



FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールでの QoS の設定

この章では、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上で Quality of Service (QoS; サービス品質) を設定する方法について説明します。

この章の構成は次のとおりです。

- [FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上の QoS の概要 \(p.5-2\)](#)
- [その他の QoS 機能およびリソース \(p.5-3\)](#)
- [分類 \(p.5-4\)](#)
- [ポリシング \(p.5-6\)](#)
- [マーキング \(p.5-9\)](#)
- [輻輳管理 \(p.5-11\)](#)
- [輻輳回避 \(p.5-18\)](#)
- [トラフィック シェーピング \(p.5-21\)](#)

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上の QoS の概要

各 FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールには、入力と出力両方の QoS 機能があります。

入力 QoS 機能

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、FlexWAN モジュール本体でポリシングとマーキングの両方を提供するので、FlexWAN ポートを介して受信したパケットは、Policy Feature Card (PFC; ポリシー フィーチャ カード) の QoS 機能をバイパスします。したがって、PFC の QoS 機能は不要です。FlexWAN のポリシングおよびマーキングは、Modular QoS CLI (MQC; モジュラ QoS コマンドライン インターフェイス) を使用して設定します。

QoS 機能は、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールの CPU が実行します、イネーブルにする複雑な QoS 機能が多くなるにしたがって、ポート アダプタのパフォーマンスに影響を与える可能性があります。

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、入力ポート上で次の QoS 実装をサポートします。

- 分類
- ポリシング
- マーキング

出力 QoS 機能

FlexWAN モジュールの発信 QoS 機能には、ポリシング、マーキング、Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ; クラス ベース均等化キューイング)、Weighted Random Early Detection (WRED; 重み付きランダム早期検出)、およびトラフィック シェーピングが含まれます。いずれの機能も MQC を使用して設定します。Cisco IOS ソフトウェアで機能を実装する場合、QoS の設定の複雑さに関しては制限はほとんどありません。ただし、複雑になるにしたがって、パフォーマンスの低下が目立つ可能性が高くなります。

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、出力ポート上で次の QoS 実装をサポートします。

- 分類
- ポリシング
- マーキング
- CBWFQ
- Low Latency Queuing (LLQ; 低遅延キューイング)
- WRED
- トラフィック シェーピング
- リンク分割およびインターリーブ



(注) 親ポリシーにシェーピングが設定されている子ポリシーに含まれている場合は、分散 CBWFQ、LLQ、および Distributed Weighted Random Early Detection (dWRED; 分散重み付きランダム早期検出) もサポートされます。



(注) FlexWAN および拡張 FlexWAN の QoS は、MQC のサブセットを使用して設定します。MQC については、次の URL にアクセスして『*Modular Quality of Service Command-Line Interface Overview*』を参照してください。
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/120newft/120limit/120xe/120xe5/mqc/mcli.htm>

その他の QoS 機能およびリソース

- FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上での MPLS および Any Transport over MPLS (AToM) PLS QoS については、「[MPLS の設定](#)」(p.4-2) を参照してください。
- Cisco 7600 シリーズ ルータ上での PFC QoS の設定については、次のマニュアルを参照してください。
 - 『*Cisco 7600 Series Cisco IOS Software Configuration Guide*』 12.2 SX
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/core/cis7600/software/122sx/swcg/index.htm>
 - 『*Cisco 7600 Series Cisco IOS Command Reference*』 12.2 SX
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/core/cis7600/software/122sx/cmdref/index.htm>
- スーパーバイザ エンジンおよび MSFC 上で Cisco IOS が動作している Catalyst 6000 シリーズ スイッチ上での PFC QoS の設定については、次のマニュアルを参照してください。
 - 『*Catalyst 6500 Series Cisco IOS Software Configuration Guide*』 12.2 SX
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/lan/cat6000/122sx/swcg/index.htm>
 - 『*Catalyst 6500 Series Cisco IOS Command Reference*』 12.2 SX
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/lan/cat6000/122sx/cmdref/index.htm>
- Cisco IOS QoS の一般的な設定方法については、次のマニュアルを参照してください。
 - 『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide*』 Release 12.2
http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/index.htm
 - 『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Command Reference*』 Release 12.2
http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_r/index.htm

分類

分類の機能により、トラフィック記述子を使用して特定のグループ内でパケットを類別し、そのパケットを定義してネットワーク上の QoS 処理機能がアクセスできるようになります。パケット分類を使用すると、ネットワークトラフィックを複数のプライオリティレベルまたはサービスクラスに区分できます。

詳細については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcprtl/qcfcclass.htm#1000872

次に、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上での分類の設定について説明します。

- [分類の設定 \(p.5-4\)](#)
- [dNBAR \(p.5-5\)](#)

分類の設定

ここでは、FlexWAN および拡張 FlexWAN の QoS 機能に対して分類を設定する方法について説明します。

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、次の条件に基づいて IP トラフィックを分類できます。

- Differentiated Services Code Point (DSCP) (6 ビット、Type of Service [ToS; サービスタイプ] バイトで定義、最大 64 個の値を指定可能)
- IP precedence (3 ビット、IP ヘッダーの ToS バイトで定義、最大 8 種類の precedence 値を指定可能)
- VLAN ID (具体的な VLAN ID または VLAN ID 範囲を指定したイーサネットパケット)
- FR DLCI (10 ビットのフレームリレー DLCI 値)
- ATM CLP ビット (1 つまたは複数の ATM セルの Cell Loss Priority [CLP; セル損失プライオリティ] ビット)
- プロトコル (NBAR 機能がサポートする各種プロトコル)
- MAC (メディアアクセス制御) レイヤアドレス
- フレームリレー DE ビット
- CoS (サービスコスト) ビット (802.1Q ヘッダーの 3 ビットのサービスクラスフィールド)
- BGP インデックス
- パケット長 (所定の範囲内のサイズのパケットと一致)
- Access Control List (ACL; アクセス制御リスト)
- EXP (MPLS 環境で分類に使用する 3 ビット)

グローバル コンフィギュレーション モードで **class-map** コマンドを使用して、クラス マップ名を指定し、クラス一致条件を定義します。

制限事項および使用時の注意事項

分類に関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- **トラフィック タイプ**—ここで紹介する分類情報は、IP トラフィックに当てはまります。MPLS、Ethernet over MPLS (EoMPLS)、および ATOM トラフィックの分類を設定する方法については、[FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールでの MPLS の設定 \(p.4-1\)](#) を参照してください。

