

スパニングツリープロトコルのポートプライオリティを使用したトランク間のVLAN ロードバランシング

目次

[概要](#)

[はじめに](#)

[表記法](#)

[前提条件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[トランク間の VLAN ロード バランシングの概要](#)

[SSTP がブロックするポートを決定する方法](#)

[CatOS が動作する Catalyst スイッチでの VLAN ロード バランシングの設定](#)

[portvlanpri コマンドの詳細](#)

[統合 IOS が動作する Catalyst スイッチでの VLAN ロード バランシングの設定](#)

[port-priority および vlan port-priority コマンドの詳細](#)

[結論](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、トランク間の VLAN ロード バランシングの背景理論を説明し、CatOS と統合 IOS が稼働しているスイッチの設定例を紹介します。

はじめに

表記法

ドキュメント表記の詳細は、『[シスコ テクニカル ティップスの表記法](#)』を参照してください。

前提条件

このドキュメントに関する固有の要件はありません。

使用するコンポーネント

このドキュメントは、特定のソフトウェアやハードウェアのバージョンに限定されるものではありません。

トランク間の VLAN ロード バランシングの概要

この文書内で使用するコマンドは、CatOS が動作する Catalyst 4000、5000、および 6000 ファミリーで使用します。この文書の理論に関するセクションは、Spanning-Tree Protocol (STP; スパニングツリープロトコル) に関連しており、プラットフォームには依存しません。

次に示す図 1 では、2 つのスイッチが複数のトランクを経由して直接接続されていますが、これは冗長性を確保する場合によくある設定です。2 つのリンクのいずれかに障害が発生しても、もう 1 つのリンクを使用してトラフィックを伝送できます。両方のリンクが稼働している場合は、2 つのスイッチ間でブリッジループが発生するのを避けるために、Spanning-Tree Algorithm (STA; スパニングツリーアルゴリズム) によってどちらかのリンクが無効になります。

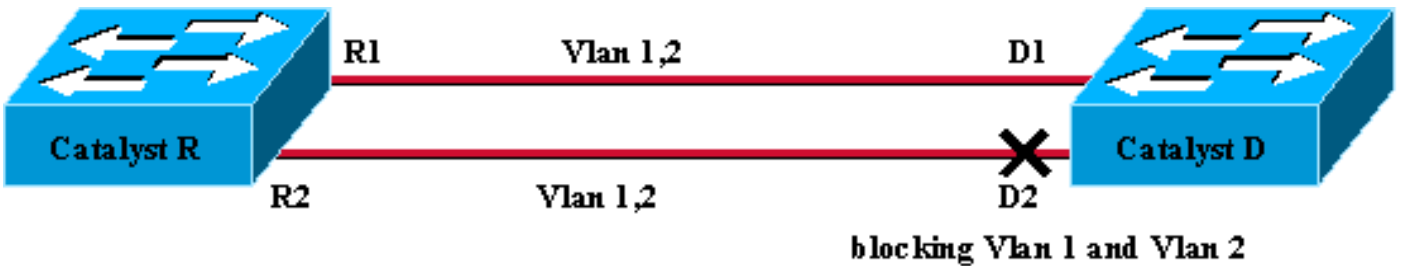


Figure 1

上の図 1 の設定では、Catalyst R と Catalyst D をリンクする 2 つのファーストイーサネットトランクを使用して、設定されたすべての VLAN に対して STP で同じブロッキングポートが選択されています。この場合、Catalyst R がルートブリッジであり、Catalyst D は VLAN 1 と VLAN 2 の両方のポート D2 をブロックします。この設計の問題点は、リンク R2-D2 がただ犠牲になり、2 つのスイッチ間で 100 Mbps しか使用できないことです。両方のリンクを利用するには、VLAN 1 をリンク R1-D1 専用、VLAN 2 をリンク R2-D2 専用それぞれ使用できるように設定を変更します。



