

Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータでの MDRR と WRED の説明と設定

目次

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[背景説明](#)

[MDRR の概要](#)

[MDRR のプライオリティ キュー](#)

[MDRR の例](#)

[エンジン タイプ別の MDRR のサポート](#)

[WRED の概要](#)

[従来の CoS 構文を使用した設定](#)

[モジュラ QoS CLI \(MQC \) を使用した設定](#)

[輻輳管理および回避を監視するためのコマンド](#)

[show interfaces コマンド](#)

[show interfaces {number} random コマンド](#)

[exec slot \(y\) show controller frfab queue {port} コマンド](#)

[exec slot \(y\) show controller frfab QM stat コマンド](#)

[着信輻輳管理の監視](#)

[show interfaces コマンド](#)

[exec slot \(x\) show controller tofab queue コマンド](#)

[exec slot \(x\) show controller tofab queue \(slot\) \(port\) コマンド](#)

[exec slot \(x\) show controller tofab QM stat コマンド](#)

[ケーススタディ](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータで、Cisco IOS® ソフトウェアの輻輳管理機能と輻輳回避機能を設定する方法について説明します。

このドキュメントを読むと、次のことを習得できます。

- Modified Deficit Round Robin (MDRR) および重み付けランダム早期検出 (WRED) を中核となるネットワークに設定することの重要性。
- Cisco 12000 シリーズでの MDRR と WRED の基本的な実装方法。

- 従来のクラス オブ サービス (CoS) 構文とモジュラ QoS CLI (MQC) を使用した MDRR と WRED の設定。

前提条件

要件

このドキュメントの読者は次のトピックについて理解している必要があります。

- Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータ アーキテクチャに関する全般的知識。
- 特に、キューイング アーキテクチャと以下の用語に関する認識 : ToFab (Towards the fabric) : 着信ラインカードの受信側のキュー FrFab (From the fabric) : 発信ラインカードの送信側のキュー

注: あわせて『[Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータでの show controller frfab | Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータに対する tofab queue コマンド](#)』。

使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、次のソフトウェアとハードウェアのバージョンに基づくものです。

- すべての Cisco 12000 プラットフォーム (12008、12012、12016、12404、12406、12410、および 12416 が含まれます)。
- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(24)S1。

注: このドキュメントの設定は Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(24)S1 でテストされていますが、Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータをサポートするすべての Cisco IOS ソフトウェア リリースを使用できます。

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されたものです。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、クリアな (デフォルト) 設定で作業を開始しています。ネットワークが稼働中の場合は、コマンドが及ぼす潜在的な影響を十分に理解しておく必要があります。

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。

背景説明

キューイング方法は、パケット スケジューリング メカニズム (つまり、パケットがキューから取り出されて物理ワイヤでの転送用のインターフェイスに送られる順序) を定義します。キューイング方法は、キューがスケジューラ機能からサービスを受ける順番や回数をベースとして、最小帯域幅の保証や低遅延についてもサポートしています。

パケット スケジューリング メカニズムが、実装先のスイッチング アーキテクチャをサポートすることが重要です。重み付け均等化キューイング (WFQ) は、バスベースのアーキテクチャを持つ Cisco ルータ プラットフォームでリソース割り当てを行うためのよく知られたスケジューリング アルゴリズムです。ただし、Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータではサポートされていません。さらに、従来の Cisco IOS ソフトウェア プライオリティ キューイングおよびカ

スタム キューイングもサポートされていません。代わりに、Cisco 12000 シリーズでは、相対帯域幅の保証と低遅延キューを提供する、Modified Deficit Round Robin (MDRR) と呼ばれる特別なキューイングを使用します。MDRR の M は、「modified (変更された)」を表し、DRR にプライオリティ キューを追加したことを意味します。MDRR の詳細は、「[MDRR の概要](#)」を参照してください。

さらに、Cisco 12000 シリーズでは、MDRR キュー内でドロップ ポリシーとして重み付けランダム早期検出 (WRED) をサポートしています。この輻輳回避メカニズムは、デフォルトのテールドロップ メカニズムの代わりになります。ドロップを制御することで、輻輳を回避できます。

輻輳回避および管理メカニズム (WRED、MDRR など) は、チャンネル化ラインカード (LC) などの比較的低速な発信インターフェイスの FrFab キューで特に重要です。高速スイッチ ファブリックは、チャンネルグループが転送できるよりもはるかに高速にチャンネルグループにパケットを転送できます。キューイングおよびバッファは物理ポート レベルで管理されるため、1 つのチャンネルに対するバックプレッシャがそのポートの他のすべてのチャンネルに影響を及ぼす可能性があります。したがって、WRED や MDRR でバックプレッシャを管理することは非常に大切であり、これによって問題となる他のチャンネルへの影響を抑えることができます。発信インターフェイスの加入過多の管理の詳細は、「[トトラブルシューティング : Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータでの ignored エラーとメモリ不足によるドロップ](#)」を参照してください。

MDRR の概要

この項では、Modified Deficit Round Robin (MDRR) の概要を説明します。

MDRR がキューイング方式として設定されている場合、空でないキューがラウンドロビン方式で順に処理されます。キューが処理されるごとに、一定量のデータがキューから取り出されます。その後、次のキューが処理されます。キューが処理されるとき、MDRR は、設定値を超えてキューから取り出されたデータのバイト数を追跡します。次のパスでそのキューが再び処理されるときは、以前に余分に処理されたデータの分だけキューから取り出されるデータが少なくなります。その結果、キューあたりキューから取り出されるデータの量は設定値に近づきます。加えて、MDRR は、優先的に処理されるプライオリティ キューを保守します。MDRR については、この項で詳しく説明します。

MDRR 内部の各キューは次の 2 つの変数によって定義されます。

- Quantum 値 : 各ラウンドで処理されるクオンタム値のバイト数の平均です。
- 反欠損がこれ何バイトをキューが円形それぞれで送信したかトラッキングするのに使用されています。不足カウンタはクオンタム値に初期化されます。

キュー内のパケットは、デフィシット カウンタが 0 よりも大きい限り処理されます。処理されたパケットは、それぞれそのバイト長に等しい値だけデフィシット カウンタを減らします。デフィシット カウンタが 0 以下になると、キューは処理されません。新しいラウンドごとに、空でない各キューのデフィシット カウンタがクオンタム値の分だけ増分されます。

注: 一般に、キューのクオンタム サイズはインターフェイスの最大伝送ユニット (MTU) よりも大きくしてください。これにより、スケジューラは、空でない各キューから少なくとも 1 つのパケットを常に取り出します。

それぞれの MDRR キューは、グループにあるキューのうちの 1 つをプライオリティ キューとすることで、相対的な重みを与えることができます。この重みにより、インターフェイスで輻輳が発生しているときの各キューの相対帯域幅が割り当てられます。MDRR アルゴリズムは、送信すべきデータがキュー内にある場合に、ラウンドロビン方式で各キューからデータを取り出します。

。

通常の MDRR キューすべてにデータがある場合、それらは次のように処理されます。

0-1-2-3-4-5-6-0-1-2-3-4-5-6...

各サイクルの間、設定されている重みに基づいてクオンタムがキューから取り出されます。エンジン 0 およびエンジン 2 のラインカード上では、値 1 は、インターフェイスにその MTU の重みを与えることを意味します。値が 1 を超える場合は、1 増えるごとにキューの重みが 512 バイトずつ増えていきます。たとえば、特定のインターフェイスの MTU が 4470 で、キューの重みが 3 に設定されている場合、ローテーションを経過するたびに $4470 + (3-1)*512 = 5494$ バイトをキューから取り出すことが許可されます。2 つの通常の DRR キュー Q0 と Q1 を使用した場合、Q0 の重みは 1 に設定され、Q1 の重みは 9 に設定されます。両方のキューで輻輳が発生した場合、ローテーションを経過するたびに、Q0 は 4470 バイトを送信することが許可され、Q1 は $[4470 + (9-1)*512] = 8566$ バイトを送信することが許可されます。この結果、Q0 へ流れるトラフィックには帯域幅の約 3 分の 1 が与えられ、Q1 を通過するトラフィックには帯域幅の約 3 分の 2 が与えられます。

注: MDRR 帯域幅割り当てを計算する標準のデキュー式は、 $D = MTU + (weight-1)*512$ です。Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(21) S/ST よりも前のバージョンでは、エンジン 4 ラインカードで異なるデキュー式が使用されていました。帯域幅が正しく割り当てられるように MDRR 重み付けを設定するには、必ずリリース 12.0(21)S/ST よりも後のバージョンの Cisco IOS ソフトウェアを実行してください。

注: エンジン 4+ ラインカードのクオンタム式は、 $クオンタム = BaseWeight + \{BaseWeight * (QueueWeight - 1) * 512\} / MTU$ です (toFab 方向用。FrFab には無効です)。BaseWeight を求める式は、 $BaseWeight = \{(MTU + 512 - 1) / 512\} + 5$ となります。

注: 計算されたすべての値の端数は切り捨てられます。つまり、小数点以下はすべて無視されます。

注: 特定のエンジン ラインカードが MDRR をサポートしているかどうかを調べるには、「[エンジンタイプ別の MDRR のサポート](#)」を参照してください。

MDRR のプライオリティ キュー

Cisco 12000 シリーズは、MDRR 内部のプライオリティ キュー (PQ) をサポートします。このキューは、Voice over IP (VoIP) のような時間依存型のトラフィックに求められる低遅延および低ジッターを提供します。

