

## PVC を用いた ATM LAN 運用管理システム

西村 浩二<sup>†</sup>

加嶋 裕二<sup>‡</sup>

相原 玲二<sup>†</sup>

kouji@hiroshima-u.ac.jp kashima@yayoi.ipc.hiroshima-u.ac.jp ray@hiroshima-u.ac.jp

<sup>†</sup>広島大学 総合情報処理センター

<sup>‡</sup>広島大学 工学部

〒739-8526 東広島市鏡山 1-4-2 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1

あらまし

高速かつ広帯域な通信が可能であり、資源予約による QoS 保証などの特徴をもつ ATM (Asynchronous Transfer Mode) はマルチメディア通信のインフラストラクチャとして期待されている。しかし、その利用形態の多くは LAN Emulation による既存のアプリケーションの利用であり、ATM の特徴である資源予約による QoS 保証機能は十分に利用されていない。また QoS 保証機能を利用するには、現状ではあらゆる場面でシステム管理者の手厚いサポートが必要となる。

本稿では、比較的小規模な ATM LAN における一般的な利用形態の下で、システム管理者が行なわなければならない管理作業について考察する。その結果、コネクション制御方式の違いによる管理作業の量に大きな違いはなく、現状では PVC 方式の方が管理の面で有効であることから、コネクション制御方式として PVC 方式を利用する、PVC on Demand 運用管理システムを構築する。最後に、このシステムを実際の ATM LAN へ適用して、そこで行なわれるサービスにおける位置付けと役割について説明する。

キーワード ATM LAN, 運用管理システム, コネクション制御, SNMP, WWW

## PVC on Demand ATM LAN Management System

Kouji Nishimura<sup>†</sup>

Yuji Kashima<sup>‡</sup>

Reiji Aibara<sup>†</sup>

kouji@hiroshima-u.ac.jp kashima@yayoi.ipc.hiroshima-u.ac.jp ray@hiroshima-u.ac.jp

<sup>†</sup>Information Processing Center,  
Hiroshima University

<sup>‡</sup>Faculty of Engineering,  
Hiroshima University

1-4-2, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 1-4-1, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima  
739-8526 Japan 739-8527 Japan

### Abstract

An ATM technology has been expected to be the infrastructure for multimedia communications, because of its feature for high-speed, broadband communication and the guarantee of QoS based on resource reservation. In many cases, however, ATM networks are used with LAN Emulation in order to communicate with IP networks in an ordinary way, then the QoS feature is not utilized at all.

In this paper, we discuss about the management operations which should be done by the system manager of small-scale ATM LANs. Then we construct the PVC on Demand Management System and explain how each parts of this system work. At last, we apply this management system to existing ATM LAN, and explain the situation and the role of this system in the network services.

key words ATM Network, Management System, Signaling, SNMP, WWW

## 1 はじめに

数 10Mbps から数 100Mbps の広帯域を利用し、安定した通信が要求されるマルチメディア通信のインフラストラクチャとして、多くの組織において ATM (Asynchronous Transfer Mode) 方式を利用した LAN が構築されている。これらの ATM LAN では、LAN Emulation などの技術により、システム管理者による複雑な設定や管理を必要とするものの、既存の IP ネットワークとの相互接続性は確保されている。しかし、ATM の特徴である帯域予約による QoS (Quality of Service) 保証機能は十分に利用されていない。そして QoS 保証機能を利用する場合には、コネクション設定など、利用に係るほとんどの場面において、システム管理者の手厚いサポートが必要となるのが現状である。

QoS 保証機能の利便性向上のための試みはいくつか行なわれているが [1][2]、QoS 保証機能を利用するために特別な制御プログラム (ドライバ) が必要であったり、管理対象が複数の組織をまたがる WAN であるため、組織のアクティビティや管理ポリシーの問題から、別の意味での管理が複雑になってしまっている。

本稿では、スイッチ数が数十台規模の ATM LAN を対象とし、システム管理者が行なわなければならない管理作業を再検討することで、アシスタントツールとして利用可能な ATM LAN 運用管理システムの構築を目的とする。

