

キャンパス ATM スイッチでのリンク フラグメンテーション アンド インターリービング (LFI) の設定

目次

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[ATM およびフレーム リレーで MLPPP を使う理由](#)

[MLPPPoA および MLPPPoFR ヘッダー](#)

[FRF.8 トランスペアレント モードと変換モードの比較](#)

[VoIP の帯域幅要件](#)

[Cisco デバイスの変換およびトランスペアレントのサポート](#)

[ハードウェアおよびソフトウェア](#)

[トポロジ ダイアグラム](#)

[設定](#)

[show および debug コマンド](#)

[ATM エンドポイント](#)

[フレーム リレー エンドポイント](#)

[キューイングおよび LFI](#)

[トラブルシューティングと既知の問題](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、(フレーム リレー フォーラムまたは FRF.8 実装協定で定義されている) Link Fragmentation and Interleaving (LFI) over a Frame Relay to ATM Interworking (IWF) 接続の技術概要、および WAN クラウドで LS1010 または Catalyst 8500 を IWF デバイスとして使用するための設定例について説明します。LFI は ATM とフレーム リレー上でマルチリンク PPP (MLPPP) カプセル化の組み込みフラグメンテーション機能を使用して、帯域幅が最大 768 kbps の低速リンクにエンドツーエンド フラグメンテーションおよびインターリービング ソリューションを提供します。

前提条件

要件

このドキュメントを読むには、次の内容を理解している必要があります。

- 一般的な FRF.8 環境と FRF.8 のトランスペアレント モードおよび変換モード。『[FRF.8 のトランスペアレント モードと変換モードについて](#)』を参照してください。
- LS1010 および Catalyst 8500 のコンフィギュレーション コマンドに精通しており、[チャンネル化 E1 フレーム リレー ポート アダプタ](#)または[チャンネル化 DS3 フレーム リレー ポート アダプタ](#)がフレーム リレーのエンドポイントと ATM エンドポイント間で動作する仕組みについて理解していること。
- シリアライゼーション遅延とジッター。『[QoS を実装した PPP リンク上の VoIP \(LLQ/IP RTP プライオリティ、LFI、cRTP \)](#)』と『[QoS を実装した フレーム リレー上の VoIP \(フラグメント化、トラフィックシェーピング、IP RTP プライオリティ \)](#)』を参照してください。

[使用するコンポーネント](#)

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

[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。

[ATM およびフレーム リレーで MLPPP を使う理由](#)

フラグメンテーションは、シリアライゼーション遅延のほか、リアルタイムおよび非リアルタイムのトラフィック両方を伝送する低速リンクの遅延変動を制御するための主要な技術です。シリアライゼーション遅延とは、ネットワーク インターフェイス上に音声またはデータのフレームを送出するのに必要な固定遅延であり、トランク上のクロックレートに直接関連しています。クロック速度が低く、フレーム サイズが小さい場合には、フレームを分割するための追加フラグが必要になります。

LFI は、MLPPP に実装されたフラグメンテーション機能を使用して、比較的小さな音声パケット間でキューイングされたさまざまなサイズの大きいパケットによって生じる遅延やジッター（遅延の種類）を防止します。LFI によって、設定されたフラグメント サイズよりも大きいパケットは MLPPP ヘッダー内でカプセル化されます。[RFC 1990](#) では、MLPPP ヘッダーのほか、以下についても定義されています。

- 最初のフラグメント ビット (B) は 1 ビットのフィールドであり、PPP パケットから派生した最初のフラグメントでは 1 に設定され、同じ PPP パケットのその他すべてのフラグメントでは 0 に設定されます。
- 最後のフラグメント ビット (E) は 1 ビットのフィールドであり、最後のフラグメントでは 1 に設定され、その他すべてのフラグメントでは 0 に設定されます。
- シーケンス フィールドは 24 ビットまたは 12 ビットの番号で、フラグメントが送信されるたびに増加していきます。デフォルトの長さは 24 ビットですが、次に示す LCP 設定オプションを使用して 12 ビットのみでネゴシエートすることができます。

フラグメンテーション以外でも、遅延に影響されやすいパケットの場合は、大きいパケットのフラグメントとの間で適切な優先度に基づいたスケジューリング設定をする必要があります。フラグメンテーションでは、重み付け均等化キューイング (WFQ) によってパケットがフラグメントされているのか、されていないのかが「認識」されます。WFQ は着信パケットごとにシーケンス番

号を割り当てて、その番号に基づきパケットのスケジュールを設定します。

レイヤ2フラグメンテーションは、「大きいパケットの問題」を解決するその他すべてのアプローチと比べて優れた解決策を提供します。次の表は、その他の考えられる解決策の長所と短所を示しています。

考えられる解決策	利点	短所
<p>大きいパケットの送信を中断して、遅延の影響を受けやすいトラフィックの後に再度キューイングします。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • パケットの送信を遅らせるだけです。 • パケットが再送されると同じ問題が発生します。パケットが繰り返し再キューイングされ、さらに破棄されることがあれば、帯域幅が枯渇する可能性があります。 	<ul style="list-style-type: none"> • 一部の物理インターフェイスでは、破棄された送信パケットをサポートしていないか、または破棄時にパフォーマンスペナルティが実行されます（送信キュー全体をリセットするなど）。
<p>ネットワークレイヤフラグメンテーション技術を使用して大きいパケットをフラグメント化します。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • IP と CLNP の両方は、宛先ホストで再構成が発生した場合のフラグメント化をすべてのルータでサポートしています。 • MTU Discovery により大きいパケットのフラグメント化を回避できます。 • 基本的にローカルな（ワンホップ）問題を解決する共通メカニズム（すべてのダウンストリームホップは、後続のリンクすべてが高速な場合に、スイッチへ 	<ul style="list-style-type: none"> • 多くのアプリケーションはフラグメント化が許可されておらず、IPヘッダーには「Do Not Fragment」ビットが設定されています。このような設定の packets は、フラグメント化されると破棄されます。フラグメント化された packets を許可しないアプリケーション

	<p>の大量のパケットを処理しなければならない)を使用します。</p> <ul style="list-style-type: none"> • TCP/IP ヘッダー圧縮のオプションを無効にします。 	<p>シヨンは、この環境では動作しません。</p>
<p>リンクレイヤ技術でパケットをフラグメント化します。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ネットワークレイヤパケットまたはブリッジパケットでサポートされています。 	<ul style="list-style-type: none"> • フラグメント化されたパケットをエンドツーエンドで転送する代わりに、リンクごとのフラグメント化を実行します。低速リンクに接続されたルータのみが追加パケットの処理と再構成を実施できます。

マルチリンク PPP over ATM (MLPPPoATM) の最適なフラグメント サイズは、ATM セルのちょうど 2 倍のサイズのフラグメントが許可される大きさである必要があります。フラグメンテーション値の選択方法については、『[フレームリレーおよび ATM 仮想回線に関するリンク断片化およびインターリーピングの設定](#)』を参照してください。

MLPPPoA および MLPPPoFR ヘッダー

FRF.8 の標準的なコンフィギュレーションは、次のとおりです。

- フレームリレー エンドポイント
- ATM エンドポイント
- インターワーキング (IWF) デバイス

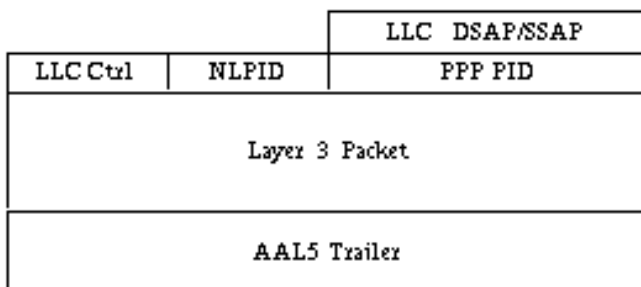
各エンドポイントは、レイヤ 2 カプセル化ヘッダー内でデータおよび音声パケットをカプセル化し、フレームまたはセル内にカプセル化されて転送されるプロトコルと通信します。フレームリレーおよび ATM のいずれもネットワークレイヤプロトコル ID (NLPID) のカプセル化ヘッダーをサポートします。国際電気標準会議 (IEC) の TR 9577 ドキュメントでは、いくつかのプロトコルで既知の NLPID 値が定義されています。0xCF は PPP に割り当てられています。

[RFC 1973](#) はフレームリレーおよび MLPPPoFR ヘッダー内の PPP を定義し、[RFC 2364](#) は

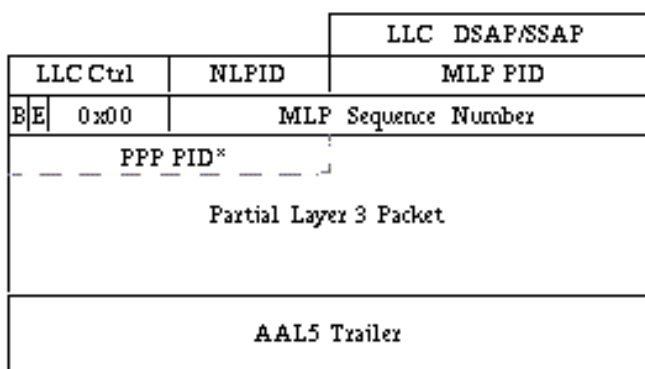
PPP over AAL5 および MLPPPoA ヘッダーを定義します。 [いずれのヘッダーも、PPP をカプセル化プロトコルとして認識するために、NLPID 値には 0xCF を使用しています。](#)

図 1 に、これらのヘッダーを示します。

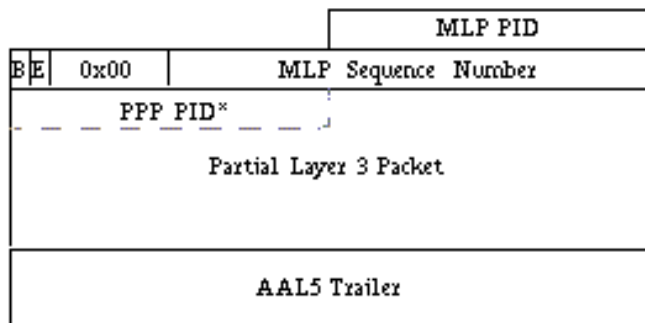
'vanilla' PPP over AAL5 with NLPID encapsulation (non-fragmented)



