

ATMネットワークの予約回線設定方式

若原俊彦†、恒川健司†、由比藤光宏†、水澤純一††

NTT マルチメディアネットワーク研究所

†〒239 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

††〒180 武蔵野市緑町 3-9-11

あらまし 近年のインターネットなどの普及にともない、大学や企業にATM-LANなどの高速・マルチメディアネットワークがさかんに導入されている。本検討では、ATM固定接続(PVC)ネットワークを用いて予約時刻にもとずいて接続相手をダイナミックに切り替える予約PVC方式を提案するとともに、単にATMのコネクションを設定するだけでなく各種アプリケーションサーバや端末まで予約の対象とし、ATMネットワークを用いたサービスの自動回線設定をおこなうシステム予約方式について述べる。実際に、実験システムを試作し、NTTマルチメディア共同利用実験のOLU(On-Line University) ネットで動作確認を行い、本方式の有効性を確認した。

A Study on the Reserve-based Circuit Setup System over ATM-Networks

Toshihiko Wakahara†, Kenji Tunekawa†, Mitsuhiro Yuitou†, Jun-ichi Mizusawa††

NTT Multimedia Networks Laboratories

†1-1 Hikari-no-oka, Yokosuka, Kanagawa, 239

††3-9-11 Midori-cho, Musashino-shi, 180

Abstract Recently high-speed and multimedia networks, such as ATM Networks, have been installed in major companies and Universities. This paper presents a new Reserve-based Circuit Setup System over ATM-PVC Networks. In this system, various types of ATM permanent virtual circuits are setup dynamically at the booked schedule by the reserve database. This system manages not only ATM circuits but also application servers and terminals and realizes these system networking. In addition, the prototype system based on the above concepts are made and field tests are tried over the On-Line University network and the validity of this system is confirmed.

1. まえがき

近年、パソコンなどの普及にともないWWWなどインターネットのサービスが爆発的に増加し、ネットワークに対する高速化・マルチメディア化の要求が高まってきている。この要求に応えるべくATM-LANなどマルチメディアを伝送できるLANの導入が大学や企業を中心に積極的に行われている。ATMネットワークは、構内系と広域のネットワークをシームレスに接続でき高速のマルチメディア転送に適しているが、現状のATMネットワークは必ずしも交換型(SVC)のネットワークでなく、固定接続モード(PVC)で構築される場合が多い。ただし、後者の固定接続モードであっても、使用する度に接続する相手が異なったり、使用する回線番号が異なったりするので、ユーザからの要求に対してダイナミックに接続替えのための回線設定を行う必要がある。[1]

本報告は、ATMネットワーク上で固定接続(PVC)された端末間の回線を、指定した時刻にATM-SWの設定変更によりダイナミックに回線設定する予約PVC方式を提案するとともに、端末およびアプリケーションサーバと連携してアプリケーションに必要な全リンクを自動的に設定してサービス開始させるシステム予約設定方式について述べる。また、アプリケーションサーバの一具体例として講義サーバと連携した予約ベースの遠隔講義サービスを提供するためのシステム構成法について述べる。

2. ユーザからのサービス要求条件

以下ではATM-PVCネットワークを対象に、ユーザからの利用ネットワーク形態、利用条件などについて述べる。ユーザがネットワークを利用して通信サービスの提供を受ける場合、その都度相手が変わり、使用するサービスクラスや使用帯域なども異なるのが一般的である。これを実現するため、ネットワークとして固定接続網を利用する場合には、端末間の回線の接続替えが必要となる。以下では、ユーザ利用の観点からネットワークの利用条件、構成などについて述べる。