以下、第 2 節で ATM LAN の一般的な利用形態と、管理対象として見た場合の管理作業について考察する。第 3 節で構築した運用管理システムの機能とその実装について述べる。第 4 節では本システムを実際の ATM LAN に適用し、そこで行なうサービスとの関連を説明する。そして最後にまとめと今後の課題について述べる。

## 2 ATM LAN の運用管理

### 2.1 ATM LAN の利用形態

ATM LAN の利用形態としては、既存 LAN との相互接続を提供するため、ATM で既存 LAN

のエミュレーションを行なう LAN Emulation が多くの組織で用いられている。LAN Emulation は既存 LAN との相互接続をデータリンクレベルで提供するブリッジ接続であり、端末は ATM LAN をあたかも既存のデータリンクセグメントであるかのように使用する。そのため、地理的に離れた端末同士を LAN Emulation で接続することにより、バーチャル LAN を構成することができる。

しかし、ATM 直結の端末においても、上位プロトコルに ATM を使用していることを明示的に意識させないため、ATM の良さであるマルチメディア通信における品質保証の機能を利用することができない。

したがって LAN Emulation は、IP や TCP などの上位プロトコルが明示的に ATM のコネクション制御や QoS 制御を取り込んでいく形態に移行するまでの過渡的な運用形態であり、現時点において ATM 本来の機能を有効に利用する通信を行なうためには、アプリケーションレベル、あるいは別の手段によりコネクション制御を行なう必要がある。

### 2.2 管理対象としての ATM LAN

システム管理者の立場から管理対象として ATM LAN を見た場合、考慮すべき項目としては次のようなものが挙げられる。

コネクション制御 どのようにしてコネクションを設定するか。PVC (Permanent Virtual Connection) 方式か SVC (Switched Virtual Connection) 方式か。

ネットワーク資源管理 どのような戦略でネットワーク資源を割り当てるか。

利用者管理 誰がどんな目的にネットワーク資源を利用しているか。

それぞれの項目について、システム管理者が行なわなければならない管理作業を考える。

まず、コネクション制御として PVC 方式を採用した場合、システム管理者は利用者の要求に応じて中継経路を選択し、コネクションを設

定する必要がある。一方、SVC方式を採用したLAN Emulationでは個々の端末間の通信については、シグナリングによりコネクション設定を行なうため、システム管理者の介在は不要である。しかし、LAN Emulationで要となるサーバ類の設定、SVC方式によるコネクション設定のための設定、バーチャルLANを構成するポートの設定などが必要となる。また、アプリケーションが必要とするネットワーク資源をアプリケーション独立に操作する仕組みがないため、QoS保証を必要とするコネクションを設定するためには、システム管理者の介在が必要となる。つまり、PVC方式、SVC方式のどちらを利用する場合でも、ATMの機能を有効に利用するにはシステム管理者による同程度の設定・管理作業が必要となる。

ネットワーク資源の管理について、システム管理者はPVC方式、SVC方式それぞれで利用できる帯域はあらかじめATMスイッチに設定しておく必要がある。また、SVC方式による帯域割り当ては残存帯域内でリクエスト順に行なわれるため、コネクション単位での設定に関する優先度付けやきめ細かな帯域制限を行なうことができない。そのため、より効率良くかつ公平にネットワークを利用するためには、システム管理者による優先度および利用可能帯域の調整と、コネクション設定が必要であると考えられる。

調整の際の基準として、コネクションの利用目的や利用者による優先度付けが考えられるが、これはシステム管理者がコネクションの設定に際して、利用者に関する情報も取得する必要があることを示している。

### 3 ATM LAN 運用管理システム

#### 3.1 運用管理システムの機能

前節での考察から、より効率的で公平なネットワーク利用を行なうためには、システム管理者の管理作業が膨大になることは容易に想像できる。そのため、システム管理者が行なう管理作業の一部を補助する運用管理システムが必要

となるが、前節の管理作業を運用管理システムの機能としてまとめると、次のようになる。

**利用者単位のリソース管理機能** 利用者あるいはグループ単位で利用可能なリソースの制限を設定可能とする。この機能により、特定の利用者によるリソースの独占を防ぐことが可能となる。また、管理作業に複数の特権レベルを用意することで、システム管理者の管理作業の一部を特定の利用者(サブ管理者)に委託することも可能となる。