MLPPP over AAL5 with NLPID encapsulation (fragment)



MLPPP over AAL5 with VC multiplexing (fragment)



MLP Header

図 1. NLPID カプセル化を用いる PPP over AAL5 ヘッダ、MLPPPoA ヘッダ、および VC多重化の MLPPPoA ヘッダ

注: MLPPPoFR ヘッダーには、1 バイトのフラグ フィールドである 0x7e も含まれています ([図 1](#) に示されていません)。ヘッダーに続いて、バイト番号 5 から PPP または MLPPP プロトコル フィールドが開始されます。

表 1 - FRF.8 透過的な対訳 FRF.8。

Header	VC Muxed	LLC/NLPID Encapsulation			
		FRF8 Transparent		FRF8 Translational	
		ATM RX	ATM TX	ATM RX	ATM TX
LLC DSAP (0xfe)			✓	✓	✓
LLC SSAP (0xfe)			✓	✓	✓
LLC Ctrl (0x03)		✓	✓	✓	✓
NLPID (0xcf)		✓	✓	✓	✓
MLP PID (0x003d)	✓	✓	✓	✓	✓
MLP BE/Seq # (0xX0XXXXXX)	✓	✓	✓	✓	✓

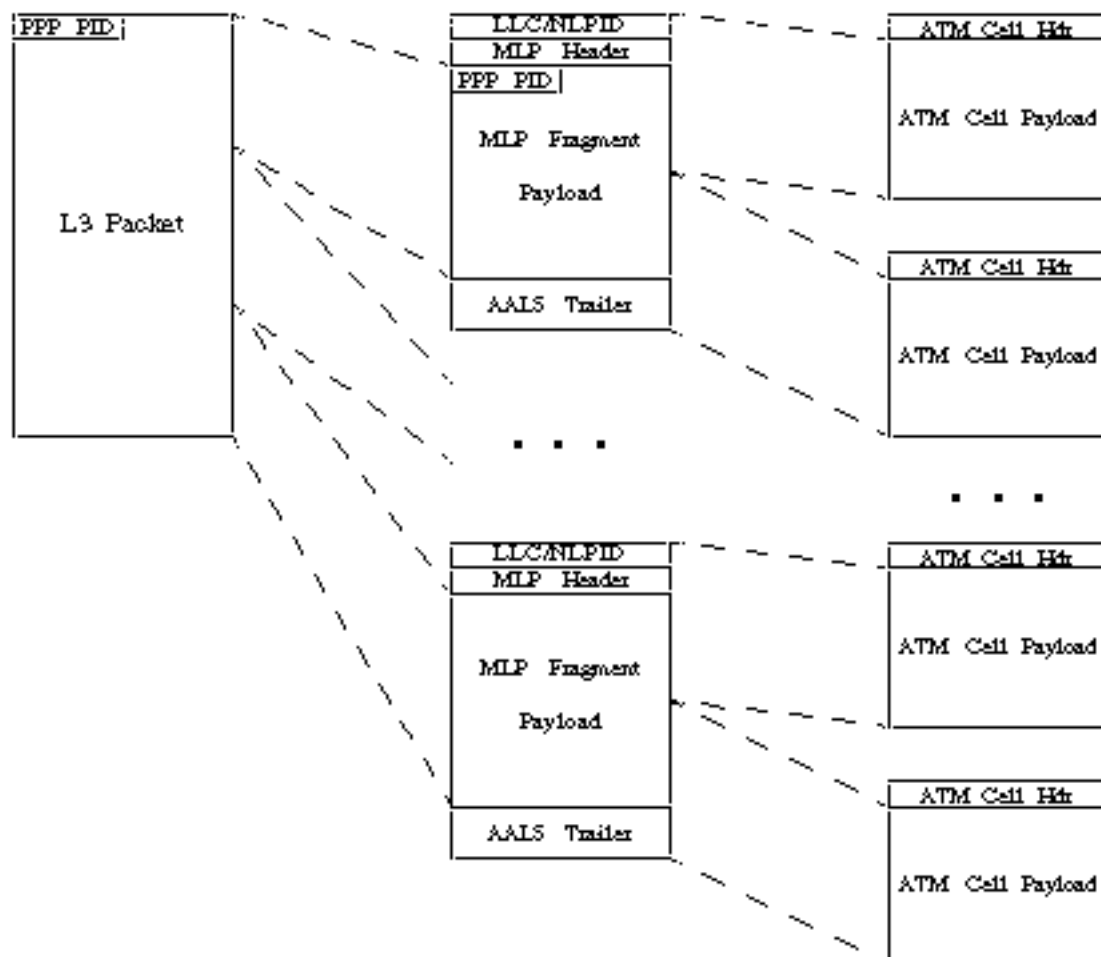


図 2： NLPID を使用した MLPPPoATM パケットをフラグメント化する方法

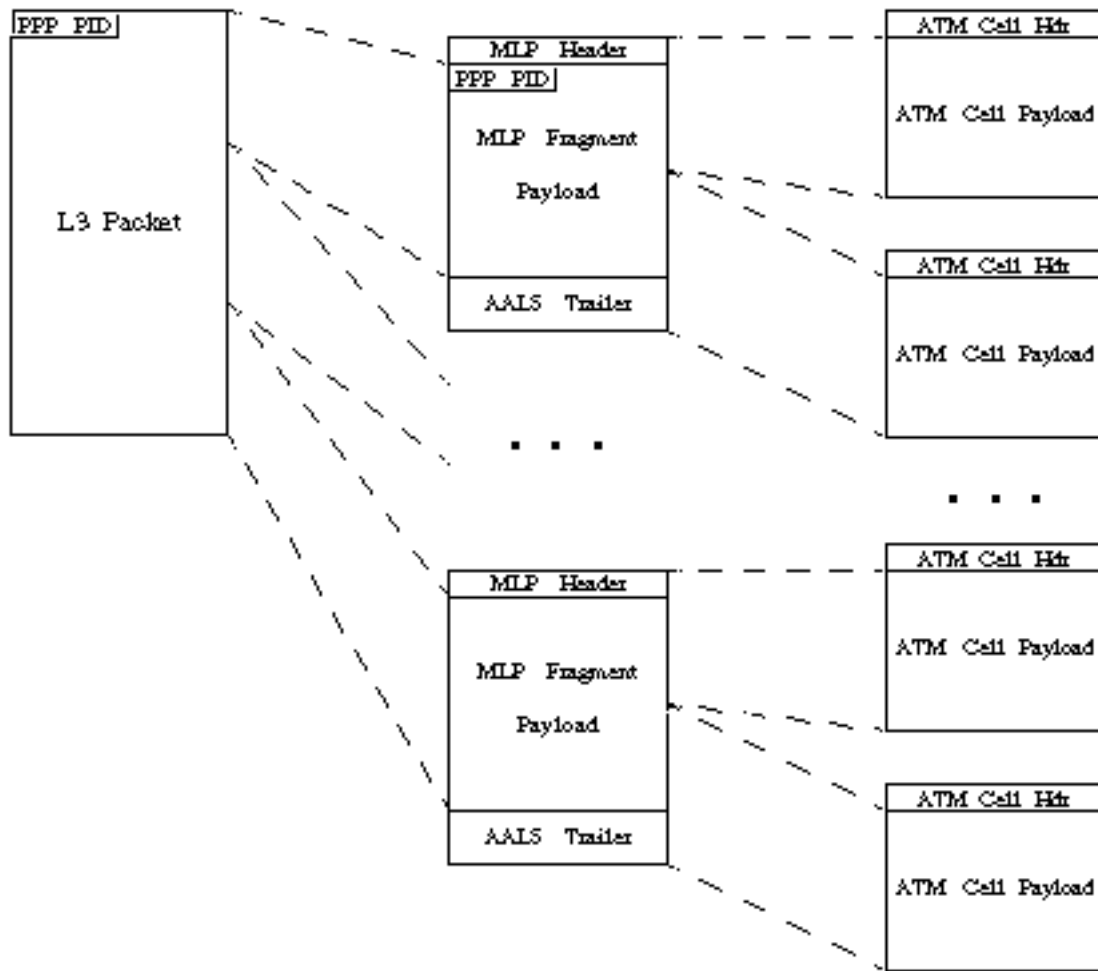


図 3： VC 多重化を使用した MLPPPoATM パケットをフラグメント化する方法

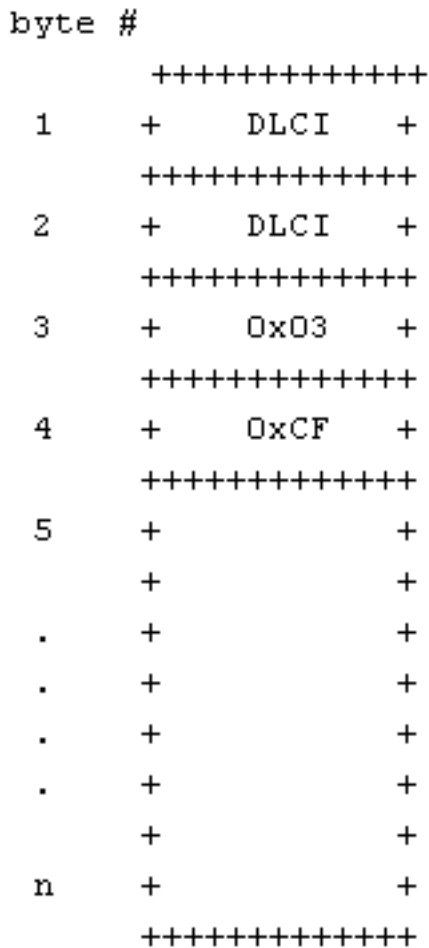


Figure 4. MLPoFR Header

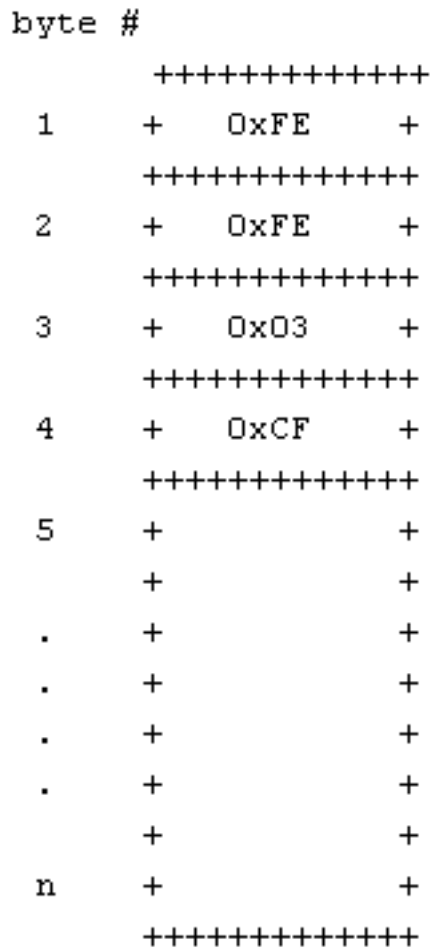


Figure 5. MLPoATM Header

バイト値の意味は、次のとおりです。

- 0xFEFE : 論理リンク制御 (LLC) ヘッダー内の宛先と送信元サービス アクセス ポイント (SAP) を示します。 0xFEFE の値は、続く値が短い形式の NLPID ヘッダーであることを示しています。このヘッダーは、定義された NLPID 値を持つプロトコルで使用されます。
- 0x03 : ハイレベル データ リンク コントロール (HDLC) を含む多くのカプセル化で使用する制御フィールドです。このほか、パケット コンテンツが非番号制情報で構成されていることを示しています。
- 0xCF : PPP の既知の NLPID 値です。

FRF.8 トランスペアレント モードと変換モードの比較

FRF.8 実装協定では、IWF デバイスの 2 つの動作モードが定義されています。

- トランスペアレント : IWF デバイスはカプセル化ヘッダーを変更せずに転送します。プロトコル ヘッダー マッピング、フラグメンテーション、または再構成などは行われません。
- 変換 : IWF デバイスは、カプセル化タイプのわずかな違いも考慮できるように、2 つのカプセル化ヘッダー間でプロトコル ヘッダー マッピングを実行します。

Cisco ATM キャンパス スイッチまたは PA-A3 ATM ポート アダプタ対応の 7200 シリーズ ルータを含む IWF デバイスで設定されるモードは、インターワーキング リンクの ATM セグメントとフレーム リレー セグメント上のレイヤ 2 ヘッダーのバイト数を変更します。次に、このオーバーヘッドの詳細について取り上げます。

次の2つの表には、データパケットのオーバーヘッドバイトと Voice over IP (VoIP) パケットのバイトを示しています。

表 2. FRF.8 リンク上のデータパケットにおけるデータリンクオーバーヘッド (バイト)

FRF.8 モード	トランスペアレント				変換			
	フレームリレーから ATM		ATM からフレームリレー		フレームリレーから ATM		ATM からフレームリレー	
トラフィック方向	フレームリレー	ATM	ATM	フレームリレー	フレームリレー	ATM	ATM	フレームリレー
PVC のフレームリレー区間または ATM 区間	フレームリレー	ATM	ATM	フレームリレー	フレームリレー	ATM	ATM	フレームリレー
フレームフラグ (0x7e)	1	0	0	1	1	0	1	0
フレームリレーヘッダー	2	0	0	2	2	0	0	2
LLC DSAP/SSAP (0xfefe)	0	0	2	2	0	2	2	0
LLC 制御 (0x03)	1	1	1	1	1	1	1	1
NLPID (PPP の場合は 0xcf)	1	1	1	1	1	1	1	1
MLP プロトコル ID (0x003d)	2	2	2	2	2	2	2	2
MLP シーケンス番号	4	4	4	4	4	4	4	4
PPP プロトコル ID (最初のフラグのみ)	2	2	2	2	2	2	2	2
ペイロード (レイヤ 3+)	0	0	0	0	0	0	0	0
ATM アダプテーション層 (AAL) 5	0	8	8	0	0	8	8	0
フレームチェックシーケンス	2	0	0	2	2	0	0	2

(FCS)								
オーバーヘッド合計 (バイト)	15	18	20	17	15	20	20	15

表 3. FRF.8 リンク上の VoIP パケットにおけるデータ リンク オーバーヘッド (バイト)

FRF.8 モード	トランスペアレント				変換				フレームリレーからフレームリレー
	フレームリレーから ATM	ATM	ATM	フレームリレー	フレームリレーから ATM	ATM	ATM	フレームリレー	
