

QoS (フラグメンテーション、トラフィックシェーピング、LLQ/IP RTP プライオリティ) が備わった VoIP over Frame Relay

内容

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[VoIP over Frame Relay の QoS 設計ガイドライン](#)

[音声トラフィックの完全優先 \(LLQ または IP RTP プライオリティ \)](#)

[音声の FRTS](#)

[フラグメンテーション \(FRF.12 \)](#)

[帯域幅の削減](#)

[設定](#)

[LLQ](#)

[IP RTP プライオリティ](#)

[ボイスのためのトラフィックシェーピング](#)

[フラグメンテーション \(FRF.12 \)](#)

[ネットワーク図](#)

[設定](#)

[確認とトラブルシューティング](#)

[LLQ / IP RTP プライオリティのコマンド](#)

[フラグメンテーションのコマンド](#)

[フレームリレー / インターフェイスのコマンド](#)

[既知の問題](#)

[show コマンド と debug コマンドの出力例](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、Quality of Service (QoS) を使用した Voice over IP (VoIP) over Frame Relay ネットワークの設定例を紹介しています。このドキュメントには、機能の設定、設計ガイドライン、基本的な検証とトラブルシューティングの方法についての技術的な背景情報が記載されています。

このドキュメントの設定例では、フレームリレー ネットワークに接続された 2 台のボイスルータを使用しています。ただし、音声対応ルータは任意の場所に配置できます。通常、ボイスルータは LAN 接続経由により、WAN に接続されている他のルータに接続します。ボイスルータがフ

フレームリレー ネットワークに直接接続されていない場合は、このドキュメントの設定例に示されているすべての WAN 関連の設定コマンドを、ボイス ルータではなく WAN に接続されているルータに設定する必要がある点に注意してください。

前提条件

要件

このドキュメントに特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いています。

- Cisco IOS®ソフトウェアリリース12.2.6a(Enterprise Plus)が稼働するCisco 3640ルータ
- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.2.6a (Enterprise Plus) が稼働している Cisco 2621 ルータ
- フレームリレー Permanent Virtual Circuit (PVC; 相手先固定接続) 上の Low Latency Queueing (LLQ; 低遅延キューイング) (この機能は Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1.(2)T で導入されました)
- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(7)T で導入されたフレームリレー IP Real-time Transport Protocol (RTP) プライオリティ
- Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(4)T で導入された Frame Relay Forum (FRF; フレームリレー フォーラム) .12 フラグメンテーション
- 12.0.5T よりも新しい Cisco IOS ソフトウェア リリースでは、compressed RTP (cRTP; 圧縮 RTP) のパフォーマンスが大幅に改善されています。

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ました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、初期 (デフォルト) 設定の状態から起動しています。対象のネットワークが実稼働中である場合には、どのようなコマンドについても、その潜在的な影響について確実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。

VoIP over Frame Relay の QoS 設計ガイドライン

良好な音声品質を得るためには、次の 2 つの基本的な要件があります。

- 最小の[エンドツーエンド遅延](#)と[ジッタ回避](#) (遅延変動) 。
- リンク帯域幅要件の最適化と適切な設計

上記の要件を満たすには、次のガイドラインに従います。

- [ボイストラフィックのための完全な優先権 \(LLQ、あるいは、IP RTP プライオリティ \)](#)
- [音声の Frame Relay Traffic Shaping \(FRTS; フレームリレートラフィックシェーピング \)](#)
- [FRF.12 フラグメンテーション](#)
- [帯域幅の削減](#)

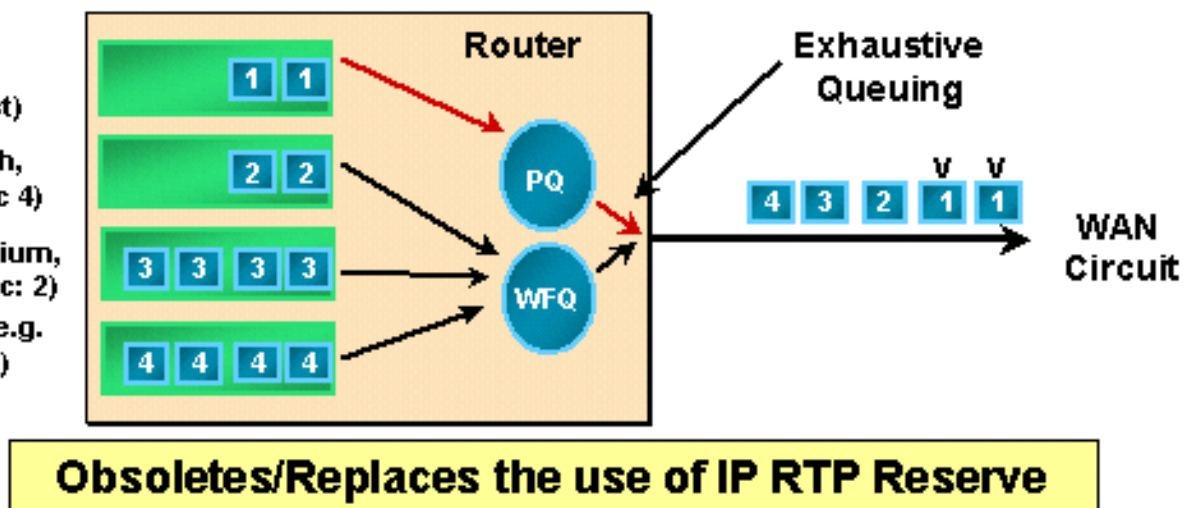
音声トラフィックの完全優先 (LLQ または IP RTP プライオリティ)

ボイストラフィックに完全な優先権を設定する方法には、主に次の 2 種類があります。

- IP RTP プライオリティ (Priority Queue / Weighted Fair Queuing (PQ/WFQ; プライオリティ キュー/重み付け均等化キューイング) と呼ばれる)
- LLQ (PQ / Class Based Weighted Fair Queuing (PQ/CBWFQ; PQ/クラスベース重み付け均等化キューイング) と呼ばれる)

IP RTP プライオリティ

フレームリレー IP RTP プライオリティでは、特定の範囲の User Datagram Protocol (UDP; ユーザ データグラム プロトコル) 宛先ポートに属する RTP パケット フローのために、フレームリレー PVC 上に完全 Priority Queue (PQ; プライオリティ キュー) が作成されます。実際に使用されるポート番号はエンド デバイスまたはゲートウェイの間で動的にネゴシエートされますが、Cisco VoIP 製品はすべて同じ UDP ポート範囲 (16384 ~ 32767) を利用します。ルータは VoIP トラフィックを認識すると、そのトラフィックを完全 PQ に入れます。PQ が空の場合は、標準的な [WFQ](#) に基づいて、他のキューが処理されます。IP RTP プライオリティは、インターフェイスで輻輳が発生しない限りアクティブにはなりません。次の図は IP RTP プライオリティの動作の仕組みを示しています。



