

## PVC On Demand による ATM LAN の運用管理

西村 浩二

相原 玲二

kouji@hiroshima-u.ac.jp ray@hiroshima-u.ac.jp

広島大学 総合情報処理センター  
〒739 東広島市鏡山 1-4-2

### あらまし

情報通信インフラストラクチャ整備の目玉となる中心的な技術として、ATM(Asynchronous Transfer Mode)方式による高速通信技術が挙げられることが多い。ATM ネットワークには帯域確保による安定した通信路の提供など通信手段として魅力的な機能があるが、一方管理面では全ユーザへの公平な帯域割り当て機会の提供や課金システム構築の必要性など解決しなければならない問題が多くある。本研究では ATM ネットワークの運用管理システムを扱い、その管理対象を同一組織内の比較的小規模な ATM LAN (数台~数十台程度の ATM スイッチから構成) に限定して、運用管理システムに要求される機能について考察する。その上で要求を満たすシステムを構築し、実際の ATM LAN に適用することでその有効性を検証する。またそのシステムをより大規模な ATM ネットワークへ適用するための必要条件についても考察する。

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

## ATM LAN Management System using PVC On Demand

Kouji Nishimura

Reiji Aibara

kouji@hiroshima-u.ac.jp ray@hiroshima-u.ac.jp

Information Processing Center  
Hiroshima University

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

### Abstract

As the main technology on constructing information infrastructure, the high-speed multimedia communication using ATM (Asynchronous Transfer Mode) has been repeatedly proposed. Although ATM network, for example, can make bandwidth reservation which guarantees stable communication, it has still many problems in managing fair bandwidth reservation or an accounting system according to its utilization. In this paper, we describe a management system for small-scale ATM LANs, and consider the feature that a management system should offer. Then we construct the management system which satisfy the requirements, and also applies it to existing ATM LAN for verification. At last, we discuss necessary condition in applying this management system to more large-scale ATM networks.

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

## 1 はじめに

近年、高等教育機関において情報通信インフラストラクチャ整備が行なわれ、組織内の基幹ネットワークの通信速度は100Mbps以上に、また組織間接続も数Mbps～数10Mbpsとなり、高速通信の利用がより手軽に行なえるようになってきた。基幹ネットワーク技術としてはリアルタイム・マルチメディア通信への利用を考慮して、多くの組織でATM (Asynchronous Transfer Mode) 方式が採用されている。

しかし整備が行なわれた当時、ATM技術はまだ標準化作業が行なわれている段階で、製品としてもATMが持つと期待される様々な機能のうち、基本的な機能(PVCの設定等)が提供されているに過ぎなかった。最近では標準化作業の終了した部分から順次制御ソフトウェアのバージョンアップが行なわれているが、その大部分はATMネットワークを利用するための機能であり、ATMネットワークを管理するための機能の整備は未だ十分とは言えない。

本稿ではこのような状況を踏まえ、ATMネットワークのための運用管理システムを提案する。ATMネットワークを対象とした同様なシステムの提案はいくつか行なわれている[4][5]が、本稿ではスイッチ数が数台～数十台規模のATM LANをその対象とし、ATM LANを運用・管理する上で求められる特有な機能を中心に考察することで、ネットワーク管理者のアシスタントツールとして利用可能なシステムの構築を行なうことを目的とする。

以下、第2節ではATM LANの運用管理の形態とそれぞれの問題点について、第3節ではATM LAN運用管理システムに求められる機能と我々が提案する運用管理システムの構成について述べる。第4節では本稿で提案する運用管理システムの実用例として、広島大学におけるATM LANの構成の紹介と本システムの適用方法について説明する。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

ATMで構成されたLANの運用方法、つまりコネクション制御の方法は大きく次の3つに分類することができる。

1. PVC (Permanent Virtual Connection) 方式のみを利用
2. SVC (Switched Virtual Connection) 方式のみを利用
3. PVC方式とSVC方式を併用

1. はコネクションが必要となる度に経路上のATMスイッチをひとつひとつ手動で設定・解除する利用形態であり、ネットワーク管理者は必要になると考えられるコネクションをあらかじめ設定しておくか、コネクションが必要になる度に作業をする必要がある。あらかじめコネクションを設定する場合は、未使用時にも帯域が確保されたままとなるため、ネットワーク資源を無駄に消費する可能性がある。