2.1 ネットワーク利用条件

ワークステーション(WS)やパソコン(PC)などのコンピュータを端末機器としてATM-PVCネットワークを利用する場合、図1に示すような各種形態がある。

(1) 回線形態

端末間の通信形態としては、通常の1:1のポイント・ポイント(P-P)双方向通信および1:Nのポイント・マルチポイント(P-MP)片方向通信がある。使用する映像、音声やデータなどのメディアを多重化して用いるシングルコネクションとメディア毎に複数のコネクションを用いるマルチコネクション方式がある。また、複数の端末と講義サーバなどのアプリケーションサーバ、あるいは会議サービスなどの多地点制御ユニット(MCU)との通信の場合には、複数のコネクション(片方向および双方向)を組合せて同時設定する必要がある。さらにサーバ間のコネクション

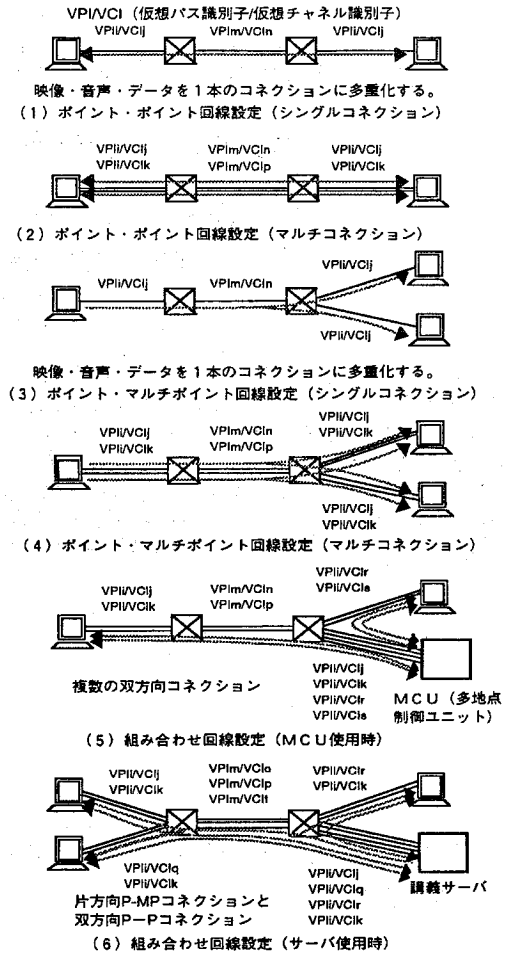


図1 ユーザの回線利用形態の例

も同時に設定する場合もある。

(2) 利用スケジュール

ネットワークを複数の端末およびユーザで共有して使用する場合には、あらかじめ他のユーザに使用予定を通知し、帯域や回線数など各リンクやノードのリソースの範囲内で調整しながら回線を利用する必要がある。このため、固定接続モードでは予約形態で使用し、スケジュールを調整しリソースの空状況を見ながら利用するのが一般的となる。

(3) 利用プロトコル

WSやPCを端末として使用する場合は、基本的には既存のイーサネットなどのLANに使用されているTCP/IPプロトコルが一般的であり、IP over ATMの形で利用したり、LANエミュレーションモードで使用したりする。また、新規の装置などの場合には直接ATMをドライブするネイティブモードで使用する場合もあり、MPEG over ATMなども利用する。

2.2 予約PVC方式

以上のユーザ側の条件をまとめると、最も望ましい

のは”いつでも、誰とでも”ということになるが、用途によっては利用スケジュールに従えば必ずしも即時（オンデマンド）でなくても希望する相手と通信できればよいと言える。すなわち、電話サービスのように好きな時間に好きな相手と通信できるSVC方式と、専用サービスのように常に相手が固定されていて接続し放しのPVC方式の間に、予約スケジュールに基づいて好きな相手（相手固定も含む）と通信が可能な予約PVC方式の適用が考えられる。表1に各種方式の比較を示す。

表1 ATM接続方式の比較

接続方式	接続相手	接続時間	備考
SVC方式	可変	オンデマンド	
PVC方式	固定	固定接続	
予約PVC方式	可変	予約時間	相手固定もある

2.3 ATMネットワーク利用上の考慮すべき条件

上記のATMネットワークとしてATM-LANを利用する場合、現状のWSなどのATMインタフェースボードあるいはATM-SW（交換機）には以下のような制約条件を考慮する必要がある。

