



IP+ATM ネットワークの MPLS 冗長性

この章では、MPLS を使用する IP+ATM ネットワークにおいて、ルータ・ネットワークで使用されるホット・スタンバイ冗長化と同じレベルの信頼性を達成するが、導入するのは容易な Cisco ラベル・スイッチ・コントローラ (LSC) の冗長化アーキテクチャを説明します。ホット LSC 冗長化モデルを使用することで、IP+ATM ネットワークにおいて、最短の再ルート回復時間が達成されます。

ここで取り上げる事項は次のとおりです。

- LSC 冗長化とは
- LSC 冗長化の利点
- LSC 冗長化アーキテクチャ
- LSC ホット冗長化
- LSC、ATM スイッチ、および VSI の連携動作
- LSC 冗長化の導入
- LSC 冗長化構成の例

LSC 冗長化とは

従来のルータ IP ネットワークでは、ネットワーク・マネージャは、すべての送信元からすべての送信先まで、ネットワークを通して複数のパスを作成することによって信頼性を保証しています。1 つのパス上のデバイスまたはリンクが故障した場合、IP のトラフィックは代替パスを使用して送信先まで到達します。

ルータ・ネットワークとは異なり、回線交換ネットワーク、たとえば、ATM やフレーム・リレーでは、データは、回線または仮想回線を確立することによって転送されます。信頼性を保証するために、ネットワーク・マネージャは、冗長スイッチ・コンポーネントとして、バックアップのバックプレーン、電源、ライン・カード、トランク・カードなどを導入します。

しかし、ルータ・ネットワークとは異なり、障害が発生した場合にスイッチがトラフィックを再ルーティングするにはいくらか時間がかかります。スイッチ接続ルーティング・ソフトウェア、たとえば、AutoRoute、PNNI、MPLS では、ルートの計算とハードウェアの再プログラミングが接続ごとに必要になります。これが、ルータ・ネットワークがトラフィック全体をほとんどのコネクション型ネットワークよりも迅速に再ルーティングできる理由です。

Cisco の LSC 冗長化では、LSC が IP+ATM ネットワークにおける致命的なポイントであることが認識されています。LSC は、Cisco 7204 ルータのような外部ルータであろうと、BPX スイッチや MGX スイッチ内のルーティング・プロセッサ・モジュール (RPM) であろうと、ネットワークの信頼性に関するクリティカル・パスにあります。LSC が故障した場合、または LSC のポート・アダプタがダウンした場合、ATM LSR の制御機能は無効になります。ネットワークの残りの部分は、ATM LSR が正しい MPLS ラベル接続を保持していると信頼することができず、したがって、ATM LSR へのリンクを使用して MPLS トラフィックを伝送しなくなります。ネットワーク内のいくつかの送信先への接続は、障害の発生した ATM LSR を回避する代替ルートがない限り不可能になります。

IP+ATM ネットワークの死命を決するコンポーネントであるラベル・スイッチ・コントローラは、堅牢性が高く、機器またはソフトウェアに障害が発生した場合でも、サービスを迅速に回復できなければなりません。

Cisco の LSC 冗長化は、IP ネットワークにおける信頼性を高めるためのもう 1 つの方法です。この信頼性は、ホット・スタンバイ・ルーティング・プロセスを利用した場合の信頼性とほとんど同等です。しかし、結果は大まかに言えば同じです。プライマリ・コントローラが故障した場合、トラフィックは、ほとんど瞬間的にセカンダリ・コントローラによってルーティングされます。さらに、Cisco LSC 冗長化アーキテクチャでは、従来の再ルーティング・プロセスに比べてはるかに高速にトラフィックが再ルーティングされます。

LSC 冗長化は、基本的に次の要素で構成されます。

- 2 台のコントローラ。たとえば 2 台の MPLS コントローラ
- 仮想スイッチ・インターフェイス (VSI)
- 等コスト・マルチパス IP ルーティング

基本的に、2 台の独立した MPLS コントローラは、VSI を通じて IP+ATM スイッチ内の独立したパーティションを制御して、同一のサブネットワーク 2 つのセットを作成します。マルチパス IP ルーティングは、両方のサブネットワークを等しく使用し、どちらのサブネットワークにおいても同一の接続が実現されます。一方のサブネットワークのコントローラが故障した場合、マルチパス IP ルーティングによって、トラフィックがもう一方のサブネットワークに非常に速やかに移されます。

LSC 冗長化は、ホット・スタンバイ冗長化と異なり、LSC が互いの内部ステートまたはデータベースのコピーを必要としないため、信頼性が向上しています。LSC 冗長化は、コントローラが故障したときに新しい接続をセットアップする必要がないので、ホット・スタンバイ冗長性よりも単純です。LSC 冗長化アーキテクチャでは、ホット・スタンバイ・コントローラを使用するネットワークと同じ量の機器が必要ですが、ホット・スタンバイ・モードとは異なり、コントローラは独立して動作します。

LSC 冗長化の利点

LSC 冗長化モデルを導入することによって、LSC とそれが制御する ATM スイッチとの間の致命的なクリティカル・ポイントを取り除くことができます。1 台の LSC が故障した場合、もう一方の LSC が処理を引き継いで、データを別のパスにルーティングします。ここで、LSC 冗長化の利点について詳しく説明します。

異なるバージョンのソフトウェアが使用可能

LSC は、独立して動作し、コントローラ間のインタラクションはありません。コントローラのステートまたはデータベースを共有することが、ほかの冗長モデルでは必要ですが、LSC では必要ありません。したがって、LSC 上で異なるバージョンの IOS ソフトウェアを実行できます。

これは、信頼性を危険にさらすことなく最新バージョンのソフトウェアをテストできるという利点につながります。一方の LSC 上で最新バージョンの IOS ソフトウェアを実行し、もう一方の LSC 上で古いバージョンの IOS ソフトウェアを実行できます。新しい IOS ソフトウェアを実行している LSC が故障した場合は、古いソフトウェアを実行している LSC が処理を引き継ぎます。