注：IP RTPプライオリティでは、デフォルトキュー(WFQ)に使用可能な帯域幅がある場合に PQをバーストできます。ただし、インターフェイスで輻輳が発生している場合は、PQ の内容に対して厳密なポリシングが行われます。

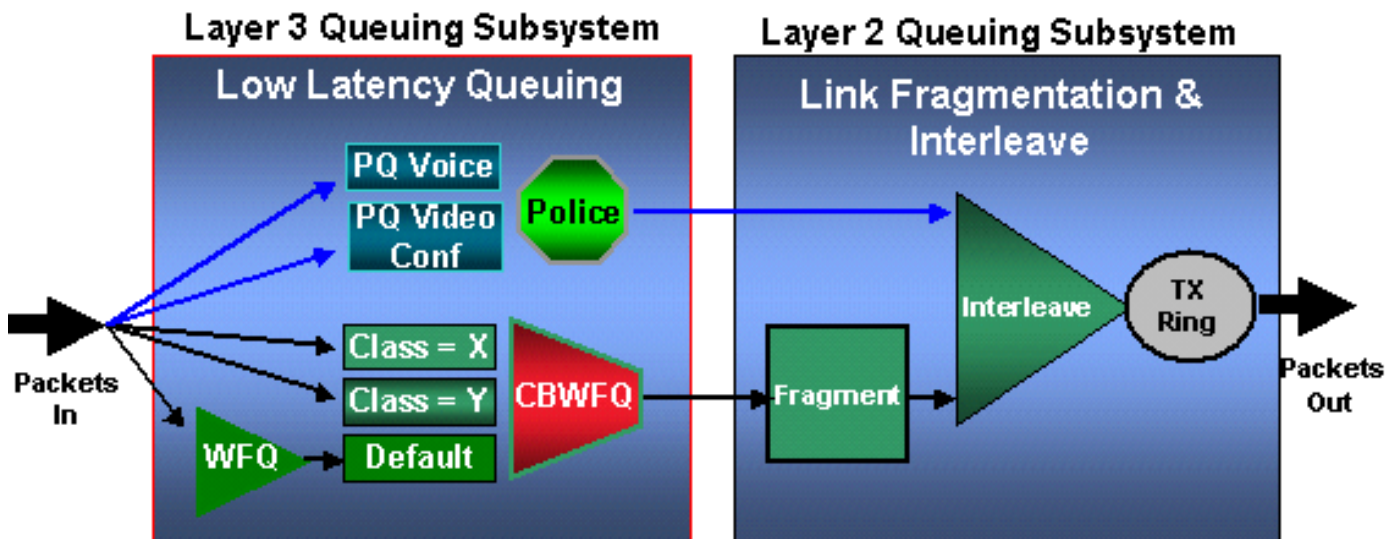
LLQ

LLQ は CBWFQ に完全 PQ を提供する機能です。LLQ を使用すると、クラスレベルの CBWFQ 内に完全 PQ が 1 つ作成されます。LLQ では、(PQ 内にある) 遅延に影響されやすいデータが最初に取り出され、送信されます。LLQ 実装を備えた VoIP では、音声トラフィックが完全 PQ に入れられます。

PQ は均等化キューが帯域幅不足に陥らないようにポリシングされます。PQ を設定するときには、その PQ で使用できる帯域幅の最大値を Kbps で指定します。インターフェイスで輻輳が発生すると、負荷が priority コマンドで設定された Kbps 値に達するまで PQ の処理は続けられます。下位の PQ が帯域幅不足となる従来のシスコのプライオリティ グループ機能の問題を回避するた

めに、設定した帯域幅を超過したトラフィックは廃棄されます。

注：フレームリレーのLLQでは、キューはPVCごとに設定されます。各 PVC は 1 つの PQ と、設定された数の均等化キューを備えています。



この方法は IP RTP プライオリティよりも複雑ですが、より柔軟な制御が可能です。どちらの方法を選択するかは、実際のネットワークでのトラフィック パターンと個々のニーズに基づきます。

LLQ と IP RTP プライオリティ

次の表は LLQ と IP RTP プライオリティの主な違いをまとめたもので、どのような場合にそれぞれの方法を使用すればよいかを示すガイドラインとなります。

LLQ	IP RTP プライオリティ
<p>次に基づきボイストラフィックを照合。</p> <ul style="list-style-type: none"> アクセスリスト。たとえば、UDP ポート範囲、ホストアドレス、IP ヘッダーの ToS フィールド (IP precedence や Differentiated Services Code Point (DSCP;) 	<p>次に基づきボイストラフィックを照合。</p> <ul style="list-style-type: none"> RTP / UDP ポート範囲 : 16384-32767 <p>利点：設定が簡単。短所：</p> <ul style="list-style-type: none"> Real Time Control Protocol (RTCP) トラフィック (VoIP シグナリング) は、WFQ キューで処理される。注：RTPプロトコルはRTCPを使用してRTPパケットの配信を制御します。RTPポートは偶数を使用しますが、RTCPポートは16384 ~ 32767の範囲の

DiffServ コード
ポイント) など
)

- IP RTP のポート範囲
- [IP ToS] フィールド : DSCP または IP Precedence (あるいはその両方)。
- プロトコルと入インターフェイス
- CBWFQ で使用される有効な照合基準すべて

利点 :

- トラフィックの照合方法と完全 PQ および CBWFQ への分配方法をより柔軟に制御できる。
- 追加のクラスを設定することで、VoIP シグナリングやビデオなどの他のトラフィックに帯域幅を保証できる。

短所 : 設定が複雑。

奇数を使用します。IP RTP プライオリティは RTP ポートを PQ に配置し、RTCP ポートはデフォルト WFQ として配置します。

- VoIP トラフィックは PQ で処理されます。一方、優先処理および帯域幅保証が必要になるそれ以外のトラフィックは WFQ で処理されます。WFQ では重み (IP 優先順位に基づく) によってフローを区別できるが、どのフローの帯域幅も保証することはできません。

ガイドライン :