すでに説明したように、Cisco 12000 シリーズは 重み付け均等化キューイング (WFQ) をサポートしていません。したがって、MDRR 内部の PQ は、他のプラットフォームで使用可能な Cisco IOS ソフトウェアの低遅延キューイング (LLQ) 機能とは動作が異なります。

主な違いは、[表 1](#) に示すように、PQ を処理するために 2 つのモードの MDRR スケジューラ設定方法があることです。

表 1 : PQ を処理するための 2 つのモードの MDRR スケジューラ設定方法

	交互モード	完全優先モード
利点	PQ は、他のキューの合間に処理されます。つまり、MDRR ス	PQ は、空でないときはいつでも処理されます。これにより、一致するトラフィックに対して

スケジューラは、PQ とその他の設定されているキューを交互に処理します。	最小の遅延が実現されます。
このモードでは、完全優先モードよりもジッターと遅延が発生します。	このモードでは特に、積極的な送信にフローが一致する場合、他のキューが枯渇する可能性があります。

交互モードでは、ジッターと遅延の制御性が低下します。MDRR スケジューラがデータ キューからの MTU のサイズのフレームの処理を開始した後、音声パケットが PQ に到着した場合、交互モードのスケジューラは、デフィシット カウンタが 0 になるまで非プライオリティ キューの処理に集中します。この間 PQ は処理されないため、VoIP パケットは遅延します。

一方、完全優先モードでは、スケジューラは、現在の非プライオリティ パケットのみを処理した後、PQ の処理に切り替わります。スケジューラが非プライオリティ キューの処理を開始するのは、PQ が完全に空になった後です。

交互優先モードのプライオリティ キューは 1 回のサイクルで複数回処理されるため、名目上の重みが同じである他のキューよりも多くの帯域幅を占有する点に注意することが重要です。その重みは、定義されているキューの数によって決まります。たとえば、キューを 3 個定義した場合、サイクルあたりの低遅延キューの処理回数は他のキューの 2 倍になり、2 倍の重みで送信されます。キューを 8 個定義した場合は、低遅延キューの処理回数が 7 倍になり、実効重みが 7 倍高くなります。したがって、キューが占有できる帯域幅は、ラウンドロビンごとに何回処理されるかに関係し、これはさらに全体で何個のキューを定義したかによって決まります。この特別な理由のため、交互優先モードでは通常はプライオリティ キューが小さい重みで設定されます。

一例として 4 つのキューが定義されると、仮定して下さい: 0、1、2 およびプライオリティ キュー。代替プライオリティモードでは、すべてのキューが混雑すれば、次の通り保守されます: 0、llq、1、llq、2、llq、0、llq、1、.... ここで llq は低遅延キューを表します。

キューが処理されるたびに、キューは最大で個別に設定された重みに相当する量を送信できます。したがって、低遅延キューが占有できる最小帯域幅は次のとおりです。

- WL = 低遅延キューの重み。
- W0、W1、... Wn = 規則的な DRR キューの重み。
- n = このインターフェイス用に使用される通常の DRR キューの数。
- BW = リンクの帯域幅。

交互優先モードの場合、低遅延キューの最小帯域幅 = $BW * n * WL / (n * WL + \text{Sum}(W0, Wn))$ になります。

重みは、MDRR 内で設定できる唯一の変数パラメータです。重みは、トラフィック クラスが使用できる帯域幅の相対量と、1 回の順番で送信されるトラフィックの量に影響を与えます。重みを大きくすると、全体のサイクルが長くかかり、遅延が増える可能性が高くなります。

設定のガイドライン

- 最低の帯域幅要件を持つクラスでは、他のクラスとの間で遅延やジッターをできるだけ低く抑えるために、その重みを 1 に設定することをお勧めします。
- できるだけ低い重み値を選択します。最低の帯域幅を持つクラスでは、重み 1 から始めます。たとえば、それぞれ 50% の帯域幅を持つ 2 つのクラスを使用する場合は、それぞれの重

みを 1 に設定する必要があります。10 対 10 の重みを使用しても意味はありません。これは、1 を選択したときのパフォーマンスに対する影響がないためです。また、重みを大きくすると、それだけ多くのジッターが発生します。

- LLQ に対して重み値を低くすることが非常に重要です。特に交互モードでは、他のクラスに加わる遅延やジッターが大きくなりすぎないように、LLQ の重み値を低くする必要があります。

MDRR の例

この項の例は、Cisco Press 発行の『インサイド Cisco IOS® ソフトウェア アーキテクチャ』を基にしています。

次の 3 個のキューがあるとします。

- キュー 0 : クォンタムは 1500 バイト。低遅延キューであり、交互モードで動作するように設定されています。
- キュー 1 : クォンタムは 3000 バイト。
- キュー 2 - 量子は 1500 バイト。

図 1 は、各キューの初期状態と、すでに受信してキューに置かれたいくつかのパケットを示しています。

図 1 : MDRR の初期状態

キュー 0 のクォンタムがそのデフィシットカウンタに追加され、250 バイトのパケット 1 が送信されて、そのサイズがデフィシットカウンタから差し引かれます。キュー 0 の不足カウンタは依然として 0 より大きいため ($1500 - 250 = 1250$)、パケット 2 が転送され、その長さがデフィシットカウンタから差し引かれます。キュー 0 のデフィシットカウンタが -250 になったため、次にキュー 1 が処理されます。図 2 にこの状態を示します。

図 2 : MDRR の後続の状態

キュー 1 のデフィシットカウンタが 3000 ($0 + 3000 = 3000$) に設定され、パケット 4 および 5 が転送されます。送信されて各パケットがデフィシットカウンターからパケットのサイズを小さくして下さい、そうすればキュー 1 のデフィシットカウンターは 0 に。図 3 説明しますこの状態を減ります。

図 3 : キュー 1 のデフィシットカウンタが 0 になったときの MDRR の状態

次に、交互優先モードからサービス キュー 0 に戻ります。再び、クォンタムが現在のデフィシットカウンタに追加され、キュー 0 のデフィシットカウンタはその結果 ($-250 + 1500 = 1250$) に設定されます。デフィシットカウンタが 0 よりも大きいため、ここでパケット 3 が送信され、キュー 0 は空になります。キューが空になると、図 4 のようにそのデフィシットカウンタが 0 に設定されます。

図 4 : キューが空になったときの MDRR の状態

次に、キュー 2 が処理され、そのデフィシットカウンタが 1500 ($0 + 1500 = 1500$) に設定されます。パケット 7 ~ 10 が送信され、デフィシットカウンタが 500 ($1500 - (4 * 250) = 500$) になります。デフィシットカウンタが依然として 0 よりも大きいため、パケット 11 も送信されます。

パケット 11 が送信されるとキュー 2 が空になり、図 5 のようにそのデフィシットカウンタが 0 に設定されます。

図 5 : パケット 11 が送信されたときの MDRR の状態

続いて、再びキュー 0 が処理されます (交互優先モードのため)。キュー 0 は空のため、次にキュー 1 が処理され、パケット 6 が送信されます。

エンジン タイプ別の MDRR のサポート

Cisco 12000 シリーズは、独自のレイヤ 3 (L3) フォワーディング エンジン アーキテクチャを持つ 5 種類のラインカード モデルをサポートしています。MDRR のサポートは L3 エンジン タイプやカードのタイプによって異なります。たとえば、エンジン 0 ATM ラインカードでは、MDRR および WRED のサポートはありません。show diag を使用すると、搭載されているラインカードの L3 エンジン タイプを調べることができます。

```
router#show diags | include (SLOT | Engine) !--- The regular expression is case-sensitive. ...
SLOT 1 (RP/LC 1 ): 1 port ATM Over SONET OC12c/STM-4c Multi Mode L3 Engine: 0 - OC12 (622 Mbps)
SLOT 3 (RP/LC 3 ): 3 Port Gigabit Ethernet L3 Engine: 2 - Backbone OC48 (2.5 Gbps)
```

ToFab (Rx) キューでの MDRR

Cisco 12000 シリーズの MDRR を設定するには、「従来の CoS 構文」または「モジュラ QoS コマンドライン インターフェイス」を使用できます。従来の CoS またはモジュラ QoS を使用して MDRR を設定する方法については、このドキュメントの後の項で説明します。ToFab キューは従来の CoS 構文を使用して設定する必要があります。これらのキューは MQC の新しい構文をサポートしていません。詳細は表 2 を参照してください。

表 2 : ToFab (Rx) キューの MDRR の詳細

	実装形態	ToFab MDRR	ToFab 交互 PQ	ToFab 完全 PQ	ToFab WRED
Eng0	ソフトウェア	x **	x **	○	○
Eng1	-	なし	なし	なし	なし
Eng2	ハードウェア	○	○	○	○
Eng3	ハードウェア	なし	○	○	○
Eng4	ハードウェア	○	○	○	○
Eng4+	ハードウェア	○	○	○	○

** MDRR は ToFab (Rx) 方向でのエンジン 0 LC でサポートされていますが、完全優先モードのみであり、交互優先モードはサポートされていません。残り 7 つのキューは通常どおりサポートされています。

着信インターフェイスは、宛先 LC ごとに別個の仮想出力キューを管理しています。これらのキューがどのように実装されるかは L3 エンジン タイプによって異なります。