トラフィック方向									
PVC のフレームリレー区間 または ATM 区間	フレームリレー	ATM	ATM	フレームリレー	フレームリレー	ATM	ATM	フレームリレー	
フレームフラグ (0x7e)	1	0	0	1	1	0	0	1	1
フレームリレーヘッダー	2	0	0	2	2	0	0	2	2
LLC DSAP/SSAP (0xfefe)	0	0	2	2	0	2	2	0	0
LLC 制御 (0x03)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NLPID (PPP の場合は 0xcf)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PPP ID	2	2	2	2	2	2	2	2	0
ペイロード (IP + ユーザデータグラムプロトコル (UDP) + RTP + 音声)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AAL5	0	8	8	0	0	8	8	0	0
FCS	2	0	0	2	2	0	0	2	2

オーバーヘッド合計 (バイト)	9	1 2	1 4	11	9	1 4	1 4	9	7
-----------------	---	--------	--------	----	---	--------	--------	---	---

上記の表では、次の点を確認します。

- 指定したフラグメント化サイズよりも小さいパケットは、MLPPP ヘッダーではなく PPP ヘッダーでのみカプセル化されます。同様に、指定したフラグメント化サイズよりも大きいパケットは、PPP ヘッダーと MLPPP ヘッダーの両方でカプセル化されます。よって、VoIP パケットのオーバーヘッドは最大でも 8 バイト少なくなります。
- 最初のマルチリンク PPP (MLPPP) フラグメントにのみ、PPP プロトコル ID フィールドが含まれます。このため、最初のフラグメントは追加で 2 バイトのオーバーヘッドを持っています。
- トランスペアレント モードの場合、カプセル化ヘッダーは変更されないまま IWF デバイスを通過します。このことから、オーバーヘッドは方向およびセグメントごとに異なります。具体的には、MLPPPoA ヘッダーは短い形式の NLPID ヘッダーである 0xFEFE で始まります。トランスペアレント モードの場合、このヘッダーは変更されないまま IWF デバイスを通過し、ATM セグメントからフレーム リレー セグメントへと渡されます。ただし、フレーム リレーから ATM の方向では、いずれのセグメントでもトランスペアレント モードのこのようなヘッダーは存在しません。
- 変換モードの場合、IWF デバイスはカプセル化ヘッダーを変更します。このため、双方向の各セグメントのオーバーヘッドは同一になります。具体的には、ATM からフレーム リレー方向では、ATM エンドポイントが MLPPPoA ヘッダーのパケットをカプセル化します。IWF デバイスは、残りのフレームをフレーム リレー セグメントへ渡す前に NLPID ヘッダーを削除します。フレーム リレーから ATM 方向の場合、IWF は再度フレームを変更し、セグメント化フレームを ATM エンドポイントへ渡す前に NLPID ヘッダーを付加します。
- MLP を使用する FRF リンクを設計するときは、データ リンクの オーバーヘッド バイトが正しい値になっていることを必ず確認してください。このようなオーバーヘッドは、各 VoIP コールによって消費される帯域幅の量に影響を与えます。また、最適な MLP フラグメント サイズの決定にも関与します。ATM セルの整数と一致するようにフラグメント サイズを最適化することは重要です。特に低速の PVC では、最後のセルを倍の 48 バイトへパディングするために大量の帯域幅を消費することもあることから、とても重要です。

明確にするために、パケットがトランスペアレント モードでフレーム リレーから ATM 方向へ流れる場合のパケット カプセル化プロセスについて見て行きます。

1. フレーム リレー エンドポイントが MLPPPoFR ヘッダー内のパケットをカプセル化します。
2. IWF が Data Link Connection Identifier (DLCI) を使用する 2 バイトのフレーム リレー ヘッダーを削除します。次に、残りのパケットは IWF の ATM インターフェイスへと転送され、そこでパケットはセルにセグメント化されて ATM セグメントへと転送されます。
3. ATM エンドポイントは受信パケットのヘッダーを検証します。受信パケットの最初の 2 バイトが 0x03CF であれば、ATM エンドポイントにより、それが有効な MLPPPoA パケットであると判断されます。
4. ATM エンドポイントの MLPPP 機能によって、さらに処理が実行されます。

次に、パケットがトランスペアレント モードで ATM からフレーム リレー方向へと流れる場合のパケット カプセル化プロセスについて見て行きます。

1. ATM エンドポイントが MLPPPoA ヘッダー内のパケットをカプセル化します。次に、パケ

ットをセルにセグメント化して ATM セグメントへ転送します。

2. IWF で受信されたパケットはフレーム リレー インターフェイスへ転送され、そこで 2 バイトのフレーム リレー ヘッダーが付加されます。

3. フレーム リレー エンドポイントは受信パケットのヘッダーを検証します。2 バイトのフレーム リレー ヘッダーに続く最初の 4 バイトが 0xfefe03cf であれば、IWF により正規の MLPPPoFR パケットとして扱われます。