**ネットワークの状況監視機能** コネクションの利用状況(利用者や利用帯域・期間など)のリアルタイムな監視や利用履歴の記録を可能とする。この機能により、システム管理者による状況の把握が容易となり、障害発生時には状況把握が素早く行なえるだけでなく、利用履歴により復旧も容易となることが期待できる。また利用履歴は、リソースの利用に応じた課金を行なう際の基礎情報としても利用することが可能である。

**ユーザ認証機能** 上記の機能を提供するため、コネクションの設定などに際してはユーザ認証を行なう機能を設ける。

**経路選択機能** 基本的には最短経路(通過するATMスイッチ数最小)かつ残存帯域が平均化されるよう経路を選択する。しかし、システム管理者の設定によりトラフィックを集中させるなど、特定の経路を通過するようにも設定可能とする。

#### 3.2 PVC on Demand 運用管理システム

本システムはユーザ認証や利用者からのリクエストを処理するリクエスト処理部、ATMスイッチのリソース管理や中継経路の選択を行なうネットワーク管理部それぞれひとつと、個々のATMスイッチの制御を行なう複数のスイッチ制御部から構成されている<sup>1</sup>。本稿ではひとつ

<sup>1</sup>システム構成を再検討し、[3]においてネットワーク管理部で行なっていたユーザ認証を、リクエスト処理部(旧ユーザインターフェース部)に移動した。

のネットワーク管理部により管理される範囲を管理ドメインと呼ぶことにする。

### 3.2.1 リクエスト処理部

本システムでは、利用者は ATM LAN にアクセス可能であると同時に、既存の IP ネットワークにもアクセス可能であることを前提としている。利用者は Web ブラウザを用いてリクエスト処理部にアクセスし、コネクション設定のリクエストを発行する。リクエスト処理部はユーザ認証を行なった後、リクエストをネットワーク管理部へ転送する。

本システムに登録済みの利用者は固有の ID (UID) により識別され、少なくともひとつのグループ (GID により識別) に属する。一方、未登録の利用者には「その他」を表す唯一の UID, GID が割り当てられる。各リソースにはユーザ・グループ・その他の 3 段階の制限が設けられており、ユーザ認証後は、それぞれの UID, GID に基づいたリソースの利用制限が行なわれる。

利用者が指定するリクエストは、コネクションの始点と終点の ATM スイッチにおける利用者側 Port, VPI (Virtual Path Identifier), VCI (Virtual Connection Identifier) とコネクションの QoS (Quality of Service) クラス, PCR (Peak Cell Rate), SCR (Sustainable Cell Rate) である (図 1)。中継経路となる ATM スイッチ, Port, VPI, VCI は基本的にはネットワーク管理部により選択されるが、利用者が指定した場合はその値が優先的に扱われる。

### 3.2.2 ネットワーク管理部

ネットワーク管理部はリクエスト処理部から送られるリクエストを受け取り、その時点でのネットワークの利用状況から中継経路を選択して、個々の ATM スイッチを管理するスイッチ制御部へコネクション設定リクエストを送る。

リクエスト処理部から送られるリクエストには始点と終点の ATM スイッチの設定と、利用者が特に指定した場合には、中継経路の一部となる ATM スイッチの設定が含まれる。ネットワーク管理部は、この情報を元に以下の手順に