- **トラフィック クラス** — 1 つのポリシー マップで最大 255 個のトラフィック クラスを設定できます。IP DSCP 値ごとにクラスが 1 つずつです。ユーザが指定するトラフィック クラスのほかに、ポリシー マップを作成する際に事前に定義される **class-default** クラスがあります。これは、トラフィックがポリシー マップで定義されている他のクラスの一致条件を満たさなかった場合に、そのトラフィックに割り当てられるクラスです。

設定作業

分類を設定するには、MSFC 上でグローバル コンフィギュレーション モードを使用して次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map [match-all match-any] class-name	パケットとクラスの照合に使用するクラス マップを作成します。
ステップ 2	Router(config-cmap)# match [ip dscp ip-dscp-value ip precedence ip-precedence-value mpls experimental mpls-exp-value]	一致条件として、特定の IP precedence、IP DSP、MPLS EXP 値、または番号付き ACL を指定します。

次に、**ipp5** という名前のクラス マップを設定し、一致ステートメントを **ip precedence 5** として入力する例を示します。

```
Router(config)# class-map ipp5
Router(config-cmap)# match ip precedence 5
Router(config-cmap)#
```

次に、**show class-map** コマンドを使用して、特定のクラス マップに対応するクラス マップ情報を表示する例を示します。

```
Router# show class-map ipp5
Class Map match-all ipp5 (id 1)
Match ip precedence 5
```

dNBAR

Distributed Network-Based Application Recognition (dNBAR) は、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールで使用する分類エンジンです。Web ベースのプロトコル、動的 TCP/UDP ポート割り当てを使用する分類の困難なプロトコルを含め、多種多様なアプリケーションを認識します。dNBAR がアプリケーションを認識して分類すると、ネットワークはそのアプリケーション用のサービスを呼び出すことができます。dNBAR は QoS 機能と連動して次の機能を提供し、ネットワーク帯域の効率的な利用を確保します。

- 帯域保証
- トラフィック シェーピング
- トラフィック ポリシング
- パケット マーキング

詳細については、次の URL にアクセスして『*Distributed Network-Based Application Recognition*』を参照してください。

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios121/121newft/121limit/121e/121e6/dnbar.htm>

ポリシング

ポリシング レートはトークン バケット ポリサーを使用して、特定のフローまたはフロー グループを制限します。ユーザが指定したレートおよびバースト パラメータに適合しないパケットは、プロファイル不適合とみなされ、廃棄またはマークダウンの対象になります。

詳細については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcprt4/qcfcplsh.htm

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールを使用する際に、下記を設定することによってパケットをマーキングできます。

- ATM CLP ビット
- Frame Relay Discard Eligibility (DE; 廃棄適性) ビット
- IP precedence 値
- IP DSCP 値
- MPLS experimental (EXP) 値
- QoS グループ

ポリシングの設定

トラフィック クラスでポリシングをイネーブルにするには、**police** コマンドを使用します。**police** コマンドは、特定のトラフィック クラスに最大レートを設定し、そのレートを超過した場合に次のアクションを提供します。

- 廃棄
- 送信
- 再マーキングを行って送信



(注)

PFC は通常、Catalyst 6000 シリーズ スイッチのポート間でポリシングを実行しますが、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールを使用する場合、この機能は WAN ポートで使用できません。FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールがポリシングを処理するのは、WAN パケットのヘッダーが通常は LAN パケットより小さいからです。この方式でポリシングに PFC を使用すると、ポリシングが不正確になります。

制限事項および使用時の注意事項

分類に関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- ポリサーには 2 種類の形式があります。シングル レートおよびデュアル レートです。シングル レートでは Committed Information Rate (CIR; 認定情報速度) を使用してトラフィックのポリシングが行われますが、デュアル レートでは CIR と Peak Information Rate (PIR) を組み合わせてトラフィックのポリシングが行われます。



(注)

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、デュアル レート ポリサーまたは 3 色マーキングを使用するデュアル レート ポリサーをサポートしません。

- どちらの形式のポリサーも、トラフィックに対応付けられるステートが3種類あります。conform (適合)、exceed (超過)、および violate (違反) です。
 - bps レートが超過しなかった場合、トラフィックは適合ステートになります。
 - bps レートが超過した場合、トラフィックは超過ステートになります。
 - bps レートが最大バースト バイト レートを上回った場合、トラフィックは違反ステートになります。

これらのステートのそれぞれについて、次のどちらかのアクションでポリシングが実行されます。廃棄し、再マーキングを行って送信するか、または廃棄し、再マーキングを行わないで送信するかです。

詳細については、次の URL にアクセスし、『Traffic Policing』を参照してください。

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios121/121newft/121t/121t5/dtpoli.htm>

設定作業

ポリシングを設定するには、MSFC 上でグローバル コンフィギュレーション モードを使用して次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map [match-all match-any] class-name	パケットとクラスの照合に使用するクラス マップを作成します。
ステップ 2	Router(config-cmap)# match [ip dscp ip-dscp-value ip precedence ip-precedence-value mpls experimental mpls-exp-value]	具体的な一致条件を指定します。
ステップ 3	Router(config)# policy-map policy_name	1 つ以上のインターフェイスに結合可能なポリシー マップを作成または変更し、サービス ポリシーを指定します。
ステップ 4	Router(config-pmap)# class class-name	サービス ポリシーを組み込むクラスを定義します。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# police bps burst-normal burst-max conform-action action exceed-action action violate-action action	トラフィック クラスに使用させる最大帯域幅を指定します。

次に、平均速度が 8000 bps、標準バースト サイズが 2000 バイト、超過バースト サイズが 4000 バイトのトラフィック ポリシングを設定する例を示します。

```
Router(config)# class-map acgroup2
Router(config-cmap)# match access-group 2
Router(config-cmap)# exit
Router(config)# policy-map police
Router(config-pmap)# class acgroup2
Router(config-pmap-c)# police 8000 2000 4000 conform-action transmit exceed-action
set-qos-transmit 4 violate-action drop
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit
Router(config)# interface fastethernet 0/0
Router(config-if)# service-policy input police
```

ポリシングを確認するには、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# show policy-map	設定されているすべてのポリシー マップを表示します。
Router# show policy-map <i>policy-map-name</i>	ユーザが指定したポリシー マップを表示します。
Router# show policy-map interface	インターフェイスに結合されているすべての入力ポリシーと出力ポリシーについて、統計情報と設定を表示します。