4. フレーム リレー エンドポイントの MLPPP 機能によって、さらに処理が実行されます。

次の図は、MLPPPoA パケットと MLPPPoFR パケットの形式を示しています。

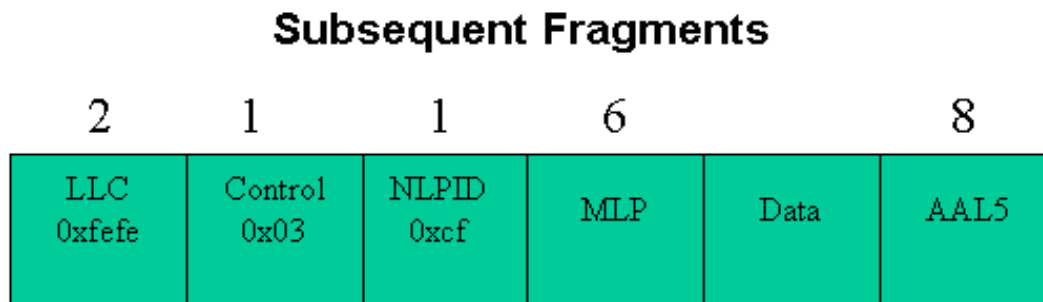
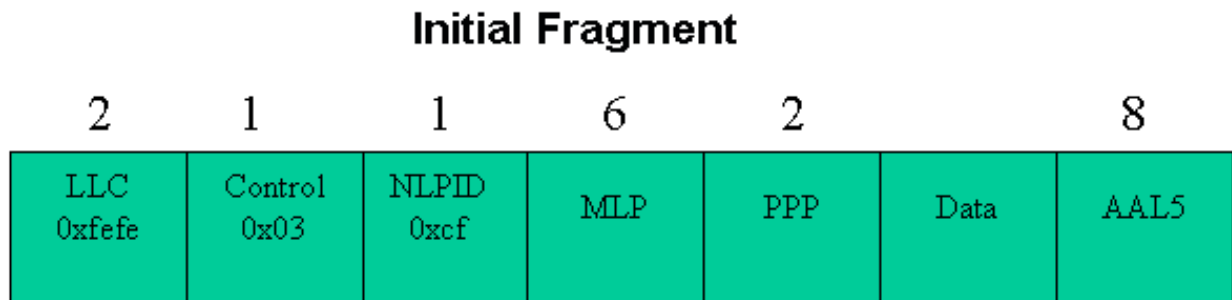


図 6. MLPPPoA オーバーヘッド。(最初のフラグメントのみが PPP ヘッダーを搬送)

G729 - 20 ミリ秒サ ンプル - cRTP な し	27. 6	4 2. 4	4 2. 4	28. 4	27. 6	4 2. 4	4 2. 4	27. 6	26.8
G729 - 20 ミリ秒サ ンプル - cRTP	12. 4	2 1. 2	2 1. 2	13. 2	12. 4	2 1. 2	2 1. 2	12. 4	11.6
G729 - 30 の ms サ ンプル - cRTP 無 し	20. 9	2 8. 0	2 8. 0	21. 4	20. 9	2 8. 0	2 8. 0	20. 9	20.3
G729 - 30 の ms サ ンプル - cRTP	10. 8	1 4. 0	1 4. 0	11. 4	10. 8	1 4. 0	1 4. 0	10. 8	10.3
G711 - 20 の ms サ ンプル - cRTP 無 し	83. 6	1 0 6. 0	1 0 6. 0	84. 4	83. 6	1 0 6. 0	1 0 6. 0	83. 6	82.8
G711 - 20 ミリ秒 サ ンプル - cRTP	68. 4	8 4. 8	8 4. 8	69. 2	68. 4	8 4. 8	8 4. 8	68. 4	67.6
G711 - 30 ミリ秒 サ ンプル - cRTP な し	76. 3	9 7. 9	9 7. 9	76. 8	76. 3	9 7. 9	9 7. 9	76. 3	75.8
G711 - 30 ミリ秒サ ンプル - cRTP	66. 3	8 4. 0	8 4. 0	66. 8	66. 3	8 4. 0	8 4. 0	66. 3	65.7

オーバーヘッドは PVC のレッグごとに異なるため、最悪のシナリオを想定して設計することを推奨します。たとえば、トランスペアレント PVC での G.279 コールは 20 ミリ秒のサンプリングと cRTP がかかると想定します。フレームリレーのレッグでは、一方向の帯域幅要件は 12.4 Kbps で、逆方向の帯域幅要件は 13.2 Kbps です。よって、コールあたり 3.2 Kbps に基づいてプロビジョニングすることを推奨します。

圧縮の目的から、FRF.12 フラグメンテーションが設定されたエンドツーエンドフレームリレー PVC の VoIP 帯域幅要件も表に示します。表にあるとおり、PPP はコールあたりの帯域幅に加えて 0.5 ~ 0.8 Kbps を消費します。これは、追加のカプセル化ヘッダーバイトをサポートするためです。このため、エンドツーエンドフレームリレー VC では FRF.12 の使用を推奨します

。

ATM で圧縮 RTP (cRTP) を使用するには、Cisco IOS® ソフトウェア リリース 12.2(2)T が必要です。cRTP で MLPoFR および MLPoATM が有効化されている場合、TCP/IP ヘッダー圧縮は自

動で有効化され、無効化することはできません。この制約は RFC 2509 によるもので、この規約では TCP ヘッダー圧縮のネゴシエーションなしに RTP ヘッダー圧縮の PPP ネゴシエーションを実行することを許可していません。

Cisco デバイスの変換およびトランスペアレントのサポート

もともと LFI には、トランスペアレント モードで動作する IWF デバイスが必要です。最近、フレームリレー フォーラムは FRF.8.1 で変換モードをサポートすると発表しました。シスコでは、次の Cisco IOS ソフトウェアのバージョンで FRF.8.1 および変換モードをサポートしています。

- LS1010 の 12.0(18)W5(23) と、4CE1 FR-PAM (CSCdt39211) の Catalyst 8500 シリーズ
- APA-A3 (CSCdt70724) など、TM インターフェイス対応の Cisco IOS ルータ 12.2(3)T および 12.2(2)

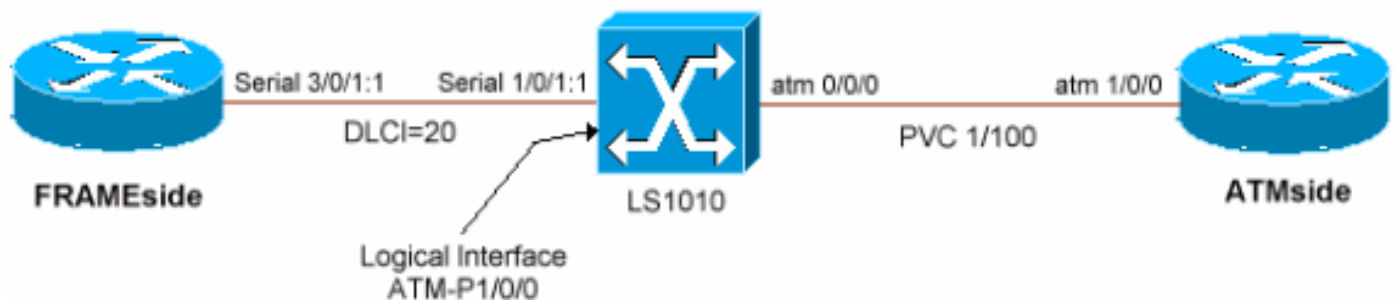
サービスプロバイダーの中には、まだ自社の FRF.8 デバイスで PPP 変換をサポートしていないところがあります。その場合は、プロバイダー側で PVC をトランスペアレント モードに設定する必要があります。

ハードウェアおよびソフトウェア

「[リンクの効率化メカニズムの概要](#)」の章には、LFI 機能をサポートするハードウェアのリストが記載されています。このコンフィギュレーションでは、次のハードウェアとソフトウェアを使用します。

- ATM エンドポイント : Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.2(8)T が稼働する 7200 シリーズ ルータの PA-A3-OC3 (注 : LFI は、PA-A3-OC3 と PA-A3-T3 のみでサポートされ、IMA と ATM OC-12 ポート アダプタではサポートされません)
- IWF デバイス : チャネライズド T3 ポート アダプタ モジュールと Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(8)EY を使用する LS1010
- フレームリレー エンドポイント : Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.2(8)T が稼働する 7200 シリーズ ルータの PA-MC-T3

トポロジ ダイアグラム



設定

このセクションでは、トランスペアレント モードの FRF.8 リンクで LFI 機能を設定する方法に

ついて説明します。2つのルータエンドポイントでは仮想テンプレートが使用され、MLPバンドルの仮想アクセスインターフェイスがクローニングされています。LFIは、MLPPPのプロトコルレイヤパラメータでダイヤラインターフェイスと仮想テンプレートをサポートします。Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.2(8)T では、ルータあたりに設定できる固有の仮想テンプレート数が 200 に増えています。以前のバージョンでは、ルータあたり 25 の仮想テンプレートしかサポートされていませんでした。こうした制限があると、PVCそれぞれが固有の IP アドレスを必要とする場合に、ATM ディストリビューションルータは拡張できなくなります。回避策は、非番号 IP を使用するか、または番号付きリンクで仮想テンプレートをダイヤラインターフェイスと置き換えます。

Cisco IOS リリース 12.1(5)T では、MLPPP バンドルあたり 1 つのメンバリンクのみで LFI をサポートできるようになりました。よって、このコンフィギュレーションの各エンドポイントで使用する VC は 1 つだけになります。今後の Cisco IOS のリリースで、バンドルあたり複数の VC をサポートする予定です。

フレームリレーエンドポイント

1. チャネライズド T3 ポートアダプタでは、チャンネルグループを作成してタイムスロットを指定する必要があります。デフォルトでは、インターフェイスが存在しません。

```
FRAMEside#show ip int brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/0 172.16.142.231 YES NVRAM up up
Loopback1 191.1.1.1 YES NVRAM up up
```

2. **show diag** コマンドを使用してインストール済みのポートアダプタを特定します。この例では、T3 PA は Cisco IOS のスロット 3.最新バージョンにハードウェア障害の発生時に命令するために今表示するフィールド置換可能 (FRU) 部品番号をあります

```
FRAMEside#show diag 3 Slot 3: CT3 single wide
Port adapter, 1 port Port adapter is analyzed Port
adapter insertion time 13:16:35 ago EEPROM contents
at hardware discovery: Hardware revision 1.0 Board
revision A0 Serial number 23414844 Part number 73-
3037-01 FRU Part Number: PA-MC-T3= (SW) Test
history 0x0 RMA number 00-00-00 EEPROM format
version 1 EEPROM contents (hex): 0x20: 01 A0 01 00
01 65 48 3C 49 0B DD 01 00 00 00 00 0x30: 50 00 00
00 00 10 30 00 FF FF FF FF FF FF FF FF
```