Figure 2

図 2 に示す変更後のネットワークでは、冗長性が失われています。これで、両方のリンクは同時にフォワーディングとなり、2 つのスイッチ間で 200 Mb/秒を実際に使用できるようになります。ただし、1 つのリンクに障害が発生すると、1 つの VLAN の接続性が完全に失われてしまいます。図 3 に、この問題の理想的な解決方法を示します。

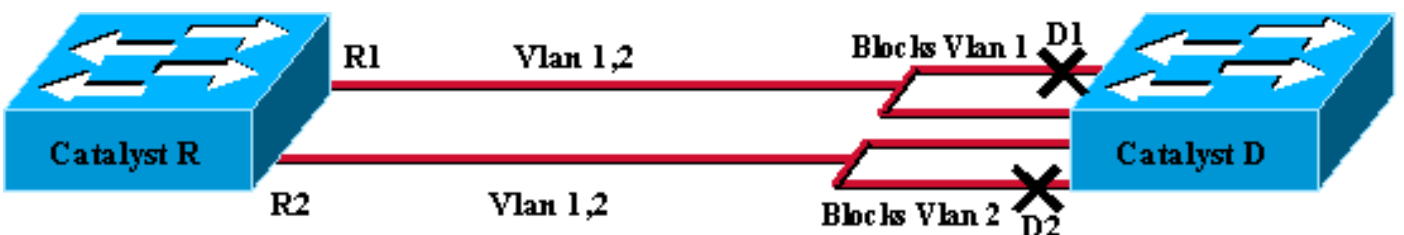


Figure 3

図 3 では、2 つのスイッチ間のトランクは保持されていますが、ポート D1 は VLAN 1 をブロックし、VLAN 2 を転送します。ポート D2 は VLAN 2 をブロックし、VLAN 1 を転送します。この設計では、図 1 と図 2 がその機能を最大限維持します。

- 両方のリンクがフォワーディングとなり、2 つのスイッチ間に 200 Mb/秒の接続性を提供します。
- いずれかのリンクで障害が発生しても、残りのリンクが対応する VLAN のブロックを解除し、スイッチ間で両方の VLAN の接続性を維持します。

この文書では、STP 操作について簡単に触れた後で、このような設定のしかたを説明します。

SSTP がブロックするポートを決定する方法

STA の動作の詳細については、このドキュメントの対象外です。ただし、ここではポートがブロックするのか転送するのかを決定するアルゴリズムについて簡単に説明します。また、1 つの VLAN のみを使用する最も単純な設定に絞り込んで説明します。この VLAN では Catalyst R がルートブリッジであり、Catalyst D から Catalyst R までは複数の冗長接続があります。Catalyst D は Catalyst R へのルートポート以外のすべてのポートをブロックします。Catalyst D はルートポートをどのように選択するのでしょうか。STA が動作するブリッジでは、リンク間で Bridge Protocol Data Unit (BPDU; ブリッジプロトコルデータユニット) が交換され、BPDU はその内容によって厳密に分類できます。ある BPDU は、次の場合に他の BPDU よりも優先されます。

1. ルートブリッジ ID が低い。
2. ルートへのパスコストが低い。
3. 発信元ブリッジ ID が低い。
4. 発信元ポート ID が低い。

上記の 4 つのパラメータは順に評価されます。つまり、比較する 2 つの BPDU でパラメータ 1 が同じ場合は、パラメータ 2 のみが関係します。Catalyst D でルートポートとして選択されたポートは、最優先 BPDU を受信するポートになります。