- エンジン 0 : 着信 LC は宛先スロットごとに 8 つのキューを管理しています。したがって、キューの最大数は $16 \times 8 = 128$ となります。それぞれのキューは個別に設定できます。
- エンジン 2、3、4、および 4+ : 着信 LC は宛先インターフェイスごとに 8 個のキューを管理しています。宛先スロットの数が 16 個で、スロットあたり 16 個のインターフェイスがあることから、キューの最大数は $16 \times 16 \times 8 = 2048$ となります。宛先スロット上のインターフ

エイスはすべて同じパラメータを使用する必要があります。

FrFab (Tx) キューでの MDRR

FrFab キューでの MDRR は、ハードウェアかソフトウェアかの実装形態を問わず、一貫した動作を示します。すべての L3 エンジン タイプは、各発信インターフェイスに対して 8 個のクラスキューをサポートします。詳細については[表 3](#)を参照して下さい。

表 3 : FrFab (Tx) キューの MDRR の詳細

	実装形態	FrFab 交互 PQ	FrFab 完全 PQ	FrFab WRED
Eng0	ソフトウェア1	なし	○	○
Eng1	-	なし	なし	なし
Eng2	ハードウェア	○2	○	○
Eng3	ハードウェア	なし	○	○
Eng4	ハードウェア	○	○	○
Eng4+	ハードウェア	○	○	○

1エンジン 0 LC の FrFab キューにおける MDRR のサポートは、次の各バージョンの Cisco IOS ソフトウェアで導入されています。

- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(10)S : 4xOC3 および 1xOC12 POS、4xOC3、および 1xCHOC12/ STM4。
- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(15)S : 6xE3 および 12xE3。
- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(17)S : 2xCHOC3/STM1。

2従来の CoS 構文を使用して FrFab 方向の交互 MDRR を設定する必要があります。

注: 3xGE LC は ToFab キューでの MDRR をサポートしています。また、Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(15)S 以降、FrFab キューでも MDRR をサポートしていますが、2つの制限 (クオンタムが固定、およびインターフェイスあたり CoS キューが 1 個) があります。プライオリティ キューは、設定可能なクオンタムと、完全および交互の両方の優先モードをサポートしています。3つのインターフェイスはすべて単一の PQ を共有します。

注: Cisco 12000 シリーズ LC でサポートされている QoS 機能に関する最新情報については、「Cisco 12000 シリーズ ルータ リリース ノート」を参照してください。

WRED の概要

重み付けランダム早期検出 (WRED) は、インターフェイスの輻輳がネットワーク スループットに悪影響を与えるのを防ぐために設計されました。

図 6 : WRED パケットのドロップ確率

WRED パラメータの詳細については、「[Cisco 12000 シリーズ ルータにおける重み付けランダム](#)

[早期検出](#)を参照してください。最小、最大、およびマーク確率パラメータは、実際のランダム早期検出 (RED) 曲線を記述します。重み付けされたキューの平均が最小しきい値を下回っているときは、パケットは廃棄されません。重み付けされたキューの平均が最大キューしきい値を上回っているときは、平均が最大しきい値未満になるまで、すべてのパケットが廃棄されます。平均が最小しきい値と最大しきい値の範囲内のときは、パケットが廃棄される確率を、最小しきい値 (ドロップ確率 = 0) から最大しきい値 (ドロップ確率 = 1/マーク確率分母) までの直線で計算することができます。

RED と WRED との違いは、WRED ではインターフェイスが輻輳し始めたときにプライオリティの低いトラフィックを選択的に廃棄でき、各種のサービス クラス (CoS) に対して差異化されたパフォーマンス特性を実現できることです。デフォルトでは、WRED は各重みについて異なる RED プロファイルを使用します (IP precedence - 8 個のプロファイル)。WRED では、重要なパケットよりも重要でないパケットが、より優先的に廃棄されます。

WRED パラメータを調整してキュー項目数を管理するのは複雑であり、次のようなさまざまな要素に左右されます。

- 提供されるトラフィック負荷およびプロファイル。
- 負荷と使用可能なキャパシティとの比率。
- 輻輳発生時のトラフィックの動作。

これらの要素は、ネットワークごとに異なり、さらには提供されるサービスやそのサービスを利用する顧客によっても異なります。したがって、特定のお客様の環境に当てはまる推奨値を示すことはできませんが、[表 4](#) に、リンクの帯域幅に基づいた一般的な推奨値を示しておきます。ここでは、各種のサービス クラス間で廃棄特性を区別していません。

表 4：リンクの帯域幅に基づいた推奨値

帯域幅	理論上の帯域幅 (kbps)	物理的な帯域幅 1 (kbps)	最小しきい値	最大しきい値
OC3	155000	149760	94	606
OC12	622000	599040	375	2423
OC48	2400000	239616	1498	9690
OC192	10000000	9584640	5991	38759

1 物理的な SONET レート

上のしきい値を計算する際は、いくつかの制限事項について考慮する必要があります。たとえば、平均キュー項目数を最小にしてリンクの使用率を最大化することや、最大と最小との差を必ず 2 のべき乗にすること (ハードウェアの制限による) があります。経験上およびシミュレーションの結果によれば、RED によって制御されるキューの最大瞬間項目数は、2 MaxTh 未満です。たとえば、OC48 以上では、1 MaxTh です。しかし、これらの値の正確な決定については、このドキュメントでは説明しません。

注: エンジン 2 および上位のラインカードでは、指数の重み付け定数値を設定する必要はありません。その代わりに、ハードウェアによるキュー サンプリングが使用されます。エンジン 0 LC の場合は、以下の値を設定できます。

- ds3 : 9
- oc3 : 10
- oc12 : 12

注: WRED はエンジン 1 LC でサポートされません。

以降の各項で説明しているように、WRED の設定は従来の CoS 構文と新しい MQC 構文の両方を使用して実行できます。

従来の CoS 構文を使用した設定

Cisco 12000 シリーズの従来の Class of Service (CoS) 構文では、一連の CoS 定義に **cos-queue-group** テンプレートを使用します。その後、そのテンプレートを着信または発信インターフェイスの ToFab キューおよび FrFab キューにそれぞれ適用します。

ステップ 1 : **cos-queue-group** の定義

cos-queue-group コマンドは、MDRR および WRED パラメータの名前付きテンプレートを作成します。CLI で使用できる設定パラメータは次のとおりです。

```
Router(config)#cos-queue-group oc12 Router(config-cos-que)#? Static cos queue commands: default
Set a command to its defaults dscp Set per DSCP parameters, Engine 3 only exit Exit from COS
queue group configuration mode exponential-weighting-constant Set group's RED exponential weight
constant. (Not used by engine 0, 1 or 2 line cards) no Negate a command or set its defaults
precedence Set per precedence parameters queue Set individual queue parameters random-detect-
label Set RED drop criteria traffic-shape Enable Traffic Shaping on a COS queue group
```

MDRR を使用すると、IP precedence を MDRR キューにマップし、特別な低遅延キューを設定することができます。それには、**cos-queue-group** コマンドに precedence パラメータを使用します。

```
precedence <0-7> queue [ <0-6> | low-latency]
```

特別な IP precedence を、通常の MDRR キュー (キュー 0 ~ 6) あるいはプライオリティ キューにマップすることができます。上記のコマンドでは、複数の IP precedence を同じキューに割り当てることができます。

注: low-latency キューには、precedence 5 を使用することを推奨します。precedence 6 は、ルーティング アップデートに使用されます。

それぞれの MDRR キューは、グループにあるキューのうちの 1 つをプライオリティ キューとすることで、相対的な重みを与えることができます。 **cos-queue-group** の下でこれをするのにキュー コマンドを使用できます:

```
queue <0-6> <1-2048> queue low-latency [alternate-priority | strict-priority] <1-2048> !--- The weight option is not available with strict priority.
```

WRED パラメータを定義するには、**cos-queue-group** コマンドを使用します。

```
random-detect-label <label> <minimum-threshold> <maximum-threshold> <mark-probability denominator>
```

oc12 という名前の **cos-queue-group** の例を次に示します。それは 3 つのトラフィック クラスを定義します: キュー 0、1、および低レイテンシー。queue 0 には IP precedence の値 0 ~ 3 を、queue 1 には 4、6、7 を、low-latency queue には 5 をマップしています。queue 1 にはより多くの帯域幅が割り当てられています。

設定例

```

cos-queue-group oc12
!--- Creation of cos-queue-group called "oc12".
precedence 0 queue 0 !--- Map precedence 0 to queue 0.
precedence 0 random-detect-label 0 !--- Use RED profile
0 on queue 0. precedence 1 queue 0 precedence 1 random-
detect-label 0 precedence 2 queue 0 precedence 2 random-
detect-label 0 precedence 3 queue 0 precedence 3 random-
detect-label 0 !--- Precedence 1, 2 and 3 also go into
queue 0. precedence 4 queue 1 precedence 4 random-
detect-label 1 precedence 6 queue 1 precedence 6 random-
detect-label 1 precedence 7 queue 1 precedence 7 random-
detect-label 1 precedence 5 queue low-latency !--- Map
precedence 5 to special low latency queue. !--- We do
not intend to drop any traffic from the LLQ. We have an
SLA !--- that commits not to drop on this queue. You
want to give it all !--- the bandwidth it requires.
Random-detect-label 0 375 2423 1 !--- Minimum threshold
375 packets, maximum threshold 2423 packets. !--- Drop
probability at maximum threshold is 1. random-detect-
label 1 375 2423 1 queue 1 20 !--- Queue 1 gets MDRR
weight of 20, thus gets more Bandwidth. queue low-
latency strict-priority !--- Low latency queue runs in
strict priority mode.