(注) 異なる LSC 上で異なる IOS ソフトウェア・バージョンを使用することは、一時的な場合を除いて推奨できません。ネットワーク内に異なるバージョンの IOS ソフトウェアが存在すると、可能性は低いですが互換性の問題が発生することがあります。最善の結果を得るためには、すべてのデバイス上で同じバージョンの IOS ソフトウェアを実行してください。

ステートまたはデータベースの共有なし

LSC 冗長化モデルでは、LSC はステートまたはデータベースを共有しないので、信頼性が向上します。ステートやデータベースが共有されている場合、ステートまたはデータベース情報にエラーが発生すると、両方のコントローラで同時に障害が発生することがあります。

新しいソフトウェア機能や拡張が、LSC 冗長化に影響することはありません。LSC はステートもデータベース情報も共有しないので、更新作業の間の冗長性の保証に関して心配する必要はありません。

異なるハードウェアの使用が可能

この LSC 冗長化モデルでは、異なる型のルータを使用できます。たとえば、一方の LSC に Cisco 7200 シリーズ・ルータを使用し、もう一方の LSC に Cisco 6400 エッジ・スイッチ・シリーズ・ルータを使用することが可能です。冗長性モデルにおいて異なるハードウェアを使用すると、ハードウェア障害でネットワーク・トラフィックが中断される可能性が低くなります。

スタンドアロン LSC から冗長 LSC への移行が容易

スタンドアロン LSC から冗長 LSC への移行、またはその逆の移行は、ネットワーク動作に影響を与えずに行うことができます。LSC は独立して動作するので、一方の LSC を中断することなく冗長 LSC を追加できます。

使用中のネットワークのコンフィギュレーション変更が可能

ホット LSC 冗長化モデルは、2つのパラレルな独立ネットワークを提供します。したがって、他方の LSC に影響を与えることなく 1つの LSC を無効にできます。この機能には、次の 2つの利点があります。

- LSC 冗長化モデルは、コンフィギュレーションの変更と更新を容易にします。LSC のコンフィギュレーション変更またはイメージ・アップグレードを行ったあとで、それをネットワークに戻して再び LSC 冗長化モデルを再び続けることができます。
- 冗長モデルは、ATM スイッチのパーティショニング中、ネットワークを保護します。1つのパスを無効にして、そのパスに対してパーティショニングを行うことができます。パーティショニングを行っている間、データは別のパスを使用します。ネットワークは、LVC 接続の切断や確立などを含むパーティショニングの影響を受けません。

IP+ATM ネットワークにおける迅速な再ルーティング

ホット LSC 冗長化モデルは、すべての送信先に対して冗長パスを提供します。したがって、再ルート回復は非常に迅速に行われます。IP+ATM ネットワークにおけるほかの再ルーティング・プロセスでは、多くのステップと時間が必要です。

通常の IP+ATM ネットワークの場合、再ルーティング・プロセスは次のステップで構成されています。

- 障害を検出する。
- レイヤ 2 ルーティング・プロトコルをコンバージする
- すべての送信先に対してラベルを配布する
- すべての送信先に対して新しい接続を確立する

この再ルーティング・プロセスが終わると、新しいパスでデータを転送できるようになります。しかし、このプロセスでデータを再ルーティングするのは時間がかかります。

ホット LSC 冗長化の場合は、通常の再ルーティング・プロセスを使用せずに、IP+ATM ネットワークで迅速にデータを再ルーティングできます。ホット LSC 冗長化では、アクティブなパラレル・パスが作成されます。すべての送信先には、1つ以上の代替パスがあります。パス上のデバイスまたはリンクに障害が発生した場合、データは代替パスを使用して送信先に配送されます。ホット LSC 冗長化モデルでは、最短の IP+ATM ネットワークの再ルート回復時間が達成されます。

LSC 冗長化アーキテクチャ

このアーキテクチャには、2つの主な機能があります。

1. 複数のコントローラが同じスイッチのリソースを共有し、2つの独立した IP ネットワークを構築する
2. 作成された2つのサブネットワークは、エッジ・ラベル・スイッチ・ルータ (LSR) で連結されている

1つの MPLS コントローラ (またはそのホット・スタンバイ・ペア) を持つスイッチとネットワークのエッジとなっている MPLS エッジ・ラベル・スイッチ・ルータ (LSR) で構成される基本的な IP ネットワークを考えてみてください。

LSC 冗長化アーキテクチャでは、この基本的なネットワークに、同じ型 (たとえば MPLS) の独立したコントローラが2台追加されます。この2台のコントローラは、仮想スイッチ・インターフェイス (VSI) を通じて同じ IP+ATM スイッチ上の独立したパーティション2つを制御します。スイッチ上のコントローラのペアは、ネットワークのために2つの独立した MPLS 制御プレーンを形成し、2つの独立したパラレル IP サブネットワークを効率よく作成します。

各スイッチ上の2つの独立した MPLS コントローラがスイッチのリソースとリンク容量を等しく共有している場合、その2つのサブネットワークは同一です。2つの同一のパラレル IP サブネットワークは、LSC 冗長化以外の場合にはただ1つの IP ネットワークをサポートする機器と実質的に同じ機器上にあります。



(注)

それぞれの制御プレーンおよびパーティションはコントローラの冗長ペアを持つことがありますが、その冗長ペアは連結されません。2つの独立したコントローラは同一の型でなければなりません。さらに、接続数が2倍になるので機器は十分な接続容量を持たなければなりません。

