必要があります。また、ネイティブ VLAN の設定要件と Maximum Transmission Unit (MTU; 最大伝送ユニット) にも注意する必要があります。MTU の詳細については、「[システム MTU](#)」(p.15-5) を参照してください。

ネイティブ VLAN

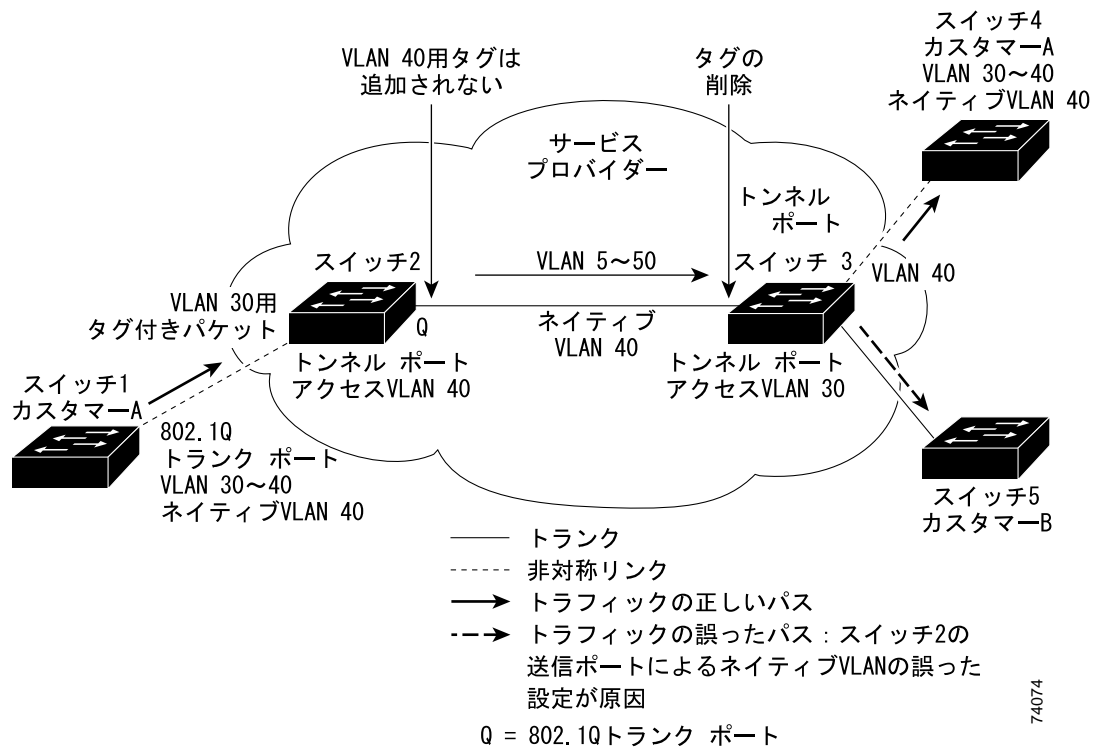
エッジスイッチに 802.1Q トンネリングを設定する場合は、SP ネットワークへのパケットの送信に 802.1Q トランクポートを使用する必要があります。ただし、SP ネットワークの中心を通過するパケットは、802.1Q トランク、ISL トランク、または非トランクリンクを介して搬送されます。802.1Q トランクをこれらのコアスイッチで使用する場合には、802.1Q トランクのネイティブ VLAN を、同じスイッチの非トランク(トンネリング)ポートのどのネイティブ VLAN にも一致させないでください。ネイティブ VLAN 上のトラフィックが 802.1Q 送信トランクポートでタグ付けされないことがあるためです。

[図 15-3](#) を参照してください。VLAN 40 は、SP ネットワーク(スイッチ 2)の入力エッジスイッチで、カスタマー A から 802.1Q トランクポートのネイティブ VLAN として設定されています。カスタマー A のスイッチ 1 は、タグ付きパケットを VLAN 30 上で、アクセス VLAN 40 に属する SP ネットワークにあるスイッチ 2 の入力トンネルポートに送信しています。トンネルポートのアクセス VLAN (VLAN 40) は、エッジスイッチ トランクポート (VLAN 40) のネイティブ VLAN と同じなので、メトロ タグはトンネルポートから受信したタグ付きパケットに追加されません。パケットは、SP ネットワークを通じて VLAN 30 タグだけを出力エッジスイッチ(スイッチ 3)のトランクポートに搬送し、出力スイッチ トンネルポートを通じてカスタマー B に誤って転送します。