- どちらの方法を選択するかは、実際のネットワークでのトラフィックパターンと個々の実質的なニーズに基づきます。
- ボイストラフィックに完全な優先権を提供する必要があり、他のトラフィックを 1 つのタイプ (データ) として取り扱うことができる場合、そのネットワークには設定が単純な IP RTP プライオリティが向いています。
- UDP ポート以外の基準に基づいて音声トラフィックに優先順位を設定しようとしている場合。たとえば、[Differentiated Services \(DiffServ \) Per Hop Behavior \(PHB \)](#) と LLQ があります。

音声の FRTS

FRTS にはネットワークトラフィックの輻輳の管理に役立つパラメータがあります。FRTS は、中央サイトへの高速接続とブランチサイトへの低速接続を使用したフレームリレーネットワーク内のボトルネックを解消します。レート強制値を設定すると、中央サイトの Virtual Circuit (VC; 仮想回線) から送信されるデータの転送速度を制限できます。

ここでは、FRTS に関連する用語について説明しています。

- **Committed Information Rate (CIR; 認定情報レート)** : フレームリレープロバイダーが保証するデータ転送レート (bps)。CIR 値はフレームリレーサービスプロバイダーによって設定され、ユーザがルータ上で設定します。注 : ポート/インターフェイスのアクセスレートは CIR よりも高い場合があります。このレートは、Committed Rate Measurement Interval (Tc ; 認定レート測定間隔) の期間で平均化されます。
- **Committed Burst (Bc; 認定バースト)** : フレームリレーネットワークが Tc の間に転送する最大の認定ビット数。 $Tc = Bc / CIR$ 。
- **Excess Burst (Be; 超過バースト)** : フレームリレースイッチが Tc 上で CIR を超過して転送を試みる最大の非認定ビット数。
- **Committed Rate Measurement Interval (Tc; 認定レート測定間隔)** : Bc または (Bc + Be) ビットが転送される時間間隔。Tc は、 $Tc = Bc / CIR$ として計算されます。Tc 値は、Cisco ルータでは直接設定されません。この値は、Bc 値と CIR 値を設定すると自動的に計算されます。Tc が 125 ミリ秒を超えることはありません。
- **Backwards Explicit Congestion Notification (BECN; 逆方向明示的輻輳通知)** : ネットワークの輻輳を示す、フレームリレーヘッダー内のビット。フレームリレースイッチは輻輳を検出すると、送信元ルータ向けのフレームに BECN ビットを設定して、転送レートを下げようとしてルータに指示します。

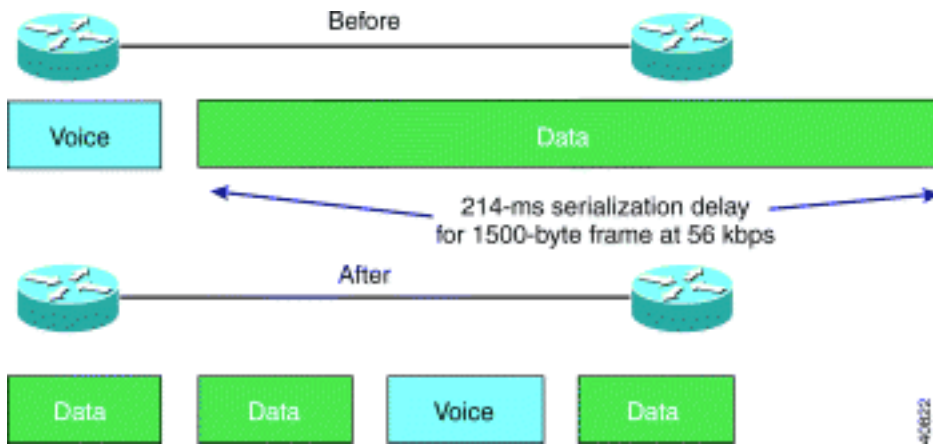
音声トラフィックの FRTS の設定は、データトラフィックのみを対象とするトラフィックシェーピングの設定とは異なります。ボイス品質用の FRTS を設定すると、データトラフィックパラメータとの間で調整が行われます。これらの制限の詳細は、このドキュメントの「[フラグメンテーション \(FRF.12 \)](#)」セクションを参照してください。

[フラグメンテーション \(FRF.12 \)](#)

ボイスデータ統合における大きな課題は、ボイス(音声)などの時間の影響を受けやすいトラフィックで生じる、一方向のエンドツーエンドの最大遅延を制御することです。良好な音声品質を得るには、この遅延が 150 ms 未満である必要があります。この遅延の重要な部分は、インターフェイスでのシリアル化遅延です。この値は 10 ミリ秒に設定し、20 ミリ秒を超えないことを推奨します。シリアライゼーションディレイとは、ビットをインターフェイス上に実際に配置するときにかかる時間です。

$Serialization\ Delay = frame\ size\ (bits) / link\ bandwidth\ (bps)$

たとえば、1500 バイトのパケットがルータから 56 Kbps の回線に送出されるためには 214 ミリ秒かかります。1500 バイトの非リアルタイムデータパケットが送信されている場合、リアルタイム (ボイス) データパケットは、その大きなデータパケットが伝送されるまでキューイングされています。この遅延は、音声トラフィックでは許容できません。非リアルタイムデータパケットがより小さいフレームに分割されていれば、リアルタイム (ボイス) データフレームをそれらの分割されたパケットの間に埋め込む (インターリーブ) ことができます。この方法を使用すれば、リアルタイムボイストラフィックに過度の遅延が引き起こされることなく、ボイスフレームとデータフレームの両方を低速リンクにのせて伝送することが可能となります。



フラグメンテーションについての詳細は、[「ボイスのフレームリレーフラグメンテーション」](#)を参照してください。

注：専用のハーフT1接続(768 kbps)がある場合は、フラグメンテーション機能は必要ありません。しかし、それでも QoS メカニズム (このケースでは IP RTP プライオリティまたは LLQ) は必要です。ハーフ T1 またはそれよりも高速な回線では、推奨されるシリアル化遅延 (送出遅延) の範囲 (10 ミリ秒。最大限度 20 ミリ秒) 内でボイス パケットをキューに出し入れするのに十分な帯域幅が提供されます。フル T1 の場合は、IP RTP ヘッダーを圧縮して帯域幅を節約する cRTP も必要ありません。

帯域幅の削減

cRTP

[RFC 2508](#) に基づき、IP/UDP/RTP パケット ヘッダーは cRTP 機能により 40 バイトから 2 バイトまたは 4 バイトに圧縮されます。これにより、不要な帯域幅の使用が軽減されます。これはホップバイホップ圧縮方式です。そのため、パッシブ オプションが設定されていない場合は、リンクの両端で cRTP を設定する必要があります。