LSC ホット冗長ソリューションは、MPLS コントローラが相互の内部状態のコピーを持つ必要がないという点でホット・スタンバイ冗長化とは異なります。

LSC 冗長化アーキテクチャの第2の機能は、エッジにある同じ物理 ATM LSR 上のパラレル・サブネットワーク2つを連結することです。

この LSC 冗長化ネットワークでは、等コスト・マルチパス機能を持つ Open Shortest Path First (OSPF) プロトコル、またはマルチパス機能を持つ同様の IP ルーティング・プロトコルが使用されることがあります。同一のパラレル IP サブネットワークが2つ存在するので、あらゆるエッジ LSR からあらゆるほかのエッジ LSR までの間に等しく良好なパスが、各サブネットワークに1つずつ、少なくとも2つあることとなります。

OSPF 等コスト・マルチパス機能は、トラフィックを両方のパスのセット (したがって両方のサブネットワーク) に均等に配布します。このため、MPLS は、2つの MPLS 制御プレーンに対して同一の接続のセットを2つセットアップします。IP トラフィックは、両方の制御プレーン間、2つの接続のセットの間で均等に分担されます。

LSC 冗長化は、次の2つの内部ゲートウェイ・ルーティング・プロトコルのいずれにおいても動作します。

- OSPF
- Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)

LSC 冗長化は、ホップバイホップ・ルーテッド MPLS 用の次の2つのラベル配布プロトコルのいずれにおいても動作します。

- タグ配布プロトコル (TDP)
- ラベル配布プロトコル (LDP)

あるスイッチ内の 1 つの MPLS コントローラが故障した場合、いずれかのサブネットワークの一部のパスが動作しなくなります。サブネットワークが 1 つしかなければ、ほかのスイッチが接続を切断して障害ノードを回避しながら再ルーティングを行う間、データ通過に好ましくない中断が発生することになります。

しかし、すべての接続がセカンダリ・サブネットワークにミラーリングされているため、既にトラフィックの代替パスがあり、新しいリンクを確立する必要はありません。必要な処置は、マルチパス・ルーティングがパスのセットの 1 つで障害を検出し、トラフィックを残りの良好なパスに移すことだけです。ほかのパス上の接続は既にセットアップされているので、トラフィック・フローの中断は新しい接続が必要になる場合に比べてはるかに小さくなります。

動作モード

LSC 冗長化アーキテクチャは、次の動作モードをサポートしています。

- **透過モード**
プライマリ LSC とバックアップ LSC は、同一のイメージおよびスタートアップ・コンフィギュレーションを持っています。したがって、一方のコントローラが故障した場合、もう一方のコントローラがシームレスに処理を引き継ぐことができます。
- **アップグレード・モード**
冗長システムをアップグレードして、スイッチのリソースを変更したとき、システムをリポートする必要がありません。このモードを使用して、スレーブ ATM スwitch のパーティション間でリソースを変更できます。

LSC ホット冗長化

2 つの LSC コントローラをホット冗長化に設定することによって、再ルーティングと等コスト・ルーティングを最も速やかに提供することができます。

2 つの LSC のそれぞれは、次の動作を行います。

- VSI を使用して同じ IP+ATM スイッチの独立してパーティションを制御します。
- 独立した LDP と並行して動作します。

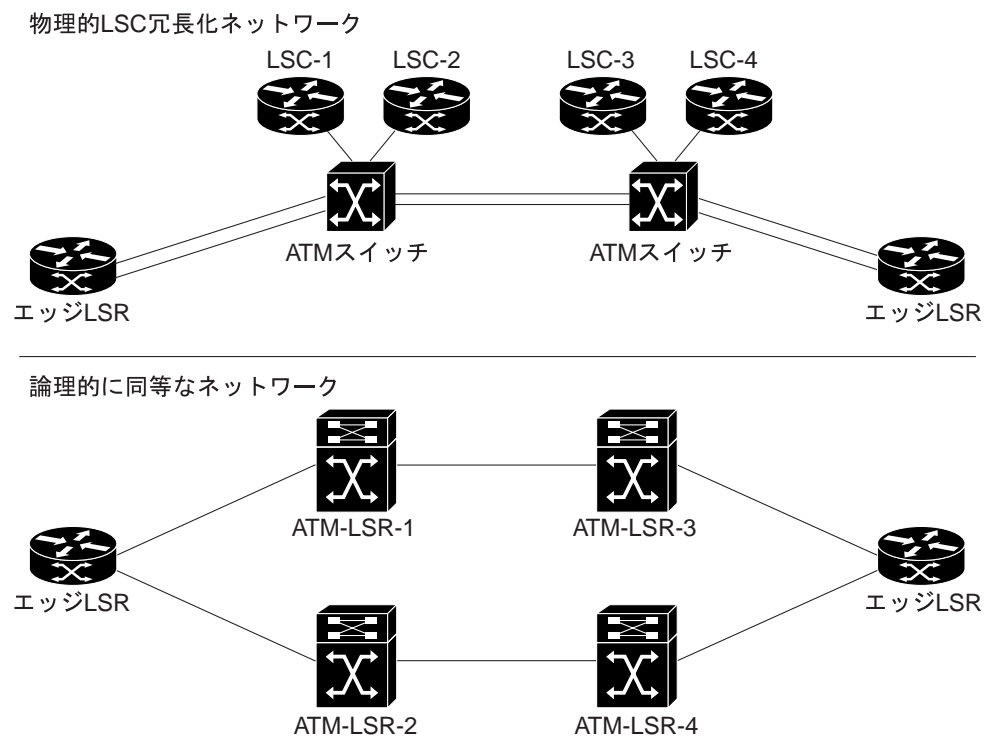
バックアップ MPLS コントローラは、プライマリ・コントローラと連携して接続のプロビジョニングを行います。両方のコントローラが常にアクティブ、つまり“ホット”な状態にあり、各送信先に独立したパスを 2 つ、それぞれ 2 つのコントローラの 1 つで生成して、セットアップします。

ホット冗長化(図 8-1 または図 8-2)では、2 つの独立したパスを使用してトラフィックをルーティングします。等コスト・マルチパス・ルーティングを使用するように両方のパスをセットアップすると、トラフィック負荷は 2 つのパスの間で分散されます。言い換えると、スイッチ上の 2 つのパーティションは、同一の帯域幅と相互接続スペースで設定する必要があります。