次に、EXEC モードで **show policy-map interface** コマンドを使用して、ポリシング統計を表示する例を示します。

```
Router# show policy-map interface
Ethernet1/7
service-policy output: x
class-map: a (match-all)
0 packets, 0 bytes
5 minute rate 0 bps
match: ip precedence 0
police:
1000000 bps, 10000 limit, 10000 extended limit
conformed 0 packets, 0 bytes; action: transmit
exceeded 0 packets, 0 bytes; action: drop
    conformed 0 bps, exceed 0 bps, violate 0 bps
```


マーキング

IP precedence または IP DSCP マーキングにパケットを対応付けると、どちらの値をマーキングしたかに応じて、IP precedence または IP DSCP 値に基づいてトラフィックを分類できます。これらのマーキングを使用すると、ネットワーク内のトラフィックを識別し、他のインターフェイスで IP precedence または DSCP マーキングに基づいたトラフィックの照合が可能になります。

詳細については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcprt1/qcfclass.htm#998197

マーキングの設定

マーキングでは、特定のクラスに属すパケットのさまざまな属性を設定します。FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールでは、IP パケットおよび MPLS パケットのマーキングができます。



(注) FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、ToS を常に信頼します。入力 ToS を変更するには、マーキングを使用します。

制限事項および使用時の注意事項

マーキングに関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- マーキングは通常、**set** コマンドを使用して実行します。FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、次の形式の **set** コマンドをサポートします。
 - DSCP (6 ビット、ToS バイトで定義、最大 64 個の値を指定可能)
 - IP precedence (3 ビット、IP ヘッダーの ToS バイトで定義、最大 8 種類の precedence 値を指定可能)
 - CoS ビット (802.1Q ヘッダーの 3 ビットのサービス クラス フィールド)
 - EXP (MPLS 環境で分類に使用する 3 ビット)

設定作業

マーキングを設定するには、MSFC 上でグローバル コンフィギュレーション モードを使用して次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map [match-all match-any] class-name	パケットとクラスの照合に使用するクラス マップを作成します。
ステップ 2	Router(config-cmap)# match [ip dscp ip-dscp-value ip precedence ip-precedence-value mpls experimental mpls-exp-value]	具体的な一致条件を指定します。
ステップ 3	Router(config)# policy-map policy-name	設定するサービス ポリシーの名前を指定します。

■ マーキング

	コマンド	目的
ステップ 4	Router(config-pmap)# class class-name	事前に定義されたクラスの名前を指定します。これは class-map コマンドで定義され、サービス ポリシーに含まれています。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# set ip precedence ip-precedence-value	トラフィック クラスに含まれるパケットの IP precedence を指定します。ip-precedence-value の範囲は 0 ~ 7 です。

次に、policy1 というサービス ポリシーを作成する例を示します。このサービス ポリシーは、**class** コマンドを使用して定義済みの分類ポリシーに対応付けられます。この例では、class1 という分類ポリシーがすでに設定されているものとします。

```
Router(config)# policy-map policy1
Router(config-pmap)# class class1
Router(config-pmap-c)# set ip precedence 1
```

マーキングを確認するには、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# show policy-map	設定されているすべてのポリシー マップを表示します。
Router# show policy-map policy-map-name	ユーザが指定したポリシー マップを表示します。
Router# show policy-map interface	インターフェイスに結合されているすべての入力ポリシーと出力ポリシーについて、統計情報と設定を表示します。

輻輳管理

輻輳管理機能を使用すると、パケットに割り当てられたプライオリティに基づいてインターフェイスからパケットを送り出す順序を決定することによって、輻輳を制御できます。輻輳管理を行うには、キューを作成し、パケットの分類に基づいてそれらのキューにパケットを割り当て、キュー内のパケットの送信スケジュールを設定する必要があります。輻輳管理の QoS 機能は、4 種類のキューイング プロトコルを提供します。いずれのプロトコルも、さまざまな数のキューの作成を指定でき、程度の差はあるもののトラフィックの差別化が可能で、さらにトラフィックの送信順序を指定できます。

詳細については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcprt2/qcfcnmng.htm#1000872

次に、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上での輻輳管理について説明します。

- [CBWFQ の設定 \(p.5-11\)](#)
- [MLPPP リンクに対する CBWFQ の設定 \(p.5-15\)](#)
- [フローベース WFQ \(p.5-15\)](#)
- [LLQ の設定 \(p.5-15\)](#)
- [設定可能な LLQ バースト サイズ \(p.5-17\)](#)
- [MLPPP リンクに対する LLQ の設定 \(p.5-17\)](#)

CBWFQ の設定

ここでは、CBWFQ の設定について説明します。CBWFQ は非プライオリティ クラスに保証帯域レートを提供します。輻輳条件があっても、クラスは帯域保証が得られます。CBWFQ を設定するには、3 種類のうち、いずれかの形式の **bandwidth** コマンドを使用します。

- **bandwidth <x kbps>** — x kbps の最低帯域保証
- **bandwidth percent <x%>** — リンク帯域幅の x% の最低帯域保証
- **bandwidth remaining percent <x%>** — リンクに残されている帯域幅の x% に相当する最低帯域保証、または帯域幅と残存帯域幅が設定されたクラス間で未使用の帯域という、割合に基づいた帯域共有



(注)

LLQ は、プライオリティ クラスに帯域保証を提供します。非プライオリティ クラスに CBWFQ が保証したリンク帯域幅およびプライオリティ クラスに LLQ が保証したリンク帯域幅の和が使用可能な総リンク帯域幅の 99% を上回ることはできません。LLQ の詳細については、[LLQ の設定 \(p.5-15\)](#) を参照してください。

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、分散 CBWFQ もサポートします。詳細については、次の URL にアクセスして『Distributed Class-Based Weighted Fair Queueing and Distributed Weighted Random Early Detection』を参照してください。

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios121/121newft/121t/121t5/dtcbwred.htm>