注：良好な音声品質を確保するために cRTP は必要ありません。これは帯域幅の使用量を削減するための機能です。cRTP は、他の条件がすべて満たされていて、音声品質が良好な場合に設定してください。こうすると、cRTP の問題を切り離すことが可能になるので、トラブルシューティングに要する時間を短縮できます。

ルータの CPU 使用率を監視する必要があります。使用率が 75 % を超えた場合は cRTP を無効にしてください。回線速度が高速な場合は、cRTP による帯域幅の節約よりも CPU への負荷が問題になることがあります。ルータの CPU 使用率が高い場合を除き、768 Kbps よりも低速のリンクでは cRTP を使用することを推奨いたします。

注：標準がない場合、フレームリレー用の cRTP はシスコ独自のカプセル化で開発されました。そのため、cRTP はフレームリレーの Internet Engineering Task Force (IETF) カプセル化方式では動作しません。最近、IETF カプセル化方式で RTP ヘッダー圧縮を可能にする FRF.20 が標準化されました。ただし、この文書の最終更新時点 (2002 年 5 月) では、シスコルータは FRF.20 をサポートしていません。

詳細は、[『圧縮リアルタイム転送プロトコル』](#)を参照してください。

コーダ/デコーダ (コーデック) の選択

VoIP コール レッグでは、低ビット レートのコーデックを使用してください。VoIP ダイアルピアのデフォルト コーデックは G.729 (8 Kbps) です。

注：デュアルトーン多重周波数(DTMF)は、通常、高ビットレートの音声コーデック (G.711など) を使用する場合は正確に転送されますが、低ビットレートのコーデック (G.729やG.723.1) は音声パターンに対して高度に最適化され、歪がされます。そのため、このアプローチを使用すると Interactive Voice Response (IVR; 対話式音声自動応答) システムへのアクセス時に問題が生じるおそれがあります。dtmf relay コマンドを使用すると、DTMF の歪みの問題が解消されます。DTMF トーンはアウトオブバンドで転送されるか、符号化されたボイス ストリームから切り離されて転送されます。低ビットレートのコーデック (G.729、G.723) を使用している場合は、VoIP ダイアルピアで dtmf relay コマンドを有効にしてください。

Voice Activity Detection (VAD; ボイス アクティビティ検出) の有効化

標準的な会話には、35 ~ 50 % の無音部分が含まれています。VAD を使用すると、無音時にパケットの送出手が抑制されます。VoIP の帯域幅を計画するときは、VAD によって帯域幅が 35 % 削減されるものと仮定してください。VoIP ダイアルピアでは VAD がデフォルトで設定されています。

設定

このセクションでは、このドキュメントで説明する機能を設定するために必要な情報を提供しています。

注：この文書で使用されているコマンドの詳細を調べるには、「Command Lookup ツール」を使用してください (登録ユーザのみ) 。

LLQ

LLQ を設定するには、次の手順に従います。

1. VoIP トラフィック用のクラス マップを作成し、照合基準を定義します。この作業を行うには、次のコマンドを使用します。

```
maui-voip-sj(config)#class-map ?
    WORD class-map name
    match-all Logical-AND all matching statements under this classmap
    match-any Logical-OR all matching statements under this classmap
maui-voip-sj(config)#class-map match-all voice-traffic
!--- Choose a descriptive class_name. maui-voip-sj(config-cmap)#match ?
    access-group      Access group
    any                Any packets
    class-map         Class map
    cos               IEEE 802.1Q/ISL class of service/user priority values
    destination-address Destination address
    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
!--- In this example the access-group matching !--- option is used for its flexibility (it
uses an access-list). maui-voip-sj(config-cmap)#match access-group ?
<1-2699> Access list index
```



```
name Named Access List
maui-voip-sj(config-cmap)#match access-group 102
```

```
!--- Create the access-list to match the class-map access-group: maui-voip-
sj(config)#access-list 102 permit udp any any range 16384 32767
!--- The safest and easiest way is to match with UDP port range 16384-32767. !--- This is
the port range Cisco IOS H.323 products utilize to transmit !--- VoIP packets.
```

match access-group コマンドでボイストラフィックを照合するには、次のアクセスリストも使用します。

```
access-list 102 permit udp any any precedence critical
!--- This list filters traffic based on the IP packet TOS: Precedence field. !--- Note:
Ensure that the other non-voice traffic does not use the !--- same precedence value.
access-list 102 permit udp any any dscp ef
!--- In order for this list to work, ensure that VoIP packets are tagged !--- with the dscp
ef code before they exit on the LLQ WAN interface. !--- For more information on DSCP, refer
to !--- Implementing Quality of Service Policies with DSCP. !--- Note: If endpoints are not
trusted on their packet marking, !--- mark incoming traffic by applying an inbound service
policy on an !--- inbound interface. This procedure is out of the scope !--- of this
document. access-list 102 permit udp host 192.10.1.1 host 192.20.1.1
!--- This access-list can be used in cases where the VoIP !--- devices cannot do precedence
or DSCP marking and you !--- cannot determine the VoIP UDP port range.
```

access-group コマンドの代わりに使用できる他の照合方法を次に示します。Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1.2.T 以降では、LLQ 向けに IP RTP プライオリティ機能が実装されています。この機能では、設定されている UDP ポートに基づいてプライオリティ クラスの内容が照合されます。ただし、PQ 内の偶数ポートだけが処理されるという制限があります。

```
class-map voice
  match ip rtp 16384 16383
```

次の 2 つの方法は、発信元ホストで VoIP パケットにマークが設定されているか、または発信 LLQ 処理が行われる前にルータで VoIP パケットが照合およびマーキングされるという前提のもとで使用できます。

```
class-map voice
  match ip precedence 5
```

または

```
class-map voice
  match ip dscp ef
```

注：Cisco IOSソフトウェアリリース12.2.2T以降では、VoIPダイヤルピアは、LLQ操作の前に音声ベアラとシグナリングパケットをマーキングできます。これにより、LLQ用のDSCPコード値を通じてVoIPパケットのマーキングと照合を行うというスケーラブルな方法が可能になります。詳細は、「[QoSのためのDSCPによるVoIPシグナリングとメディアの分類](#)」を参照してください。

```
Router(config-dial-peer)#ip qos dscp ?
```

2. VoIP シグナリング用のクラス マップを作成し、照合基準を定義します (オプション)。この作業を完了するには、次のコマンドを使用します。

```
class-map voice-signaling
  match access-group 103
!
```

```
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
```