さらに、両方の LSC は同じルーティング・プロトコルを実行しなければなりません。

その結果、エッジ LSR は同じ送信先に複数のルートを持ち、複数のラベルを要求します。一方のコントローラが故障した場合、2 つのパスの一方だけが失敗します。セカンダリ・コントローラは既に確立されたラベルを持っており、再ルーティングやラベルのセットアップのための時間を無駄にせずに、即座にアクティブ・バックアップ・パスを提供して、トラフィックを処理します。

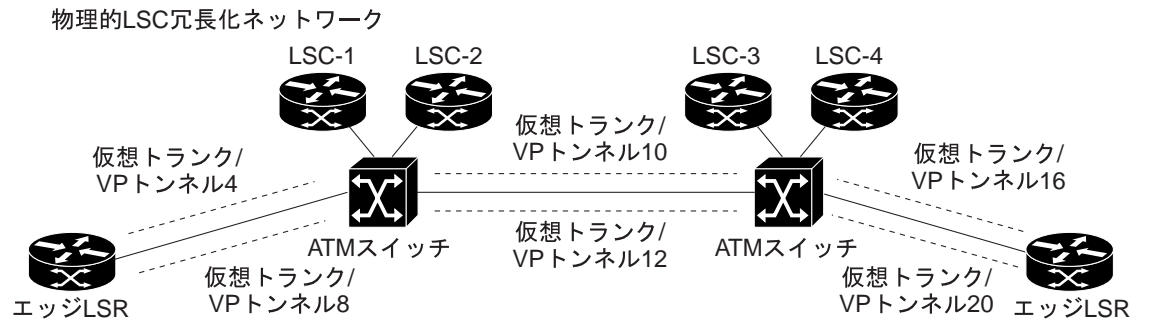
図 8-1 物理的に独立したトランクを使用する LSC 冗長化



(注)

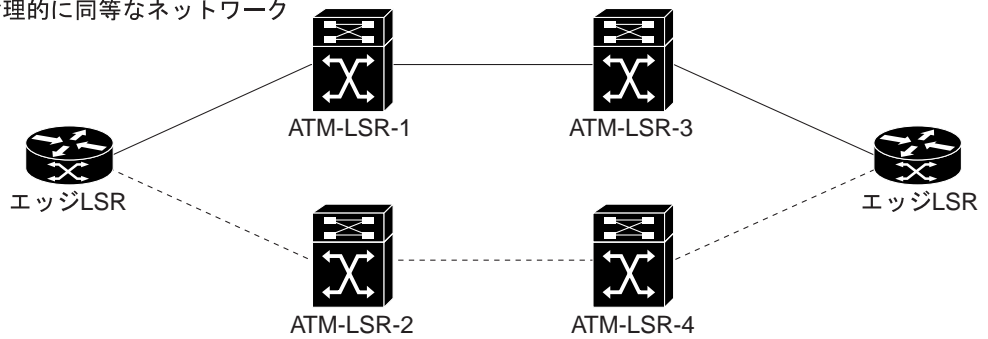
2 つの LSC を 1 つの ATM スイッチ上に置くことで、LSC は論理的に独立した ATM LSR 2 つとなります。図の“論理的に同等なネットワーク”はこれを表しています。LSC と ATM LSR を明確に区別することは重要です。LSC は ATM LSR ではなく、単にその一部に過ぎません。

図 8-2 共有トランクを使用する LSC 冗長化



注: トンネルは仮想インターフェイスで、破線で示す -----
 物理インターフェイスは細線で示す _____

論理的に同等なネットワーク



35152

LSC、ATM スイッチ、および VSI の連携動作

LSC およびスレーブ ATM スイッチは、次のような特性を持ちます。

- LSC はすべての制御プロトコルを実行します。
- ATM スイッチはデータを転送します。
- スレーブ ATM スイッチ上の各物理インターフェイスは、LSC の XtagATM インターフェイスにマップされます。各 XtagATM インターフェイスには、エッジ上の対応するインターフェイス専用の LDP セッションがあります。XtagATM インターフェイスは、ルーティング・トポロジ内にマップされ、ATM スイッチはルータとして動作します。
- LSC は、エッジ LSR として動作することもできます。エッジ LSR に向かうデータは、ルータの制御インターフェイスを通過します。

LSC 上のコンポーネントが故障した場合、ATM スイッチの IP スイッチング機能は無効になります。スタンドアロン LSC は、障害が発生すればネットワーク障害を引き起こします。

VSI 実装には、次の特性が含まれています。

- VSI によって、複数の独立した制御プレーンがスイッチを制御できるようになります。VSI は、制御プロセス (SS7、MPLS、PNNI など) が VSI スレーブ・プロセスを使用して互いに独立して動作しながら、スイッチのリソースを制御し、それを正しい制御プレーンに配分することを保証します。
- MPLS では、スレーブ ATM スイッチ上の各物理インターフェイスは、VSI を通して LSC の XtagATM インターフェイスにマップされます。言い換えると、物理インターフェイスは対応する論理インターフェイスにマップされます。
- LSC 上のルーティング・プロトコルは、ルート・テーブル・エントリを生成します。マスタは、接続要求および接続解除要求をスレーブに送信します。
- スレーブは、ATM スイッチ・インターフェイス用に設定された帯域幅パラメータを VSI メッセージとしてマスタに送信します。マスタは、帯域幅情報をリンク・ステート・トポロジに含めます。XtagATM インターフェイス上の帯域幅を手作業で設定することで、この帯域幅の値を無効にできます。

LSC 冗長化の導入

LSC を冗長化するには、次の基本ステップを実行してください。

- スレーブ ATM スイッチのリソースのパーティショニングを行います。
- パラレル VSI モデルを実装します。
- 冗長 LSC を各スイッチに割り当てます。
- 冗長 LSR を作成します。