```

ステップ 2 : ToFab キュー用の slot-table-cos の作成

Cisco 12000 シリーズの着信インターフェイスでは、Head of Line Blocking を回避するために、宛先スロットごとに仮想出力キューを保持しています。attach コマンドを使用してラインカードに接続し、execute-on show controller tofab queue コマンドを実行して (または execute-on slot 0 show controllers tofab queue コマンドを直接入力して)、これらの仮想出力キューを表示します。LC コンソールから直接取得したサンプル出力を次に示します。詳細については、「[Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータでの show controller tofab queue コマンド](#)」。

```

LC-Slot1#show controllers tofab queues Carve information for ToFab buffers SDRAM size: 33554432
bytes, address: 30000000, carve base: 30029100 33386240 bytes carve size, 4 SDRAM bank(s), 8192
bytes SDRAM pagesize, 2 carve(s) max buffer data size 9248 bytes, min buffer data size 80 bytes
40606/40606 buffers specified/carved 33249088/33249088 bytes sum buffer sizes specified/carved
Qnum Head Tail #Qelem LenThresh ---- ---- ----- ----- 5 non-IPC free queues:
20254/20254 (buffers specified/carved), 49.87%, 80 byte data size 1 17297 17296 20254 65535
12152/12152 (buffers specified/carved), 29.92%, 608 byte data size 2 20548 20547 12152 65535
6076/6076 (buffers specified/carved), 14.96%, 1568 byte data size 3 32507 38582 6076 65535
1215/1215 (buffers specified/carved), 2.99%, 4544 byte data size 4 38583 39797 1215 65535
809/809 (buffers specified/carved), 1.99%, 9248 byte data size 5 39798 40606 809 65535 IPC
Queue: 100/100 (buffers specified/carved), 0.24%, 4112 byte data size 30 72 71 100 65535 Raw
Queue: 31 0 17302 0 65535 ToFab Queues: Dest Slot 0 0 0 0 65535 1 0 0 0 65535 2 0 0 0 65535 3 0
0 0 65535 4 0 0 0 65535 5 0 17282 0 65535 6 0 0 0 65535 7 0 75 0 65535 8 0 0 0 65535 9 0 0 0
65535 10 0 0 0 65535 11 0 0 0 65535 12 0 0 0 65535 13 0 0 0 65535 14 0 0 0 65535 15 0 0 0 65535
Multicast 0 0 0 65535 LC-Slot1#

```

slot-table-cos コマンドを使用して、名前付きの cos-queue-group を宛先仮想出力キューにマップします。すべての出力キューに対して一意の cos-queue-group テンプレートを設定できます。

```

Router(config)#slot-table-cos table1 Router(config-slot-cos)#destination-slot ? <0-15>
Destination slot number all Configure for all destination slots Router(config-slot-
cos)#destination-slot 0 oc48 Router(config-slot-cos)#destination-slot 1 oc48 Router(config-slot-
cos)#destination-slot 2 oc48 Router(config-slot-cos)#destination-slot 3 oc48 Router(config-slot-
cos)#destination-slot 4 oc12 Router(config-slot-cos)#destination-slot 5 oc48 Router(config-slot-
cos)#destination-slot 6 oc48 Router(config-slot-cos)#destination-slot 9 oc3 Router(config-slot-
cos)#destination-slot 15 oc48

```

注: 上記の設定では、oc48、oc12、oc3 という名前の 3 つのテンプレートを使用しています。

oc12 という名前の **cos-queue-group** の設定については、ステップ 1 で示しました。同様に oc3 と oc48 を設定します。帯域幅とアプリケーションに基づいて一意のテンプレートをインターフェイスのセットに適用することをお勧めします。

ステップ 3 : slot-table-cos の着信インターフェイスへの割り当て

rx-cos-slot コマンドを使用して、**slot-table-cos** を LC に割り当てます。

```
Router(config)#rx-cos-slot 0 ? WORD Name of slot-table-cos Router(config)#rx-cos-slot 0 table1
Router(config)#rx-cos-slot 2 table1
```

ステップ 4 : cos-queue-group の発信インターフェイスへの割り当て

Cisco 12000 シリーズでは、発信インターフェイスごとに別個のキューが保持されます。これらのキューを表示するには、ラインカード CLI に接続します。**attach** コマンドを使用した後、次に示すように、**show controller frfab queue** コマンドを実行します。

```
LC-Slot1#show controller frfab queue ===== Line Card (Slot 2) ===== Carve information for
FrFab buffers SDRAM size: 16777216 bytes, address: 20000000, carve base: 2002D100 16592640 bytes
carve size, 0 SDRAM bank(s), 0 bytes SDRAM pagesize, 2 carve(s) max buffer data size 9248 bytes,
min buffer data size 80 bytes 20052/20052 buffers specified/carved 16581552/16581552 bytes sum
buffer sizes specified/carved Qnum Head Tail #Qelem LenThresh ---- ---- ---- ----- 5
non-IPC free queues: 9977/9977 (buffers specified/carved), 49.75%, 80 byte data size 1 101 10077
9977 65535 5986/5986 (buffers specified/carved), 29.85%, 608 byte data size 2 10078 16063 5986
65535 2993/2993 (buffers specified/carved), 14.92%, 1568 byte data size 3 16064 19056 2993 65535
598/598 (buffers specified/carved), 2.98%, 4544 byte data size 4 19057 19654 598 65535 398/398
(buffers specified/carved), 1.98%, 9248 byte data size 5 19655 20052 398 65535 IPC Queue:
100/100 (buffers specified/carved), 0.49%, 4112 byte data size 30 77 76 100 65535 Raw Queue: 31
0 82 0 65535 Interface Queues: 0 0 0 0 65535 1 0 0 0 65535 2 0 0 0 65535 3 0 0 0 65535
```

tx-cos コマンドを使用して、**cos-queue-group** テンプレートをインターフェイス キューに適用します。次に示すように、パラメータ セットを直接インターフェイスに適用します。テーブルは必要ありません。この例では、**pos48** はパラメータ セットの名前です。

```
Router(config)#interface POS 4/0 Router(config-if)#tx-cos ? WORD Name of cos-queue-group
Router(config-if)#tx-cos pos48
```

show cos コマンドを使用して、設定を確認します。

```
Router#show cos !--- Only some of the fields are visible if MDRR is configured on Inbound !---
or Outbound interfaces. Interface Queue cos Group Gi4/0 eng2-frfab !--- TX-cos has been applied.
Rx Slot Slot Table 4 table1 !--- rx-cos-slot has been applied. Slot Table Name - table1 1 eng0-
tofab 3 eng0-tofab !--- slot-table-cos has been defined. cos Queue Group - eng2-tofab !--- cos-
queue-group has been defined. Prec Red Label [min, max, prob] Drr Queue [deficit] 0 0 [6000,
15000, 1/1] 0 [10] 1 1 [10000, 20000, 1/1] 1 [40] 2 1 [10000, 20000, 1/1] 1 [40] 3 1 [10000,
20000, 1/1] 0 [10] 4 2 [15000, 25000, 1/1] 2 [80] 5 2 [15000, 25000, 1/1] 2 [80] 6 no drop low
latency 7 no drop low latency
```

注: 従来型の CLI では、マルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS) のトラフィック向けの precedence 構文も使用します。ルータは、MPLS ビットを IP タイプ オブ サービス (ToS) ビットと同じように扱い、適切なパケットを適切なキューに格納します。これは、MQC には該当しません。MPLS QoS については、このドキュメントでは取り上げていません。

モジュラ QoS CLI (MQC) を使用した設定

シスコのモジュラ QoS CLI (MQC) は、異なる QoS 機能のすべてを論理的に結び付けて、Cisco IOS ソフトウェアの Quality of Service (QoS) 機能の設定を単純化することを目的としています。たとえば、分類はキューイングやポリシング、シェーピングとは別に実行されます。MQC に

より、テンプレートをベースとする QoS 用の単一コンフィギュレーション フレームワークが提供されます。MQC 設定に関して、次の点に注目してください。

- インターフェイスへの適用とインターフェイスからの削除を簡単に行うことができます。
- 簡単に再利用できます (同じポリシーを複数のインターフェイスに適用できます) 。
- プロビジョニング、監視、およびトラブルシューティングを簡単に行うことができる、QoS 用の単一コンフィギュレーション フレームワークを提供します。
- より高いレベルの抽象化が可能になります。
- プラットフォームに依存しません。

Cisco 12000 シリーズでは、従来のサービス クラス (CoS) 構文の代わりに MQC コマンドを使用できます。

Cisco 12000 シリーズでの MQC のサポートは、他のプラットフォーム (たとえば、Cisco 7500 シリーズ) で利用できるのと同じ QoS 機能セットを Cisco 12000 で利用できることを意味してはいません。MQC は、コマンドの結果が共通の機能または動作となる、共通の構文を提供します。たとえば、**bandwidth** コマンドは、最小帯域幅保証を設定します。Cisco 12000 シリーズでは、MDRR をスケジューリング メカニズムとして使用して帯域幅を予約します。一方、Cisco 7500 シリーズでは、WFQ を使用します。主要なアルゴリズムは、特定のプラットフォームを補完します。