制限事項および使用時の注意事項

- **FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール サポート — bandwidth remaining** 形式以外のすべての形式の **bandwidth** コマンドをサポートします。
- **物理インターフェイス** — 物理インターフェイス上で CBWFQ を設定できるのは、インターフェイスがデフォルトのキューイングモードになっている場合だけです。E1 (2.048 Mbps) 以下のシリアルインターフェイスは、デフォルトで WFQ を使用します。その他のインターフェイスはデフォルトで FIFO を使用します。物理インターフェイス上で CBWFQ をイネーブルにすると、デフォルトのインターフェイス キューイング方式が上書きされます。ATM PVC 上で CBWFQ をイネーブルにした場合は、デフォルトのキューイング方式は変更されません。
- **WRED** を使用してテール ドロップではなくパケット廃棄を行うようにポリシー マップ内のクラスを設定する場合は、そのサービス ポリシーを結合する予定のインターフェイスに WRED が設定されていないことを確認する必要があります。
- CBWFQ では現在、トラフィック シェーピングおよびポリシングはサポートされません。
- CBWFQ は、Variable Bit Rate (VBR; 可変ビット レート) および Available Bit Rate (ABR; 使用可能ビット レート) ATM 接続でサポートされます。Unspecified Bit Rate (UBR; 未指定ビット レート) 接続ではサポートされません。
- **最低帯域レート** — FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールでは、最低 CBWFQ レートは (a) 1 Kbps 以上、(b) リンク レートまたは階層型シェーピング レートの 1% のどちらかです。
- **帯域割り当て** — リンクで輻輳条件が発生していない場合は、未使用 (または超過) 帯域幅がすべてのクラスで共有されます。クラスが使用できる超過帯域幅は、**priority** コマンドまたは **bandwidth** コマンドで指定された保証帯域幅に比例します。たとえば、あるクラスがリンクの 20% を保証されていて、その次のクラスが 10% を保証されている場合、最初のクラスには次のクラスの 2 倍の超過帯域幅が与えられます。
- **class-default の使用** — class-default クラスのデフォルト キューイングは、WFQ です。最低でもリンク帯域幅の 1% がデフォルト キューイング用に必ず確保されます。**bandwidth** コマンドを使用すると、さらに多くの帯域幅を確保できます。

ポリシー マップでのサービス ポリシーの設定

CBWFQ を設定するには、MQC を使用します。**class-map** コマンドでトラフィック クラスを定義し、**bandwidth** コマンドが指定されたポリシー マップを作成し、**service-policy** コマンドで該当するインターフェイスにポリシーを適用します。

トラフィック クラスを設定するには、「[分類の設定](#)」(p.5-4) を参照してください。CBWFQ を指定してポリシーを設定し、インターフェイスにポリシーを割り当てるには、グローバル コンフィギュレーション モードで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map [match-all match-any] class-name	パケットとクラスの照合に使用するクラス マップを作成します。
ステップ 2	Router(config-cmap)# match [ip dscp ip-dscp-value ip precedence ip-precedence-value mpls experimental mpls-exp-value]	一致条件として、特定の IP precedence、IP DSCP、または MPLS EXP 値を指定します。
ステップ 3	Router(config)# policy-map policy-map	設定または変更するサービス ポリシーの名前を指定します。
ステップ 4	Router(config-pmap)# class class-name	サービス ポリシーと対応付けるトラフィック クラス名を指定します。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# bandwidth bandwidth-kbps percent % of available bandwidth	対応するトラフィック クラスの一致条件を満たしたパケットに割り当てる、使用可能帯域幅の割合を Kbps 単位で指定します。

	コマンド	目的
ステップ 6	Router(config)# interface <i>interface-name</i>	ポリシー マップを適用するインターフェイスを指定します。
ステップ 7	Router(config-if)# service-policy [<i>output policy-name</i>]	指定のポリシー マップをインターフェイスに結合します。

次に、2つのトラフィック クラス (class1 および class2) に QoS 機能を対応付ける、policy1 というサービス ポリシーの例を示します。

```
Router(config)# class-map class1
Router(config-cmap)# match ip dscp 30
Router(config-cmap)# exit

Router(config)# class-map class2
Router(config-cmap)# match ip dscp 10
Router(config-cmap)# exit

Router(config)# policy-map policy1
Router(config-pmap)# class class1
Router(config-pmap-c)# bandwidth 30000
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit
Router(config)# class class2
Router(config-pmap-c)# bandwidth 20000
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit

Router(config)#

Router(config)# interface pos 2/0
Router(config-if)# service-policy output policy1
Router(config-if)# exit
```

CBWFQ を確認するには、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# show policy-map <i>policy-map</i>	指定のポリシー マップを構成するすべてのクラスについて、設定を表示します。
Router# show policy-map <i>policy-map</i> class <i>class-name</i>	指定されたポリシー マップの、指定されたクラスの設定を表示します。
Router# show policy-map interface <i>interface-name</i>	指定されたインターフェイス上のすべてのポリシー マップについて、設定されているすべてのクラスの設定を表示します。
Router# show queue <i>interface-type interface-number</i>	特定のインターフェイスについて、キューイングの設定と統計情報を表示します。



(注) **show policy-map interface** コマンドの発行後に表示されるカウンタが更新されるのは、インターフェイス上で輻輳が発生した場合だけです。

次に、**show policy-map interface** コマンドで表示される情報の例を示します。

```
Router1-PE# show policy-map interface
```

```
POS6/2
service-policy output:s

queue stats for all priority classes:
  queue size 0, queue limit 32655
  packets output 0, packet drops 0
  tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0

class-map:dscp0 (match-all)
  0 packets, 0 bytes
  30 second offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  match:ip dscp 0
  queue size 0, queue limit 610
  packets output 0, packet drops 0
  tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0
  shape:cir 2440000, Bc 9760, Be 9760
  (shape parameter is rounded to 2439000 due to granularity)
  output bytes 0, shape rate 0 bps

class-map:dscp1 (match-any)
  0 packets, 0 bytes
  30 second offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  match:ip dscp 1
    0 packets, 0 bytes
    30 second rate 0 bps
  queue size 0, queue limit 100000
  packets output 0, packet drops 0
  tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0
  bandwidth:kpbs 400000, weight 64
  (bandwidth parameter is rounded to 397592 kbps due to granularity)

class-map:dscp2 (match-all)
  0 packets, 0 bytes
  30 second offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  match:ip dscp 2
  Priority:21% (130620 kbps), burst bytes 3265500, b/w exceed drops:0
  (Priority parameter is rounded to 129278 kbps due to granularity)

class-map:class-default (match-any)
  0 packets, 0 bytes
  30 second offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  match:any
    0 packets, 0 bytes
    30 second rate 0 bps
  queue size 0, queue limit 11422
  packets output 0, packet drops 0
  tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0
```