注：VoIPコールは、H.323、セッション開始プロトコル(SIP)、メディアゲートウェイコントロールプロトコル(MGCP)、またはSkinny Call Control Protocol(SCCP) (Cisco Call Managerで使用される独自のプロトコル) を使用して確立できます。上記の例では H.323 Fast Connect を想定しています。次のリストは、VoIP シグナリングおよび制御チャンネルで使用されるポート番号を示しています。H.323/H.225 = TCP 1720 H.323/H.245 = TCP 11xxx (Standard Connect) H.323/H.245 = TCP 1720 (Fast Connect) H.323/H.225 RAS = UDP 1718 (ゲートキーパーへ) SCCP = TCP 2000 ~ 2002 (CM Encore) ICCP = TCP 8001 ~ 8002 (CM Encore) MGCP = UDP 2427、TCP 2428 (CM Encore) SIP= UDP 5060、TCP 5060 (設定可能)

3. ポリシー マップを作成して、VoIP クラス マップに関連付けます。ポリシー マップの目的は、リンク リソースがどのように共有されるか、または各種マップ クラスにどのように割り当てられるかを定義することです。この作業を完了するには、次のコマンドを使用します

```
maui-voip-sj(config)#policy-map VOICE-POLICY
!--- Choose a descriptive policy_map_name. maui-voip-sj(config-pmap)#class voice-traffic
maui-voip-sj(config-pmap-c)#priority ?
<8-2000000> Kilo Bits per second
!--- Configure the voice-traffic class to the strict PQ!--- (priority command) and assign
the bandwidth. maui-voip-sj(config-pmap)#class voice-signaling
maui-voip-sj(config-pmap-c)#bandwidth 8
!--- Assign 8 Kbps to the voice-signaling class. maui-voip-sj(config-pmap)#class class-
default
maui-voip-sj(config-pmap-c)#fair-queue
!--- The remaining data traffic is treated as WFQ.
```

注：PQには、さまざまなタイプのリアルタイムトラフィックをキューイングできますが、音声トラフィックのみをキューイングすることをお勧めします。ビデオなどのリアルタイムトラフィックをPQに入れると、パケットの揺らぎが生じる可能性があります(PQはFirst In, First Out (FIFO) キューであるため)。ボイストラフィックでは、ジッタを避けるために遅延を一定にする必要があります。注：priority文とbandwidth文の値の合計は、PVCのminCIR以下である必要があります。そうしないと、service-policy コマンドをリンクに割り当てることができません。minCIRはデフォルトではCIRの半分の値になっています。エラーメッセージを表示するには、logging console コマンドが console アクセスで有効になっており、terminal monitor コマンドが Telnet アクセスで有効になっていることを確認してください。[bandwidth コマンドと priority コマンドの詳細は、『QOS サービス ポリシーの bandwidth コマンドと priority コマンドの比較』を参照してください。](#)

4. ポリシー マップを発信側の WAN インターフェイスに適用して、LLQ を有効にします。LLQ を有効にするには、次のコマンドを使用します。

```
maui-voip-sj(config)#map-class frame-relay VoIPovFR
maui-voip-sj(config-if)#service-policy output VOICE-POLICY
!--- The service-policy is applied to the PVC!--- indirectly by configuring!--- it under
the map-class associated to the PVC.
```

IP RTP プライオリティ

LLQ を使用しない場合は、次のガイドラインに従います。

```
Router(config-map-class)#frame-relay ip rtp priority starting-rtp-port port-range bandwidth
```

- starting-rtp-port：最初のUDPポート番号です。これはパケットが送信される最小のポート番

号です。VoIP では、この値を 16384 に設定します。

- **port-range** : UDP 宛先ポートの範囲です。 *starting-rtp-port* にこの数値を加えた値が最大の UDP ポート番号になります。 VoIP では、この値を 16383 に設定します。
- **bandwidth** : 優先キューに割り当てられる最大の帯域幅を kbps で表します。この数値は、同時コール数と、システムでサポートされる各コールの帯域幅に基づいて設定します。

設定例 :

```
map-class frame-relay VoIPovFR frame-relay cir 64000
frame-relay BC 600
no frame-relay adaptive-shaping
frame-relay fair-queue
frame-relay fragment 80
frame-relay ip rtp priority 16384 16383 45
```

[ボイスのためのトラフィックシェーピング](#)

ボイスのトラフィックシェーピングを設定する場合は、次のガイドラインに従います。

- PVC の CIR 値を超えないようにする。
- フレームリレーのアダプティブシェーピングを無効にする。
- Tc (シェーピング間隔) が 10 ミリ秒になるように Bc を低い値に設定する ($Tc = Bc/CIR$)。 目的の Tc 値が確実に得られるように Bc 値を設定する。
- Be 値を 0 に設定する。

このガイドラインの詳細は、『[VoIP および VoFR 用のフレームリレートラフィックシェーピング](#)』を参照してください。

注 : 一部のお客様は、データと音声に個別のPVCを使用しています。2つのPVCがある場合、データ側PVCでバースト伝送を行おうとすると、ボイス側PVCがCommitted Information Rate (CIR; 認定情報レート) を超えない状態であっても、ボイス品質に悪影響が及ぶ可能性があります。これは、両方のPVCが同じ物理インターフェイスを使用しているためです。このような場合は、ルータだけでなく、フレームリレープロバイダーでもボイスPVCに優先順位を設定する必要があります。後者の方法は、Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(1)T では、[PVC Interface Priority Queueing \(PIPQ \)](#) で利用可能です。

[フラグメンテーション \(FRF.12 \)](#)

低速リンク (768 kbps 以下) ではフラグメンテーションを有効にします。音声パケットがフラグメント化されず、20ミリ秒を超えるシリアル化遅延が発生しないように、フラグメントサイズを設定します。フラグメンテーションサイズは、ルータ間で最も低速側の回線速度を基準として設定します。たとえば、ハブ & スポーク型のフレームリレーポロジで、ハブルータの速度が T1、リモートルータのポート速度が 64 K の場合、フラグメンテーションサイズはどちらのルータでも 64 K の速度を基準に設定する必要があります。同じ物理インターフェイスを共有するPVCがあれば、それらのPVCには必ずボイスPVCで使用されているのと同じフラグメンテーションサイズを設定するようにします。フラグメンテーションサイズの値を決める際は、次の表に従ってください。