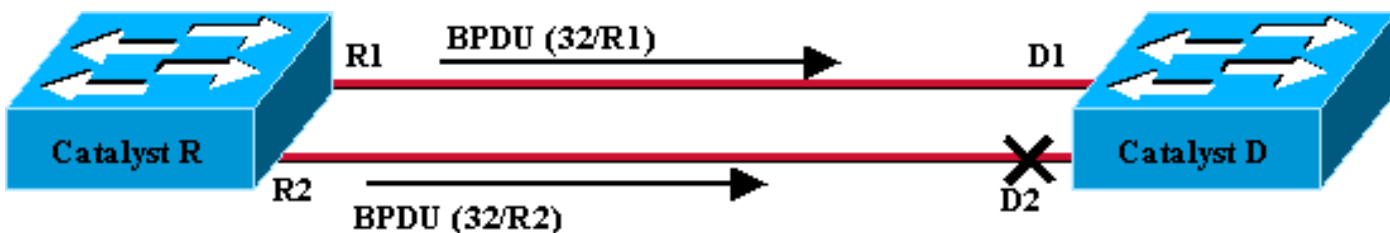


Figure 4

このような場合、図 4 に示すように、Catalyst R によって送信されるすべての BPDU は、同じルートブリッジ ID、ルートへの同じパスコスト、同じ発信元ブリッジ ID を持っています。このとき、残りのパラメータの中で最良の選択肢は発信元ポート ID のみです。発信元ポート ID は 16 ビットのパラメータで、ポートプライオリティとポートインデックスの 2 つのフィールドに分割されます。ポートプライオリティのデフォルト値は 32 で、ポートインデックスはスイッチ上のポートごとに固有の値になります。

	port priority	ポートインデックス
ビット単位でのサイズ	6	10
デフォルト値	32	固有の固定値

図 4 に、BPDU のポート ID パラメータを示します。この場合、ポートインデックス R1 は R2

よりも小さいため、Catalyst D はポート D1 をルートポートとして選択します。D2 を最終的にフォワーディングにするには、D2 を強制的にルートポートにする必要があります。この唯一の方法は、R2 のポートプライオリティ値を下げる (あるいは R1 のポートプライオリティ値を上げる) ことです。図 5 に、この操作を示します。