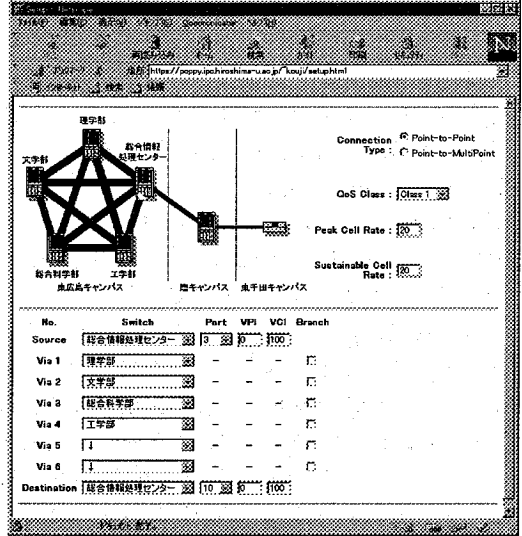


図 1: VC 設定画面の例

よって中継経路を選択し、中継経路上の ATM スイッチ毎の設定リクエストを作成する。

#### 1. (妥当性チェック)

指定された始点と終点の ATM スイッチの利用者側 Port の VPI/VCI がすでに使用中の場合は、処理を中止してエラーを返す。

#### 2. (中継経路の選択)

指定された中継経路を通る最短 (通過する ATM スイッチ数が最小)、かつ指定帯域を満足する経路を計算する。

(a) 経路が複数ある場合は、経路上のリンクの残存帯域が最も多くなる経路を選択する。

(b) 経路が存在しない場合は、処理を中止してエラーを返す。

#### 3. (中継 ATM スイッチの設定)

始点の ATM スイッチの発 Port から終点の ATM スイッチの受 Port まで、

(a) 次の ATM スイッチの受 Port の VPI/VCI が指定されており、かつ未使用の場合は、発 Port の VPI/VCI として使用する。

- (b) 次の ATM スイッチの受 Port の VPI/VCI が指定されていない、または指定されているが使用中の場合は、受 Port で未使用かつ利用できる最小の VPI/VCI を使用する。

### 3.2.3 スイッチ制御部

スイッチ制御部はネットワーク管理部から送られるリクエストを受け取り、ATM スイッチを設定する。一般に ATM スイッチには RS-232C あるいはネットワークインターフェースを通して対話的な制御を行なうためのインターフェースが用意されている。また SNMP (Simple Network Management Protocol) の Agent が用意されており、AToM MIB や独自の拡張 MIB [4] により設定可能な ATM スイッチもある。たとえば日立製 AN1000 では、コネクション設定のためのコマンドは次のように定義されている [4]。

```
vc コマンド種別 VC 種別 ⇒
  発 Lif 発 Port 発 VPI 発 VCI ⇒
  受 Lif 受 Port 受 VPI 受 VCI ⇒
  PCR SCR 優先クラス 廃棄クラス
```

ここで、コマンド種別は set, rel, add, drp で、それぞれ VC 追加・削除、マルチポイント VC 追加・削除に対応する。また、VC 種別はポイント-ポイント、ポイント-マルチポイントに対応する pp, mp がある。

本システムでは、設定には対話的なインターフェースを利用し、ATM スイッチのコネクション設定状況やセル流量・廃棄状況など統計情報の取得には SNMP を利用する。

### 3.3 他の運用管理システムとの関係

ネットワーク機器の設定や管理を行なう運用管理システムは、自社製品を対象にベンダから提供されていることが多い。他社製品に対しては情報収集を行なう程度の機能に留まるものの、自社製品に対しては独自のプロトコルや拡張機能を利用して、細部に渡って制御を行なうのに十分な機能を有している。本システムでは、スイッチに依存する部分をスイッチ制御部に集約

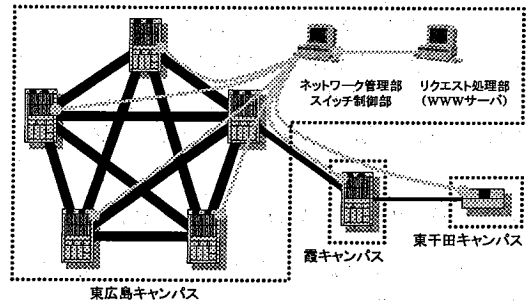


図 2: 広島大学 ATM LAN

することで、これらと連係してスイッチ固有の機能を有効に利用できるよう設計されている。

一方、ネットワーク構成の初期設計や長期的な利用が見込まれるコネクションの経路設計などを支援するシステムもある。これらは各スイッチの初期設定を作成するが、その結果を本システムの構成情報として取り込むことで連係が可能である。