この問題の解決には、次のような方法があります。

- SP ネットワークのコアスイッチ間で ISL トランクを使用します。エッジスイッチに接続したカスタマー インターフェイスは 802.1Q トランクにしなければなりません。コアレイヤのスイッチの接続には ISL トランクを使用することを推奨します。
- ネイティブ VLAN を含む 802.1Q トランクから発信されるすべてのパケットがタグ付きになるようにエッジスイッチを設定するには、`vlan dot1q tag native` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。すべての 802.1Q トランクでネイティブ VLAN パケットにタグ付けするようにスイッチを設定すると、スイッチはタグのないパケットを受け入れますが、送信するのはタグ付きパケットだけです。
- エッジスイッチ トランクポートのネイティブ VLAN ID がカスタマー VLAN の範囲内がないことを確認します。たとえば、トランクポートが VLAN 100 ~ 200 のトラフィックを搬送する場合は、ネイティブ VLAN にはその範囲外の番号を割り当てます。

図 15-3 802.1Q トンネリングとネイティブ VLAN で予想される問題



システム MTU

Catalyst 3550 スイッチのトラフィックに対するデフォルトのシステム MTU は、1500 バイトです。**system mtu** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、より大きいフレームをサポートするようにスイッチを設定できます。メトロ タグが追加されたときに、802.1Q トンネリング機能によってフレームサイズが4 バイト増えるので、スイッチのシステム MTU サイズを 1504 バイト以上に設定して、SP ネットワーク内のすべてのスイッチがより大きいサイズのフレームを処理できるようにする必要があります。Catalyst 3550 ギガビット イーサネット スイッチの最大許容システム MTU は、2000 バイトです。ファスト イーサネット スイッチの最大システム MTU は、1546 バイトです。

802.1Q トンネリングとその他の機能

802.1Q トンネリングは、レイヤ 2 パケット スイッチングに対しては適切に機能しますが、レイヤ 2 機能とレイヤ 3 スイッチングとは一部互換性がありません。

- トンネルポートはルーテッドポートにできません。
- IP ルーティングは、802.1Q ポートを含む VLAN ではサポートされません。トンネルポートから受信されたパケットは、レイヤ 2 情報のみに基づいて転送されます。トンネルポートを備えた Switch Virtual Interface (SVI; スイッチ仮想インターフェイス) 上でルーティングがイネーブルになっている場合は、トンネルポートから受信したタグのない IP パケットは、スイッチによって認識され、ルーティングされます。カスタマーは、VLAN 経由でインターネットにアクセスできます。このアクセスが必要ない場合は、トンネルポートを含む VLAN に SVI を設定しないでください。

- トンネル ポートでは代替ブリッジングはサポートされません。トンネル ポートから受信した 802.1Q タグ付きパケットはすべて非 IP パケットとして取り扱われるので、トンネル ポートが設定された VLAN で代替ブリッジングがイネーブルになっている場合は、IP パケットは VLAN で誤ってブリッジングされます。したがって、トンネル ポートを含む VLAN 上で代替ブリッジングをイネーブルにしてはなりません。
- トンネル ポートは、IP Access Control List (ACL; アクセス制御リスト) をサポートしません。
- レイヤ 3 Quality of Service (QoS; サービス品質) ACL とレイヤ 3 関連のその他の QoS 機能はトンネル ポートではサポートされていません。MAC ベースの QoS はサポートされません。
- EtherChannel ポート グループは、802.1Q 設定が EtherChannel ポート グループ内で一貫している場合に限り、トンネル ポートと互換性があります。
- Port Aggregation Protocol (PAgP)、Link Aggregation Control Protocol (LACP) および Unidirectional Link Detector (UDLD; 単一方向リンク検出) は 802.1Q トンネル ポートでサポートされています。
- Dynamic Trunking Protocol (DTP) は、802.1Q トンネリングと互換性がありません。これは、トンネル ポートおよびトランク ポートとの非対称リンクを手動で設定しなければならないためです。
- ループバック検出は、802.1Q トンネル ポートでサポートされています。
- 802.1Q トンネル ポートとしてポートが設定されている場合、スパニングツリー Bridge Protocol Data Unit (BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット) フィルタリングは、インターフェイスで自動的にイネーブルに設定されます。Cisco Discovery Protocol (CDP) は、インターフェイスで自動的にディセーブルに設定されます。