MLPPP リンクに対する CBWFQ の設定

Multilink Point-to-Point Protocol (MLPPP) を使用すると、複数の T1/E1 リンクを束ねて、複数の T1/E1 より大きく、T3/E3 より小さい帯域幅を提供できます。QoS を設定した MLPPP は CBWFQ をサポートし、同じ MLPPP バンドルでの音声とデータの伝送を可能にします。

MLPPP リンク上での CBWFQ 設定については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/index.htm



(注)

マルチリンク インターフェイス上に **ppp multilink interleave** コマンドおよび **ppp multilink fragment-delay** コマンドが必要なのは、同時に Link Fragmentation and Interleaving (LFI) が必要な場合だけです。

フロー ベース WFQ

フロー ベース WFQ は、輻輳時に予約されたフローに十分な帯域が与えられるように、また、最小限のニーズを満たすために遅延が限定されるようにします。標準 WFQ の場合、パケットはフロー別にキューに格納されます。同じ送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレス、送信元 TCP/UDP ポート、宛先 TCP/UDP ポートが与えられたパケットは同じフローに属します。

設定については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcp2/qcfwfq.htm#1000917

LLQ の設定

LLQ では、トラフィック クラスの低遅延動作を指定します。LLQ を使用すると、遅延に敏感なデータを優先的に処理できます。1 つまたは複数のクラスにプライオリティ ステータスを与えることができます。LLQ は **priority** コマンドで設定します。

priority コマンドでは、最悪の輻輳状況でプライオリティ クラスに保証する帯域幅を設定します。プライオリティ クラスがオーバーサブスクライブ型の場合、帯域幅は設定されたレートに限定されません。**priority** コマンドは通常、他のクラスの分が不足しないようにプライオリティ クラスに与える量を制御する、アドミッション制御メカニズムと組み合わせて使用します。



(注)

CBWFQ と LLQ はどちらも、それぞれのクラスに保証帯域を提供します。非プライオリティ クラスに CBWFQ が保証したリンク帯域幅およびプライオリティ クラスに LLQ が保証したリンク帯域幅の和が使用可能な総リンク帯域幅の 99% を上回ることはできません。CBWFQ の詳細については、「**CBWFQ の設定**」(p.5-11) を参照してください。

制限事項および使用時の注意事項

LLQ に関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- **FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールの priority コマンド サポート** — あらゆる形式の **priority** コマンドをサポートします。
- **帯域幅の粒度** — FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールでは、プライオリティ レートの粒度に制限はありません。
- **最小プライオリティ レート** — **priority** コマンドの最小レートは 1 Kbps または 1% です。
- LLQ は、シリアルリンクおよび ATM PVC 上の Voice over IP (VoIP) をサポートします。フレームリレーリンク上の VoIP はサポートしません。
- ACL を使用してポート番号の照合を設定している場合、この機能はすべてのポート番号 (奇数番号と偶数番号の両方) に対してプライオリティを照合します。音声は通常、偶数のポート番号を使用し、制御パケットは奇数のポート番号で生成されるので、この機能を使用すると、制御パケットにもプライオリティが与えられます。非常に低速のリンクでは、音声と制御パケットの両方にプライオリティを与えると、音声品質が低下する可能性があります。したがって、ポート番号だけを基準にプライオリティを割り当てる場合は、**priority** コマンドではなく、**ip rtp priority** コマンドを使用する必要があります (**ip rtp priority** コマンドは偶数のポート番号限定でプライオリティを与えます)。
- **priority** コマンドが設定されているときに **random-detect** コマンド、**queue-limit** コマンド、および **bandwidth policy-map class configuration** コマンドを使用することはできません。
- **priority** コマンドは複数のクラスに設定できますが、音声などの Constant Bit Rate (CBR; 固定ビットレート) トラフィックに限定して使用する必要があります。
- **帯域割り当て** — リンクで輻輳条件が発生していない場合は、未使用 (または超過) 帯域幅がすべてのクラスで共有されます。クラスが使用できる超過帯域幅は、**priority** コマンドまたは **bandwidth** コマンドで指定された保証帯域幅に比例します。たとえば、あるクラスがリンクの 20% を保証されていて、その次のクラスが 10% を保証されている場合、最初のクラスには次のクラスの 2 倍の超過帯域幅が与えられます。
- **bandwidth** コマンド — プライオリティ クラスには **bandwidth** コマンドを設定できません。

設定作業

LLQ を設定するには、MQC を使用します。**class-map** コマンドでトラフィック クラスを定義し、**priority** コマンドが指定されたポリシー マップを作成し、**service-policy** コマンドで該当するインターフェイスにポリシーを適用します。

トラフィック クラスを設定するには、「[分類の設定](#)」(p.5-4) を参照してください。LLQ を指定してポリシーを設定し、インターフェイスにポリシーを割り当てるには、グローバル コンフィギュレーション モードで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# policy-map policy-name	設定するポリシー マップの名前を指定します。
ステップ 2	Router(config-pmap)# class class-map-name	サービス ポリシーに含まれている定義済みのクラス名を指定します。
ステップ 3	Router(config-pmap-c)# priority bandwidth-kbps percent % of available bandwidth	ポリシー マップに属すトラフィック クラスにプライオリティを与えます。
ステップ 4	Router(config)# interface interface-name	ポリシー マップを適用するインターフェイスを指定します。
ステップ 5	Router(config-if)# service-policy [output policy-name]	指定のポリシー マップをインターフェイスに結合します。

次に、IP DSCP 値が 40 のトラフィック用に確保するプライオリティ キューの設定例を示します。

```
Router(config)# class-map gold-data
Router(config-cmap)# match-any ip dscp 40
Router(config-cmap)# exit
Router(config)# class-map match bar
Router(config-cmap)# match-any ip dscp 8
Router(config-cmap)# exit
Router(config)#
```

この例では、クラス gold-data 用に 50 Mbps の帯域使用が保証され、クラス バーに 20 Mbps の帯域が設定されたプライオリティ キューが確保されます。**service-policy** コマンドは、インターフェイス pos 4/1 にポリシー マップを結合します。

```
Router(config)# policy-map policy1
Router(config-pmap)# class gold-data
Router(config-pmap-c)# priority 50000
Router(config-pmap)# class bar
Router(config-pmap-c)# bandwidth 20000
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit
Router(config)# interface pos 4/1
Router(config-if)# service-policy output policy1
Router(config-if)# exit
```