- 1) TCP/IPプロトコルを使用する場合には、IPアドレスとコネクションが1:1に対応しており、同一IPアドレスに対しては1本のコネクションしか設定できない。（図1（1）のように、端末-SW間のVPI/VCIを共通に使用する必要がある）
- 2) 複数の端末に一齐にマルチキャストする機能は、IPレベルではサポートされていないので、ATM-SWのマルチキャスト（マルチポイント）機能を利用する。
- 3) ATM-SWの回線を設定制御する場合に、片方向ずつ設定するSWと双方向同時に設定できるSWがあり、使い分ける必要がある。
- 4) ATM-SWによっては、マルチポイント可能なものと不可能なものがあり、後者の場合には迂回してマルチポイントを設定したり、複数のマルチポイントグループを用いる場合もある。

3. 予約PVC方式の構成

前節に述べたように、ATM-PVCネットワークを有効に利用しユーザに確実にサービスを提供するため、予約機能を導入する。予約PVC方式の特徴は以下のようなものである。

- 1) ネットワークを複数の端末およびユーザで共有して使用するので、あらかじめ他のユーザに使用予定を通知する。このように、固定接続モードでは予約形態で使用するのが一般的である。
- 2) 例えば、固定接続ネットワークを用いて遠隔講義サービスなどを行う場合には、あらかじめ講師や受講生への通知、講義室の手配などが必要となり、スケジュールにもとづいた予約管理が適している。
- 3) 特に、リアルタイム系の映像・音声を含むサービスの場合にはその品質が問題となり帯域確保が重要と

なる。従来、インターネットなどではTCP/IPプロトコルによりRSVP（Resource Reservation Protocol）を用いて実現する場合もあるが、必ずしもTCP/IPプロトコルを用いないMPEG2の伝送（MPEG2 TS over ATM）も考慮する必要があり、個別の回線対応にリソース管理するのではなくシステムとしてリソース管理する予約方式が重要である。

3.1 回線予約方式とシステム予約方式

予約方式として、端末あるいはサーバ間の回線だけを予約する方式と回線だけでなくサーバおよび端末までリソース管理し、要求するサービスに関連するシステムとして予約するシステム予約方式を検討する。

回線予約方式の場合には、ユーザが希望する時間とコネクション情報から必要な経路を探索し[2]、各リンクの指定したコネクションのチェックをおこないリソースの範囲内であれば受け付ける。この時、経路の選択に当たっては、最短経路となるリンクから順次選択する。また、マルチポイント回線の場合には、リーフに近いATM-SWから順次マルチポイント探索をおこない、経路を選択する。なお、ポイント・ポイントおよびポイント・マルチポイントを組合せて使用する場合も、関連するすべてのリンクおよびノードを予約する必要がある。

一方、システム予約方式の場合には、単に回線だけでなくアプリケーションサーバおよび端末も予約管理の対象となる。このため、アプリケーションサーバとの連携が必要となり、予約システムとのメッセージ通信をおこなう。サービスによっては、確実にサービスを実施するため、アプリケーションサーバを遠隔から起動したり、端末に対してはアプリケーションサーバからメッセージを送出してサービスを開始する。両方式の比較を表2および図2に示す。

表2 回線予約方式とシステム予約方式

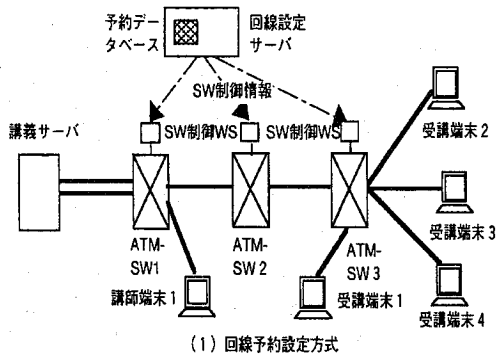
項目	内容		
回線予約	P-P	開始時刻、終了時刻 コネクション数、方向種別、クラス、帯域	
	P-MP	開始時刻、終了時刻 端末数(root端末、leaf端末)、コネクション数 クラス、帯域	
	組合せ	上記の組合せ	
システム予約	開始時刻、終了時刻、利用サービス コネクション、端末、サーバ	回線	P-P P-MP 組合せ