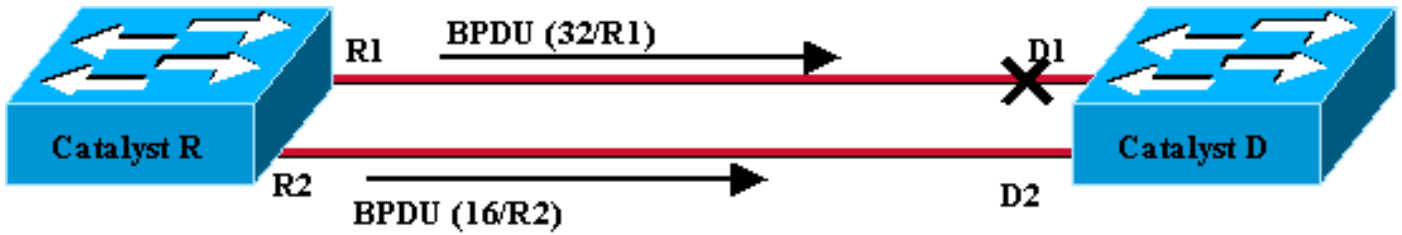


Figure 5

次に、2 つのトランク間でロード バランシングを実現するために、Catalyst R で VLAN ごとにポートプライオリティを調整します。

CatOS が動作する Catalyst スイッチでの VLAN ロード バランシングの設定

ラボ図

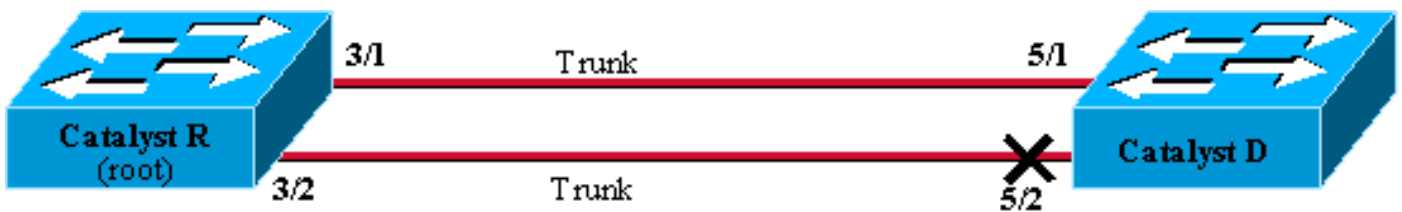


Figure 6

Catalyst R での現在の STP 状態の表示

次に、Catalyst R での現在の STP 状態を示します。これは、VLAN 1 と VLAN 2 の両方のルートであるため、すべてのポートが転送されます。

```
Catalyst_R> (enable) show spantree 3/1 Port Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id --
-----
19 32 disabled 0 3/1 2 forwarding 19 32 disabled 0 Catalyst_R> (enable) show spantree 3/2 Port
Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----
-----
3/2 1 forwarding 19 32 disabled 0 3/2 2 forwarding 19 32
disabled 0 Catalyst_R> (enable)
```

Catalyst D での現在の STP 状態の表示

Catalyst D では、VLAN 1 および 2 の両方に対してポート 5/2 が予想どおりブロックされています。

```
Catalyst_D> (enable) show spantree 5/1 Port Vlan Port-State Cost Priority Fast-Start Group-
Method -----
19 32 disabled 5/1 2 forwarding 19 32 disabled Catalyst_D> (enable) show spantree 5/2 Port Vlan
Port-State Cost Priority Fast-Start Group-Method -----
-----
5/2 1 blocking 19 32 disabled 5/2 2 blocking 19 32 disabled Catalyst_D>
(enable)
```

Catalyst R でのポートプライオリティの調整

ポート 3/2 の VLAN 1 のポートプライオリティ値を減らすことにより、Catalyst D の対応するポート 5/2 は、ポート 5/1 (ポートプライオリティ値が 32 のまま) で送信される BPDU よりも良質な BPDU を受信します。

```
Catalyst_R> (enable) set spantree portvlanpri 3/2 16 1 Port 3/2 vlans 1 using portpri 16. Port 3/2 vlans 2-1004 using portpri 32. Port 3/2 vlans 1005 using portpri 4. Catalyst_R> (enable)
```

Catalyst R での結果を確認

ポートプライオリティ値が変更されたことを確認できます。

```
Catalyst_R> (enable) show spantree 3/1 Port Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----  
----- 3/1 1 forwarding  
19 32 disabled 0 3/1 2 forwarding 19 32 disabled 0 Catalyst_R> (enable) show spantree 3/2 Port  
Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----  
----- 3/2 1 forwarding 19 16 disabled 0 3/2 2 forwarding 19 32  
disabled 0 Catalyst_R> (enable)
```

Catalyst D での結果の確認

Catalyst D では、予想どおりに VLAN 1 のポート 5/1 がブロッキング、ポート 5/2 がフォワーディングとなったことを確認できます。

```
Catalyst_D> (enable) show spantree 5/1 Port Vlan Port-State Cost Priority Fast-Start Group-  
Method ----- 5/1 1 blocking 19 32  
disabled 5/1 2 forwarding 19 32 disabled Catalyst_D> (enable) show spantree 5/2 Port Vlan Port-  
State Cost Priority Fast-Start Group-Method -----  
----- 5/2 1 forwarding 19 32 disabled 5/2 2 blocking 19 32 disabled Catalyst_D>  
(enable)
```

portvlanpri コマンドの詳細

トランクごとのポート VLAN のプライオリティには 2 つの値のみが設定可能で、そのうちの 1 つのみを portvlanpri コマンドで設定できます。これは、トランクに次の 2 組の VLAN のグループが存在することを意味します。