パス内の最も遅いリンク速度	推奨されるフラグメンテーションサイズ (シリアル化遅延が 10 ミリ秒の場合)
56 Kbps	70 バイト

64 Kbps	80 バイト
128 Kbps	160 バイト
256 Kbps	320 バイト
512 Kbps	640 バイト
768 Kbps	1000 バイト
1536 Kbps	1600 バイト

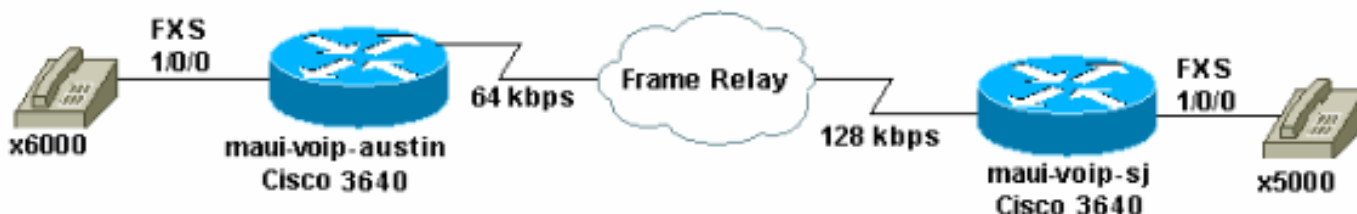
設定例：

```
map-class frame-relay VoIPovFR
!--- Some output is omitted. frame-relay fragment 80
```

注：1536 Kbpsの場合、技術的にフラグメンテーションは必要ありません。ただし、デュアル FIFO キューイング システムを有効にしてボイス品質を確保する場合は、フラグメンテーションが必要になります。フラグメント サイズを 1600 バイトにすると、デュアル FIFO が有効になります。ただし、1600 バイトは標準シリアル インターフェイスの Maximum Transmission Unit (MTU; 最大伝送ユニット) を超えているため、大きなデータ パケットは分割されません。

ネットワーク図

このドキュメントでは、次の図に示すネットワーク設定を使用します。



設定

このドキュメントで使用する設定を次に示します。

- maui-voip-sj (Cisco 3640)
- maui-voip-austin (Cisco 3640)

maui-voip-sj (Cisco 3640)

```
version 12.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname maui-voip-sj
!
logging buffered 10000 debugging
```

```

enable secret 5 $1$MYS3$TZ6bwrhWB25b2cVpEVgBo1
!
ip subnet-zero
!
!--- Definition of the voice signaling and traffic class
maps. !--- "voice-traffic" class uses access-list 102
for its matching criteria. !--- "voice-signaling" class
uses access-list 103 for its matching criteria. class-
map match-all voice-signaling
  match access-group 103
class-map match-all voice-traffic
  match access-group 102
!
!--- The policy map defines how the link resources are
assigned !--- to the different map classes. In this
configuration, strict PQ !--- is assigned to the voice-
traffic class !--- with a maximum bandwidth of 45 Kbps.
policy-map VOICE-POLICY
  class voice-traffic
  priority 45
  class voice-signaling
  bandwidth 8
!
!--- Assigns a queue for voice-signaling traffic that
ensures 8 Kbps. !--- Note that this is optional and has
nothing to do with good voice !--- quality. Instead, it
is a way to secure signaling. class class-default
  fair-queue
!
!--- The class-default class is used to classify traffic
that does !--- not fall into one of the defined classes.
!--- The fair-queue command associates the default class
WFQ queueing.

!
interface Ethernet0/0
  ip address 172.22.113.3 255.255.255.0
  half-duplex
!
interface Serial0/0
  bandwidth 128
  no ip address
  encapsulation frame-relay
  no fair-queue
frame-relay traffic-shaping
  frame-relay ip rtp header-compression
!--- Turns on traffic shaping and cRTP. If traffic-
shaping is not !--- enabled, then map-class does not
start and FRF.12 and LLQ does !--- not work. ! interface
Serial0/0.1 point-to-point
  bandwidth 128
  ip address 192.168.10.2 255.255.255.252
  frame-relay interface-dlci 300
  class VOIPovFR
!--- This command links the subinterface to a VoIPovFR
map-class. !--- See the map-class frame-relay VoIPovFR
command here: !--- Note: The word VoIPovFR is selected
by the user. !

ip classless
ip route 172.22.112.0 255.255.255.0 192.168.10.1
!
map-class frame-relay VOIPovFR
  no frame-relay adaptive-shaping

```



```

!--- Disable Frame Relay BECNs. Note also that Be equals
0 by default. frame-relay cir 64000
  frame-relay bc 640
!--- Tc = BC/CIR. In this case Tc is forced to its
minimal !--- configurable value of 10 ms. frame-relay be
0
  frame-relay mincir 64000
!--- Although adaptive shaping is disabled, make CIR
equal minCIR !--- as a double safety. By default minCIR
is half of CIR. service-policy output VOICE-POLICY
!--- Enables LLQ on the PVC. frame-relay fragment 80
!--- Turns on FRF.12 fragmentation and sets the fragment
size equal to 80 bytes. !--- This value is based on the
port speed of the slowest path link. !--- This command
also enables dual-FIFO. ! access-list 102 permit udp any
any range 16384 32767
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
!
!--- access-list 102 matches VoIP traffic !--- based on
the UDP port range. !--- Both odd and even ports are put
into the PQ. !--- access-list 103 matches VoIP signaling
protocol. In this !--- case, H.323 V2 is used with the
fast start feature.

!
voice-port 1/0/0
!
dial-peer voice 1 pots
  destination-pattern 5000
  port 1/0/0
!
dial-peer voice 2 voip
  destination-pattern 6000
  session target ipv4:192.168.10.1
  dtmf-relay cisco-rtp
  ip precedence 5

```

maui-voip-austin (Cisco 3640)

```

version 12.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname maui-voip-austin
!
boot system flash slot1:c3640-is-mz.122-6a.bin
logging buffered 1000000 debugging
!
ip subnet-zero
!
class-map match-all voice-signaling
match access-group 103
class-map match-all voice-traffic
  match access-group 102
!
policy-map voice-policy
  class voice-signaling
    bandwidth 8
  class voice-traffic
    priority 45
  class class-default

```

```
fair-queue
!
interface Ethernet0/0
 ip address 172.22.112.3 255.255.255.0
 no keepalive
 half-duplex
!
interface Serial0/0
 bandwidth 64
 no ip address
 encapsulation frame-relay
 no ip mroute-cache
 no fair-queue
 frame-relay traffic-shaping
 frame-relay ip rtp header-compression
!
interface Serial0/0.1 point-to-point
 bandwidth 64
 ip address 192.168.10.1 255.255.255.252
 frame-relay interface-dlci 400
 class VOIPovFR
!
ip classless
ip route 172.22.113.0 255.255.255.0 192.168.10.2
!
map-class frame-relay VOIPovFR
no frame-relay adaptive-shaping
 frame-relay cir 64000
 frame-relay bc 640
 frame-relay be 0
 frame-relay mincir 64000
 service-policy output voice-policy
 frame-relay fragment 80
access-list 102 permit udp any any range 16384 32767
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
!
voice-port 1/0/0
!
dial-peer voice 1 pots
 destination-pattern 6000
 port 1/0/0
!
dial-peer voice 2 voip
 destination-pattern 5000
 session target ipv4:192.168.10.2
 dtmf-relay cisco-rtp
 ip precedence 5
```