## 4 PVC on Demand 運用管理システムによる運用

### 4.1 HINET-95: 広島大学 ATM LAN

広島大学の ATM ネットワーク HINET-95 を図 2 に示す。基幹ネットワークは東広島・霞・東千田の各キャンパスに 5 台、1 台、1 台の合計 7 台の ATM スイッチで構成され、東広島キャンパス内の ATM スイッチは 622Mbps で完全結合されている。また東広島・霞間、霞・東千田間はそれぞれ 6Mbps、1.5Mbps の高速デジタル専用線で接続されている。利用者はそれぞれ最寄りの ATM スイッチへマルチモードファイバを使って直接接続するか、あるいは ATM をバックボーンとした Ether スイッチへ 100/10BaseT を使って接続する。

PVC on Demand 運用管理システムは次のように配置した。ネットワーク管理部とスイッチ管理部は HINET-95 直結のネットワーク管理ホストに配置し、7 台の ATM スイッチとの間にあらかじめ制御用 VC を設定して、ひとつのス

スイッチ管理部で集中的に管理する。また、リクエスト処理部は総合情報処理センター(以下、センター)のWWWサーバの学内限定ページに配置し、学内全域から利用可能とする(図2)。

#### 4.2 HINET-95の接続サービス

HINET-95で利用できる接続サービスとして次の4つが用意している。

1. ATMサブネット接続サービス
2. ATMルータ接続サービス
3. ATMホスト接続サービス
4. VC提供サービス

最初の3つは、HINET-95のATMルータとあらかじめ用意されているEtherスイッチ、あるいは利用者の用意するATMルータ/ホストをPVCで接続するサービスで、IP over ATMやLAN Emulationを利用して、学内外のIPネットワークとの接続性を提供する。一方、VC提供サービスは利用者の用意する複数のATMホスト間をPVCで接続するサービスで、IPネットワークとの接続性は提供せず、実験やイベントなどを主な用途としている。

これらのサービスの利用に際しては、センターへの申請が必要であり、利用者は管理担当者、接続機器、必要ポート数、帯域などを記入してセンターに提出し、ポートやVPI/VCIの割り当てを受ける。最初の3つのサービスについては、中長期に渡る継続的な利用が見込まれるため、申請に基づくスタティックなVC設定の方が安定性の面で良いと考えられる。しかし、VC接続サービスについては比較的短期間に頻繁な設定の変更が必要と考えられるため、申請に対してポートのみ割り当て、VCの設定は本システムによる管理を行なうことにしている。

#### 4.3 大規模ATMネットワークへの適用

ネットワーク管理部を分散配置し、複数の管理ドメインを設けることで、より大規模なATMネットワークに管理範囲を拡大することが可能であると考えられる。しかし、管理ドメイン間

の接続設定やユーザの管理・認証の方法などをさらに検討する必要がある。

## 5 おわりに

本稿では、比較的小規模なATM LANにおける一般的な利用形態で、システム管理者が行なわなければならない管理作業を考察した。IPレベルの接続性を確保する目的ではSVC方式によるLAN Emulationは有効であるが、ATMネットワークのより有効な利用には、SVC方式、PVC方式のいずれを利用してもシステム管理者の管理作業量に大きな違いはなく、現状ではPVC方式を用いる方が管理の面で有効であった。

しかし、PVC方式の採用はシステム管理者への負担が集中するため、ユーザ認証・リソース制限を行なうことにより、管理作業の一部を他者に委託することも可能なPVC on Demand運用管理システムを構築した。現在、このシステムを広島大学ATMネットワークHINET-95に導入し、テスト運用を行なっている。

今後は実際の運用を通して、機能面の改良や充実を図る。また、より大規模なATMネットワークへ適用するために必要な機能などを検討する予定である。

## 参考文献

- [1] 藤川賢治, "PLASMA ネットワークの実装," インターネット技術第163委員会(ITRC) Jain Consortium 研究会報告書, pp.247-248 (Jul.1997).
- [2] 西村浩二, 小林克志, "広域ATMネットワークの分散管理," 情報処理学会研究報告96-DSM-3-6 (Sep.1996).
- [3] 西村浩二, 相原玲二, "PVC On Demand ATM LAN 運用管理システム," 情報処理学会分散システム運用技術シンポジウム'97 予稿集, pp.69-74 (Feb.1997).
- [4] (株)日立製作所, "日立ATMスイッチングノードAN1000オペレーティング・マニュアル," 500-10-108 (Jul.1997).