802.1Q トンネル ポートの設定

ポートを 802.1Q トランク ポートとして設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	説明
ステップ 1	<i>configure terminal</i>	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	<i>interface interface-id</i>	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを指定します。これは、カスタマー スイッチに接続する SP ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポートチャネル論理インターフェイス (ポートチャネル 1 ~ 64) があります。
ステップ 3	<i>switchport access vlan vlan-id</i>	デフォルト VLAN を指定します。これは、インターフェイスがトランキングを停止した場合に使用されます。特定の顧客に固有の VLAN ID で指定します。
ステップ 4	<i>switchport mode dot1q-tunnel</i>	インターフェイスを 802.1Q トンネル ポートとして設定します。
ステップ 5	<i>exit</i>	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	<i>vlan dot1q tag native</i>	(任意) スイッチが、すべての 802.1Q トランク ポートでネイティブ VLAN パケットのタグングをイネーブルにするように設定します。設定しないと、カスタマー VLAN ID がネイティブ VLAN と同じ場合、トランク ポートはメトロ タグを適用せず、パケットが誤った宛先に送信される可能性があります。
ステップ 7	<i>end</i>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	<i>show dot1q-tunnel</i>	スイッチのトンネル ポートを表示します。
ステップ 9	<i>show vlan dot1q tag native</i>	802.1Q ネイティブ VLAN タグング ステータスを表示します。
ステップ 10	<i>copy running-config startup-config</i>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポートを `dynamic desirable` のデフォルト ステートに戻すには、`no switchport mode dot1q-tunnel` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。ネイティブ VLAN パケットのタグリングをディセーブルにする場合は、`no vlan dot1q tag native` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例は、インターフェイスをトンネル ポートとして設定し、ネイティブ VLAN パケットのタグリングをイネーブルにして、設定を確認する方法を示しています。この設定では、インターフェイス GigabitEthernet 0/7 に接続しているカスタマーの VLAN ID は VLAN 22 です。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/7
Switch(config-if)# switchport access vlan 22
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 22
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# vlan dot1q tag native
Switch(config)# end
Switch# show dot1q-tunnel interface gigabitethernet0/7
Port
-----
Gi0/1Port
-----
Switch# show vlan dot1q tag native
dot1q native vlan tagging is enabled
```

レイヤ 2 プロトコル トンネリングの概要

SP ネットワークで接続されたさまざまなサイトのカスタマーは、各種のレイヤ 2 プロトコルを使用してトポロジーをスケールし、ローカル サイトだけでなくすべてのリモート サイトも組み込む必要があります。STP は正常に実行し、すべての VLAN は、SP ネットワーク全体でローカル サイトおよびすべてのリモート サイトを組み込んだ適切なスパンニング ツリーを構築する必要があります。CDP は、ローカルおよびリモート サイトから近接するシスコ デバイスを検出する必要があります。VLAN Trunk Protocol (VTP; VLAN トランク プロトコル) は、カスタマー ネットワークのすべてのサイトで VLAN 設定が一貫するようにする必要があります。

プロトコル トンネリングがイネーブルになると、SP ネットワークの着信側のエッジ スイッチは、特殊 MAC アドレスでレイヤ 2 プロトコル パケットをカプセル化し、SP ネットワークに送信します。ネットワークのコア スイッチはこのようなパケットを処理せずに、通常パケットとして転送します。CDP、STP、または VTP 用のレイヤ 2 Protocol Data Unit (PDU; プロトコル データ ユニット) は、SP ネットワークを横断し、SP ネットワークの発信側にあるカスタマー スイッチに受信されません。同じ VLAN 上のすべてのカスタマー ポートで同じパケットが受信され、次のような結果となります。

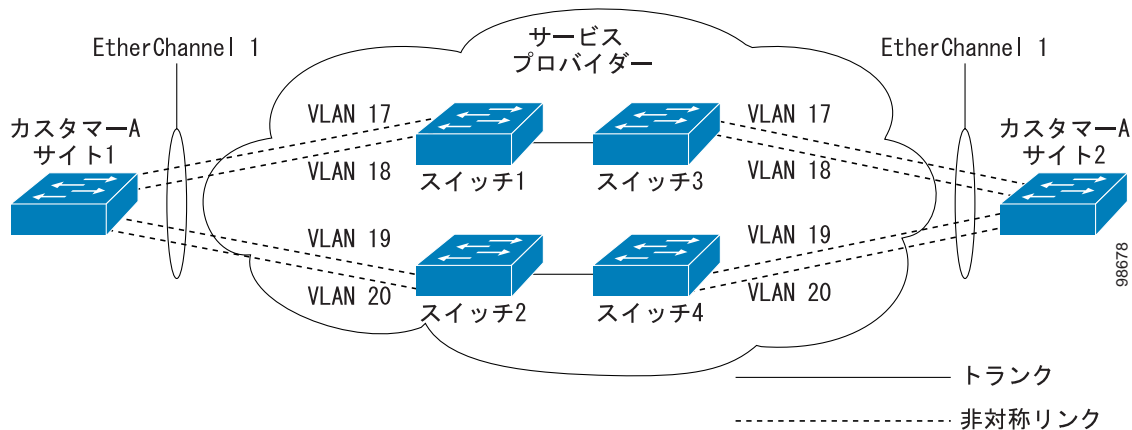