確認とトラブルシューティング

このセクションでは、設定が正常に動作しているかどうかを確認するための情報について説明しています。

一部の show コマンドが、[アウトプット インタープリタ ツール \(登録ユーザ専用\)](#) でサポートされています。これを使用して、show コマンドの出力の解析を表示できます。

LLQ / IP RTP プライオリティのコマンド

次に示す show コマンドと debug コマンドを使用すると、LLQ および IP RTP プライオリティの設定を容易に検証できます。

- **show policy-map interface serial *interface#*** : このコマンドは、LLQ の動作と PQ での廃棄を表示するのに便利です。このコマンドのさまざまなフィールドの詳細は、『[show policy-map interface 出力内のパケットカウンタについて](#)』を参照してください。
- **show policy-map *policy_map_name*** : ポリシーマップ設定に関する情報を表示します。
- **show queue *interface-type interface-number*** : 特定のインターフェイスの均等化キューイング設定と統計情報を表示します。
- **debug priority** : PQ イベントを表示して、このキューで廃棄が発生しているかどうかを示します。詳細は、『[プライオリティ キューイングによる出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。
- **show class-map *class_name*** : クラスマップ設定に関する情報を表示します。
- **show call active voice** : DSP レベルで損失パケットをチェックします。
- **show frame-relay ip rtp header-compression** : RTP ヘッダー圧縮の統計情報を表示します。

[フラグメンテーションのコマンド](#)

フラグメンテーション設定の確認とトラブルシューティングを行うには、次の debug コマンドと show コマンドを使用します。

- **show frame-relay fragment** : Cisco ルータで実行されているフレームリレー フラグメンテーションに関する情報を表示します。
- **debug frame-relay fragment**—フレームリレー フラグメンテーションに関連するイベントまたはエラー メッセージを表示します。このデバッグは、選択したインターフェイスの PVC レベルでだけ有効になります。

[フレームリレー/インターフェイスのコマンド](#)

フレームリレー/インターフェイス設定の確認とトラブルシューティングを行うには、次の show コマンドを使用します。

- **show traffic-shape queue *interface*** : VC Data-Link Connection Identifier (DLCI; データリンク接続識別子) レベルでキューイングされたエレメントに関する情報を表示します。これは、フレームリレー上での IP RTP プライオリティの動作を確認するときに使用します。リンクが輻輳している場合、ボイス フローは重み (weight) 0 で識別されます。これはボイス フローが PQ を使用していることを示します。下記の出力例を参照してください。
- **show traffic-shape** : Tc、Bc、Be、CIR などの設定値情報を表示します。[出力例](#)を参照してください。
- **show frame-relay pvc *dlci-#*** : トラフィックシェーピングパラメータ、フラグメンテーション値、廃棄パケットなどの情報を表示します。[出力例](#)を参照してください。『[トラブルシューティング : フレームリレー](#)』も参照してください。

[既知の問題](#)

VC ごとの LLQ で不具合が確認されており、インターフェイス上で輻輳が発生していない場合でも、PQ で完全なポリシングが行われてしまいます。この不具合はすでに解決されており、現在では、非適合パケットが廃棄されるのは VC 上で輻輳が発生している場合だけです。これにより

、VCごとのLLQの動作も、LLQを使用する他のインターフェイスでの動作と同じになります。この動作の修正は、Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.2(3) 以降に取り込まれています。

show コマンド と debug コマンド の出力例

確認とトラブルシューティングに使用される **show** コマンドと **debug** コマンドの出力例を次に示します。

*!--- To capture sections of this output, the LLQ PQ bandwidth !--- is lowered and large data traffic is placed !--- on the link to force packets drops. !--- Priority queue bandwidth is lowered to 10 Kbps to force drops from the PQ. !--- Note: To reset counters, use the **clear counters** command.*

```
maui-voip-sj#show policy-map inter ser 0/0.1
```

```
Serial0/0.1: DLCI 300 -
```

```
Service-policy output: VOICE-POLICY
```

```
Class-map: voice-traffic (match-all)
```

```
26831 packets, 1737712 bytes
```

```
5 minute offered rate 3000 bps, drop rate 2000 bps
```

```
Match: access-group 102
```

```
Weighted Fair Queueing
```

```
Strict Priority
```

```
Output Queue: Conversation 24
```

```
Bandwidth 10 (kbps) Burst 250 (Bytes)
```

```
(pkts matched/bytes matched) 26311/1704020
```

```
(total drops/bytes drops) 439/28964
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
```

```
80 packets, 6239 bytes
```

```
5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
```

```
Match: access-group 103
```

```
Weighted Fair Queueing
```

```
Output Queue: Conversation 25
```

```
Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

```
(pkts matched/bytes matched) 62/4897
```

```
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Class-map: class-default (match-any)
```

```
14633 packets, 6174492 bytes
```

```
5 minute offered rate 10000 bps, drop rate 0 bps
```

```
Match: any
```

```
Weighted Fair Queueing
```

```
Flow Based Fair Queueing
```

```
Maximum Number of Hashed Queues 16
```

```
(total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

!--- These commands are useful to verify the LLQ configuration. maui-voip-austin#**show policy-map voice-policy**

```
Policy Map voice-policy
```

```
Class voice-signaling
```

```
Weighted Fair Queueing
```

```
Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