一方2. はコネクションが必要になる度にシグナリング(呼設定)を行なってコネクションの設定と解除を行なう利用形態であり、ネットワーク管理者はATMスイッチ設置時に利用可能なVPI,VCIの範囲やルーティング情報等を設定する必要があるが、通常の利用では特に何もする必要がない。またコネクション使用終了時には確保した帯域を解放するため、ネットワーク資源を無駄に消費する心配がない。

3. は2.と1.の長所を組み合わせた利用形態で、頻繁に変更を必要としないコネクションはPVC方式で、その他のコネクションはSVC方式で行なう。

新社会資本による情報通信インフラストラクチャ整備により高等教育機関にATMが導入され始めた当初は、まだ利用者(研究者)が少なかったこと、ATM機器が市場に出始めた頃でもありバックボーンとしての利用が主であったことなどから1.の利用形態が多く見られた。その後、標準化作業の進展、最新機能を持ったATM機器の市場投入が進むにつれて、世の中の趨勢は3.の利用形態に移行しつつある。しかし以前に導入を行なった組織での利用形態の移行においては、運用面、管理面それぞれにいくつかの問題がある。

### 2.1 運用上の問題点

SVC方式を利用するには、両端のATM機器のNIC (Network Interface Card) と経路上のATMスイッチすべてがSVC方式に対応している必要がある。以前のATM NICやATMスイッチはPVC方式のみが扱えるか、PVC方式に加えてベンダ独自のシ

グナリングを使った private-SVC 方式が扱えるものであった。その多くはドライバソフトウェアのバージョンアップにより SVC 方式を扱えるようになるが、費用等の問題から大量に購入した ATM NIC などすべてのバージョンアップは困難であるため、今後も PVC 方式による運用を残さざるを得ない。

また、ATM ネットワークの特徴のひとつである利用帯域の確保も問題となり得る。画像伝送など多くのアプリケーションは利用する帯域をあらかじめ確保することで安定した通信を行なうことができるが、一般にユーザはより安定した通信を望むため本来必要でない(必要以上の)帯域を確保し、さらに必要でない期間も帯域を確保し続ける可能性がある。

## 2.2 管理上の問題点

本稿で管理対象例とする広島大学に限らず、多くの組織では ATM ネットワークの維持費用を捻出するため、その利用に応じた課金(あるいはそれに準じたもの)を検討している。その場合には、(1)ユーザの認証、(2)利用状況(ユーザ、帯域、期間等)の記録が必要となるが、現在の SVC 方式ではユーザに利用を許すか許さないかの設定しかできない。さらにネットワーク管理者の業務軽減のため、研究グループのネットワーク責任者など特定のユーザにのみコネクション設定を許可したい場合も、ユーザの認証機能は不可欠である。

また SVC 方式では送信側と受信側を最短経路で結ぶようコネクションが設定される。しかし各組織のルーティングポリシーは必ずしも最短経路だけではなく、残存帯域を平均化するなど経路を意図的に選択したいという要求もある。

## 3 ATM LAN 運用管理システム

この節では 2.1 節、2.2 節で挙げた問題を解決するために運用管理システムに要求される機能と、運用管理システムの現状、その要求を満足するシステムを実現するために我々が提案する運用管理方式について説明する。

### 3.1 運用管理システムへの要求

前述の問題を解決するためには、運用管理システムは次の 4 つの機能を有する必要がある。

ユーザ単位のリソース制限 不特定ユーザによる不当なリソースの独占を防ぐため、ユーザ単位でのリソース制限を設ける必要がある。利用例としては、ネットワーク管理者にはすべての特権を許可し、管理者から特定のユーザ(サブネット管理者)に業務を委託する場合にはその一部の権利を許可するなどが考えられる。

ネットワーク利用記録 リソースの利用に応じた課金を行うための基本情報とするため、コネクションの状況(利用者や帯域等)を記録する必要がある。また障害発生時の調査手段として利用するために、任意時刻でのネットワークの状態をリアルタイムで監視できる統計情報取得機能が必要である。

ユーザ認証 上記 2 つの機能を提供するために、コネクションの確立などネットワークに対するアクション(コネクションの確立、帯域の確保)に際してユーザ認証を行う機能が必要である。