- 各カスタマー サイトのユーザは、正常に STP を実行できます。また、すべての VLAN は、単にローカル サイトからだけではなくすべてのサイトからのパラメータに基づいて、正しいスパンニングツリーを構築できます。
- CDP は、SP ネットワークを介して接続したほかのシスコ デバイスに関する情報を検出して表示します。
- VTP は、SP を介してすべてのスイッチに伝播し、カスタマー ネットワーク全体で VLAN 設定を統一します。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングは単独で使用することも、802.1Q トンネリングを拡張することもできます。プロトコル トンネリングが 802.1Q トンネリング ポートでイネーブルになっていない場合は、SP ネットワークの受信側にあるリモート スイッチは、PDU を受信せず、STP、CDP、および VTP を正常に実行できません。プロトコル トンネリングがイネーブルになっている場合は、各カスタマー ネットワークのレイヤ 2 プロトコルは、SP ネットワーク内で実行するプロトコルとは全面的に切り離されます。802.1Q トンネリングを装備した SP ネットワークを介してトラフィックを送信するさまざまなサイト上のカスタマー スイッチは、カスタマー VLAN のすべてを理解するようになります。802.1Q トンネリングが使用されていない場合は、アクセス ポートを通じてカスタマー スイッチに接続し、SP アクセス ポートでトンネリングをイネーブルにすることで、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにできます。

たとえば、[図 15-4](#) では、カスタマー A は、SP ネットワークを介して接続された、同じ VLAN に 4 つのスイッチを持っています。ネットワークが PDU をトンネリングしない場合は、ネットワークの遠端のスイッチは STP、CDP、および VTP を正常に実行できません。たとえば、カスタマー A のサイト 1 にあるスイッチの VLAN に対する STP は、カスタマー A のサイト 2 にあるスイッチに基づくコンバージェンス パラメータを考慮しないで、そのサイトのスイッチにスパンニングツリーを構築します。この結果、トポロジーは[図 15-5](#) のようになります。

たとえば、[図 15-6](#) では、カスタマー A は、SP ネットワークを介して接続された、同じ VLAN に 2 つのスイッチを持っています。ネットワークが PDU をトンネリングすると、ネットワークの遠端のスイッチは専用回線なしで EtherChannel の自動作成をネゴシエーションできます。EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定手順については、「[EtherChannel のレイヤ 2 トンネリングの設定](#)」(p.15-15) を参照してください。

図 15-6 EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリング



レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

SP ネットワークのエッジスイッチのカスタマーに接続したアクセスポートまたはトンネルポートで、レイヤ 2 プロトコル トンネリング (プロトコル別) をイネーブルにできます。カスタマー スイッチに接続した SP エッジスイッチは、トンネリング プロセスを実行します。エッジスイッチのトンネルポートは、カスタマー 802.1Q トランク ポートに接続されています。エッジスイッチのアクセスポートは、カスタマー アクセスポートに接続されています。

Catalyst 3550 スイッチは、CDP、STP、および VTP のレイヤ 2 プロトコル トンネリングをサポートします。エミュレートされたポイントツーポイント ネットワーク トポロジーでは、PAgP、LACP、および UDLD プロトコルをサポートします。



注意

PAgP、LACP、および UDLD プロトコル トンネリングは、ポイントツーポイント トポロジーをエミュレートするためだけのものです。トンネリングされたパケットを多くのポートに送信する誤った設定は、ネットワーク障害の原因になる可能性があります。

トンネルポートまたはアクセスポートを介して SP 着信エッジスイッチに入ったレイヤ 2 PDU が、トランクポートを介して SP ネットワークに入ると、スイッチは、カスタマー PDU 宛先 MAC アドレスを既知のシスコ独自のマルチキャストアドレス (01-00-0c-cd-cd-d0) で上書きします。ここで、802.1Q トンネリングがイネーブルになっている場合は、パケットは二重タグ付きです。外側のタグはカスタマーのメトロタグで、内側のタグはカスタマー VLAN タグです。コアスイッチは、内側のタグを無視して同じメトロ VLAN のすべてのトランクポートにパケットを転送します。発信側のエッジスイッチは、正しいレイヤ 2 プロトコルと MAC アドレス情報を復元して、同じメトロ VLAN のすべてのトンネルポートまたはアクセスポートにパケットを転送します。したがって、レイヤ 2 PDU は完全な状態のまま保持され、SP ネットワークを介してカスタマー ネットワークのもう一方の側に配信されます。

図 15-4 を参照してください。カスタマー A とカスタマー B は、それぞれアクセス VLAN 30 と VLAN 40 に属しています。非対称リンクは、サイト 1 のカスタマーを SP ネットワークのエッジスイッチに接続します。サイト 1 のカスタマー B からスイッチ 2 に着信するレイヤ 2 PDU (たとえば、BPDU) は、宛先 MAC アドレスとして既知の MAC アドレスを持つ二重タグ付きパケットとしてインフラストラクチャに転送されます。この二重タグ付きパケットは、内側の VLAN タグ (たとえば VLAN 100) だけでなく、VLAN 40 のメトロ VLAN タグを備えています。二重タグ付きパケットがスイッチ 4 に着信すると、VLAN 40 のメトロ VLAN タグが削除されます。既知の MAC アドレスは、各レイヤ 2 プロトコル MAC アドレスに置き換わります。パケットは、VLAN 100 のタグ付きフレームとして、サイト 2 のカスタマー B に送信されます。