3.2 システム予約設定方式の概要

予約ベースの回線設定を実現するためには、

- 1) 予約端末インタフェース
- 2) 端末間のルートを選定する経路選択機能
- 3) 経路毎のリンク/サーバ/端末管理機能
- 4) 予約データベース機能
- 5) ATM-SW制御機能
- 6) アプリケーションサーバ連携機能

が必要となる。これを具体的に実現するため回線設定



(1) 回線予約設定方式

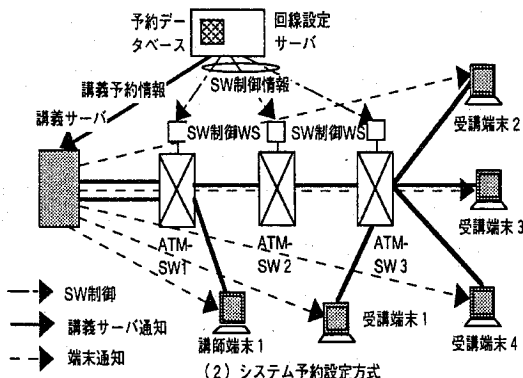


図2 回線予約設定方式とシステム予約設定方式(講義サービスの例)

サーバを導入し、ATM-PVC網において予約時間に必要回線を自動的に設定し、端末間の通信を実現する。

以下に、この回線設定サーバの機能、アプリケーションサーバ(具体例として講義サーバ)との連携、予約端末インタフェース、ATM-SW設定制御について述べる。

(1) 回線設定サーバの機能

回線設定サーバの機能としては、単にルート探索および回線設定機能だけでなく予約機能を具備し、時間毎のリンクおよびノードのリソース管理機能も併せもつ。具体的には、ユーザが予約を行うに当たって、講義サービスの場合には、講義サーバと講師端末間の接続、講義サーバと受講端末間の接続など必要なリンクの経路を選択し、空回線を探索する。これをサーバ内のデータベースで時間毎に管理してリソース(帯域およびVC1数)の範囲であれば受け付ける。ただし、SWによってはマルチポイント不可能な場合もあり、この場合にはマルチポイント可能なSWに迂回するか、または講義サーバ側から複数のマルチポイントグループを選択する。経路選択結果に基づいて、講義サービス開始時刻に回線設定サーバから対応するATM-SW制御WSに対してコマンドを送出し、サービスに必要な全パスを自動的に回線設定する。また、回線設定サーバは、アプリケーションサーバに対して予約情報をメッセージとして送信し、以

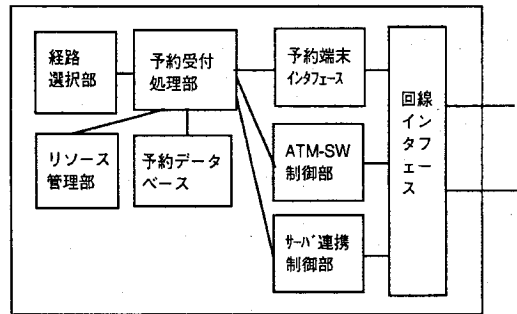


図3 回線設定サーバの構成例

降はこのアプリケーションサーバが自律的にサービス提供する。ただし、ATM-SW制御は、回線設定サーバからおこなう。図3に回線設定サーバの構成例を示す。

(2) アプリケーションサーバとの連携

アプリケーションサーバの機能としては、上述したように回線設定サーバから予約情報を受け取ったら自律的に遠隔講義サービスなどを提供し、開始時刻から終了時刻まで講師端末および受講端末との間でリアルタイムの映像・音声・データのソケット通信をおこなう。講義サービスが開始されたら、基本的には講義サーバが自律的に動作して各端末に対してサービスを提供するが、ユーザからの要求に応じて終了時刻の延長や短縮など予約の変更が必要になる場合には、直接回線設定サーバにアクセスし、リソースの範囲内の変更であれば受け付け処理をおこなう。これにより、回線設定サーバから講義サーバにメッセージ通知され、変更後の情報に基づいて講義サーバも動作する。