ATM スイッチのリソースのパーティショニング

LSC 冗長性モデルでは、2 つの LSC が ATM スイッチの異なるパーティションを制御します。LSC を冗長化するために ATM スイッチのパーティショニングを行う場合は、次のガイドラインに従ってください。

- MPLS パーティションは同一にします。2 つのパーティションを作成する場合は、両方が同じ量のリソースを持つようにします（各スイッチに 2 つの MPLS VSI パーティションがある場合があります）。`cnfrsrc` コマンドを使用してパーティションを設定します。
- パーティションが同じスイッチ・カード上にある場合は、次のステップを実行します。
 - 異なる制御 VC を各パーティションに作成します。
たとえば、`XtagATM` インターフェイスには制御 VC を 1 つだけ (0、32) 作成できます。同じ ATM スイッチ・インターフェイス上の 2 つの `XtagATM` インターフェイスをマップする場合は、2 番目の LSC に対して異なる制御 VC を使用します。`tag-switching atm control-vc` コマンドを使用します。
 - 関係のない VPI 範囲を使用して `XtagATM` インターフェイス上に LVC を作成します。
`tag-switching atm vpi` コマンドを使用します。
- 帯域幅情報を `XtagATM` インターフェイスに指定します。通常、この情報はスレーブ ATM スイッチから読み出されます。帯域幅を `XtagATM` インターフェイス上に指定した場合は、その値がスイッチによって設定されたインターフェイス帯域幅に優先します。
- 予想される接続数に従って、各パーティションの論理チャネル番号 (LCN) の範囲を設定します。

スレーブ ATM スイッチの設定方法の詳細については、Cisco BPX 8600 シリーズのマニュアルを参照してください。

パラレル VSI モデルの実装

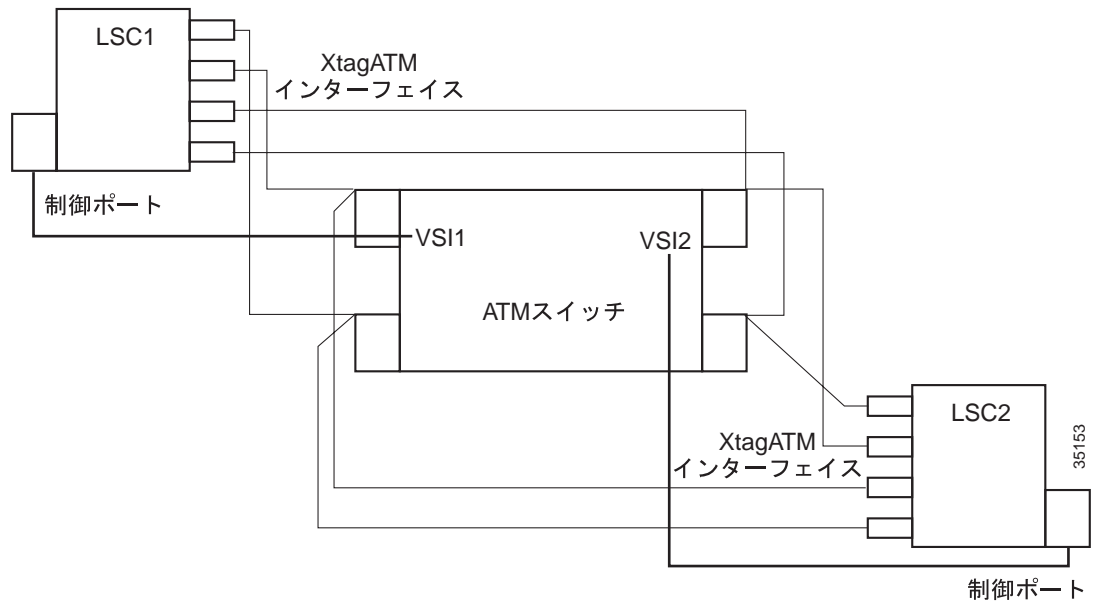
パラレル VSI モデルとは、ATM スイッチ上の物理インターフェイスが複数の LSC によって共有されることを意味します。次に例を示します。

- LSC1 は、VSI スレーブ・インターフェイス 1 ~ N を ATM スイッチの物理インターフェイス 1 ~ N にマップします。
- LSC2 は、VSI スレーブ・インターフェイスを ATM スイッチの物理インターフェイス 1 ~ N にマップします。
- LSC1 および LSC2 は、ATM スイッチ上の同じ物理インターフェイスを共有します。

このマッピングによって、完全メッシュの独立マスタが構成されます。

4 つの ATM 物理インターフェイスが、LSC1 および LSC2 において 4 つの `XtagATM` インターフェイスとしてマップされている状況を図 8-3 に示します。各 LSC は、ほかの LSC が同じインターフェイスにマップされていることを認識していません。どちらの LSC も常にアクティブな状態にあります。ATM スイッチは、両方のパーティションで同じ VSI プロトコルを実行します。