カスタマー スイッチのアクセスポートに接続したエッジスイッチのアクセスポートでのレイヤ 2 プロトコル トンネリングもイネーブルにできます。この場合、カプセル化とカプセル化解除のプロセスは、前に説明したものと同じです。ただし、パケットは SP ネットワークで二重タグ付きではありません。一重タグは、カスタマー固有のアクセス VLAN タグです。

ここでは、レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定について説明します。

- [レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定 \(p.15-12\)](#)
- [レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定時の注意事項 \(p.15-12\)](#)
- [レイヤ 2 トンネリングの設定 \(p.15-13\)](#)
- [EtherChannel のレイヤ 2 トンネリングの設定 \(p.15-15\)](#)

レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定

表 15-1 に、レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定を示します。

表 15-1 レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
レイヤ 2 プロトコル トンネリング	ディセーブル
シャットダウン スレッシュホールド	設定なし
廃棄スレッシュホールド	設定なし
CoS 値	データパケット用のインターフェイスに対して CoS 値が設定されている場合、その値がレイヤ 2 PDU に使用されるデフォルト。未設定の場合、デフォルトは 5 です。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定時の注意事項


ここでは、レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定時の注意事項と動作特性について説明します。


- スイッチは、Multiple STP (MSTP) を含めた CDP、STP、および VTP のトンネリングをサポートします。プロトコル トンネリングはデフォルトでディセーブルに設定されていますが、802.1Q トンネル ポートまたはアクセス ポート上で個々のプロトコルに対してイネーブルにできます。
- スイッチは、エミュレートされたポイントツーポイント ネットワーク トポロジーの PAGP、LACP、および UDLD トンネリングをサポートします。プロトコル トンネリングはデフォルトでディセーブルに設定されていますが、802.1Q トンネル ポートまたはアクセス ポート上で個々のプロトコルに対してイネーブルにできます。
- PAGP または LACP トンネリングをイネーブルにした場合、高速リンク障害検出のためインターフェイス上で UDLD をイネーブルにすることを推奨します。
- ループバック検出は、PAGP、LACP、または UDLD パケットのレイヤ 2 プロトコル トンネリングではサポートされません。
- DTP は、レイヤ 2 プロトコル トンネリングと互換性がありません。これは、トンネル ポートおよびトランク ポートとの非対称リンクを手動で設定しなければならないためです。
- トンネリングはトランク ポートではサポートされません。トランク ポートで *l2protocol-tunnel* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力すると、コマンドは受け付けられますが、ポートをトンネル ポートまたはアクセス ポートに変更しないかぎり、レイヤ 2 トンネリングは有効になりません。
- EtherChannel ポートグループは、802.1Q 設定が EtherChannel ポートグループ内で一貫している場合、トンネル ポートと互換性があります。
- レイヤ 2 トンネリングがイネーブルに設定されたトンネル ポートまたはアクセス ポートからカプセル化 PDU (独自の宛先 MAC アドレス付き) を受信した場合は、ループを防止するためトンネル ポートはシャットダウンします。プロトコルに対して設定されたシャットダウン スレッシュホールドに達した場合も、ポートはシャットダウンします。(*shutdown* および *no shutdown* コマンド シーケンスを入力して) 手動でポートを再びイネーブルにできます。 *errdisable* からの回復がイネーブルの場合、指定したタイム インターバルのあとに操作が再試行されます。
- カプセル化を解除された PDU だけが、カスタマー ネットワークに転送されます。SP ネットワーク上で稼働するスパンニングツリー インスタンスは、トンネル ポートに BPDU を転送しません。トンネル ポートからは CDP パケットは転送されません。
- インターフェイスでプロトコル トンネリングがイネーブルになっている場合は、カスタマー ネットワークによって生成された PDU のシャットダウン スレッシュホールドをプロトコル単位、ポート単位で設定できます。制限を超過すると、ポートはシャットダウンされます。トンネル ポートに QoS ACL およびポリシー マップを使用して BPDU レートを制限することもできます。

- インターフェイスでプロトコル トンネリングがイネーブルになっている場合は、カスタマーネットワークによって生成された PDU の廃棄スレッシュホールドをプロトコル単位、ポート単位で設定できます。制限を超過すると、ポートが PDU を受信する比率が廃棄スレッシュホールドを下回るまでポートは PDU を廃棄します。