- 「グローバル」ポートプライオリティ値 (デフォルト値は 32) を持つもの
- portvlanpri コマンドで入力した「カスタム」値を持つもの

次に例を挙げて明確にします。前述の例に 3 つ目の VLAN を追加してみましょう。この VLAN は、デフォルトでは、グローバルポートプライオリティ値 (デフォルト値は 32) を持つグループに属します。

```
Catalyst_R> (enable) set vlan 3 Vlan 3 configuration successful Catalyst_R> (enable) show  
spantree 3/2 Port Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----  
----- 3/2 1 forwarding 19 16 disabled 0 3/2 2  
forwarding 19 32 disabled 0 3/2 3 forwarding 19 32 disabled 0 Catalyst_R> (enable)
```

set spantree portpri コマンドを使用して、ポートのグローバルプライオリティを変更します。

```
Catalyst_R> (enable) set spantree portpri 3/2 48 Bridge port 3/2 port priority set to 48.  
Catalyst_R> (enable) show spantree 3/2 Port Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----  
----- 3/2 1 forwarding  
19 16 disabled 0 3/2 2 forwarding 19 48 disabled 0 3/2 3 forwarding 19 48 disabled 0 Catalyst_R>  
(enable)
```

「グローバル」グループに属するすべての VLAN のプライオリティが 48 に変更されたことに注意してください。ここで、VLAN の他の「カスタム」グループに VLAN 3 を割り当て、

[portvlanpri コマンド](#)で値を 8 にします。

```
Catalyst_R> (enable) set spantree portvlanpri 3/2 8 3 Port 3/2 vlans 1,3 using portpri 8. Port 3/2 vlans 2,4-1004 using portpri 48. Port 3/2 vlans 1005 using portpri 4. Catalyst_R> (enable) show spantree 3/2 Port Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----  
----- 3/2 1 forwarding 19 8 disabled 0 3/2 2 forwarding 19 48 disabled 0 3/2 3 forwarding 19 8 disabled 0 Catalyst_R> (enable)
```

「カスタム」グループのすべての VLAN のプライオリティが、VLAN 3 ではなく 8 に変更されていることに注意してください。VLAN 3 をデフォルト グループに戻すには、[clear spantree portvlanpri](#) コマンドを使用します。

```
Catalyst_R> (enable) clear spantree portvlanpri 3/2 3 Port 3/2 vlans 1 using portpri 8. Port 3/2 vlans 2-1004 using portpri 48. Port 3/2 vlans 1005 using portpri 4. Catalyst_R> (enable) show spantree 3/2 Port Vlan Port-State Cost Priority Portfast Channel_id -----  
----- 3/2 1 forwarding 19 8 disabled 0 3/2 2 forwarding 19 48 disabled 0 3/2 3 forwarding 19 48 disabled 0 Catalyst_R> (enable)
```

このコマンドには、もう 1 つ制約があり、「グローバル」グループに割り当てられた値は、「カスタム」グループに設定したものより大きくなければなりません。

```
Catalyst_R> (enable) set spantree portvlanpri 3/2 62 3 Portvlanpri must be less than portpri. Portpri for 3/2 is 48.
```

まとめ

「グローバル」グループ	「カスタム」グループ
デフォルトでは、すべての VLAN がこのグループに属す。	set spantree portvlanpri コマンドで選択した VLAN がこのグループに属す。
VLAN のプライオリティは set spantree port priority コマンドで設定される。	すべての VLAN のプライオリティは set spantree portvlanpri コマンドで設定される。
「グローバル」グループに設定したプライオリティ値は、「カスタム」グループに設定したものより大きくなければならない。	clear spantree portvlanpri コマンドを使用して、このグループから他のグループに VLAN を戻すことができる。

[統合 IOS が動作する Catalyst スイッチでの VLAN ロードバランシングの設定](#)

注: この設定例は、IOS (Catalyst 2900/3500XL、Catalyst 2950、Catalyst 3550、Catalyst 4000 スーパーバイザ III/IV、および Catalyst 6000) が稼働するスイッチに適用されます。