図 8-3 XtagATM インターフェイス

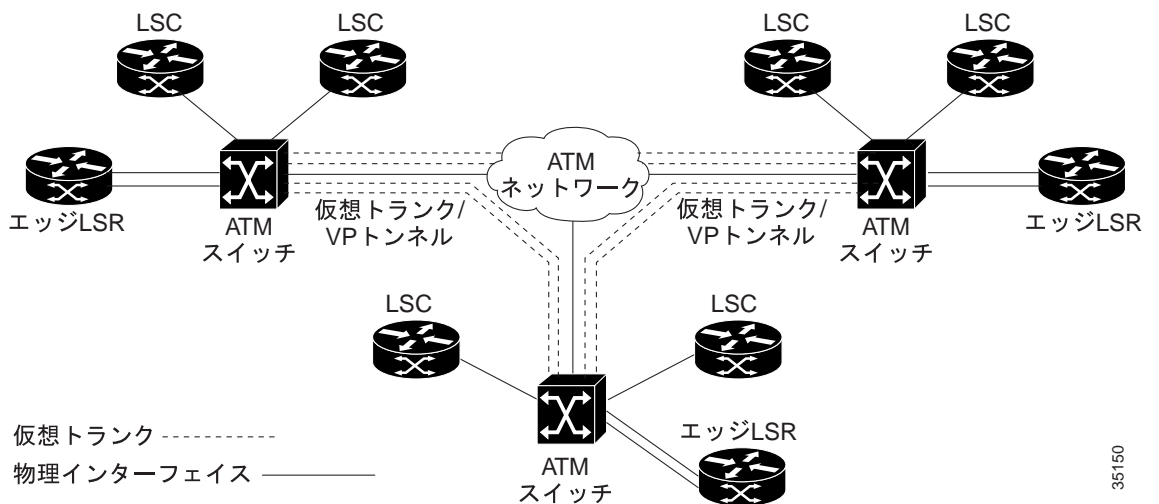


インターフェイス冗長化の追加

LSC 冗長化ネットワーク全体で信頼性を保証するために、次の実装を行うこともできます。

- エッジ LSR と ATM LSR との間の冗長インターフェイス。
ほとんどのエッジ LSR は、LSC といっしょに配置されています。エッジ LSR と ATM LSR との間に冗長インターフェイスを作成すると、平行ルートを提供することでネットワーク・トラフィックが中断される危険が減ります。
- スレーブ ATM スイッチ間の冗長仮想トランクおよび冗長 VP トンネル。
ATM スイッチ間のホット冗長性を保証するには、冗長仮想トランクおよび冗長 VP トンネルを作成します。図 8-4 を参照してください。

図 8-4 インターフェイス冗長化



ホット LSC 冗長化の導入

LSCが故障した場合、ホット冗長化によってほかのパスへの即時フェールオーバーが行われます。ホット冗長化をセットアップすると、両方の LSC がアクティブになり、両方のパスにおいて同じルーティング・コストを持つようになります。同じルーティング・コストを保証するためには、冗長 LSC 上で同じルーティング・プロトコルを実行します。

ホット冗長化では、LSC はパラレルで独立したラベル配布プロトコル (LDP) を実行します。エッジ LSR において、同じ送信先に対して LDP が複数のルートを持つ場合、複数のラベルが要求されません。サービス・クラス (CoS) のサポートが必要な場合も、複数のラベルが要求されます。1 つの LSC が故障した場合、その LSC から配布されたラベルは削除されます。

ホット冗長化を達成するには、次の冗長コンポーネントを実装してください。

- エッジ LSR と ATM LSR の間の冗長物理インターフェイス。1 つの物理インターフェイスが故障した場合に信頼性を保証するために使用。
- ATM スイッチ間の冗長インターフェイスまたは冗長 VP トンネル。
- スレーブ ATM スイッチ、たとえば BPX 8650 で、冗長制御カードと冗長スイッチ・ファブリックを搭載できます。冗長スイッチ・ファブリックを使用しているときにプライマリ・スイッチが故障した場合は、スイッチ・ファブリックが処理を引き継ぎます。
- 冗長 LSC。
- 同一のルーティング・プロトコル。両方の LSC 上で実行されます (異なるラベル配布プロトコルを持つことができます)。

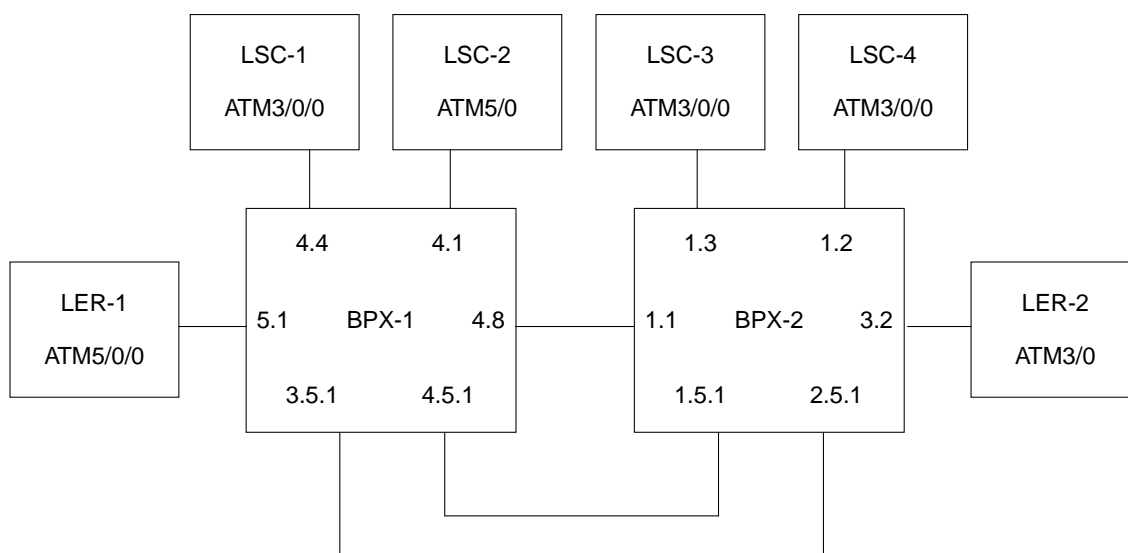
LSC 冗長化構成の例

各送信先に独立したパスを 2 つ持つ BPX スイッチそれぞれの上にある、2 つのアクティブな独立したコントローラをサポートする接続、つまりホット冗長化ダイアグラムを図 8-5 に示します。

ここに示す構成例では、2 つの BPX スイッチ (BPX1 および BPX2) が接続されたネットワーク・トポロジを想定しています。各 BPX は、各自のエッジ・ラベル・スイッチ・ルータ (エッジ LSR) に接続されるとともに、独立したパーティションにある 2 つの LSC をサポートしています。