- トンネリングされた BPDU (特に STP BPDU) は、カスタマーの仮想ネットワークが正常に動作するようにすべてのリモート サイトに配信する必要があるため、SP ネットワーク内の PDU に対して、同じトンネル ポートから受信したデータ パケットより高いプライオリティを与えることができます。デフォルトでは、PDU はデータ パケットと同じ CoS 値を使用します。

レイヤ 2 トンネリングの設定

レイヤ 2 プロトコル トンネリングのためにポートを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	説明
ステップ 1	<i>configure terminal</i>	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	<i>interface interface-id</i>	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを指定します。これは、カスタマー スイッチに接続する SP ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポートチャネル論理インターフェイス (ポートチャネル 1 ~ 64) があります。
ステップ 3	<i>switchport mode access</i> または <i>switchport mode dot1q-tunnel</i>	アクセス ポートまたは 802.1Q トンネル ポートとしてインターフェイスを設定します。
ステップ 4	<i>l2protocol-tunnel [cdp stp vtp]</i>	希望するプロトコルについてプロトコル トンネリングをイネーブルにします。キーワードが指定されない場合、3 つのレイヤ 2 プロトコルすべてに対してトンネリングがイネーブルになります。
ステップ 5	<i>l2protocol-tunnel shutdown-threshold [cdp stp vtp] value</i>	(任意) 暗号化できる 1 秒当たりのパケット数のスレッシュホールドを設定します。設定された値を超えると、インターフェイスはディセーブルになります。プロトコル オプションが指定されない場合、トンネリングされたそれぞれのレイヤ 2 プロトコルに対してスレッシュホールドが適用されません。指定できる範囲は 1 ~ 4096 です。デフォルト値は 0 で、スレッシュホールドは設定されていません。
		 <p>(注) このインターフェイス上で廃棄スレッシュホールドの設定も行う場合には、シャットダウン スレッシュホールド値は廃棄スレッシュホールド値以上でなければなりません。</p>

	コマンド	説明
ステップ 6	<i>l2protocol-tunnel drop-threshold [cdp stp vtp] value</i>	(任意)暗号化できる 1 秒当たりのパケット数のスレッシュホールドを設定します。設定された値を超えると、インターフェイスはパケットを廃棄します。プロトコル オプションが指定されない場合、トンネリングされたそれぞれのレイヤ 2 プロトコルに対してスレッシュホールドが適用されます。指定できる範囲は 1 ~ 4096 です。デフォルト値は 0 で、スレッシュホールドは設定されていません。  (注) このインターフェイス上でシャットダウン スレッシュホールドの設定も行う場合には、廃棄スレッシュホールド値はシャットダウン スレッシュホールド値以下でなければなりません。
ステップ 7	<i>exit</i>	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	<i>errdisable recovery cause l2ptguard</i>	(任意)インターフェイスを再度イネーブルにして、再試行できるように、レイヤ 2 最大レート エラーからの回復メカニズムを設定します。エラー ディセーブル回復はデフォルトでディセーブルに設定されています。イネーブルに設定する場合、デフォルトのタイム インターバルは 300 秒です。
ステップ 9	<i>l2protocol-tunnel cos value</i>	(任意)すべてのトンネリングされたレイヤ 2 PDU に対して CoS 値を設定します。指定できる範囲は 0 ~ 7 です。デフォルトは、インターフェイスのデフォルトの CoS 値です。未設定の場合、デフォルトは 5 です。
ステップ 10	<i>end</i>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	<i>show l2protocol</i>	設定済みのプロトコル、スレッシュホールド、カウンタも含めてスイッチのレイヤ 2 トンネル ポートを表示します。
ステップ 12	<i>copy running-config startup-config</i>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

いずれかまたは 3 つすべてのレイヤ 2 プロトコルに対してプロトコル トンネリングをディセーブルにするには、***no l2protocol-tunnel [cdp | stp | vtp]*** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。シャットダウン スレッシュホールドおよび廃棄スレッシュホールドをデフォルト設定に戻すには、***no l2protocol-tunnel shutdown-threshold [cdp | stp | vtp]*** および ***no l2protocol-tunnel drop-threshold [cdp | stp | vtp]*** コマンドを使用します。

次の例は、CDP、STP、および VTP に対してレイヤ 2 プロトコル トンネリングを設定し、その設定を確認する方法を示しています。