FrFab キューのみが MQC を介した QoS 機能の設定をサポートすることに注目してください。ToFab キューは、仮想出力キューであり、真の入力キューではないため、MQC でサポートされません。これらは、従来の CoS コマンドを使用して設定する必要があります。

L3 エンジン タイプに関する MQC のサポートを [表 5](#) に示します。

表 5 : L3 エンジン タイプに関する MQC のサポート

L3 エンジン タイプ	エンジン 0	エンジン 1	エンジン 2	エンジン 3	エンジン 4	エンジン 4+
MQC のサポート	○	なし	○	○	○	○
IOS リリース	12.0(15)S	-	12.0(15)S1	12.0(21)S	12.0(22)S	12.0(22)S

1エンジン 0 および 2 のラインカード (LC) での MQC のサポートについては、次の例外に注意してください。

- 2xCHOC3/STM1 : 12.0(17)S で導入されました。
- 1xOC48 DPT : 12.0(18)S で導入されました。
- 8xOC3 ATM : 12.0(22)S での導入が予定されています。

MQC で QoS ポリシーを作成するには、次の 3 つのステップに従います。

1. **class-map** コマンドを使用して 1 つまたは複数のトラフィック クラスを定義します。
2. **policy-map** コマンドを使用して QoS ポリシーを作成し、**bandwidth** や **priority** などの QoS アクションを名前付きのトラフィック クラスに割り当てます。
3. **service-policy** コマンドを使用して、ポリシーマップを発信インターフェイスの FrFab キューに割り当てます。

ポリシーを監視するには、**show policy-map interface** コマンドを使用します。

詳細は、『[モジュラ QoS コマンドライン インターフェイスの概要](#)』を参照してください。

ステップ 1: クラスマップの定義

トラフィック クラスを定義するには、**class-map** コマンドを使用します。Cisco 12000 シリーズでは、**class-map** コマンドは、内部的にクラスをラインカード上の特定の CoS キューに割り当てます (詳しくは、[ステップ 4](#) を参照してください)。

class-map コマンドは、**match** ステートメントのいずれかに一致するパケットをクラスに配置する「**match-any**」と、すべてのステートメントが満たされた場合にのみパケットをこのクラスに配置する「**match-all**」をサポートしています。これらのコマンドは、「**Prec_5**」という名前のクラスを作成し、すべてのパケットを 5 つの IP precedence を用いてこのクラスに分類します。

```
Router(config-cmap)#match ? access-group Access group any Any packets class-map Class map
destination-address Destination address fr-dlci Match on fr-dlci input-interface Select an input
interface to match ip IP specific values mpls Multi Protocol Label Switching specific values not
Negate this match result protocol Protocol qos-group Qos-group source-address Source address
Router(config-cmap)#match ip precedence 5
```

各 L3 エンジン タイプでサポートされている照合基準を[表 6](#) に示します。

表 6: L3 エンジンでサポートされている照合基準

	エンジン 0、2	エンジン 3	エンジン 4	エンジン 4+
IP preceden ce	○	○	○	サポート される 1
access- group	なし	○	なし	なし
mpls exp	なし	○	なし	○ (12.0.2 6S)
ip dscp	なし	○	なし	○ (12.0.2 6S)
qos-group	なし	○	なし	なし
match input- interface POS x/y	なし	○ (受信ポ リシーに 関しての み)	なし	なし

1 12.0.26S 以降の入力/出力

ステップ 2: ポリシーマップの作成

パケット処理ポリシーまたはアクションを 1 つまたは複数の定義済みクラスに割り当てるには、**policy-map** コマンドを使用します。たとえば、帯域予約を割り当てたり、ランダム廃棄プロファイルを適用したりするときを使用します。

Cisco 12000 シリーズでは、L3 エンジンの高速アーキテクチャに基づいて、MQC 機能のサブセットをサポートしています。サポートされているコマンドを[表 7](#) に示します。

表 7: サポートされているコマンド

コマンド	説明
bandwidth	輻輳時の最小帯域幅保証を提供します。リンク速度のパーセンテージまたは絶対値として指定されます。予約された kbps に等しい帯域幅をクラスが使用しない場合や必要としない場合、使用可能な帯域幅を他の帯域幅クラスが使用できます。
police、shape	クラスが送信できるトラフィックの量を制限します。これらのコマンドは、機能が若干異なります。 police コマンドは、設定されている帯域幅を超過したトラフィックを識別し、廃棄または再マーキングします。 shape コマンドは、超過トラフィックをバッファリングし、一定のレートで送信するようにトラフィックをスケジュールします。廃棄や再マーキングは行いません。
Queue-limit	固定のキュー長を、対象クラスのトラフィックに割り当てます。キューに格納できるパケットを指定できます。
priority	キューを低遅延キューとして識別します。MQC では、PQ に対して完全モードのみをサポートします。MQC では、交互モードはサポートされません。完全優先モードを有効にするには、パーセンテージ値を指定せずに priority コマンドを使用します。 注: Cisco 12000 シリーズでの priority コマンドの実装は、Cisco IOS ソフトウェアを実行する他のルータでの実装と異なります。このプラットフォームでは、プライオリティトラフィックは、輻輳時に、設定されている kbps 値に制限されません。したがって、 police コマンドを設定して、プライオリティクラスが使用できる帯域幅を制限し、他のクラスに帯域幅が適切に割り当てられるようにする必要があります。現時点では、 police コマンドはエンジン 3 ラインカードでのみサポートされています。他のエンジンのラインカードでは、プライオリティクラスの設定時に class-default のみが許可されます。
random-detect	WRED プロファイルを割り当てます。 random-detect precedence コマンドを使用し、IP precedence 値ごとに非デフォルトの WRED 値を設定します。

エンジン 3 LC では、モジュラ QoS CLI (MQC) を使用して FrFab キューを設定する必要があります。従来のコマンドライン インターフェイス (CLI) はサポートされていません。

bandwidth コマンドを設定する際、エンジン 0 および 2 の LC は 6 つの帯域幅クラスのみをサポートすることに注意してください。7 番目のクラスは低遅延サービス用に使用でき、8 番目のク

ラス (class-default) は一致しないすべてのトラフィック用に使用できます。したがって、合計 8 個のキューがあります。 class-default はプライオリティ クラスとしては使用されません。

エンジン 3 LC で、 **bandwidth percent** コマンドは基本となるリンクレートと変わる、変換され次にキューで直接設定されます kbps 値に。この最小帯域幅保証の精度は 64 kbps です。

bandwidth コマンドではクオンタム値への変換は行われませんが、すべてのキューはクオンタムを持ちます。エンジン 3 の LC では、クオンタム値は、内部的に、インターフェイスの最大伝送単位 (MTU) に基づいてすべてのキューに均等に設定されます。直接的にも間接的にも、この割当値を変更するための MQC CLI メカニズムはありません。クオンタム値は、インターフェイスの MTU 以上の値である必要があります。内部的に用いられるクオンタム値の単位は 512 バイトとなります。したがって、MTU が 4470 バイトの場合、MTU の最小クオンタム値は 9 である必要があります。

エンジン 3 LC での MDRR

この項では、エンジン 3 LC で WRED および MDRR を実装する際の設定上の注意事項について説明します。

- CLI で設定された MDRR の帯域幅は、L2 に対応する量に変換されます (たとえば、L1 のオーバーヘッドが削除されるなど)。この量は次の 64 kbps に切り上げられてハードウェアにプログラムされます。
- 1 つのクラスについて 3 つの異なる WRED プロファイルがサポートされています。
- WRED (最大しきい値 - 最小しきい値) は、最も近い 2 の累乗数に概算されます。最小しきい値は自動的に調整されますが、最大しきい値は変更されずに保持されます。
- マーク確率値 1 がサポートされています。
- 指数の重み付け定数コンフィギュレーションはサポートされていません。
- IP precedence、MPLS EXP ビット、および DSCP 値がサポートされています。

注: Tetra (4GE-SFP-LC=) または CHOC12/DS1-IR-SC= Frostbite ラインカード上の各ポートまたはチャンネルには、デフォルトで 4 つのキューが割り当てられます。この 4 つのキューは以下から構成されます。

- プライオリティ キュー (LLQ) クラス × 1
- デフォルト キュー クラス × 1
- 通常の非プライオリティ クラス × 2

これらの 4 つ (1 つの HPQ、2 つの LPQ、および class-default) を超えるクラスを含むサービスポリシーをインターフェイスに適用すると、次のエラーが報告されます。

```
Router(config-if)#service-policy output mdr-policy
```

% Not enough queuing resources available to satisfy request.