```
Class voice-traffic
```

```
Weighted Fair Queueing
```

```
Strict Priority
```

Bandwidth 45 (kbps) Burst 1125 (Bytes)

Class class-default

Weighted Fair Queueing

Flow based Fair Queueing Max Threshold 64 (packets)

maui-voip-austin#**show class-map**

Class Map match-all voice-signaling (id 2)

Match access-group 103

Class Map match-any class-default (id 0)

Match any

Class Map match-all voice-traffic (id 3)

Match access-group 102

!--- Frame Relay verification command output. maui-voip-sj#**show frame-relay fragment**

interface	dlci	frag-type	frag-size	in-frag	out-frag	dropped-frag
Serial0/0.1	300	end-to-end	80	4	4	0

maui-voip-sj#**show frame-relay pvc 300**

PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 300, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/0.1

input pkts 7 output pkts 7 in bytes 926

out bytes 918 dropped pkts 0 in FECN pkts 0

in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0

in DE pkts 0 out DE pkts 0

out bcast pkts 2 out bcast bytes 598

pvc create time 1w2d, last time pvc status changed 1w2d

service policy VOICE-POLICY

Service-policy output: VOICE-POLICY

Class-map: voice-traffic (match-all)

0 packets, 0 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: access-group 102

Weighted Fair Queueing

Strict Priority

Output Queue: Conversation 24

Bandwidth 45 (kbps) Burst 250 (Bytes)

(pkts matched/bytes matched) 0/0

(total drops/bytes drops) 0/0

Class-map: voice-signaling (match-all)

0 packets, 0 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: access-group 103

Weighted Fair Queueing

Output Queue: Conversation 25

Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)

(pkts matched/bytes matched) 0/0

(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0

Class-map: class-default (match-any)

7 packets, 918 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: any

Weighted Fair Queueing

Flow Based Fair Queueing

Maximum Number of Hashed Queues 16

(total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0


```
Output queue size 0/max total 600/drops 0
fragment type end-to-end fragment size 80
cir 64000 bc 640 be 0 limit 80 interval 10
mincir 64000 byte increment 80 BECN response no
frags 13 bytes 962 frags delayed 8 bytes delayed 642
```

```
shaping inactive
traffic shaping drops 0
```

!--- In this Frame Relay verification command !--- output, the PQ bandwidth is lowered and heavy traffic !--- is placed on the interface to force drops. maui-voip-sj#**show frame-relay pvc 300**

PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 300, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/0.1

```
input pkts 483 output pkts 445 in bytes 122731
  out bytes 136833 dropped pkts 0 in FECN pkts 0
  in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0
  in DE pkts 0 out DE pkts 0
  out bcst pkts 4 out bcst bytes 1196
  pvc create time 1w2d, last time pvc status changed 1w2d
  service policy VOICE-POLICY
```

Service-policy output: VOICE-POLICY

```
Class-map: voice-traffic (match-all)
  352 packets, 22900 bytes
  5 minute offered rate 2000 bps, drop rate 2000 bps
  Match: access-group 102
  Weighted Fair Queueing
  Strict Priority
  Output Queue: Conversation 24
  Bandwidth 10 (kbps) Burst 250 (Bytes)
  (pkts matched/bytes matched) 352/22900
  (total drops/bytes drops) 169/11188
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
  7 packets, 789 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 103
  Weighted Fair Queueing
  Output Queue: Conversation 25
  Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
  (pkts matched/bytes matched) 7/789
  (depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Class-map: class-default (match-any)
  79 packets, 102996 bytes
  5 minute offered rate 4000 bps, drop rate 0 bps
  Match: any
  Weighted Fair Queueing
  Flow Based Fair Queueing
  Maximum Number of Hashed Queues 16
  (total queued/total drops/no-buffer drops) 5/0/0
  Output queue size 5/max total 600/drops 169
  fragment type end-to-end fragment size 80
  cir 64000 bc 640 be 0 limit 80 interval 10
  mincir 64000 byte increment 80 BECN response no
  frags 2158 bytes 178145 frags delayed 1968 bytes delayed 166021
```

```
shaping active
traffic shaping drops 169
```

!--- Notice that the Tc interval equals 10 ms, !--- CIR equals 64000 BPS, and BC equals 640.

maui-voip-sj#**show traffic-shape**

Interface Se0/0.1

Access Target	Byte	Sustain	Excess	Interval	Increment	Adapt	
VC List	Rate	Limit	bits/int	bits/int	(ms)	(bytes)	Active
300	64000	80	640	0	10	80	-

!--- This output is captured on an isolated lab enviroment where !--- the routers are configured with IP RTP Priority instead of LLQ. maui-voip-austin#**show frame-relay PVC 100**

PVC Statistics for interface Serial0/1 (Frame Relay DTE)

DLCI = 100, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/1.1

input pkts 336	output pkts 474	in bytes 61713
out bytes 78960	dropped pkts 0	in FECN pkts 0
in BECN pkts 0	out FECN pkts 0	out BECN pkts 0
in DE pkts 0	out DE pkts 0	
out bcast pkts 0	out bcast bytes 0	

PVC create time 1w0d, last time PVC status changed 1w0d

Current fair queue configuration:

Discard	Dynamic	Reserved
threshold	queue count	queue count
64	16	2

Output queue size 0/max total 600/drops 0

fragment type end-to-end **fragment size 80**
cir 64000 **BC 640** **be 0** **limit 125** **interval 10**
mincir 32000 byte increment 125 BECN response no
frags 1091 bytes 82880 frags delayed 671 bytes delayed 56000
shaping inactive
traffic shaping drops 0
ip rtp priority parameters 16384 32767 45000

!--- This command displays information of the VoIP dial-peers. maui-voip-austin#**show dial-peer voice 2**

VoiceOverIpPeer2

```
information type = voice,  
tag = 2, destination-pattern = `5000',  
answer-address = `', preference=0,  
group = 2, Admin state is up, Operation state is up,  
incoming called-number = `', connections/maximum = 0/unlimited,  
application associated:  
type = voip, session-target = `ipv4:192.168.10.2',  
technology prefix:  
ip precedence = 5, UDP checksum = disabled,  
session-protocol = cisco, req-qos = best-effort,  
acc-qos = best-effort,  
dtmf-relay = cisco-rtsp,  
fax-rate = voice, payload size = 20 bytes  
codec = g729r8,    payload size = 20 bytes,  
Expect factor = 10, Icpif = 30,signaling-type = cas,  
VAD = enabled, Poor QOV Trap = disabled,  
Connect Time = 165830, Charged Units = 0,  
Successful Calls = 30, Failed Calls = 0,  
Accepted Calls = 30, Refused Calls = 0,  
Last Disconnect Cause is "10",  
Last Disconnect Text is "normal call clearing.",  
Last Setup Time = 69134010.
```

[関連情報](#)

- [フレームリレーの低遅延キューイング](#)
- [QoS の DSCP を使用した VoIP シグナリングとメディアの分類](#)
- [フレームリレートラフィックシェーピング用 show コマンド](#)
- [フレームリレー IP RTP プライオリティ](#)
- [フレームリレーとフレームリレートラフィックシェーピングの設定](#)
- [フレームリレーの設定とトラブルシューティング](#)
- [Voice over Frame Relay のキューイングに関する機能拡張](#)
- [音声に関する技術サポート](#)
- [音声と IP 通信製品サポート](#)
- [Cisco IP Telephony のトラブルシューティング](#)
- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)