経路選択 ATM スイッチを通過することによるセル廃棄・遅延の可能性をできる限り排除するため、基本的に 2 端末間は最短経路(ATM スイッチ通過数が最小)となるよう経路が選択される。しかし各組織のルーティングポリシーに基づき、ネットワーク管理者の設定によってはトラフィックを集中させるなど意図的に経路を変更できるようにする必要がある。

### 3.2 運用管理システムの現状

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、それぞれメーカーから提供されていることが多い。それらの多くは各メーカー独自のプロトコルや拡張機能を用いているため、自社製品を個別に制御するのに十分な機能を備えている。一方他社製品に対しては基本的な情報収集が行なえる程度に留まっている。しかし大学や研究所等ではマルチベンダ環境での運用を行なうことが多いため、すべての機器を制御するには複数の運用管理システムを併用する必要があり、またそれぞれのユーザインターフェースに違いがあるため混乱しやすい。

その解決策のひとつとして、以前筆者らは On-Line University Project [1][2] の運用する広域マルチベンダ ATM ネットワークにおいて、コネクション設定

と統計情報収集を統一したユーザインターフェースによって行なう運用管理システムを提案した [4]。この運用管理システムでは特定の研究者のみが利用する広域 ATM ネットワークを管理の対象としていたため、特別なユーザ認証機能などは用意しておらず、各拠点に分散配置した ATM スイッチ管理サーバの連係・故障等への対策に重点を置いていた。

また藤川は、同一 IP サブネット上にある ATM スイッチ制御マシンとコネクションの両端のマシンでそれぞれ制御デーモン `atmswd`, `atmesd` を動作させることで、IP 上で動作する ATM シグナリングプロトコル IP-SVC を提案している [5]。このとき ATM スイッチに要求される機能は単方向一対多接続ができることのみであり、コネクション制御は PVC 方式のみを利用して実装されている。この方法は SVC 方式に代わるコネクション制御方式として有効である。

そこで本運用管理システムでは IP-SVC の元となったプロトコル [3] を拡張し、ユーザ認証機能などネットワーク管理に必要な制御を行なう機能を追加した。また本稿では数台～数十台の ATM スイッチからなる ATM LAN を想定しており、スイッチの制御の負荷は比較的小さいと考えられるため、集中管理方式を採用し、管理サーバの故障には secondary サーバを用意することで対応する。また、前節での要求を満足するため、コネクション制御の細部に渡ってネットワーク管理者による制御が可能なることが必要であることから、PVC 方式を利用してユーザの要求に応じて On Demand でコネクションを確立する運用管理システムとする。

### 3.3 PVC On Demand 運用管理システム

本運用管理システムはユーザからのリクエストを処理するユーザインターフェース部とユーザ認証や経路選択などを行うネットワーク管理部、ネットワーク管理部からの指示により実際に ATM スイッチを制御するスイッチ制御部から成る。これらが動作するマシンをサーバと呼ぶが、それぞれは IP 上のプロトコルで通信を行なうため必ずしも 1 プロセスである必要はなく、複数のプロセスあるいは複数のマシンに分散しても構わない。

ユーザインターフェース部 ユーザは IP ネットワークに接続されたマシンにアクセス可能な環境で

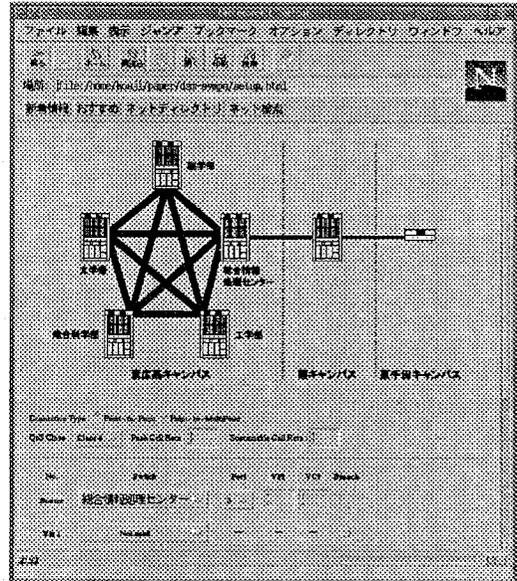


図 1: VC 設定画面の例

あり、本システムに IP 的に到達可能であることを前提とする。そしてユーザとのインターフェースにはワークステーションからの利用だけでなく、PC などからの利用も考慮して WWW (World Wide Web) のブラウザを用いる。画面表示の例を図 1 に示す。ユーザは WWW に表示された画面にしたがって、ユーザ認証・帯域指定・経路選択などを行うことができる。