(3) 予約端末インタフェース

回線予約またはシステム予約する場合、回線設定サーバは任意の時刻に予約情報を受け付ける必要がある。常に回線設定サーバまでの経路を確保する必要がある。基本的には、Webのブラウザのようなビジュアルなインタフェースからアクセスすることを想定すると、TCP/IPにより回線設定サーバまでアクセスできるのが望ましい。インターネットのようなネットワークが使えるのであれば、バックボーン系およびローカル系のネットワークともIPルーティングを利用し、到達可能とする必要がある。

(4) ATM-SWの遠隔設定制御

既に述べたようにATMネットワークの固定接続モードでは、通常デフォルトの回線が設定されておりこのままではエンド・エンドの回線が設定されておらず通信出来ない。このため、ATM-SWを操作する必要があるが、通常ATM-SW操作担当者がいてSWを設定制御する。具体的には、SW制御マシン(WS)からコマンドを手入力する場合もあるが、遠隔のマシンからリモート制御するが多い。NTTのマルチメディア共同利用実験の一つであるOLU(On-Line University)プロジェクト[3]では、これを具体的に実現するため制御プログラムが開発された[4]。こ

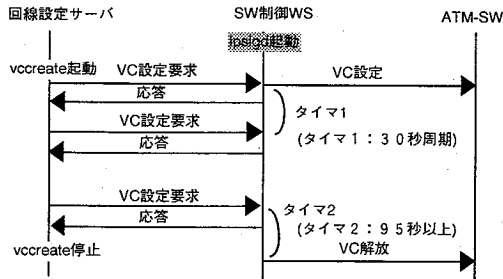


図4 ATM-SW遠隔制御動作

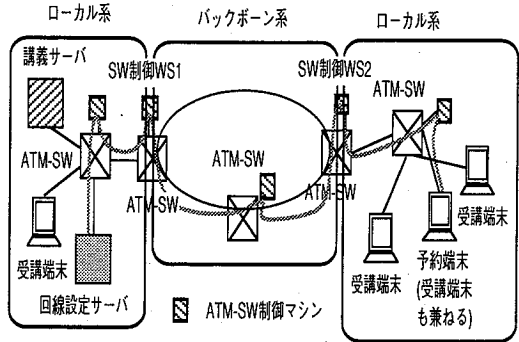
の方式では、ATM-SWのパスを設定するため、制御WS内にデーモン (ipsigd) を動作させておき、遠隔からの制御コマンド (vcreate) に基づいてATM-SWのパス設定を行うようにしている。図4にATM-SWの遠隔制御シーケンスを示す。SW制御WSにタイム1の周期でコマンドを送出し続けて回線を設定/保持し、コマンドを受信出来なかった場合 (タイム2) に設定解除する。

4. 実験システムとその概要

本システムの実験装置を試作し、図5に示すバックボーン系とローカル系のATM-PVCネットワークを用いて実験を行った。実験システムの主要諸元を表3に示す。[5]

(1) 実験システムの構成

具体的なネットワークとしては、上述のOLUネットワークを用いて京都大学のキャンパスネットワークおよびNTT横須賀研究所のネットワークを接続した。このOLUネットでは、通信しようとするATM-SWの制御WSにゲートデーモン (gated) を動作させHelloプロトコルによりIPルーティングを行うとともに、



予約する場合の予約情報転送ルート (IPルーティング)