エッジ LSR および LSC は、LSC と BPX の間のリンク上の 2 つのパーティションに対して、異なる制御 VC を使用する必要があります。この例の場合、この処理は、LSC およびエッジ LSR において、2 番目のパーティションに対して "tag-switching atm control-vc" コマンドを使用して行います。リンクの両エンドにあるインターフェイスに対するコマンドは同じでなければなりません。つまり、同じ制御 VC を指定します。

図 8-5 ホット冗長化構成例のトポロジ



43150



(注)

仮想トランクは、LSC 冗長化を分断するので、実際に (非常に特殊な場合を除いて) 必要ありませんし、推奨もしません。この例の仮想トランク・インターフェイス (3.5.1、4.5.1、1.5.1、2.5.1) は無視してください。

各 BPX 上の 2 つの LSC は、独立したパーティション 1 とパーティション 2 を制御します。正しいパーティション ID を、LSC 制御インターフェイス上のパーティションを含め、各コントローラによって制御されるパーティションすべてに対して、設定する必要があります。

BPX1 への接続

```
LSC1      4.4
  atm port atm3/0
LSC2      4.1
  atm port atm5/0
LER1      5.1
  Trunk port 4.8
  atm port atm5/0/0
```

BPX2 への接続

```
LSC3      1.3
  atm port atm3/0/0
LSC4      1.2
  atm port atm3/0/0
LER2      3.2
  Trunk Port 1.1
  atm port atm3/0
```

BPX1 のリソース・パラメータの設定

cnfrsrc コマンドを使用して、すべての VSI リソースおよび AutoRoute リソースを設定します。次に示す dsprsrc コマンド画面は、基本的なトポロジにおける BPX1 の推奨設定です。当然のことながら、最大の効率を得るには、自分のネットワークに合わせてリソース・パラメータを調整する必要があります。

BPX2 およびその LER2、LSC3、および LSC4 の設定は、BPX1 の場合とほとんど同じですが、BPX、ルータ ATM ポート、およびループバックに対しては異なるアドレスを指定します。

```
-----
Port/Trunk : 4.4

Maximum PVC LCNS:                256      Maximum PVC Bandwidth:148207
                                     (Statistical Reserve: 5000)

Partition 1

Partition State :                  Enabled
Minimum VSI LCNS:                   0
Maximum VSI LCNS:                  4096
Start VSI VPI:                      100
End VSI VPI :                       200
Minimum VSI Bandwidth :              0      Maximum VSI Bandwidth :      200000
VSI ILMI Config :                   0

Last Command: dsprsrc 4.4 1

-----
Port/Trunk : 4.4

Maximum PVC LCNS:                256      Maximum PVC Bandwidth:148207
                                     (Statistical Reserve: 5000)

Partition 2

Partition State :                   Disable
```

Last Command: dsprsrc 4.4 2

Port/Trunk : 4.1

Maximum PVC LCNS: 256 Maximum PVC Bandwidth:148207
(Statistical Reserve: 5000)

Partition 1

Partition State : Disable

Last Command: dsprsrc 4.1 1

Port/Trunk : 4.1

Maximum PVC LCNS: 256 Maximum PVC Bandwidth:148207
(Statistical Reserve: 5000)

Partition 2

Partition State : Enabled
Minimum VSI LCNS: 0
Maximum VSI LCNS: 4096
Start VSI VPI: 201
End VSI VPI : 300
Minimum VSI Bandwidth : 0 Maximum VSI Bandwidth : 200000
VSI ILMI Config : 0

Port/Trunk : 4.8

Maximum PVC LCNS: 256 Maximum PVC Bandwidth:148207
(Statistical Reserve: 5000)

Partition 1

Partition State : Enabled
Minimum VSI LCNS: 0
Maximum VSI LCNS: 4096
Start VSI VPI: 100
End VSI VPI : 200
Minimum VSI Bandwidth : 0 Maximum VSI Bandwidth : 200000
VSI ILMI Config : 0

Last Command: dsprsrc 4.8 1

Port/Trunk : 4.8

Maximum PVC LCNS: 256 Maximum PVC Bandwidth:148207
(Statistical Reserve: 5000)

Partition 2

Partition State : Enabled
Minimum VSI LCNS: 0
Maximum VSI LCNS: 4096

```

Start VSI VPI:                201
End VSI VPI :                 255
Minimum VSI Bandwidth :      0      Maximum VSI Bandwidth :      100000
VSI ILMI Config :            0

```

Last Command: dsprsrc 4.8 2

Virtual Trunk : 4.5.1

```

Maximum PVC LCNS:            256      Maximum PVC Bandwidth:867
                                   (Statistical Reserve: 1000)

```

Partition 1

```

Partition State :             Enabled
Minimum VSI LCNS:            0
Maximum VSI LCNS:           4096
Start VSI VPI:               35
End VSI VPI :                35
Minimum VSI Bandwidth :      0      Maximum VSI Bandwidth :      1000
VSI ILMI Config :            0

```

Last Command: dsprsrc 4.5.1 1

Virtual Trunk : 3.5.1

```

Maximum PVC LCNS:            256      Maximum PVC Bandwidth:867
                                   (Statistical Reserve: 1000)

```

Partition 1

```

Partition State :             Enabled
Minimum VSI LCNS:            0
Maximum VSI LCNS:           4096
Start VSI VPI:               36
End VSI VPI :                36
Minimum VSI Bandwidth :      0      Maximum VSI Bandwidth :      1000
VSI ILMI Config :            0

```

Last Command: dsprsrc 3.5.1 1

Port/Trunk : 5.1

```

Maximum PVC LCNS:            256      Maximum PVC Bandwidth:30000

```

Partition 1

```

Partition State :             Enabled
Minimum VSI LCNS:            0
Maximum VSI LCNS:           4096
Start VSI VPI:               100
End VSI VPI :                200
Minimum VSI Bandwidth :      0      Maximum VSI Bandwidth :      30000
VSI ILMI Config :            0