12.0(26)S では、4GE-SFP-LC= Tetra ラインカード用に、4 つではなく 8 つのキュー/VLAN の設定を可能にするコマンドが追加されました。この 8 つのキューは以下から構成されます。

- LLQ × 1
- class-default キュー × 1
- 通常のキュー × 6

このコマンドを使用するには、ラインカードのマイクロコードのリロードが必要です。このコマンドでは、設定できる VLAN の数が 1022 個ではなく 508 になります。コマンド構文は次のとお

りです。

[no] hw-module slot <slot#> qos interface queues 8

次に、例を示します。

Router(config)#hw-module slot 2 qos interface queues 8

警告： Please micro reload the linecard for this command to take effect

Router(config)#microcode reload 2

このコマンドは、12.0(32)S の CHOC12/DS1-IR-SC= Frostbite ラインカードで使用できます。

例 1 : bandwidth percent コマンド

この例は、使用可能な帯域幅のうち 20 % をクラス Prec_4 トラフィックに割り当て、30 % をクラス Prec_3 トラフィックに割り当てます。残りの 50 % は class-default クラス用に残します。

また、WRED を、すべてのデータ クラスに関するドロップ メカニズムとして設定します。

例 1 – bandwidth percent

```
policy-map GSR_EXAMPLE
  class Prec_4
    bandwidth percent 20
    random-detect
    random-detect precedence 4 1498 packets 9690 packets 1
  !--- All data classes should have WRED configured. class
  Prec_3 bandwidth percent 30 random-detect random-detect
  precedence 3 1498 packets 9690 packets 1 class class-
  default !--- Class-default uses any leftover bandwidth.
  random-detect random-detect precedence 2 1498 packets
  9690 packets 1 random-detect precedence 1 1498 packets
  9690 packets 1 random-detect precedence 0 1498 packets
  9690 packets 1
```

例 2 : bandwidth {kbps} コマンド

この例は、bandwidth コマンドをパーセンテージではなく kbps の絶対値として適用する方法を示しています。

例 2 : bandwidth {kbps}

```
policy-map GSR_EXAMPLE
  class Prec_4
    bandwidth 40000
  !--- Configures a minimum bandwidth guarantee of 40000
  kbps or 40 Mbps in !--- times of congestion. Random-
  detect random-detect precedence 4 1498 packets 9690
  packets 1 class Prec_3 bandwidth 80000 !--- Configures a
  minimum bandwidth guarantee of 80000 kbps or 80 Mbps in
  !--- times of congestion. Random-detect random-detect
  precedence 3 1498 packets 9690 packets 1 class class-
  default !--- Any remaining bandwidth is given to class-
  default. Random-detect random-detect precedence 2 1498
  packets 9690 packets 1 random-detect precedence 1 1498
  packets 9690 packets 1 random-detect precedence 0 1498
  packets 9690 packets 1
```

例 3 – priority コマンド

この例は、Cisco 12000 シリーズ ルータを MPLS プロバイダー エッジ (PE) ルータとして使用し、PE ルータとカスタマー エッジ (CE) ルータとの間のリンクに QoS サービス ポリシーを設定する必要があるサービスプロバイダー向けに設計されています。この例では、5 つの IP precedence パケットをプライオリティ キューに格納し、このキューの出力を 64 Mbps に制限します。それから、残りの帯域幅部分を各帯域幅クラスに割り当てます。

非プライオリティ クラスのキューはすべて、**random-detect** コマンドによって WRED を廃棄ポリシーとして有効にするように設定されます。すべての帯域幅クラスと **class-default** には WRED が明示的に設定されている必要があります。

例 3 – priority

```
policy-map foo
  class Prec_5
    police 64000000 conform-action transmit exceed-
action drop
!--- The police command is supported on Engine 3 line
cards. priority class Prec_4 bandwidth percent 30
random-detect random-detect precedence 4 1498 packets
9690 packets 1 class Prec_3 bandwidth percent 10 random-
detect random-detect precedence 3 1498 packets 9690
packets 1 class Prec_2 bandwidth percent 10 random-
detect random-detect precedence 2 1498 packets 9690
packets 1 class Prec_1 bandwidth percent 10 random-
detect random-detect precedence 1 1498 packets 9690
packets 1 class Prec_0 bandwidth percent 25 random-
detect random-detect precedence 0 1498 packets 9690
packets 1 class class-default random-detect random-
detect precedence 6 1498 packets 9690 packets 1 random-
detect precedence 7 1498 packets 9690 packets 1
```

ステップ 3 : 発信インターフェイス キューへのポリシーマップの割り当て

すでに説明したように、MQC は、発信インターフェイスの FrFab キューでのみ動作します。定義済みのポリシーマップを適用するには、次のように **service-policy output** コマンドを使用します。

```
Router(config)#interface POS 0/0 Router(config-if)#service-policy ? history Keep history of QoS
metrics input Assign policy-map to the input of an interface output Assign policy-map to the
output of an interface Router(config-if)#service-policy output ? WORD policy-map name
Router(config-if)#service-policy output GSR_EXAMPLE
```

ステップ 4 : サービス ポリシーの監視と検証

ポリシーの適用状況を表示するには、**show policy-map interface** コマンドを使用します。 **show policy-map interface** コマンドは、次の情報を表示します。

- 設定された帯域幅とプライオリティ クラス、および照合基準。
- すべての WRED プロファイル。
- シェーピング パラメータとポリシング パラメータ。
- トラフィックのアカウントと速度。
- 特定のクラスがマップされる内部 CoS キュー。これらのキューは、**show controller frfab queue** コマンドの出力で使用されるのと同じインデックスで参照されます。

詳細な設定の例と、ポリシーを監視するための **show** コマンドの例を次に示します。

```

詳細な設定
class-map match-all class1
  match ip precedence 1
class-map match-all class2
  match ip precedence 2
!--- Step 1 - Configure traffic classes. ! policy-map
policy Class class1 bandwidth percent 10 random-detect
random-detect precedence 1 375 packets 2423 packets 1
Class class2 bandwidth percent 20 random-detect !---
Step 2 - Configure a policy-map. ! interface POS6/0 ip
address 12.1.1.1 255.255.255.0 no ip directed-broadcast
no keepalive service-policy output policy !--- Step 3-
Attach policy-map to the interface.

```

show policy-map interface コマンドを使用して、インターフェイスで設定されているポリシーを、設定されているすべてのクラスとともに表示します。コマンドの出力を次に示します。

```

Router#show policy-map int pos6/0 POS6/0 Service-policy output: policy (1071) Class-map:
class1 (match-all) (1072/3) 0 packets, 0 bytes 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
Match: ip precedence 1 (1073) Class of service queue: 1 Tx Queue (DRR configured) bandwidth
percent Weight 10 1 Tx Random-detect: Exp-weight-constant: 1 (1/2) Precedence RED Label Min Max
Mark 1 1 375 2423 1 Class-map: class2 (match-all) (1076/2) 0 packets, 0 bytes 5 minute offered
rate 0 bps, drop rate 0 bps Match: ip precedence 2 (1077) Class of service queue: 2 Tx Queue
(DRR configured) bandwidth percent Weight 20 9 Tx Random-detect: Exp-weight-constant: 1 (1/2)
Precedence RED Label Min Max Mark Class-map: class-default (match-any) (1080/0) 0 packets, 0
bytes 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps Match: any (1081) 0 packets, 0 bytes 5 minute
rate 0 bps

```

輻輳管理および回避を監視するためのコマンド

この項では、輻輳管理および回避ポリシーを監視するために使用できるコマンドを紹介します。

[表 8](#) に、入カラインカードおよび出カラインカードに関連するコマンドを示します。

表 8：ラインカード用のコマンド

入カラインカード	出カラインカード
<ul style="list-style-type: none"> • show interfaces • exec slot <x> sh controller tofab queue • exec slot <x> show controller tofab queue <slot> <port> • exec slot <x> show controller tofab qm stat 	<ul style="list-style-type: none"> • show interfaces • show interfaces <y> random • exec slot <y> show controller frfab queue • exec slot <y> show controller frfab queue <port> • exec slot <y> show controller frfab QM stat

この項では、これらのコマンドについて説明します。

show interfaces コマンド

このコマンドを使用する前に、適切な「キューイング方式」を確認してください。出力に「First In, First Out (FIFO)」と表示される場合は、実行中の設定に **service-policy** コマンドが表示されることを確認してください (MQC を使用して MDRR が設定されている場合)。

出力ドロップ数を監視します。これは、このインターフェイスの発信トラフィックに対して発生した WRED FrFab のドロップ合計数を表します。 **show interfaces** コマンドの出力に表示される出力ドロップ数は、**show interfaces <number> random** コマンドの出力に表示される出力ドロップ数と等しいか、またはそれよりも高い値になります。

注: Cisco 12000 シリーズ ルータでは、インターフェイスの出力ドロップ数は WRED ドロップ数が更新された後に更新されます。 ツールを使用して両方のドロップ カウンタを問い合わせる際、インターフェイス ドロップ数がまだ更新されていない可能性もあります。

```
Router#show interfaces POS 4/0 POS4/0 is up, line protocol is up Hardware is Packet over SONET
Description: link to c12f9-1 Internet address is 10.10.105.53/30 MTU 4470 bytes, BW 622000 Kbit,
DLY 100 usec, rely 255/255, load 82/255 Encapsulation PPP, crc 32, loopback not set Keepalive
set (10 sec) Scramble enabled LCP Open Open: IPCP, CDPCP, OSICP, TAGCP Last input 00:00:02,
output 00:00:05, output hang never Last clearing of "show interface" counters 00:04:54 Queueing
strategy: random early detection (WRED) Output queue 0/40, 38753019 drops; input queue 0/75, 0
drops 5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec 5 minute output rate 200656000 bits/sec,
16661 packets/sec 135 packets input, 6136 bytes, 0 no buffer Received 0 broadcasts, 0 runts, 0
giants, 0 throttles 0 parity 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
7435402 packets output, 11182627523 bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 applique, 0 interface
resets 0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out 0 carrier transitions
```

[show interfaces {number} random コマンド](#)