3. **show controller t3** コマンドを実行すると、物理レイヤのアラームと統計情報が表示されます。

```
FRAMEside#show controller t3 3/0 T3 3/0 is up.
Hardware is CT3 single wide port adapter CT3 H/W
Version : 1.0.1, CT3 ROM Version : 1.1, CT3 F/W
Version : 2.4.0 FREEDM version: 1, reset 0
resurrect 0 Applique type is Channelized T3 No
alarms detected. FEAC code received: No code is
being received Framing is M23, Line Code is B3ZS,
Clock Source is Internal Rx throttle total 0,
equipment customer loopback Data in current
interval (75 seconds elapsed): 2 Line Code
Violations, 1 P-bit Coding Violation 0 C-bit Coding
Violation, 1 P-bit Err Secs 0 P-bit Severely Err
Secs, 0 Severely Err Framing Secs 0 Unavailable
Secs, 1 Line Errored Secs 0 C-bit Errored Secs, 0
C-bit Severely Errored Secs [output omitted]
```

4. T3 コントローラ設定モードから T1 を選択してチャ

ネルグループを作成し、グループにタイムスロットを割り当てます。 FRAMESide(config)#controller t3 3/0 b13-8-7204(config-controller)#? Controller configuration commands: cablelength cable length in feet (0-450) clock Specify the clock source for a T3 link default Set a command to its defaults description Controller specific description equipment Specify the equipment type for loopback mode exit Exit from controller configuration mode framing Specify the type of Framing on a T3 link help Description of the interactive help system idle Specify the idle pattern for all channels on a T3 interface loopback Put the entire T3 line into loopback mdl Maintenance Data Link Configuration no Negate a command or set its defaults shutdown Shut down a DS3 link (send DS3 Idle) t1 Create a T1 channel b13-8-7204(config-controller)#t1 ? <1-28> T1 Channel number <1-28> b13-8-7204(config-controller)#t1 1 channel-group ? <0-23> Channel group number b13-8-7204(config-controller)#t1 1 channel-group 1 ? timeslots List of timeslots in the channel group b13-8-7204(config-controller)#t1 1 channel-group 1 timeslots ? <1-24> List of timeslots which comprise the channel b13-8-7204(config-controller)#t1 1 channel-group 1 timeslots 1-2 b13-8-7204(config-controller)#

13:22:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial3/0/1:1, changed state to down
 13:22:29: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial3/0/1:1, changed state to down
 13:22:46: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial3/0/1:1, changed state to up
 13:22:47: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial3/0/1:1, changed state to up
 13:23:07: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial3/0/1:1, changed state to down

注
 : 接続されたリモート インターフェイスに同様の設定がなされていない場合、新規のチャネライズド インターフェイスのリンク レイヤがアップしても、回線プロトコルはダウンしたままになります。

5. インターフェイス シリアル 3/0/1:1 が新規のチャネライズド インターフェイスを認識します。 フレーム リレー カプセル化のインターフェイスを設定したら、メイン インターフェイスでフレーム リレー トラフィック シェーピング (FRTS) を有効化します。

```
FRAMESide(config)#int serial 3/0/1:1
FRAMESide(config-if)#encapsulation frame-relay ietf
FRAMESide(config-if)#frame-relay traffic-shaping !-
-- FRTS must be enabled for MLPoFR.
```

6. フレーム リレーのマップクラスを設定して、(次で作成される) フレーム リレー VC にトラフィック シェーピング パラメータを適用します。

```
FRAMESide(config)#map-class frame-relay mlp
FRAMESide(config-map-class)#frame-relay cir ? <1-45000000> Applied to both Incoming/Outgoing CIR, Bits per second in Incoming CIR out Outgoing CIR
FRAMESide(config-map-class)#frame-relay cir 128000
FRAMESide(config-map-class)#frame-relay mincir 128000
FRAMESide(config-map-class)#frame-relay bc ?
```

```
<300-16000000> Applied to both Incoming/Outgoing
Bc, Bits in Incoming Bc out Outgoing Bc <cr>
FRAMESide(config-map-class)#frame-relay bc 1280 !--
- Configure a burst committed (Bc) value of 1/100th
of the CIR or 1280 bps. FRAMESide(config-map-
class)#frame-relay be 0 !--- Configure an excess
burst (Be) value of 0. FRAMESide(config-map-
class)#no frame-relay adaptive-shaping
```

7. QoS サービス ポリシーを作成します。ATM 側でも同じパラメータを使用します。下記を参考に設定してください。FRAMESide#**show policy-map example**

```
Policy Map example Class voice Weighted Fair
Queueing Strict Priority Bandwidth 110 (kbps) Burst
2750 (Bytes) Class class-default Weighted Fair
Queueing Flow based Fair Queueing Bandwidth 0
(kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

8. 仮想テンプレート インターフェイスを作成して MLPPP パラメータを適用します。さらに、VC に QoS サービス ポリシーを適用します。

```
FRAMESide(config)#interface Virtual-Templat1
FRAMESide(config-if)#ip address 1.1.1.2
255.255.255.0 FRAMESide(config-if)#service-policy
output example FRAMESide(config-if)#ppp multilink
FRAMESide(config-if)#ppp multilink fragment-delay
10 FRAMESide(config-if)#ppp multilink interleave
FRAMESide(config-if)#end
```

9. サブインターフェイスを作成してデータ リンク接続識別子 (DLCI) 番号を割り当てます。次に、PPP カプセル化、仮想テンプレート、マップクラスを適用します。FRAMESide(config)#**int serial**

```
3/0/1:1.1 point FRAMESide(config-subif)#frame-relay
interface-dlci ? <16-1007> Define a switched or
locally terminated DLCI FRAMESide(config-
subif)#frame-relay interface-dlci 20 ppp ? Virtual-
Template Virtual Template interface
FRAMESide(config-subif)#frame-relay interface-dlci
20 ppp Virtual-Templat 1 FRAMESide(config-fr-
dlci)#class mlp
```

10. **show frame-relay pvc** コマンドを実行して、VC に仮想テンプレートとマップクラスのパラメータが適用されたことを確認します。FRAMESide#**show**

```
frame-relay pvc 20 PVC Statistics for interface
Serial3/0/1:1 (Frame Relay DTE) DLCI = 20, DLCI
USAGE = LOCAL, PVC STATUS = INACTIVE, INTERFACE =
Serial3/0/1:1.1 input pkts 0 output pkts 0 in
bytes 0 out bytes 0 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 5 minute input rate 0 bits/sec, 0
packets/sec 5 minute output rate 0 bits/sec, 0
packets/sec pvc create time 00:03:24, last time
pvc status changed 00:03:24 Bound to Virtual-
Access1 (down, cloned from Virtual-Templat1) cir
128000 bc 1280 be 0 byte limit 160 interval 10
mincir 128000 byte increment 160 Adaptive Shaping
none pkts 0 bytes 0 pkts delayed 0 bytes delayed 0
shaping inactive traffic shaping drops 0 Queueing
strategy: fifo Output queue 0/40, 0 drop, 0
dequeued
```

11. **show controller serial 3/0/1:1** コマンドを使用して、フレームリレーリンクが up ステータスであり、物理レイヤアラームが無効であることを確認します。各チャネライズドインターフェイスには「VC」番号が割り当てられています。次の出力結果では、チャンネルグループ 1 (3/0/1:1) の VC 番号に 0 が割り当てられています。

```
FRAMEside#show controller serial 3/0/1:1 CT3 SW Controller 3/0
ROM ver 0x10001, h/w ver 1.0.1, f/w ver 2.4.0,
FREEDM rev 1 !--- FREEDM is the HDLC controller on
the channelized T3 port adapter. It extracts data
from the 24 timeslots of a T1, validates the CRC,
and checks for any other frame errors. T3
linestate is Up, T1 linestate 0x00000002,
num_active_idb 1 Buffer pool size 640, particle
size 512, cache size 640, cache end 128/127 Rx
desctable 0xF1A5A20, shadow 0x628C6AFC, size 512,
spin 128 !--- When it initializes, the interface
driver builds a control structure known as the
receive ring. The receive ring consists of a list
of 512 packet buffer descriptors. As packets
arrive, FREEDM DMAs the data into the buffer to
which a descriptor points. rx queue 0xF1B8000,
cache 0xF1B8000, fq base 0xF1B8800 rdq base
0xF1B8000, host_rxdqr 0xF1B8004, host_rxfqw
0xF1B8804 Tx desctable 0xF1A7A60, shadow
0x628B6AD0, size 4096, spin 256 !--- When it
initializes, the interface driver also creates the
transmit queue or transmit ring. In the case of
the channelized T3 PA, the driver creates a queue
of 4096 entries and sets all fields in the
descriptors to NULL or empty. tx queue 0xF1C0000,
cache 0xF1C0000 host_txdqw 1802, fq base
0xF1C4000, host_txfqr 0xF1C5C20 dynamic txlimit
threshold 4096 TPD cache 0x628C7A54, size 4096,
cache end 4096/4094, underrun 0 RPD cache
0x628C7328, size 448, cache end 0 Freedm fifo
0x628AA7B0, head ptr 0x628AA7C8, tail ptr
0x628AB7A8, reset 0 PCI bus 6, PCI shared memory
block 0xF1A454C, PLX mailbox addr 0x3D820040
FREEDM devbase 0x3D800000, PLX devbase 0x3D820000
Rx overruns 0, Tx underruns 0, tx rdq count 0 !---
The "tx rdq count" indicates the number of
outstanding transmit packets in FREEDM's "transmit
ready" queue. This queue holds a packet before it
reaches the transmit ring. Tx bad vc 0 FREEDM err:
cas 0, hdl 0, hdl_blk 0, ind_prov 0, tavail 0,
tmac busy 0, rmac b usy 0 rxdq_wt 0x2, rxdq_rd
0x1, rxsfq_wt 0x201, rxsfq_rd 0x206 VC 0 (1:1) is
enabled, T1 1 is enabled/Up, rx throttle 0
Interface Serial3/0/1:1 is up (idb status
0x84208080) xmitdelay 0, max pak size 1608, maxmtu
1500, max buf size 1524 started 8, throttled 0,
unthrottled 0, in_throttle FALSE VC config: map
0xC0000000, timeslots 2, subrate 0xFF, crc size 2,
non-inverted data freedm fifo num 3, start
0x628AA7B0, end 0x628AA7C0, configured = TRUE Rx
pkts 0, bytes 0, runt 0, giant 0, drops 0 crc 0,
frame 0, overrun 0, abort 1, no buf 0 Tx pkts
194313, bytes 2549490, underrun 0, drops 0, tpd
udr 0 tx enqueued 0, tx count 0/36/0, no buf 0 tx
```