```

Last Command: dsprsrc 5.1 1

```

-----
Port/Trunk : 5.1

Maximum PVC LCNS:                256      Maximum PVC Bandwidth:30000

Partition 2

Partition State :                  Enabled
Minimum VSI LCNS:                  0
Maximum VSI LCNS:                  4096
Start VSI VPI:                     201
End VSI VPI :                      255
Minimum VSI Bandwidth :             0      Maximum VSI Bandwidth :      30000
VSI ILMI Config :                   0

Last Command: dsprsrc 5.1 2

```

次に、次のコマンドを使用して、2つの異なるパーティションを制御する2つのLSCを有効にします。

```

addshelf 4.4 v 1 1                [partition id=1, controller id=1]
addshelf 4.1 v 2 2                [partition id=2, controller id=2]

```

この例では、BPX ノードの間に物理リンクを 1 つだけ (BPX1 のインターフェイス 4.8 から BPX2 のインターフェイス 1.1) 使用しています。この物理トランクには、各 LSC の制御下に 1 つずつ、2 つの VSI パーティションがあります。

図には示していませんが、代わりの構成として、2 つの仮想トランクを、たとえば BPX1 のエンドポイント 4.8.1 および 4.8.2 を使用して、リンク上に作成することができます。

仮想トランク 4.8.1 はパーティション 1 だけを有効にし、仮想トランク 4.8.2 はパーティション 2 だけを有効にします。しかし、このような構成は実際は推奨できません。その理由は、LSC の 2 つのセットで制御される 2 つの“バーチャル・ネットワーク”間で予備の帯域幅を共有できなくなるからです。

2 つの LSC 用のコントローラ ID は異ならなければなりません。コントローラ ID は、パーティション ID と同じ値であっても、異なる値であっても構いません。コントローラ ID は、LSC (tag-control-protocol コマンド) と BPX スイッチ (addshelf) の両方で指定する必要があることを忘れないでください。

LER1 のコンフィギュレーション・ファイル

```

!
version 12.1
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname 7500-12
!
boot system slot0:rsp-pv-mz.121-1.1.T
enable secret 5 $1$QvGU$NDh1WJM9eYcXN3gJfgZcc1
enable password cisco
ip subnet-zero
ip cef
!
no ip domain-lookup
clns routing
tag-switching tdp router-id Loopback0
!
interface Loopback0
 ip address 12.12.12.12 255.255.255.255
!
interface ATM5/0/0
 no ip address
 no ip route-cache distributed
 atm framing cbitplcp
 no atm ilmi-keepalive
 tag-switching ip
!
interface ATM5/0/0.1 tag-switching
 ip unnumbered Loopback0
 tag-switching atm vpi 100-200
 tag-switching ip
!
interface ATM5/0/0.2 tag-switching
 ip unnumbered Loopback0
 tag-switching atm control-vc 201 40
 tag-switching atm vpi 201-255
 tag-switching ip
!
router ospf 50
 network 12.12.12.12 0.0.0.0 area 5
!
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.29.113.1
no ip http server
!
!
tftp-server slot0:rsp-jsv-mz.120-6.5.T4
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 transport input none
line aux 0
line vty 0 4
 exec-timeout 0 0
 password cisco
 login
!
no scheduler max-task-time
end

```

LSC1 のコンフィギュレーション・ファイル

```
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
service compress-config
!
hostname R7200-12
!
boot system slot0:c7200-p-mz.121-1.1.T
enable password cisco
!
!
!
!
!
ip subnet-zero
ip cef
no ip domain-lookup
!
tag-switching tdp router-id Loopback0
!
!
interface Loopback0
 ip address 112.112.112.112 255.255.255.255
 no ip route-cache
 no ip mroute-cache
!
interface ATM3/0
 no ip address
 no ip mroute-cache
 tag-control-protocol vsi id 1
! set controller id to 1 (the default)
 no atm ilmi-keepalive
!
!
interface XTagATM48
 ip unnumbered Loopback0
 no ip route-cache cef
 extended-port ATM3/0 bpx 4.8
 tag-switching ip
!
interface XTagATM51
 ip unnumbered Loopback0
 no ip route-cache cef
 extended-port ATM3/0 bpx 5.1
 tag-switching ip
!
router ospf 50
 network 112.112.112.112 0.0.0.0 area 5
!
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.29.113.1
no ip http server
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 password cisco
 transport input none
line aux 0
line vty 0 4
 exec-timeout 0 0
 password cisco
 login
!
end
```

LSC2 のコンフィギュレーション・ファイル

```

!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname R7200-13
!
boot system tftp c7200-p-mz.121-1.1.T 172.29.113.87
enable password cisco
!
!
!
!
!
ip subnet-zero
ip cef
no ip domain-lookup
!
tag-switching tdp router-id Loopback0
!
!
!
!
interface Loopback0
 ip address 13.13.13.13 255.255.255.255
interface ATM5/0
 no ip address
 tag-control-protocol vsi id 2
 ! set controller id to 2
 no atm ilmi-keepalive
 tag-switching ip
!
interface Hssi6/0
 no ip address
 no ip mroute-cache
 shutdown
 fair-queue
!
interface XTagATM48
 ip unnumbered Loopback0
 no ip route-cache cef
 extended-port ATM5/0 bpx 4.8
 tag-switching atm control-vc 201 40
 tag-switching ip
!
interface XTagATM51
 ip unnumbered Loopback0
 extended-port ATM5/0 bpx 5.1
 tag-switching atm control-vc 201 40
 tag-switching ip
!
router ospf 50
 network 13.13.13.13 0.0.0.0 area 5
!
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.29.113.1
no ip http server
!
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 transport input none
line aux 0
line vty 0 4

```

```
exec-timeout 0 0
no login
!
no scheduler max-task-time
end
```