```
Switch(config)# interface FastEthernet0/11
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel cdp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel stp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel vtp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel shutdown-threshold 1500
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# l2protocol-tunnel cos 7
Switch(config)# end
Switch# show l2protocol
COS for Encapsulated Packets: 7
Port      Protocol Shutdown Drop      Encapsulation Decapsulation Drop
          Threshold Threshold Counter      Counter      Counter
-----
Fa0/11   cdp          1500    1000 2288      2282         0
         stp          1500    1000 116       13           0
         vtp          1500    1000 3         67           0
         pagp         ----     ---- 0         0            0
         lacp         ----     ---- 0         0            0
         udld         ----     ---- 0         0            0
```



EtherChannel のレイヤ 2 トンネリングの設定

EtherChannel を自動的に作成するように、レイヤ 2 ポイントツーポイント トンネリングを設定するには、SP エッジ スイッチおよびカスタマー スイッチの両方を設定する必要があります。

SP エッジ スイッチの設定

EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリングのために SP エッジ スイッチを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	説明
ステップ 1	<i>configure terminal</i>	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	<i>interface interface-id</i>	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを開始します。これは、カスタマー スイッチに接続する SP ネットワークのエッジポートである必要があります。有効なインターフェイスは物理インターフェイスです。
ステップ 3	<i>switchport mode dot1q-tunnel</i>	インターフェイスを 802.1Q トンネル ポートとして設定します。
ステップ 4	<i>l2protocol-tunnel point-to-point</i> [<i>pagp</i> <i>lacp</i> <i>udld</i>]	(任意) 特定のプロトコルのポイントツーポイント トンネリングをイネーブルにします。キーワードが指定されない場合、3 つのプロトコルすべてに対してトンネリングがイネーブルになります。
		注意 ネットワーク障害を防ぐには、PAgP、LACP、または UDLD パケットのトンネリングをイネーブルにする前に、ネットワークがポイントツーポイント トポロジーであることを確認します。

コマンド	説明
ステップ 5 <i>l2protocol-tunnel shutdown-threshold</i> <i>[point-to-point [pagp lacp udld]] value</i>	(任意)暗号化できる 1 秒当たりのパケット数のスレッシュホールドを設定します。設定された値を超えると、インターフェイスはディセーブルになります。プロトコル オプションが指定されない場合、トンネリングされたそれぞれのレイヤ 2 プロトコルに対してスレッシュホールドが適用されます。指定できる範囲は 1 ~ 4096 です。デフォルト値は 0 で、スレッシュホールドは設定されていません。  (注) このインターフェイス上で廃棄スレッシュホールドの設定も行う場合には、シャットダウン スレッシュホールド値は廃棄スレッシュホールド値以上でなければなりません。
ステップ 6 <i>l2protocol-tunnel drop-threshold</i> <i>[point-to-point [pagp lacp udld]] value</i>	(任意)暗号化できる 1 秒当たりのパケット数のスレッシュホールドを設定します。設定された値を超えると、インターフェイスはパケットを廃棄します。プロトコル オプションが指定されない場合、トンネリングされたそれぞれのレイヤ 2 プロトコルに対してスレッシュホールドが適用されます。指定できる範囲は 1 ~ 4096 です。デフォルト値は 0 で、スレッシュホールドは設定されていません。  (注) このインターフェイス上でシャットダウン スレッシュホールドの設定も行う場合には、廃棄スレッシュホールド値はシャットダウン スレッシュホールド値以下でなければなりません。
ステップ 7 <i>no cdp enable</i>	インターフェイス上で CDP をイネーブルにします。
ステップ 8 <i>spanning-tree bpdupfilter enable</i>	インターフェイス上で BPDU フィルタリングをイネーブルにします。
ステップ 9 <i>exit</i>	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 10 <i>errdisable recovery cause l2ptguard</i>	(任意) インターフェイスを再イネーブルし、再試行できるように、レイヤ 2 最大レート エラーからの回復メカニズムを設定します。エラー ディセーブル回復はデフォルトでディセーブルに設定されています。イネーブルに設定する場合、デフォルトのタイムインターバルは 300 秒です。
ステップ 11 <i>l2protocol-tunnel cos value</i>	(任意) すべてのトンネリングされたレイヤ 2 PDU に対して CoS 値を設定します。指定できる範囲は 0 ~ 7 です。デフォルトは、インターフェイスのデフォルトの CoS 値です。未設定の場合、デフォルトは 5 です。
ステップ 12 <i>end</i>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 13 <i>show l2protocol</i>	設定済みのプロトコル、スレッシュホールド、カウンタも含めてスイッチのレイヤ 2 トンネルポートを表示します。
ステップ 14 <i>copy running-config startup-config</i>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

いずれかまたは 3 つすべてのレイヤ 2 プロトコルに対してポイントツーポイント プロトコル トンネリングをディセーブルにするには、***no l2protocol-tunnel [point-to-point [pagp | lacp | udld]]*** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。シャットダウンおよび廃棄スレッシュホールドをデフォルト設定に戻すには、***no l2protocol-tunnel shutdown-threshold [point-to-point [pagp | lacp | udld]]*** および ***no l2protocol-tunnel drop-threshold [[point-to-point [pagp | lacp | udld]]*** コマンドを使用します。

カスタマー スイッチの設定

SP エッジ スイッチを設定したら、イネーブル EXEC モードを開始します。次の手順に従ってカスタマー スイッチを EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリングに設定します。

	コマンド	説明
ステップ 1	<i>configure terminal</i>	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	<i>interface interface-id</i>	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。これは、カスタマー スイッチ ポートである必要があります。
ステップ 3	<i>switchport trunk encapsulation dot1q</i>	トランキング暗号化形式を 802.1Q に設定します。
ステップ 4	<i>switchport mode trunk</i>	インターフェイス上でトランキングをイネーブルにします。
ステップ 5	<i>udld enable</i>	インターフェイスで <i>normal</i> モードの UDLD をイネーブルにします。
ステップ 6	<i>channel-group channel-group-number mode desirable</i>	インターフェイスをチャンネル グループに割り当て、PAgP モードに <i>desirable</i> を指定します。EtherChannel 設定の詳細については、 第 30 章「EtherChannel の設定」 を参照してください。
ステップ 7	<i>exit</i>	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	<i>interface port-channel port-channel number</i>	ポートチャンネル インターフェイス モードを開始します。
ステップ 9	<i>shutdown</i>	インターフェイスをシャットダウンします。
ステップ 10	<i>no shutdown</i>	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 11	<i>end</i>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	<i>show l2protocol</i>	設定済みのプロトコル、スレッショールド、カウンタも含めてスイッチのレイヤ 2 トンネル ポートを表示します。
ステップ 13	<i>copy running-config startup-config</i>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、***no switchport mode trunk***、***no udld enable*** および ***no channel group channel-group-number mode desirable*** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

EtherChannel では、SP エッジ スイッチおよびカスタマー スイッチの両方をレイヤ 2 プロトコル トンネリングに設定する必要があります ([図 15-6\[p.15-10\]](#) を参照してください)。

次に、SP エッジ スイッチ 1 およびエッジ スイッチ 2 を設定する例を示します。VLAN 17、18、19、および 20 はアクセス VLAN です。インターフェイス FastEthernet 0/1 および 0/2 は、PAgP および UDLD がイネーブルであるポイントツーポイント トンネル ポートで、廃棄スレッショールドは 1000 です。インターフェイス FastEthernet 0/3 はトランク ポートです。

SP エッジ スイッチ 1 の設定