LLQ を確認するには、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# show queue interface-type interface-number	特定のインターフェイスについて、キューイングの設定と統計情報を表示します。

設定可能な LLQ バースト サイズ

設定可能な LLQ バースト サイズによって、LLQ で使用できる機能が拡張されます。この機能を使用すると、ユーザは LLQ で Committed Burst (Bc) サイズを指定できるので、一時的なトラフィック バーストに対応できるようにネットワークを設定できます。

LLQ バースト サイズの設定については、次の URL にアクセスして『*Configuring Burst Size in Low Latency Queueing*』を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1834/products_feature_guide09186a0080080232.html

MLPPP リンクに対する LLQ の設定

MLPPP を使用すると、複数の T1/E1 リンクを束ねて、複数の T1/E1 より大きく、T3/E3 より小さい帯域幅を提供できます。QoS を設定した MLPPP は LLQ をサポートし、同じ MLPPP バンドルで音声とデータを伝送できるようになります。

MLPPP リンク上での LLQ の設定については、[トラフィック ポリシーへの dLLQ とその他の QoS 機能の設定 \(p.3-21\)](#) を参照してください。



(注) マルチリンク インターフェイス上に **ppp multilink interleave** コマンドおよび **ppp multilink fragment-delay** コマンドが必要なのは、同時に LFI が必要な場合だけです。

輻輳回避

輻輳回避技法では、ネットワークの一般的なボトルネックで輻輳を予測して回避するために、ネットワークトラフィックの負荷をモニタします。輻輳回避はパケットを廃棄することによって実現されます。さまざまな輻輳回避メカニズムの中でよく使用されるのは、高速中継ネットワークに最適な Random Early Detection (RED; ランダム早期検出) です。Cisco IOS の QoS には、設定した場合、どのような状況でルータにパケットを廃棄させるかを制御する RED が実装されています。Weighted Random Early Detection (WRED; 重み付きランダム早期検出) を設定しなかった場合、ルータは *tail drop* という、デフォルトの原始的なパケット廃棄メカニズムを使用します。

詳細については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgr/fqos_c/fqcprt3/qcconav.htm

次に、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上での輻輳回避について説明します。

- [WRED の設定 \(p.5-18\)](#)
- [Distributed WRED \(p.5-20\)](#)
- [DiffServ 適合 WRED \(p.5-20\)](#)

WRED の設定

WRED は、TCP の輻輳制御メカニズムを利用する輻輳回避メカニズムです。輻輳が激しくならないうちに、IP precedence に基づき、パケットを選択して廃棄することによって、WRED はパケットの送信元に伝送速度を引き下げるように指示します。パケットがネットワークに入るときに、エッジルータがパケットに IP precedence を割り当てます。WRED は、輻輳が予期されるあらゆる出力インターフェイスで有効です。ただし、WRED を使用するのは、通常、ネットワークのエッジルータではなくコアルータです。WRED ではこれらの優先順位を使用して、各トラフィックタイプの扱い方を判別します。

パケットが届くと、平均キューサイズが計算され、次のいずれかのイベントが発生します。

- 平均キューサイズが最小キュー スレッシュホールドに満たない場合、着信パケットはキューに格納されます。
- 平均キューサイズがそのトラフィックタイプの最小キュー スレッシュホールドからインターフェイスの最大スレッシュホールドまでの範囲に収まる場合、そのトラフィックタイプのパケット廃棄確率に応じて、パケットは廃棄されるかキューに格納されるかのどちらかになります。
- 平均キューサイズが最大スレッシュホールドを上回る場合、そのパケットは廃棄されます。

制限事項および使用時の注意事項

WRED に関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- クラストラフィックで WRED をイネーブルにするには、**random-detect** コマンドを使用します。FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、3 種類のコマンド形式をすべてサポートします。
 - **random-detect precedence-based** — IP precedence ビットに基づく廃棄
 - **random-detect dscp-based** — DSCP ビットに基づく廃棄
- precedence、DSCP、または廃棄クラスに基づいて調整できるパラメータは、最小スレッシュホールド、最大スレッシュホールド、マーキング確率、および重みです。平均キューサイズが最小スレッシュホールドから最大スレッシュホールドまでの範囲内にある場合、パケットはランダム廃棄の対象になります。マーキング確率は、キューサイズが最大スレッシュホールドに達したときにパケットが廃棄される確率を制御します。さらに重みによって、平均キューサイズを算出するための「時間定数」が決定されます。

キューの計算および WRED の機能の詳細については、次の URL にアクセスし、『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 の「Congestion Avoidance Overview」の章にある「About WRED」を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/index.htm

設定作業

WRED を設定するには、MQC を使用します。**class-map** コマンドでトラフィック クラスを定義し、**random-detect** コマンドが指定されたポリシー マップを作成し、**service-policy** コマンドで該当するインターフェイスにポリシーを適用します。

トラフィック クラスを設定するには、「分類の設定」(p.5-4) を参照してください。WRED を指定してポリシーを設定し、インターフェイスにポリシーを割り当てるには、グローバル コンフィギュレーション モードで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map [match-all match-any] class-name	パケットとクラスの照合に使用するクラス マップを作成します。
ステップ 2	Router(config-cmap)# match [ip dscp ip-dscp-value ip precedence ip-precedence-value mpls experimental mpls-exp-value]	一致条件として、特定の IP precedence、IP DSCP、または MPLS EXP 値を指定します。
ステップ 3	Router(config)# policy-map child-policy-name	設定する子ポリシー マップの名前を指定します。
ステップ 4	Router(config-pmap)# class class-name	サービス ポリシーに含まれている定義済みのクラス名を指定します。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# bandwidth bandwidth-kbps percent % of available bandwidth	対応するトラフィック クラスの一致条件を満たしたパケットに割り当てる、使用可能帯域幅の割合を Kbps 単位で指定します。
ステップ 6	Router(config)# random-detect [dscp-based prec-based]	WRED または distributed WRED (dWRED) をイネーブルにします。

設定例

WRED の設定例を示します。

```
Router# config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)# policy-map wred_test
Router(config-pmap)# class class-default
Router(config-pmap-c)# random-detect
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit
Router(config)# interface pos 7/1
Router(config-if)# service-policy output wred_test
Router(config-if)# end
```