ラボ図

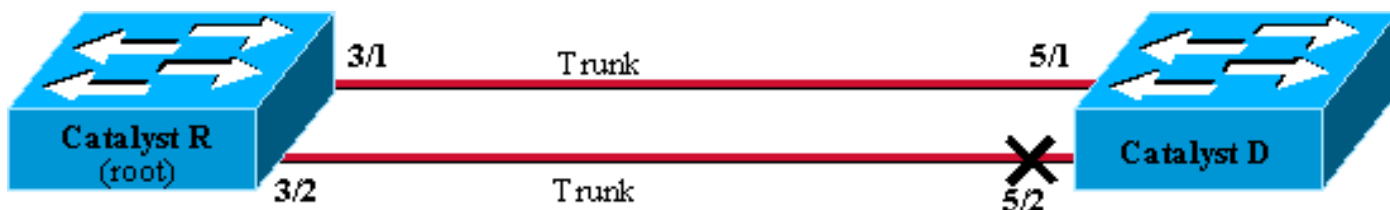


Figure 6

Catalyst R での現在の STP 状態の表示

次に、Catalyst R での現在の STP 状態を示します。これは、VLAN 1 と VLAN 2 の両方のルートであるため、すべてのポートが転送されます。

```
Catalyst_R#show spanning-tree interface FastEthernet 3/1 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19
128.129 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 128.129 P2p Catalyst_R#show spanning-tree interface
FastEthernet 3/2 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19 128.130 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 128.130
P2p
```

Catalyst D での現在の STP 状態の表示

Catalyst D では、VLAN 1 および 2 の両方に対してポート 5/2 が予想どおりブロックされています。

```
Catalyst_D#show spanning-tree interface FastEthernet 5/1 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Root FWD 19
128.129 P2p VLAN0002 Root FWD 19 128.129 P2p Catalyst_D#show spanning-tree interface
FastEthernet 5/2 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Altn BLK 19 128.130 P2p VLAN0002 Altn BLK 19 128.130
P2p
```

Catalyst R でのポートプライオリティの調整

ポート 3/2 の VLAN 1 のポートプライオリティ値を減らすことにより、Catalyst D の対応するポート 5/2 は、ポート 5/1 (ポートプライオリティ値が 128 のまま) で送信される BPDU よりも良質な BPDU を受信します。

```
Catalyst_R#config terminal Catalyst_R(config)#interface FastEthernet 3/2 Catalyst_R(config-
if)#spanning-tree vlan 1 port-priority 64 Catalyst_R(config-if)#end Catalyst_R#
```

Catalyst R での結果を確認

ポートプライオリティ値が変更されたことを確認できます。

```
Catalyst_R#show spanning-tree interface FastEthernet 3/1 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19
128.129 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 128.129 P2p Catalyst_R#show spanning-tree interface
FastEthernet 3/2 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19 64.130 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 128.130 P2p
```

Catalyst D での結果の確認

Catalyst D では、予想どおりに VLAN 1 のポート 5/1 がブロッキング、ポート 5/2 がフォワーデ

イングとなったことを確認できます。

```
Catalyst_D#show spanning-tree interface FastEthernet 5/1 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Altn BLK 19
128.129 P2p VLAN0002 Root FWD 19 128.129 P2p Catalyst_D#show spanning-tree interface
FastEthernet 5/2 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Root FWD 19 128.130 P2p VLAN0002 Altn BLK 19 128.130
P2p
```

[port-priority および vlan port-priority コマンドの詳細](#)

VLAN ポートのプライオリティを定義する方法には 2 種類あります。

- ・「グローバル」ポートプライオリティ値 (デフォルト値は 128) は、`port-priority` コマンドで、インターフェイスごとに変更できます。
- ・「VLAN ごとの」のポートプライオリティ値は、`VLAN port-priority` コマンドで、インターフェイスごとに、および VLAN ごとに変更できます。