```
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 17
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# switchport access vlan 18
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation isl
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

SP エッジ スイッチ 2 の設定

```
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 19
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# switchport access vlan 20
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation isl
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

次に、サイト 1 でカスタマー スイッチを設定する例を示します。インターフェイス FastEthernet 0/1、0/2、0/3、および 0/4 は、802.1Q トランキング用に設定されます。UDLD はイネーブルです。EtherChannel グループ 1 はイネーブルです。ポート チャネルはシャットダウンされ、それからイネーブルになって EtherChannel 設定を有効にします。

```
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/4
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface port-channel 1
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# exit
```

トンネリング ステータスのモニタおよびメンテナンス

表 15-2 に、802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングのモニタおよびメンテナンス用のイネーブル EXEC コマンドを示します。

表 15-2 トンネリングのモニタおよびメンテナンスのためのコマンド

コマンド	説明
<i>clear l2protocol-tunnel counters</i>	レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートのプロトコル カウンタをクリアします。
<i>show dot1q-tunnel</i>	スイッチの 802.1Q トンネル ポートを表示します。
<i>show dot1q-tunnel interface interface-id</i>	特定のインターフェイスがトンネル ポートであるかどうかを確認します。
<i>show l2protocol-tunnel</i>	レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに関する情報を表示します。
<i>show errdisable recovery</i>	レイヤ 2 プロトコルのトンネルエラー ディセーブル ステートの回復タイマーがイネーブルになっているかどうかを確認します。
<i>show l2protocol-tunnel interface interface-id</i>	特定のレイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに関する情報を表示します。
<i>show l2protocol-tunnel summary</i>	レイヤ 2 プロトコルの概要のみを表示します。
<i>show vlan dot1q native</i>	スイッチのネイティブ VLAN タギングのステータスを表示します。

これらの出力の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