```
limited = FALSE !--- The "tx count x/y/z" counter
includes the following information: !--- "x" =
Number of transmit ring entries in use. !--- "y" =
Maximum number of packets allowed on the transmit
queue. !--- "z" = Number of times that the
transmit limit has been exceeded.
```

LS1010 設定

1. **show hardware** コマンドを使用して、LS1010 にチャネライズド フレーム リレー ポート アダプタ モジュール (PAM) が実装されていることを確認します。

```
LS1010#show hardware LS1010 named LS1010,
Date: 07:36:40 UTC Mon May 13 2002 Feature Card's
FPGA Download Version: 11 Slot Ctrlr-Type Part No.
Rev Ser No Mfg Date RMA No. Hw Vrs Tst EEP ---- ---
-----
----- 0/0 155MM PAM 73-1496-03 A0
02829507 May 07 96 00-00-00 3.1 0 2 1/0 1CT3 FR-PAM
73-2972-03 A0 12344261 May 17 99 00-00-00 3.0 0 2
2/0 ATM Swi/Proc 73-1402-03 B0 03824638 Sep 14 96
00-00-00 3.1 0 2 2/1 FeatureCard1 73-1405-03 B0
03824581 Sep 14 96 00-00-00 3.2 0 2
```

2. **show ip int brief** コマンドでコントローラ インターフェイスを確認します。

```
LS1010#show ip int brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
ATM0/0/0 unassigned YES unset up up ATM0/0/1
unassigned YES unset down down ATM0/0/2 unassigned
YES unset down down ATM0/0/3 unassigned YES unset
down down ATM-P1/0/0 unassigned YES unset up up T3
1/0/0 unassigned YES unset up up
```

3. チャネライズド インターフェイスを作成して、同じタイムスロットをシリアル ポート アダプタ (PA) として選択します。

```
LS1010(config)#controller t3 1/0/0 LS1010(config-
controller)#channel-group 1 t1 ? <1-28> T1 line
number <1-28> LS1010(config-controller)#channel-
group 1 t1 1 timeslots ? <1-24> List of timeslots
which comprise the channel LS1010(config-
controller)#channel-group 1 t1 1 timeslot 1-2
LS1010(config-controller)# 2wld: %LINK-3-UPDOWN:
Interface Serial1/0/0:1, changed state to up 2wld:
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
Serial1/0/0:1, changed state to up
```

4. 新しいシリアル インターフェイスでフレーム リレー カプセル化を設定します。さらに、ローカル管理インターフェイス (LMI) タイプを NNI から DCI に変更します。

```
LS1010(config)#int serial 1/0/0:1
LS1010(config-if)#encap frame ? ietf Use RFC1490
encapsulation LS1010(config-if)#encap frame ietf
LS1010(config-if)#frame-relay intf-type dce
```

5. **show interface serial** コマンドを使用してフレーム リレー カプセル化を確定します。

```
LS1010#show int
serial 1/0/0:1 Serial1/0/0:1 is up, line protocol
is up Hardware is FRPAM-SERIAL MTU 4096 bytes, BW
128 Kbit, DLY 0 usec, reliability 139/255, txload
1/255, rxload 1/255 Encapsulation FRAME-RELAY IETF,
loopback not set Keepalive set (10 sec) LMI enq
sent 32, LMI stat recvd 0, LMI upd recvd 0 LMI enq
```

```
recvd 40, LMI stat sent 40, LMI upd sent 0, DCE LMI
up LMI DLCI 1023 LMI type is CISCO frame relay DCE
!--- By default, the serial PAM and the serial PA
use LMI type Cisco. The serial PAM should show DCE
LMI status of "up", and the serial PA should show
DTE LMI status of "up". Broadcast queue 0/64,
broadcasts sent/dropped 0/0, interface broadcasts 0
Last input 00:00:03, output 00:00:05, output hang
never Last clearing of "show interface" counters
00:06:40 Input queue: 0/75/0/0
(size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo Output queue :0/40
(size/max) 5 minute input rate 0 bits/sec, 0
packets/sec 5 minute output rate 0 bits/sec, 0
packets/sec 44 packets input, 667 bytes, 0 no
buffer Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0
throttles 5 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0
overrun, 0 ignored, 0 abort 71 packets output, 923
bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 collisions, 0
interface resets 0 output buffer failures, 0 output
buffers swapped out 0 carrier transitions
Timeslots(s) Used: 1-2 on T1 1 Frames Received
with: DE set: 0, FECN set :0, BECN set: 0 Frames
Tagged : DE: 0, FECN: 0 BECN: 0 Frames Discarded
Due to Alignment Error: 0 Frames Discarded Due to
Illegal Length: 0 Frames Received with unknown
DLCI: 5 Frames with illegal Header : 0 Transmit
Frames with FECN set :0, BECN Set :0 Transmit
Frames Tagged FECN : 0 BECN : 0 Transmit Frames
Discarded due to No buffers : 0 Default Upc Action
: tag-drop Default Bc (in Bits) : 32768 LS1010#show
frame lmi LMI Statistics for interface
Serial1/0/0:1 (Frame Relay DCE) LMI TYPE = CISCO<
Invalid Unnumbered info 0 Invalid Prot Disc 0
Invalid dummy Call Ref 0 Invalid Msg Type 0 Invalid
Status Message 0 Invalid Lock Shift 0 Invalid
Information ID 0 Invalid Report IE Len 0 Invalid
Report Request 0 Invalid Keep IE Len 0 Num Status
Enq. Rcvd 120 Num Status msgs Sent 120 Num Update
Status Sent 0 Num St Enq. Timeouts 0
```

6. PVCを設定する前に、ATM インターフェイスが up/upであることを確認してください。LS1010#show

```
int atm 0/0/0 ATM0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is oc3suni MTU 4470 bytes, sub MTU 4470,
BW 155520 Kbit, DLY 0 usec, reliability 255/255,
txload 1/255, rxload 1/255 Encapsulation ATM,
loopback not set Last input 00:00:00, output
00:00:00, output hang never Last clearing of "show
interface" counters never Input queue: 0/75/0/0
(size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo Output queue :0/40
(size/max) 5 minute input rate 0 bits/sec, 0
packets/sec 5 minute output rate 1000 bits/sec, 2
packets/sec 253672 packets input, 13444616 bytes, 0
no buffer Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants,
0 throttles 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0
overrun, 0 ignored, 0 abort 2601118 packets output,
137859254 bytes, 0 underruns 0 output errors, 0
collisions, 0 interface resets 0 output buffer
failures, 0 output buffers swapped out
```

7. 2つの物理インターフェイスに加えて、LS1010で は論理インターフェイスを使用して ATM 側とフレ

ームリレー側を接続します。論理インターフェイスは、ATM 疑似インターフェイスで「atm-p1」として認識されます。

```
LS1010#show int atm-p1/0/0
ATM-P1/0/0 is up, line protocol is up Hardware is
ATM-PSEUDO MTU 4470 bytes, sub MTU 4470, BW 45000
Kbit, DLY 0 usec, reliability 0/255, txload 1/255,
rxload 1/255 Encapsulation ATM, loopback not set
Keepalive not supported Encapsulation(s): 2000
maximum active VCs, 0 current VCCs VC idle
disconnect time: 300 seconds Last input never,
output never, output hang never Last clearing of
"show interface" counters never Input queue:
0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output
drops: 0 Queueing strategy: fifo Output queue :0/40
(size/max) 5 minute input rate 0 bits/sec, 0
packets/sec 5 minute output rate 0 bits/sec, 0
packets/sec 0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0
throttles 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0
overrun, 0 ignored, 0 abort 0 packets output, 0
bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 collisions, 0
interface resets 0 output buffer failures, 0 output
buffers swapped out
```

8. シリアル インターフェイス コンフィギュレーション モードで、インターワーキング PVC を設定します。

```
interface Serial1/0/0:1 no ip address encapsulation
frame-relay IETF no arp frame-relay frame-relay
intf-type dce frame-relay pvc 20 service
transparent interface ATM0/0/0 1 100
```

9. show vc interface atm コマンドを使用して設定を確認します。

```
LS1010#show vc int atm 0/0/0 Interface
Conn-Id Type X-Interface X-Conn-Id Encap Status
ATM0/0/0 0/5 PVC ATM0 0/39 QSAAL UP ATM0/0/0 0/16
PVC ATM0 0/35 ILMI UP ATM0/0/0 1/100 PVC
Serial1/0/0:1 20 UP
```

ATM エンドポイント

1. 拡張 ATM PA または PA-A3 を使用していることを確認します。show interface atm コマンドで確認します。ATMside#show int atm 1/0/0 ATM1/0/0 is up, line protocol is up **Hardware is cyBus ENHANCED ATM PA** MTU 4470 bytes, sub MTU 4470, BW 149760 Kbit, DLY 80 usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255 Encapsulation ATM, loopback not set Encapsulation(s): AAL5 4095 maximum active VCs, 0 current VCCs [output omitted]
2. 相手先固定接続 (PVC) の ATM レイヤ パラメータを設定します。この設定では、平均セルレート (SCR) 150 Kbps のポイントツーポイント サブインターフェイスを使用しています。この値には、フレームリレー エンドポイントの CIR である 128 Kbps よりも 15% 高い値が選択されました。15% 高いことで、両方の接続側に対して実際のユーザトラフィックに匹敵する帯域幅を提供しながら、VC は ATM 側に十分なオーバーヘッドを用意する

ことができます (『[フレームリレー/ATM間サービスインターワーキング \(FRF.8\) PVCでのトラフィックシェーピングの設定](#)』も参照)。