次に例を挙げて明確にします。次の例に 3 つ目の VLAN を追加してみましょう。この VLAN は、デフォルトでは、グローバルポートプライオリティ値 (デフォルト値は 128) を持つグループに属します。

```
Catalyst_R#show spanning-tree interface FastEthernet 3/2 Vlan Role Sts Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19
64.130 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 128.130 P2p VLAN0003 Desg FWD 19 128.130 P2p
```

[spanning-tree port-priority インターフェイスコンフィギュレーションコマンド](#)を使用して、ポートのグローバルプライオリティを変更します。

```
Catalyst_R(config)#interface FastEthernet 3/2 Catalyst_R(config-if)#spanning-tree port-priority
160 Catalyst_R# Catalyst_R#show spanning-tree interface FastEthernet 3/2 Vlan Role Sts Cost
Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19 64.130 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 160.130 P2p VLAN0003 Desg FWD 19 160.130
P2p
```

「グローバル」グループに属するすべての VLAN のプライオリティが 160 に変更されたことに注意してください。ここで、[spanning-tree vlan port-priority interface コマンド](#)を使用して、VLAN 3 にプライオリティ 48 を割り当てます。

```
Catalyst_R(config)#interface FastEthernet 3/2 Catalyst_R(config-if)#spanning-tree vlan 3 port-
priority 48 Catalyst_R# Catalyst_R#show spanning-tree interface FastEthernet 3/2 Vlan Role Sts
Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19 64.130 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 160.130 P2p VLAN0003 Desg FWD 19 48.130 P2p
VLAN 3 だけがプライオリティを 48 に変更されたことに注意してください。VLAN 3 をデフォルト
グループに戻すには、no spanning-tree vlan port-priority interface コマンドを使用します。
```

```
Catalyst_R(config)#interface FastEthernet 3/2 Catalyst_R(config-if)#no spanning-tree vlan 3
port-priority Catalyst_R# Catalyst_R#show spanning-tree interface FastEthernet 3/2 Vlan Role Sts
Cost Prio.Nbr Type -----
----- VLAN0001 Desg FWD 19 64.130 P2p VLAN0002 Desg FWD 19 160.130 P2p VLAN0003 Desg FWD 19 160.130
P2p
```

[結論](#)

VLAN ロード バランシングをこのように設定すると、2 つの Catalyst 間で冗長トランクの使用が最適化されます。

STP のデフォルト値を保持することにより、2 つの Catalyst 間の冗長リンクがすべてブロッキングモードになります。STP プライオリティを調整すると、異なる VLAN に対して複数のリンク

を同時に使用することができます。これにより、2つのデバイス間で使用できる全体の帯域幅が増加します。リンクで障害が発生すると、STPにより、再コンバージの際に残りのトランクにVLANが再度ディスパッチされます。

この設計に残された唯一の欠点は、トラフィックのロード バランシングを VLAN 単位でしか行えないことです。前記の例では、理論上は Catalyst R と Catalyst D の間で 200 Mbps のトラフィック フローを達成するはずですが、VLAN 1 のトラフィック フローは 130 Mbps で、VLAN 2 ではわずか 10 Mbps のトラフィックしかなく、VLAN 1 でパケットがドロップされています。このような場合は、EtherChanneling 機能を使用して、パケットごとに複数のリンク間のロード バランシングを行います。ハードウェアでサポートされている場合は、この文書で説明した設定ではなく FastEtherchannel (または GigabitEtherChannel) を使用してください。

[関連情報](#)

- [スパニング ツリー プロトコルに関するサポート ページ](#)
- [スイッチ製品に関するサポート ページ](#)
- [LAN スイッチングに関するサポート ページ](#)
- [テクニカルサポートとドキュメント - Cisco Systems](#)