設定を確認する例を示します。

```
Router# show policy-map interface pos 7/1
POS7/1

Service-policy output: wred_test

Class-map: class-default (match-any)
 16634097 packets, 8217243918 bytes
 30 second offered rate 482198000 bps, drop rate 0 bps
Match: any
queue size 0, queue limit 128
packets output 16634097, packet drops 0
tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0
Random-detect:
  Exp-weight-constant: 3 (1/8)
  Mean queue depth: 0
  Class Random      Tail Minimum Maximum Mark      Output
    drop threshold threshold probability packets
  0    104806         0      32      64      1/10    3026812
  1    104569         0      36      64      1/10    3027050
  2    104732         0      40      64      1/10    3026884
  3    104169         0      44      64      1/10    3027449
  4    103047         0      48      64      1/10    3028569
  5    103156         0      52      64      1/10    3028460
  6         0          0      56      64      1/10         0
  7         0          0      60      64      1/10         0
```

Distributed WRED

distributed WRED (dWRED) は、輻輳が予期されるあらゆる出力インターフェイスで有用です。ただし、dWRED を使用するのには、通常、ネットワークのエッジルータではなくコア ルータです。パケットがネットワークに入るときに、エッジルータがパケットに IP precedence を割り当てます。WRED ではこれらの優先順位を使用して、各トラフィック タイプの扱い方を判別します。

詳細については、次の URL にアクセスして『*Distributed Class-Based Weighted Fair Queueing and Distributed Weighted Random Early Detection*』を参照してください。

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios121/121newft/121t/121t5/dtcbwred.htm>

DiffServ 適合 WRED

DiffServ 適合 WRED によって WRED の機能が拡張され、DiffServ および Assured Forwarding (AF) Per Hop Behavior (PHB) のサポートが可能になります。この機能を使用すると、ユーザは DSCP 値に基づいてパケットを色分けし、これらのパケットに優先廃棄確率を割り当てることによって、AF PHB を実行できます。

この機能を使用できるのは、IP パケットと組み合わせた場合だけです。Multiprotocol Label Switching (MPLS) カプセル化パケット用ではありません。

設定については、次の URL にアクセスして『*Configuring Weighted Random Early Detection*』を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1835/products_configuration_guide_chapter09186a00800c5d42.html#1002253

トラフィック シェーピング

シェーピング機能は、送信元のデータ レートが予想以上に高いときに、通常はバッファすなわちキューイング メカニズムを使用して超過トラフィックを据え置き、パケットを保持してフローのシェーピングを行います。

詳細については、次の URL にアクセスして『Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide』Release 12.2 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgr/fqos_c/fqcprt4/qcflpolsh.htm

FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールは、Distributed Traffic Shaping (DTS) もサポートします。詳細については、次の URL にアクセスして『Configuring Distributed Traffic Shaping』を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1835/products_configuration_guide_chapter09186a00800bd8f1.html

次に、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュール上でのシェーピングについて説明します。

- [トラフィック シェーピングの設定 \(p.5-21\)](#)
- [階層型トラフィック シェーピングの設定 \(p.5-23\)](#)
- [キューリミットの設定 \(p.5-24\)](#)

トラフィック シェーピングの設定

トラフィック シェーピングを使用すると、特定のトラフィック クラスに最大レートを設定できます。シェーピングの目的は、バースト性のあるトラフィックをならしてネットワークに流すことです。これはバッファリングを使用して実現します。トラフィック シェーピングは、**shape** コマンドを使用して実行します。基本的なコマンド形式は、次の 3 種類です。

- **shape average** — バースト性のあるトラフィックを平均的にシェーピングして、指定された最大レートにします。
- **shape peak** — バースト性のあるトラフィックをシェーピングして、指定された最大レートにします。
- **shape adaptive** — フレームリレーに組み込まれている Forward Explicit Congestion Notification (FECN; 前方明示的輻輳通知) および Backward Explicit Congestion Notification (BECN; 逆方向明示的輻輳通知) フロー制御メカニズムに基づいて、バースト性の高いトラフィックをシェーピングします。

制限事項および使用時の注意事項

トラフィック シェーピングに関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- 最小シェーピング レートは、CLI により 8000 bps に固定されます。リンク レートには依存しません。
- シェイパに最小粒度はありません。CLI では 1 bps の粒度を使用できます。
- リンク レートより大きいシェイパ値を使用できます。

設定作業

トラフィック シェーピングを設定するには、MQC を使用して親ポリシーと子ポリシーを定義します。子ポリシーでは、**class-map** コマンドでトラフィック クラスを定義し、**policy-map** コマンドでポリシーを作成します。親ポリシーでは、**policy-map** コマンドでポリシーを作成し、**service-policy** コマンドでデフォルト クラスに子ポリシーを適用し、**service-policy** コマンドで該当するインターフェイスに親ポリシーを適用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map [match-all match-any] class-name	パケットとクラスの照合に使用するクラス マップを作成します。
ステップ 2	Router(config-cmap)# match [ip dscp ip-dscp-value ip precedence ip-precedence-value mpls experimental mpls-exp-value]	一致条件として、特定の IP precedence、IP DSCP、または MPLS EXP 値を指定します。
ステップ 3	Router(config)# policy-map <i>child-policy-name</i>	設定する子ポリシー マップの名前を指定します。
ステップ 4	Router(config-pmap)# class <i>class-name</i>	サービス ポリシーに含まれている定義済みのクラス名を指定します。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# shape [average peak] mean-rate [[burst-size] [excess-burst-size]]	トラフィック シェーピング機能の新しい値を指定します。

次に、メイン インターフェイス上のトラフィック シェーピング例を示します。インターフェイス pos1/0/0 から出ていくトラフィックが 10 Mbps の速度でシェーピングされます。

```
Router(config)# class-map class-interface-all
Router(config-cmap)# match any
Router(config-cmap)# exit
Router(config)# policy-map dts-interface-all-action
Router(config-pmap)# class class-interface-all
Router(config-pmap-c)# shape average 10000000
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config)# interface pos1/0/0

Router(config-if)# service-policy output dts-interface-all-action
```

トラフィック シェーピングを確認するには、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# show interface [interface-name] shape	トラフィック シェーピングの詳細なステータスを表示します。
Router# show policy <i>policy-name</i>	指定されたトラフィック ポリシーを構成しているすべてのクラスについて、設定を表示します。
Router# show policy <i>policy-name</i> class <i>class-name</i>	指定されたトラフィック ポリシーの指定されたクラスの設定を表示します。