```
ATMside(config)#int atm 1/0/0.1 point
ATMside(config-subif)#pvc 1/100 ATMside(config-if-atm-vc)#vbr-nrt 300 150 ? <1-65535> Maximum Burst Size(MBS) in Cells <cr> ATMside(config-if-atm-vc)#vbr-nrt 300 150 ATMside(config-if-atm-vc)#end
ATMside(config-if-atm-vc)#tx-ring-limit 4 !--- Tune down the transmit ring to push most queueing to the layer-3 queues, where our service policy will apply.
```

3. VC テーブルに VC が表示されることを確認します。
。 **show atm vc** コマンドを実行します。明示的な値を入力しないので、ルータに最大バースト サイズ (MBS) の 94 が割り当てられていることを確認

```
ATMside#show atm vc VCD / Peak Avg/Min
Burst Interface Name VPI VCI Type Encaps SC kbps
kbps Cells Sts 1/0/0.1 1 1 100 PVC SNAP VBR 300 150
94 UP
```

4. QoS サービス ポリシーを作成します。下記で表示されているポリシーでは、ルータ作成の class-default クラスを含む 4 つのクラスを作成します。Voice over IP (VoIP) パケットのクラスマップを作成

```
ATMside(config)#class-map voice
ATMside(config-cmap)#match ip rtp ? <2000-65535>
Lower bound of UDP destination port ATMside(config-cmap)#match ip rtp 16384 ? <0-16383> Range of UDP ports
ATMside(config-cmap)#match ip rtp 16384 16383
!--- Cisco IOS H.323 devices use this UDP port
```

range to transmit VoIP packets. 音声シグナリングパケットのクラスマップを作成します。この例では、H.323 Fast Connect を使用します (『[QoS を実装した PPP リンク上の VoIP \(LLQ/IP RTP プライオリティ、LFI、cRTP\)](#)』の「LLQ 設定のガイドライン」も参照)。

```
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
```

名前の付いたポリシーマップを作成して、各クラスに QoS アクションを割り当てます。この例では、**priority** コマンドを使用してプライオリティ キューイングを VoIP ユーザ パケットに割り当てるほか、**bandwidth** コマンドを使用してコール シグナリングパケットに最小帯域幅保証を設定します。その他のトラフィックは class-default クラスに送信されます。このクラスでは、トラフィックを IP レイヤフローに分割し、フローに対して fair-queue を提供

```
policy-map example class call-control bandwidth
percent 10 class voice priority 110 class class-
default fair-queue
```

設定を確定します。 ATMside#show policy-map example Policy Map example Class call-

```
control bandwidth percent 10 Class voice priority
110 Class class-default fair-queue
```

5. 仮想テンプレートを作成して QoS サービスポリシーを適用します。

```
interface Virtual-Template1 bandwidth 150 ip
address 1.1.1.1 255.255.255.0 service-policy output
example ppp multilink ppp multilink fragment-delay
10 ppp multilink interleave !--- You select a
fragment size indirectly by specifying the maximum
tolerable serialization delay. The recommended
maximum per-hop serialization delay for voice
environments is 10 milliseconds (ms). LFI also
requires ppp multilink interleave.
```

6. AMT PVC に仮想テンプレートとマルチリンク PPP カプセル化を適用します。 ATMside(config)#int atm

```
1/0/0.1 ATMside(config-subif)#pvc 1/100
ATMside(config-if-atm-vc)#protocol ppp ? Virtual-
Template Virtual Template interface dialer pvc is
part of dialer profile ATMside(config-if-atm-
vc)#protocol ppp Virtual-Template 1
```

7. ATM PVC の設定を確定します。 ATMside#show run
- ```
int atm 1/0/0.1 Building configuration... Current
configuration : 127 bytes ! interface ATM1/0/0.1
point-to-point pvc 1/100 vbr-nrt 300 150 tx-ring-
limit 4 protocol ppp Virtual-Template1 ! end
```

8. ルータは自動的に仮想アクセス インターフェイスを作成します。 フレーム リレー エンドポイントに MSPPP を設定していない場合、仮想アクセス インターフェイスのステータスは up/down になります

```
o ATMside#show int virtual-access 1 Virtual-
Access1 is up, line protocol is down Hardware is
Virtual Access interface Internet address is
1.1.1.1/24 MTU 1500 bytes, BW 150 Kbit, DLY 100000
usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload
1/255 Encapsulation PPP, loopback not set DTR is
pulsed for 5 seconds on reset LCP Listen, multilink
Closed Closed: LEXCP, BRIDGECP, IPCP, CCP, CDPCP,
LLC2, BACP, IPV6CP Bound to ATM1/0/0.1 VCD: 1, VPI:
1, VCI: 100 Cloned from virtual-template: 1
```

## show および debug コマンド

### ATM エンドポイント

ATM エンドポイントで次のコマンドを実行し、LFI が正常に稼働していることを確認します。  
[debug](#) コマンドを発行する前に、『[debug コマンドの重要な情報](#)』を参照してください。

- **show ppp multilink** - LFI は 2 つの仮想アクセスインターフェイスを使用します -- PPP のための 1 つおよび MLP バンドルのための 1。 **show ppp multilink** コマンドで両方を区別します。

```
ATMside#show ppp multilink Virtual-Access2, bundle name is FRAMESide !--- The bundle
interface is assigned to VA 2. Bundle up for 01:11:55 Bundle is Distributed 0 lost
fragments, 0 reordered, 0 unassigned 0 discarded, 0 lost received, 1/255 load 0x1E received
sequence, 0xA sent sequence Member links: 1 (max not set, min not set) Virtual-Access1,
since 01:11:55, last rcvd seq 00001D 187 weight !--- The PPP interface is assigned to VA 1.
```

- **show interface virtual-access 1** : 仮想アクセス インターフェイスが up/up の状態であること



を確認し、入力パケットカウンタと出力パケットカウンタを増分します。ATMside#show int virtual-access 1 Virtual-Access1 is up, line protocol is up Hardware is Virtual Access interface Internet address is 1.1.1.1/24 MTU 1500 bytes, BW 150 Kbit, DLY 100000 usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255 Encapsulation PPP, loopback not set DTR is pulsed for 5 seconds on reset LCP Open, multilink Open Bound to ATM1/0/0.1 VCD: 1, VPI: 1, VCI: 100 Cloned from virtual-template: 1 Last input 01:11:30, output never, output hang never Last clearing of "show interface" counters 2w1d Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0 Queueing strategy: fifo Output queue :0/40 (size/max) 5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec 5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec 878 packets input, 13094 bytes, 0 no buffer Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort 255073 packets output, 6624300 bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets 0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out 0 carrier transitions

- **show policy-map int virtual-access 2** : QoS サービスポリシーが MLPPP バンドル インターフェイスにバインドされていることを確認します。ATMside#show policy-map int virtual-access 2 Virtual-Access2 Service-policy output: example queue stats for all priority classes: queue size 0, queue limit 27 packets output 0, packet drops 0 tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0 Class-map: call-control (match-all) 0 packets, 0 bytes 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps Match: access-group 103 queue size 0, queue limit 3 packets output 0, packet drops 0 tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0 Bandwidth: 10%, kbps 15 Class-map: voice (match-all) 0 packets, 0 bytes 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps Match: ip rtp 16384 16383 Priority: kbps 110, burst bytes 4470, b/w exceed drops: 0 Class-map: class-default (match-any) 0 packets, 0 bytes 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps Match: any queue size 0, queue limit 5 packets output 0, packet drops 0 tail/random drops 0, no buffer drops 0, other drops 0 Fair-queue: per-flow queue limit 2
- **debug ppp packet** および **debug atm packet** : これらのコマンドですべてのインターフェイスが up/up の状態であることを確認します。ただし、エンドツーエンドで ping は実行できません。このほか、次に示すとおり、これらのコマンドで PPP キープアライブをキャプチャできます。2w1d: Vi1 LCP-FS: I ECHOREQ [Open] id 31 len 12 magic 0x52FE6F51  
2w1d: ATM1/0/0.1(O):  
VCD:0x1 VPI:0x1 VCI:0x64 DM:0x0 SAP:FEFE CTL:03 Length:0x16  
2w1d: CFC0 210A 1F00 0CB1 2342 E300 0532 953F  
2w1d:  
2w1d: Vi1 LCP-FS: O ECHOREP [Open] id 31 len 12 magic 0xB12342E3  
*!--- This side received an Echo Request and responded with an outbound Echo Reply.* 2w1d: Vi1 LCP: O ECHOREQ [Open] id 32 len 12 magic 0xB12342E3 2w1d: ATM1/0/0.1(O): VCD:0x1 VPI:0x1 VCI:0x64 DM:0x0 SAP:FEFE CTL:03 Length:0x16 2w1d: CFC0 2109 2000 0CB1 2342 E300 049A A915  
2w1d: Vi1 LCP-FS: I ECHOREP [Open] id 32 len 12 magic 0x52FE6F51 2w1d: Vi1 LCP-FS: Received id 32, sent id 32, line up *!--- This side transmitted an Echo Request and received an inbound Echo Reply.*

## フレームリレーエンドポイント

フレームリレーエンドポイントで次のコマンドを実行し、LFI が正常に稼働していることを確認します。 [debug](#) コマンドを発行する前に、『[debug コマンドの重要な情報](#)』を参照してください

- **show ppp multilink** - LFI は 2 つの仮想アクセスインターフェイスを使用します -- PPP のための 1 つおよび MLP バンドルのための 1。 **show ppp multilink** コマンドで両方を区別します。FRAMESide#show ppp multilink Virtual-Access2, bundle name is ATMside Bundle up for 01:15:16 0 lost fragments, 0 reordered, 0 unassigned 0 discarded, 0 lost received, 1/255 load 0x19 received sequence, 0x4B sent sequence Member links: 1 (max not set, min not set) Virtual-Access1, since 01:15:16, last rcvd seq 000018 59464 weight
- **show policy-map interface virtual-access** : QoS サービスポリシーが MLPPP バンドル インターフェイスにバインドされていることを確認します。FRAMESide#show policy-map int virtual-access 2 Virtual-Access2 Service-policy output: example Class-map: voice (match-all) 0 packets, 0 bytes 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps Match: ip rtp 16384 16383