このコマンドを使用する際は、次のことを行う必要があります。

- 正しい **cos-queue-group** テンプレートがこのインターフェイスに適用されていることを確かめます。
- MDRR 重みを確認します。それぞれの MDRR キューに対し、キューの長さ（パケット数）の加重平均をチェックできます。これらの値は加重平均として計算されるため、実際に到達したキューの最大項目数を反映する必要はありません。
- WRED の最小および最大のしきい値をチェックします。
- 各 RED ラベルについてランダム ドロップ数としきい値ドロップ数を確認します（「To Fabric」ドロップ数は、すべてのラインカードのこのラベルに対するドロップ合計数を示します）。
- 「TX-queue-limit drops」カウンタは、WRED がサポートされていないエンジン 1 LC でのみ使用されます。エンジン 1 カードでは、TX-queue-limit インターフェイス コマンドを使用して MDRR キューの制限を設定できます。WRED がサポートされている場合は、WRED のしきい値によって MDRR キューの項目数が決まります。

```
Router#show interfaces POS 4/0 random POS4/0 cos-queue-group: oc12 RED Drop Counts TX Link To
Fabric RED Label Random Threshold Random Threshold 0 29065142 73492 9614385 0 1 0 0 0 0 2 0 0 0
0 3 0 0 0 0 4 0 0 0 0 5 0 0 0 0 6 0 0 0 0 TX-queue-limit drops: 0 Queue Lengths TX Queue (DRR
configured) oc12 Queue Average High Water Mark Weight 0 0.000 2278.843 1 1 0.000 0.000 73 2
0.000 0.000 10 3 0.000 0.000 10 4 0.000 0.000 10 5 0.000 0.000 10 6 0.000 0.000 10 Low latency
0.000 0.000 10 TX RED config Precedence 0: 375 min threshold, 2423 max threshold, 1/1 mark
weight Precedence 1: not configured for drop Precedence 2: not configured for drop Precedence 3:
not configured for drop Precedence 4: 375 min threshold, 2423 max threshold, 1/1 mark weight
Precedence 5: not configured for drop Precedence 6: 375 min threshold, 2423 max threshold, 1/1
mark weight Precedence 7: not configured for drop weight 1/2
```

[exec slot \(y\) show controller frfab queue {port} コマンド](#)

このコマンドは、対象スロットの対象ポートについて、その瞬間的なキュー項目数を表示します。この項のサンプル出力には、インターフェイス POS 4/1 上の MDRR キューが示されています。MDRR キュー 1 のキュー項目数として 1964 パケットを確認できます。Weight には、このキューで処理可能なバイト数が表示されます。この重みにより、このキューに割り当てる帯域幅の

パーセンテージが決まります。デフィシットは、処理が必要なパケットの数を DRR アルゴリズムに通知する値を示します。LLQ (DRR キュー 7) にはパケットが 1 つもないことが確認できません。

```
Router#execute-on slot 4 show controllers frfab queue 1 ===== Line Card (Slot 4) =====  
FrFab Queue Interface 1 DRR# Head Tail Length Average Weight Deficit 0 95330 40924 0 0.000 4608  
0 1 211447 233337 1964 1940.156 41472 35036 2 0 0 0 0.000 9216 0 3 0 0 0 0.000 9216 0 4 0 0 0  
0.000 9216 0 5 0 0 0 0.000 9216 0 6 0 0 0 0.000 9216 0 7 0 0 0 0.000 9216 0
```

このコマンドは、特に出力ラインカードのプライオリティ キューの項目数を監視する場合に使用します。この LLQ でパケットが待機し始めたことが検出されたら、一部の Voice over IP (VOIP) トラフィックを他の出力ラインカードに転送する必要があります。優れた設計では、Length が常に 0 または 1 になります。現実のネットワークでは、音声データでもバーストトラフィックが発生する可能性があります。音声負荷の総量が短時間で、出力帯域幅の 100 % を超えると、余分な遅延がさらに深刻になります。ルータは許容値よりも多くのトラフィックをネットワークに送ることができず、そのため音声トラフィックが自身のプライオリティ キューに溜まります。この結果、音声トラフィック自体のバーストによって、音声遅延や音声ジッターが発生します。

```
Router#execute-on slot 4 show controllers frfab queue 0 ===== Line Card (Slot 4) =====  
FrFab Queue Interface 0 DRR# Head Tail Length Average Weight Deficit 0 181008 53494 2487  
2282.937 4608 249 1 16887 45447 7 0.000 41472 0 2 0 0 0 0.000 9216 0 3 0 0 0 0.000 9216 0 4 0 0  
0 0.000 9216 0 5 0 0 0 0.000 9216 0 6 0 0 0 0.000 9216 0 7 107818 142207 93 0.000 9216 -183600
```

キュー 7 は LLQ であり、その Length によって、LLQ に溜まっているのパケットの数を確認できます。

[exec slot \(y\) show controller frfab QM stat コマンド](#)

このコマンドは、LC のパケット メモリが最大容量に近づいていると思われる場合に使用します。「no mem drop」カウンタの値が増えているということは、WRED が設定されていないか、設定されている WRED のしきい値が高すぎることを示しています。通常、このカウンタの値は増えません。詳細は、「[トラブルシューティング: Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータでの ignored エラーとメモリ不足によるドロップ](#)」を参照してください。

```
Router#execute-on slot 4 show controllers frfab QM stat ===== Line Card (Slot 4) =====  
68142538 no mem drop, 0 soft drop, 0 bump count 0 rawq drops, 8314999254 global red drops,  
515761905 global force drops 0 no memory (ns), 0 no memory hwm (Ns) no free queue 0 0 1968 88 0  
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 multicast drops TX Counts Interface 0 859672328848 TX bytes, 3908130535  
TX pkts, 75431 kbps, 6269 pps Interface 1 86967615809 TX bytes, 57881504 TX pkts, 104480 kbps,  
8683 PPS Interface 2 0 TX bytes, 0 TX pkts, 0 kbps, 0 PPS Interface 3 0 TX bytes, 0 TX pkts, 0  
kbps, 0 PPS
```

[着信輻輳管理の監視](#)

この項では、着信輻輳管理の監視に使用するコマンドについて説明します。

[show interfaces コマンド](#)

このコマンドを発行する前に、ignored カウンタの値が増加しているかどうかを確認してください。無視されたパケットは、ToFab 側でメモリ不足になった場合、またはラインカードがパケットを迅速に受け入れていない場合に見られます。詳細は、「[Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータの入カドロップのトラブルシューティング](#)」を参照してください。

```
Router#show interfaces POS 14/0 POS14/0 is up, line protocol is up Hardware is Packet over SONET  
Description: agilent 3b for QOS tests Internet address is 10.10.105.138/30 MTU 4470 bytes, BW  
2488000 Kbit, DLY 100 usec, rely 234/255, load 1/255 Encapsulation HDLC, crc 32, loopback not
```

```
set Keepalive not set Scramble disabled Last input never, output 00:00:03, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 00:34:09 Queueing strategy: random early detection
(WRED) Output queue 0/40, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops 5 minute input rate 2231000
bits/sec, 4149 packets/sec 5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec 563509152 packets
input, 38318622336 bytes, 0 no buffer Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles 0
parity 166568973 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 166568973 ignored, 0 abort 35 packets
output, 12460 bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 applique, 0 interface resets 0 output buffer
failures, 0 output buffers swapped out 0 carrier transitions
```

[exec slot \(x\) show controller tofab queue コマンド](#)

exec slot <x> show controller tofab queue コマンドのこのサンプル出力は、スロット 3 の出カラインカードに輻輳が発生していないときに取得した情報です。

```
Router#execute-on slot 13 show controllers tofab queue ===== Line Card (Slot 13) =====
Carve information for ToFab buffers !--- Output omitted. ToFab Queues: Dest Slot 0 0 0 0 9690 1
0 0 0 9690 2 0 0 0 9690 3 11419 16812 0 9690 4 0 0 0 2423 5 0 0 0 9690 6 0 0 0 9690 7 0 0 0
262143 8 0 0 0 262143 9 0 0 0 606 10 0 0 0 262143 11 0 0 0 262143 12 0 0 0 262143 13 0 0 0
262143 14 0 0 0 262143 15 0 0 0 9690 Multicast 0 0 0 262143
```

次に、スロット 3 で輻輳が存在したときに取得した出力を示します。

```
Router#execute-on slot 13 show controllers tofab queue ===== Line Card (Slot 13) =====
Carve information for ToFab buffers !--- Output omitted. ToFab Queues: Dest Slot 0 0 0 0 9690 1
0 0 0 9690 2 0 0 0 9690 3 123689 14003 1842 9690 4 0 0 0 2423 5 0 0 0 9690 6 0 0 0 9690 7 0 0 0
262143 8 0 0 0 262143 9 0 0 0 606 10 0 0 0 262143 11 0 0 0 262143 12 0 0 0 262143 13 0 0 0
262143 14 0 0 0 262143 15 0 0 0 9690 Multicast 0 0 0 262143
```

[exec slot \(x\) show controller tofab queue \(slot\) \(port\) コマンド](#)

このコマンドは、ToFab 側のメモリの使用量を調べる場合に使用します。特に、「#Qelem」カラムの値に注目してください。次の点に注意してください。

- 使用中のメモリがないとき、各値はそれぞれの最大値になります。
- パケットがバッファリングされるにつれて「#Qelem」カラムの値が減ります。
- 「#Qelem」カラムの値が 0 に達すると、分割されたバッファがすべて使用中になります。