図5 遠隔講義システムとその予約情報転送ルート例

バックボーン系のATM-SWまでIP通信可能なようスタティックに経路設定コマンド (route add) を用いてダイレクトに予約用のコネクションを設定する。予約のための回線設定サーバと端末間の情報転送ルートの例を図5に示す。同図で、バックボーン系はダイナミックルーティングでTCP/IP通信し、ローカル系はスタティックルーティングで回線設定サーバとSW制御WS1間および予約端末とSW制御WS2間をダイレクトにルート設定する。このようにしてローカル系ネットワーク内の任意の端末間と回線設定サーバの間で常時TCP/IP通信が出来るようにしている。

(2) 実験システムの動作

遠隔講義サービスを構成する各装置/システム間のネットワークの動作シーケンスを、予約フェーズ、回線設定フェーズ、サービスフェーズに分けて図6に示す。端末としては、受講端末、講師端末の区別があるが、そのブラウザからいずれかを選択することが可能であり、講師は講師端末のブラウザを操作しながら講義を進める。端末のブラウザとしては、講師側/受講者側ともHotJavaを用いることとし、遠隔講義サービスと予約サービスで共用できるようにしている。なお、講義サービス中に使用帯域などを変更出来るが、講義中の変更の場合は予約のリソース範囲内に限定している (講義が始まる以前であれば、一旦取り消して新たな予約が可能である。)。遠隔講義サービスを開始するため、まず予約のため回線設定サーバ (前節に述べたように、スタティックIPルーティングによりパス設定を行っておく) にアクセスし、利用する講義サーバ、講師端末、受講端末、使用ツール (資料/MPEG2映像の利用など) など情報を入力し、講義サービスを予約する。予約が受け付けられ、サービス開始時刻になったら回線設定サーバ

表3 実験システムの主要諸元

項目	諸元
予約方式	<回線予約方式> 端末-端末間またはサーバ-端末間の回線のみ予約 予約時回線設定 (ATM-SW遠隔制御) 回線は個別に指定 <システム予約方式> 回線予約および端末・サーバ予約 サービス単位に回線の設定、サーバへの起動
通信形態	1:1通信 (シングルコネクション) 1:1通信 (マルチコネクション) 1:M通信 (シングルコネクション) 1:M通信 (マルチコネクション) 上記の組み合わせ
回線構成	ATM 15.5 Mbps PVC回線 (使用可能帯域は指定可能*) VC 1 番号: 自動割り当て (使用範囲は指定可能*) サービスクラス: CBR (帯域指定) およびUBR *使用可能VC 1 範囲: 事前に登録 リンク使用可能帯域: 事前に登録
ATM-SW制御	予約時刻に遠隔制御 (終了まで保持)
予約インタフェース	Webブラウザ (HotJavaにより構成) TCP/IPプロトコル (IPネットワーク経由) データ登録、サービス選択 予約登録・変更・取消

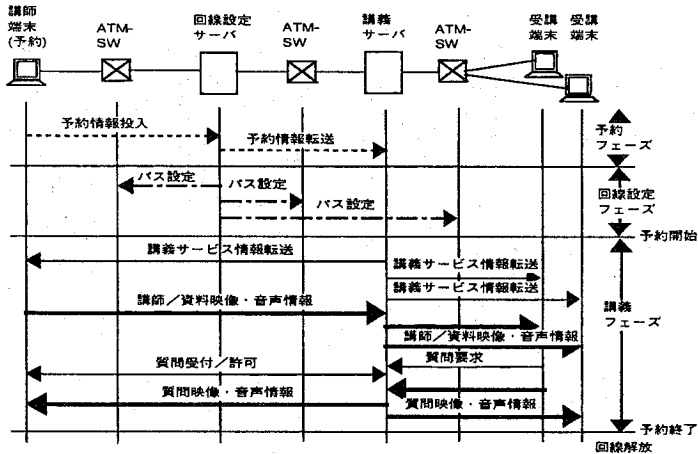


図6 遠隔講義サービスの動作シーケンス例

から各ATM-SW制御WS(ipsigd動作)に回線設定のためのVC設定要求(vccreate)を出し、必要なコネクションの数(SWによっては方向別にコマンドを設定)だけATM-SWにVC設定コマンドを送出する。このようにして、回線設定サーバからバックボーンネットワークおよびローカル系のネットワークの双方のATM-SWを遠隔制御し、講義サーバと講師端末、受講端末間のバスを設定する。なお、回線設定サーバはローカルネットワーク側に配置したが、トラヒック条件を考慮し、バックボーン系のネットワークに配備したほうが良い場合もある。