ユーザインターフェース部はユーザから WWW のインターフェースを通してリクエストを受け取り、ネットワーク管理部に渡すゲートウェイとして動作する。また逆にネットワーク管理部から返される情報をユーザに視覚的に提示する。基本的にネットワーク管理部へのアクセスは WWW のブラウザを通して行なうが、この部分を省略しネットワークコマンドによってコマンドラインから直接アクセスする方法も用意している。

ネットワーク管理部 ネットワーク管理部はユーザ認証・ユーザリクエストの妥当性チェックのほか、経路選択等を行なう。

ユーザ認証には、現在多くの UNIX システムで利用されているパスワード認証と同様に `crypt` 関数を利用する。ユーザ認証の重要度に応じて、

ユーザインターフェース部にユーザ認証に対応した WWW サーバを用いることで更に強力にすることも可能である。またコマンドラインからの利用については、PGP (Pretty Good Privacy) 等によるユーザ認証を行なうこともできる。その場合ネットワーク管理部とユーザで共に公開鍵と秘密鍵を用意し、ユーザの認証とリクエストの改竄を防止する。

コネクションを確立する場合、ユーザは両端の ATM スイッチ/Port/ VPI (Virtual Path Identifier)/VCI (Virtual Connection Identifier) と QoS (Quality of Service) クラス、PCR (Peak Cell Rate)、SCR (Sustainable Cell Rate) を指定する。この情報に基づいてネットワーク管理部は経路選択を行なうが、残存する帯域の中から他のコネクションを変更することなく自動的に最短経路を選択するモードと、ユーザが通過する ATM スイッチを自由に選択するモードを用意している。

またネットワーク管理部は選択した経路に基づき、スイッチ制御部に ATM スイッチ設定の命令を出す。一連の動作はネットワーク利用記録として保存し、課金情報等に利用する。

**スイッチ制御部** ネットワーク管理部が決定したネットワーク構成に基づいて、ATM スイッチにコネクション設定の命令を出す。このときスイッチ管理部は ATM スイッチに対して行なった最新の設定状況を保持し、ATM スイッチが障害等でダウン後復旧した場合にコネクション復旧のために利用する。

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インタラクティブに制御するインターフェースが用意されているので、本システムではそのインターフェースを利用して ATM スイッチを制御している。そのため、スイッチ制御部は ATM スイッチ毎に専用のものを用意する必要がある。一部の ATM スイッチではメーカ独自の拡張 MIB (Management Information Base) が整備されており、SNMP (Simple Network Management Protocol) で統計情報を取得するだけでなく、ATM スイッチが制御できるものもある [6]。本システムでは ATM スイッチの現在のコネクション設定状況

やセル流量・廃棄などの統計情報は SNMP を用いて取得する。

## 4 運用管理システムの実用例

### 4.1 ネットワーク構成

本稿で管理対象の例とする広島大学の ATM ネットワークを図 2 に示す。基幹ネットワークは東広島キャンパス 5 台、霞キャンパス 1 台、東千田キャンパス 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・霞キャンパス間は 6Mbps、霞・東千田キャンパス間は 1.5Mbps の高速デジタル専用線で接続されている。ATM を利用する各研究室のコンピュータはそれぞれ最寄りの ATM スイッチへ光ケーブル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。本稿で紹介する運用管理システムは Ether スイッチもその管理の対象とすることが可能であるが、今回は ATM スイッチに絞って管理することとする。

### 4.2 システム各部の配置

本運用管理システムはユーザインターフェース部、ネットワーク管理部、スイッチ制御部に分けられ、それぞれ分散したマシンに実装できるが、今回はユーザインターフェース部とそれ以外に分けて配置することとする。ユーザインターフェース部は広島大学の WWW サーバ内の学内限定ページに設置し、学内全域から利用可能とした。またネットワーク管理部とスイッチ制御部は総合情報処理センター内のネットワーク管理マシン上に配置している (図 2)。スイッチ制御部と各 ATM スイッチは、あらかじめ VC を 1 本設定しておき、その VC を使って ATM スイッチを制御する。