```
Weighted Fair Queueing Strict Priority Output Queue: Conversation 264 Bandwidth 110 (kbps)
Burst 2750 (Bytes) (pkts matched/bytes matched) 0/0 (total drops/bytes drops) 0/0 Class-map:
class-default (match-any) 27 packets, 2578 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 256 (total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

- **debug frame packet** および **debug ppp packet** : これらのコマンドですべてのインターフェイスが up/up の状態であることを確認します。ただし、エンドツーエンドで ping は実行できません。

```
FRAMEside#debug frame packet Frame Relay packet debugging is on FRAMEside#
FRAMEside#ping 1.1.1.1 Type escape sequence to abort. Sending 5, 100-byte ICMP Echos to
1.1.1.1, timeout is 2 seconds: !!!!! Success rate is 100 percent (5/5), round-trip
min/avg/max = 36/36/40 ms FRAMEside# 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 28 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 28 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 28 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 52 2wld: Serial3/0/1:1.1(o): dlci 20(0x441), NLPID
0x3CF(MULTILINK), datagramsize 28
```

## キューイングおよび LFI

MLPPPoA と MLPPPoFR は、ダイヤラ インターフェイスまたは仮想テンプレートから、仮想アクセス インターフェイスを 2 つクローニングします。1 つは PPP リンクのインターフェイスで、もう 1 つは MLP バンドル インターフェイスとなります。show ppp multilink コマンドを使用し、各機能で使用する特定のインターフェイスを決定します。このドキュメントでは、バンドルあたり 1 つの VC のみをサポートするため、show ppp multilink の出力結果のバンドル メンバリストには仮想アクセス インターフェイスが 1 つだけ表示されます。

仮想アクセス インターフェイス以外にも、各 PVC はメイン インターフェイスおよびサブインターフェイスと関連付けられています。これらの各インターフェイスは、何らかのキューイングを提供します。ただし、適用された QoS サービス ポリシーによって高度なキューイングをサポートできるのは、バンドル インターフェイスを表す仮想アクセス インターフェイスのみです。その他 3 つのインターフェイスには、FIFO キューイングが必要です。仮想テンプレートにサービス ポリシーを適用すると、ルータに次のメッセージが表示されます。

```
cr7200(config)#interface virtual-template 1
cr7200(config)#service-policy output Gromit
Class Base Weighted Fair Queueing not supported on interface Virtual-Access1
```

注: クラスベース重み付け均等化キューイングは、MLPPP バンドル インターフェイスでのみサポートされます。

これらのメッセージは異常を表すものではありません。最初のメッセージは、サービスポリシーは PPP 仮想アクセス インターフェイスではサポートされないことを警告しています。2 つ目のメッセージは、MLP バンドル仮想アクセス インターフェイスにサービス ポリシーが適用されていることを確認するものです。MLP バンドル インターフェイスのキューイング方法を確認するには、show interface virtual-access、show queue virtual-access、show policy-map interface virtual-access のコマンドを使用します。

物理インターフェイスで MLPPPoFR を有効化するには、フレーム リレートラフィックシェーピング (FRTS) が必要です。FRTS は VC キューごとに有効化されます。7200、3600、および 2600 シリーズなどのプラットフォームでは、次の 2 つのコマンドで FRTS を設定できます。

- **frame-relay traffic-shaping** (メイン インターフェイスで実行)
- **map-class** (どのシェーピング コマンドでも実行可能)

Cisco IOS の最新バージョンでは、FRTS なしで MLPPoFR が適用された場合に、次の警告メッセージが表示されます。

```
"MLPPoFR not configured properly on Link x Bundle y"
```

この警告メッセージが表示されたら、FRTS が物理インターフェイスに設定されており、仮想テンプレートに QoS サービス ポリシーが付加されていることを確認してください。設定を確認するには、**show running-config serial interface** コマンドと **show running-config virtual-template** コマンドを使用します。MLPPPoFR が設定されると、次に示すとおり、インターフェイス キューイング方法がデュアル FIFO に変更されます。優先度の高いキューでは、音声パケットやローカル管理インターフェイス (LMI) のような制御パケットが処理され、優先度の低いキューではデータまたは非音声パケットなどのフラグメント化パケットが処理されます。

```
Router#show int serial 6/0:0 Serial6/0:0 is up, line protocol is down Hardware is Multichannel
T1 MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 20000 usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation FRAME-RELAY, crc 16, Data non-inverted Keepalive set (10 sec) LMI enq sent 236,
LMI stat recvd 0, LMI upd recvd 0, DTE LMI down LMI enq recvd 353, LMI stat sent 0, LMI upd sent
0 LMI DLCI 1023 LMI type is CISCO frame relay DTE Broadcast queue 0/64, broadcasts sent/dropped
0/0, interface broadcasts 0 Last input 00:00:02, output 00:00:02, output hang never Last
clearing of "show interface" counters 00:39:22 Queueing strategy: dual fifo Output queue: high
size/max/dropped 0/256/0 !--- high-priority queue Output queue 0/128, 0 drops; input queue 0/75,
0 drops !--- low-priority queue 5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec 5 minute output
rate 0 bits/sec, 0 packets/sec 353 packets input, 4628 bytes, 0 no buffer Received 0 broadcasts,
0 runts, 0 giants, 0 throttles 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort 353
packets output, 4628 bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets 0
output buffer failures, 0 output buffers swapped out 0 carrier transitions no alarm present
Timeslot(s) Used:12, subrate: 64Kb/s, transmit delay is 0 flags
```

LFI はキューイングの 2 つの層を使用します -- 豪華なキューイングをサポートする、水平な FIFO キューイングだけをサポートする PVC レベル MLPPP バンドル。バンドル インターフェイスは自身のキューを維持します。すべての MLP パケットは、フレーム リレーまたは ATM レイヤの前に、まず MLP バンドルと仮想アクセス レイヤに渡されます。LFI はメンバリンクのハードウェア キューのサイズをモニタし、しきい値 (元の値は 2) を下回る場合はパケットを取り出してハードウェア キューに渡します。それ以外の場合は、パケットは MLP バンドル キューにキューイングされます。

## トラブルシューティングと既知の問題

次の表では、LFI over FRF リンクの既知の問題を示し、症状を解決済みのバグと切り分けてトラブルシューティングするための手順について説明しています。

| 症状                             | トラブルシューティングの手順                                                                                       | 解決済みのバグ                                                                                                                    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ATM レッグまたはフレームリレーレッグでのスループット低下 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 バイトから Ethernet MTU まで、さまざまなサイズのパケットで ping を実</li> </ul> | <a href="#">CSCdt59038</a> : 1500 バイトのパケットでフラグメンテーションが 100 バイトに設定されると、フラグメント化パケットは 15 になります。遅延は、さまざまなレベルのキューイングによって発生しました。 |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <p>行します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大きいパケットでタイムアウトが発生するか確認します。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><a href="#">CSCdu18344</a> : FRTS では、パケットは予想よりも遅く取り出されます。MLPPP バンドルの取り出し機能によって、トラフィックシェーパークューのキューサイズが確認されます。FRTS で、このキューのクリアに時間がかかりすぎています。</p>                                                                                                                                                             |
| <p>パケットの順序が入れ替わる</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <code>show ppp multilink</code> コマンドを実行します。「<code>lost fragments</code>」カウンタ、「<code>discarded</code>」カウンタ、「<code>lost received</code>」カウンタで値が増分しているものを確認します。</li> </ul> <pre>Virtual-Access4, bundle name is xyz Bundle up for 03:56:11 2524 lost fragments, 3786 reordered, 0 unassigned 1262 discarded, 1262 lost received, 1/255 load 0x42EA1</pre> | <p><a href="#">CSCdv89201</a> : ATM 物理インターフェイスが輻輳すると、リモートエンドで MLP フラグメントが破棄されるか、順序が入れ替わって受信されることがあります。この問題は、2600 および 3600 シリーズの ATM ネットワーク モジュールでのみ発生します。これは、インターフェイスドライバが高速パス (高速スイッチングまたはシスコ エクスプレス フォワーディングなど) のパケットを正しくスイッチングしなかったことが原因です。具体的には、あるパケットの 2 つめのフラグメントが、続くパケットの最初のフラグメントのあとに送信された場合などです。</p> |

```
received
sequence,
0xCF7
sent
sequence
Member
links: 1
(max not
set, min
not set)
Virtual-
Access1,
since
03:59:02,
last rcvd
seq
042EA0
400
weight
```

• **debug ppp multi events** を有効にして、「Lost fragment」メッセージと「Out of sync with peer」メッセージを探します。 \*Mar 17 09:14:08. 216: Vi4 MLP: Lost fragment 3FED9 in 'dhartr21' (all links have rcvd higher seq#) \*Mar 17 09:14:08. 232: Vi4 MLP: Received lost fragment seq 3FED9, expecting 3FEDC in 'dhartr21'

|                                                       |                                                                                                                                                                                          |                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | <pre>*Mar 17 09:14:08. 232: Vi4 MLP: Out of sync with peer, resyncing to last rcvd seq# (03FED9) *Mar 17 09:14:08. 236: Vi4 MLP: Unusual jump in seq number, from 03FEDC to 03FEDA</pre> |                                                                                           |
| 3600 シリーズで IWF がトランスペアレントモードで実行されるとき、エンドツーエンド接続が切断される | <ul style="list-style-type: none"> <li>変換モードに変更してから再度テストを試みます。</li> </ul>                                                                                                                | <a href="#">CSCdw11409</a> : CEF が MLPPP パケットのカプセル化ヘッダーの処理を開始するとき、バイトの正しい位置を見ていることを確認します。 |

## 関連情報

- [フレームリレーおよび ATM 仮想回線に関するリンク断片化およびインターリーピングの設定](#)
- [フレームリレーと ATM でのマルチリンク PPP の設計と導入](#)
- [RFC2364, PPP Over AAL5 \( 1998 年 7 月 \)](#)
- [RFC1973, PPP in Frame Relay \( 1996 年 6 月 \)](#)
- [RFC1717, PPPマルチリンクプロトコル \( MP \)、1994 年 11 月](#)
- [Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement FRF.8](#)
- [ATM に関するその他の情報](#)
- [ツールおよびユーティリティ - Cisco Systems](#)
- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)