階層型トラフィック シェーピングの設定

階層型トラフィック シェーピングを使用すると、トラフィックの複数のクラスを 1 つのレートでシェーピングできます。階層型トラフィック シェーピング ポリシーは、1 つ以上のトラフィック クラスを指定した子ポリシーとトラフィック クラスの出力を 1 つのシェーピング レートでシェーピングする親ポリシーからなります。ネストされたポリシーをインターフェイスまたはサブインターフェイスに適用できます。

制限事項および使用時の注意事項

階層型トラフィック シェーピングに関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- 階層型トラフィック シェーピングは、入力ポリシーと出力ポリシーの両方でサポートされます。
- 階層型トラフィック シェーピングは、FlexWAN および拡張 FlexWAN モジュールに対応するインターフェイス、サブインターフェイス、および PVC 上でサポートされます。

設定作業

階層型トラフィック シェーピングを設定するには、MQC を使用して親ポリシーと子ポリシーを定義します。子ポリシーでは、**class-map** コマンドでトラフィック クラスを定義し、**policy-map** コマンドでポリシーを作成します。親ポリシーでは、**policy-map** コマンドでポリシーを作成し、**service-policy** コマンドでデフォルト クラスに子ポリシーを適用し、**service-policy** コマンドで該当するインターフェイスに親ポリシーを適用します。

トラフィック クラスを設定するには、「[分類の設定](#)」(p.5-4) を参照してください。階層型トラフィック シェーピングの子ポリシーおよび親ポリシーを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# policy-map child-policy-name	設定する子ポリシー マップの名前を指定します。
ステップ 2	Router(config-pmap)# class class-name	サービス ポリシーに含まれている定義済みのクラス名を指定します。
ステップ 3	Router(config-pmap-c)# priority bandwidth-kbps percent % of available bandwidth ¹	ポリシー マップに属すトラフィック クラスにプライオリティを与えます。
ステップ 4	Router(config-pmap)# class class-name	サービス ポリシーと対応付けるトラフィック クラス名を指定します。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# bandwidth bandwidth-kbps percent % of available bandwidth ²	対応するトラフィック クラスの一致条件を満たしたパケットに割り当てる、使用可能帯域幅の割合を Kbps 単位で指定します。
ステップ 6	Router(config)# policy-map parent-policy-name	設定する親ポリシー マップの名前を指定します。
ステップ 7	Router(config-pmap)# class class-name	サービス ポリシーに含まれている定義済みのクラス名を指定します。
ステップ 8	Router(config-pmap-c)# shape average cir	指定されたクラスについて、指定されたビットレートにトラフィックをシェーピングします。
ステップ 9	Router(config-pmap-c)# service-policy child-policy-name	親 / 子ポリシーとクラスを結びつけます。

	コマンド	目的
ステップ 10	Router(config)# interface interface-name	ポリシー マップを適用するインターフェイスを指定します。
ステップ 11	Router(config-if)# service-policy [output parent-policy-name]	指定されたネストの親ポリシーおよび子ポリシーをインターフェイスに結合します。

1. 記載したパラメータだけがサポートされます。
2. 記載したパラメータだけがサポートされます。

次に、ネストされたトラフィック ポリシーの設定例を示します。[voice] というクラスと一致するトラフィックに、3200 Kbps または親ポリシーの平均シェーピングの 10% が保証されます。

```
Router(config)# class-map match-all voice
Router(config-cmap)# match ip dscp 5
Router(config-cmap)# exit

Router(config)# policy-map child_policy
Router(config-pmap)# class voice
Router(config-pmap-c)# priority percent 10
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit

Router(config)# policy-map parent_policy
Router(config-pmap)# class class-default
Router(config-pmap-c)# shape average 32000000
Router(config-pmap-c)# service-policy child_policy
Router(config-pmap-c)# exit
Router(config-pmap)# exit

Router(config)# interface Serial6/1:1.1 point-to-point
Router(config-subif)# service-policy output parent_policy
```

キューリミットの設定

クラス ベース トラフィック シェーピングおよび CBWFQ 機能では、ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション モードで **queue-limit** コマンドを使用し、ポリシー マップに設定されているクラス ポリシーに対して、キューが保持できるパケットの最大数を指定または変更できます。

制限事項および使用時の注意事項

キュー限度に関する制限事項および使用時の注意事項は、次のとおりです。

- **FlexWAN および拡張 FlexWAN のキュー限度値** — デフォルトのキュー限度値は、インターフェイスに設定されているカード タイプおよびリンク カプセル化の関数として選択されます。トラフィック クラスに割り当てられている帯域またはバッファ メモリ容量に基づいて選択されるわけではありません。デフォルトのキュー限度は、次の値のいずれか 1 つに変更できます。18、25、42、128、256、512、1024、2048、4096、8192、16384、32768 です。

設定作業

キュー限度を設定するには、MQC を使用します。**class-map** コマンドでトラフィック クラスを定義し、**queue-limit** コマンドが指定されたポリシー マップを作成し、**service-policy** コマンドで該当するインターフェイスにポリシーを適用します。

トラフィック クラスを設定するには、「[分類の設定](#)」(p.5-4) を参照してください。キュー限度を指定してポリシーを設定し、インターフェイスにポリシーを割り当てるには、グローバル コンフィギュレーション モードで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# policy-map <i>policy-name</i>	設定するポリシー マップの名前を指定します。
ステップ 2	Router(config-pmap)# class <i>class-name</i>	サービス ポリシーに含まれている定義済みのクラス名を指定します。
ステップ 3	Router(config-if)# queue-limit <i>number-of-packets</i>	<p>ポリシー マップに設定されているクラス ポリシーに対して、キューが保持できるパケットの最大数を指定します。</p> <p>ポリシー マップで設定されているクラス ポリシーに対して、キューが保持できるパケットの最大数を指定または変更するには、ポリシー マップクラス コンフィギュレーション モードでqueue-limit コマンドを使用します。 <i>number-of-packets</i> は 18、25、42、128、256、512、1024、2000、4000、8000、16000、32000 です。このクラスに対してパケットが蓄積できるパケットの最大数を指定します。</p>
ステップ 4	Router(config)# interface <i>interface-name</i>	ポリシー マップを適用するインターフェイスを指定します。
ステップ 5	Router(config-if)# service-policy [<i>input</i> <i>output</i>] <i>policy-name</i>	指定のポリシー マップをインターフェイスに結合します。

■ トラフィック シェーピング