また広島大学では総合情報処理センターの他、各サブネット毎にネットワーク管理者を置いているため、彼らを本システムのユーザとして登録している。そのためコネクション設定は特に総合情報処理センターに断ることなく、各ネットワーク管理者の判断で設定できる。また情報取得についてはユーザ認証を必要としないため、統計情報等運用中のコネクショ

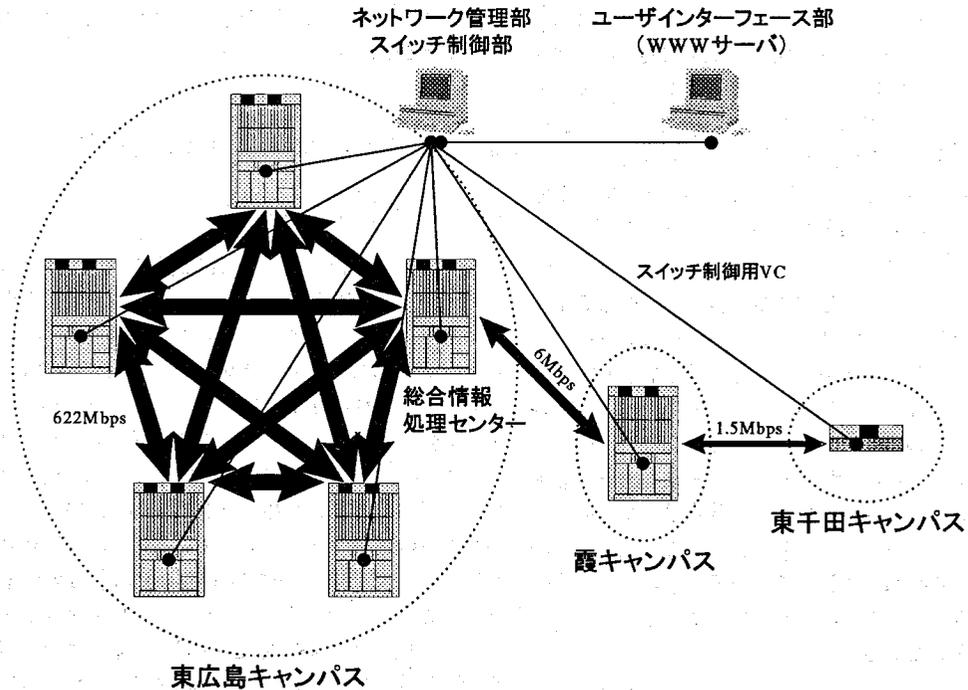


図 2: 広島大学 ATM ネットワーク

ンの状態は学内の全ユーザが自由に参照することができる。

## 5 おわりに

本稿では数台~数十台規模の ATM スイッチから構成される ATM ネットワークのための運用管理システムを提案した。その際管理対象を ATM LAN に限定することでシステムに要求される機能を明確にでき、コネクション制御に敢えて PVC 方式のみを利用することでネットワーク管理者のアシスタントツールとして利用できるシステムとなっている。

現在本運用管理システムはプロトタイプ段階であるため、細部の修正や調整が必要である。またネットワーク管理部やスイッチ制御部を複数用意し分散させることで、更に規模の大きな ATM ネットワークへの適用も検討する必要がある。

## 参考文献

[1] 村岡洋一, "オンラインユニバーシティプロジェクト," マルチメディア通信共同利用実験シンポジウム予稿集, p.84 (Dec.1995).

- [2] 野口正一, 村岡洋一 他, "On-Line University Project," bit, 共立出版, Vol.27 No.5~No.12, Vol.28 No.1~No.5 (May.1995~May.1996).
- [3] 太田昌孝, "スイッチ設定プロトコルについて," 第5回 JAIN コンソーシアム総会・研究会資料 (Jun.1995).
- [4] 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).
- [5] FUJIKAWA Kenji, "Another ATM Signaling Protocol for IP (IP-SVC)," IETF Internet Draft (work in progress), draft-fujikawa-ipsvc-01.txt (Nov.1996).
- [6] (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," (Dec.1996).