なお、回線設定機能としては、遠隔講義サービスだけでなく、通常のATMインタフェースを有するWSやPCがお互いに通信するためにポイント・ポイント、ポイント・マルチポイント回線を設定する。

本遠隔講義サービスにおいては、WS系の講義サーバと受講端末間は、

音声・映像：UDPによるソケット通信(M-JPEG)

データ：TCPによるソケット通信

を行い、異なるポート番号を用いて多重化する。また、講義に用いる資料映像を高品質に伝送するためMPEG2CODECを用い、直接トランスポートストリームをAAL5インタフェースで接続する。ただし、現状のWSのATMインタフェースカード(NIC)は、2.3節に述べたようにIPアドレス毎に単一のVCコネクションしか設定出来ないで、ダミーIPマルチキャストアドレスを用いて複数のコネクションを同時に設定している。また、ATM-SWによっては、マルチポイント機能が使用出来ない場合もあり、マルチポイント機能が利用出来る経路を選択する場合、これでも出来ない場合は複数のマルチポイントグループにより実現している。

(3) 実験結果

バックボーン系とローカル系の2階層のATM-PVCネットワーク構成において、ATM-SWが多段で構成されるローカル系のネットワーク間でバックボーンを介した経路が選定され、これで求めた映像・音声のポイント・ポイント(質問受講生表示)およびポ

イント・マルチポイント回線設定(講師映像/資料映像表示)が予約時刻に実行でき、終了時刻に回線解放することを確認した。

5. まとめ

以上、予約ベースで各種ATMコネクションを設定する予約PVC方式を提案するとともに、各種サーバおよび端末の予約まで含めてATMネットワークサービスの自動回線設定をおこなうシステム予約設定方式について述べた。本方式の特徴をまとめると以下ようになる。

(1) 回線設定の経路選択に当たっては、ネットワークをバックボーン系とローカル系の2階層に分割し、

端末-端末間あるいは端末-サーバ間のポイント・ポイントおよびマルチポイントを含めた回線の最適経路を選択することが可能である。

(2) リアルタイム系の通信などそれぞれの回線の品質を確保するため、リンク毎のリソース管理を行うとともに、使用可能なVC番号の範囲も管理して予約ユーザに最適な回線を提供する。

(3) リソースが満たされない場合は、予約時間や端末などを変更し、空時間や空端末を探索して、ネットワークや端末を有効利用することが可能となる。

(4) ATM-SWを遠隔制御することにより、予約時刻に自動的に回線設定が可能となり、操作性の優れたサービスを意提供できる。

本システムの有効性を確認するため、NTTのマルチメディア共同利用実験のOLUネットを用いて、遠隔講義サービス実験をおこない動作確認した。

なお、本方式はATM-PVCネットワークを用いたが、SVCネットワークであってもノードおよびリンクのリソース管理を個別に行い、SVC系のノードの起動/停止を行うことにより、予約モードに拡張可能である。

参考文献

- [1] 恒川、若原、由比藤、"ATM-PVC網における自動回線設定システム", 1996年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、B-858 1996.
- [2] 恒川、若原、由比藤、"ATM-PVC網自動回線設定における経路探索およびリソース管理法の検討", 信学技報IN96-83 pp. 29-34, 1996.
- [3] 西村浩二、"OLU-netの現状と課題、そして今後", JAIN-OLU合同シンポジウム論文集 pp.55-61, 1996.
- [4] 太田正孝、"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 1995.
- [5] 若原、由比藤、恒川、水澤、池田、美濃、藤川、"ATMネットワークを用いた遠隔講義システム構成法の検討", 信学技報OFS96-31 pp. 31-36, 1996.