エンジン 2 LC では、小さいパケットが大きいパケットからバッファ領域を借用できます。

また、このコマンドを使用して、仮想出力キューにキューイングされているパケットの数を調べることもできます。この例では、スロット 4、ポート 1 (POS 4/1) のこれらのキューの瞬間的なパケット数についてスロット 14 をチェックする方法を示しています。MDRR キュー 1 に 830 パケットがキューイングされていることがわかります。

```
Router# execute-on slot 14 show controllers tofab queue 4 1 ===== Line Card (Slot 14)
===== ToFab Queue Slot 4 Int 1 DRR# Head Tail Length Average Weight Deficit 0 0 0 0 0.000 4608
0 1 203005 234676 830 781.093 41472 37248 2 0 0 0 0.000 9216 0 3 0 0 0 0.000 9216 0 4 0 0 0
0.000 9216 0 5 0 0 0 0.000 9216 0 6 0 0 0 0.000 9216 0 7 0 0 0 0.000 9216 0
```

[exec slot \(x\) show controller tofab QM stat コマンド](#)

このコマンドは、ラインカードあたりの ToFab ドロップ数を調べるために使用します。「no memory drop」カウンタの値の増加もチェックしてください。CoS が ToFab 側で設定されていなければ、このカウンタが増えます。

```
Router#execute-on slot 13 show controllers tofab QM stat ===== Line Card (Slot 13) ===== 0
no mem drop, 0 soft drop, 0 bump count 0 rawq drops, 1956216536 global red drops, 6804252 global
force drops 0 no memory (Ns), 0 no memory hwm (Ns) no free queue 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Q status errors 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

[ケーススタディ](#)

このケーススタディでは、サービスプロバイダー環境のネットワークコア向けに一般的なポリシーを設定する方法について説明します。ここでは、キューコマンドを適用し、アクティブキュー管理のために MDRR/WRED を使用できるようにします。通常、エッジルータの QoS ポリシーは、トラフィックのマーキング、条件設定などを使用して、コアのルータが IP precedence または DiffServ コードポイント (DSCP) 値に基づいてトラフィックをクラスに分類できるようにします。このケーススタディでは、厳しいサービスレベル契約 (SLA) に加えて、同じ IP バックボーン上の音声、ビデオ、およびデータサービスに対する異なるサービスレベルを満たすために、Cisco IOS ソフトウェア QoS 機能を使用します。

この方法については、サービスプロバイダーが 3 つのクラスのトラフィックを実装しています。最も重要なトラフィックは、低遅延キューイング (LLQ) クラスです。これは音声およびビデオ用のクラスです。このクラスは、遅延およびジッターが最も少なく、このクラスの帯域幅がリンクの帯域幅を超えない限り、パケット損失も順序の正しくないパケットも発生しません。このクラスは、DiffServ アーキテクチャでは Expedited Forwarding Per-Hop Behavior (EF PHB) トラフィックと呼ばれます。インターネットサービスプロバイダー (ISP) では、LLQ クラスの負荷がリンク帯域幅の平均負荷で 30% を超えないように自社のネットワークを設計しています。残りの 2 つのクラスは、ビジネスクラスとベストエフォートクラスです。

この設計では、ビジネスクラスが常に残りの帯域幅の 90% を占め、ベストエフォートクラスが 10% を占めるようにルータを設定しています。これら 2 つのクラスは時間的制約があまりないトラフィックであり、トラフィック損失、大きな遅延、およびジッターが発生する可能性があります。設計で注目の対象となるのは、エンジン 2 の、1xOC48 rev B、4xOC12 rev B、および 8xOC3 の各ラインカードです。

改良された ASIC とハードウェアアーキテクチャを持ち、遅延のほとんどない Rev B ラインカードは、VoIP トラフィックの送信に適しています。改良された ASIC では、ラインカードドライバによって、カードの最大 MTU のほぼ 2 倍になるように送信 FIFO キューのサイズが変更されています。OC48E/POS-SR-SC-B= のように、部品番号の末尾の「-B」が目印になります。

注: 送信 FIFO キューを FrFab キューと混同しないでください。FrFab キューは、エンジン 0 ラインカードで tx-queue-limit インターフェイスコマンドによって調整できます。

表 9 に、各クラスのマッチング基準を示します。

表 9: 各クラスのマッチング基準

クラス名	マッチング基準
プライオリティ キュー: 音声トラフィック	Precedence 5
Business Queue	優先順位 4
Best Effort Queue	優先順位 0

OC48 ラインカードは、ToFab キュー内に多数のパケットをキューイングできます。このため、ToFab キューに MDRR/WRED を設定することが重要です (特に、出力インターフェイスが OC48 のような高速インターフェイスの場合)。ファブリックでは、理論的な最大レートである 3 Gbps (1500 バイトパケット) ですが受信ラインカードにトラフィックをスイッチングできません。送信されるトラフィックの総量が、スイッチングファブリックが受信カードに伝送できる量よりも多い場合は、多くのパケットが ToFab キューにキューイングされます。

Interface POS3/0

```
description OC48 egress interface ip address 10.10.105.53 255.255.255.252 no ip directed-broadcast ip router Isis encapsulation ppp mpls traffic-eng tunnels tag-switching ip no peer neighbor-route crc 32 clock source internal POS framing sdh POS scramble-atm POS threshold sfl-ber 4 POS flag sls0 2 TX-cos oc48 Isis metric 2 level-1 Isis metric 2 level-2 ip rsvp bandwidth
```

```

2400000 2400000 ! interface POS4/1 description OC12 egress interface ip address 10.10.105.121
255.255.255.252 no ip directed-broadcast ip router Isis encapsulation ppp mpls traffic-eng
tunnels no peer neighbor-route crc 32 clock source internal POS framing sdh POS scramble-ATM POS
threshold sf-ber 4 POS flag sls0 2 TX-cos oc12 Isis metric 2 level-1 Isis metric 2 level-2 ip
RSVP bandwidth 600000 60000 ! interface POS9/2 description OC3 egress interface ip address
10.10.105.57 255.255.255.252 no ip directed-broadcast ip router Isis crc 16 POS framing sdh POS
scramble-ATM POS flag sls0 2 TX-cos oc3 Isis metric 200 level-1 Isis metric 2 level-2 !
interface POS13/0 description agilent 3a for QOS tests - ingress interface. ip address
10.10.105.130 255.255.255.252 no ip directed-broadcast no ip route-cache cef no ip route-cache
no ip mroute-cache no keepalive crc 32 POS threshold sf-ber 4 TX-cos oc48 ! interface POS14/0
description agilent 3b for QOS tests - ingress interface. ip address 10.10.105.138
255.255.255.252 no ip directed-broadcast no keepalive crc 32 POS threshold sf-ber 4 TX-cos oc48
! interface POS15/0 description agilent 4A for QOS tests - ingress interface ip address
10.10.105.134 255.255.255.252 no ip directed-broadcast no ip mroute-cache no keepalive crc 32
POS threshold sf-ber 4 TX-CoS oc48 ! rx-cos-slot 3 StotTable rx-cos-slot 4 StotTable rx-cos-slot
9 StotTable rx-cos-slot 13 StotTable rx-cos-slot 14 StotTable rx-cos-slot 15 StotTable ! slot-
table-cos StotTable destination-slot 0 oc48 destination-slot 1 oc48 destination-slot 2 oc48
destination-slot 3 oc48 destination-slot 4 oc12 destination-slot 5 oc48 destination-slot 6 oc48
destination-slot 9 oc3 destination-slot 15 oc48 ! cos-queue-groupoc3 precedence 0 random-detect-
label 0 precedence 4 queue 1 precedence 4 random-detect-label 1 precedence 5 queue low-latency
precedence 6 queue 1 precedence 6 random-detect-label 1 random-detect-label 0 94 606 1 random-
detect-label 1 94 606 1 queue 0 1 queue 1 73 queue low-latency strict-priority !--- Respect the
tight SLA requirements. !--- No packets drop/low delay and jitter for the priority queue. ! CoS-
queue-groupoc12 precedence 0 random-detect-label 0 precedence 4 queue 1 precedence 4 random-
detect-label 1 precedence 5 queue low-latency precedence 6 queue 1 precedence 6 random-detect-
label 1 random-detect-label 0 375 2423 1 random-detect-label 1 375 2423 1 queue 0 1 queue 1 73
queue low-latency strict-priority ! CoS-queue-groupoc48 precedence 0 random-detect-label 0
precedence 4 queue 1 precedence 4 random-detect-label 1 precedence 5 queue low-latency
precedence 6 queue 1 precedence 6 random-detect-label 1 random-detect-label 0 1498 9690 1
random-detect-label 1 1498 9690 1 queue 0 1 queue 1 73 queue low-latency strict-priority

```

VoIPトラフィックが増えるほど、処理待ちになるビジネストラフィックも増えることが予想されます。しかし、厳しいSLAにより、プライオリティキューに対してはパケット廃棄なし、および超低遅延かつ超低ジッターが要求されているため、これは問題にはなりません。

関連情報

- [Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータの show controller frfab | tofab queue コマンド 出力を解釈する方法](#)
- [トラブルシューティング : Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータでの ignored パケットとメモリ不足による廃棄](#)
- [Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータの入カドロップのトラブルシューティング](#)
- [Cisco 12000 シリーズ ルータでの重み付けランダム早期検出 \(WRED \)](#)
- [モジュラ QoS コマンドライン インターフェイスの概要](#)
- [12000 シリーズ インターネット ルータのサポート ページ](#)
- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)