

## ATM インターネットにおけるプラグアンドプレイ環境の構築

新本 真史†, 小林 和真†, 梅比良 正弘†, 山本 平一†,

†奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

‡NTT ワイヤレスシステム研究所

### 概要

移動体通信技術の発展により、移動通信におけるマルチメディア伝送の実現が急務となってきた。これを実現する無線通信技術として、ワイヤレス ATM の研究が現在行われている。一方、爆発的な普及を見せているインターネットにおいても、ATM 技術の利用が目立つようになってきた。ワイヤレス ATM を用いた通信技術は、こうした ATM ネットワークに容易に組み込むことができる。しかしながら ATM レベルでの組み込みは容易であっても、TCP/IP を考慮すると移動体 (ホスト) の識別に用いられる IP アドレスの移動に伴う変更を隠蔽する必要がある。本研究では、ワイヤレス ATM のインターネットへの適用を目指し、システムの基本モデルの提案とこのモデルを適用したプラグアンドプレイ可能な ATM ネットワークの構築を行う。

## Construct of Plug and Play Environment for the ATM Internet

Masafumi Aramoto†, Kazumasa Kobayashi†, Masahiro Umehira†,

Heiichi Yamamoto†

†Graduate School of Information Science,

Nara Institute of Science and Technology

‡NTT Wireless System Laboratories

### Abstract

The development of a new technology in mobile environment is necessary for the multimedia communication. The wireless ATM is researched as a technology that achieves this. On the other hand, the use of the ATM technology has become popular in the Internet. The wireless ATM can be easily built in this kind of ATM network. In TCP/IP, it is necessary to conceal the change in IP address that identifies the mobile host. In this research, we propose a basic model for this system and construct of plug and play ATM networks to apply to the Internet.

### 1 はじめに

移動通信環境の発展に伴い、移動中のデータ伝送サービスの需要が高まりつつあり、デジタル携帯電話 (PDC: Personal Digital Cellular) や

PHS(Personal Handyphone System) などを用いたサービスが普及している。また、コンピュータ関連技術の進歩により持ち運びのできるノート型コンピュータの普及が急速に進んでおり、利

用者がノート型コンピュータとともに移動し、移動先でもネットワークに接続できる技術が普及してきている。しかし、現在の移動体通信方式では映像などの大きなデータ伝送を行うための十分な通信帯域が確保されていない [2]。

近年の通信分野では、音声、あるいはデータ等のメディアを統合化した大容量マルチメディア情報を伝達する通信方式が必要である。次世代移動体通信方式には ITU-R で標準化が行われている IMT-2000 や ATM Forum で標準化が行われているワイヤレス ATM アクセス方式などがある。これらの方式はマルチメディア通信を目指した高速広帯域アクセス方式として研究されている。

その中でもワイヤレス ATM は、マルチメディア通信を実現する高速広帯域通信技術として注目されている ATM [1] 技術を適用した、高速移動マルチメディア通信方式である。NTT による AWA (ATM Wireless Access) [3] では 3GHz 以上の高周波帯を利用し、利用者当たり 10Mbps 以上の高速伝送を無線で実現する。AWA では、無線 LAN といった構内網へのアクセスと、将来整備されるであろう公衆 ATM ネットワークへのアクセスの双方を想定している。

また、ATM の技術は、単に公衆通信網構成の技術としてだけではなく、近年急速な技術革新を遂げつつある LAN の次世代技術としても適用できるとの認識がなされるようになってきた。ATM を適用したインターネットにおいても移動性という利便性からワイヤレス ATM の適用が望まれる。

一方、学内や社内の TCP/IP 通信環境下で、ATM にはまだいくつか未解決の問題がある。例えば、コネクション型である ATM のネットワーク構成は ATM スイッチを介したメッシュ型接続であり、送信端末と受信端末の間で一定の帯域を確保し、ポイント・ツー・ポイント通信を行う。そのため管理者はメッシュ型に張られたコネクションの設定および解放をする必要がある。したがって、ネットワークの管理者はネットワーク内のコネクションを把握しなければならない。この通信設定はほとんどの場合手動で行われているのが現状であり、ネットワー

クユーザ数が増大すると、管理が非常に困難になる。しかもワイヤレスで移動してくるワイヤレス ATM のクライアントを自動的に ATM に接続させることは、現状では不可能である。さらに、端末の移動には IP 的に移動を感じさせないメカニズムが必要である。

そこで本研究では、ワイヤレス ATM 技術を適用したネットワークモデルを提案し、このモデルで必要とされる ATM インターネットにおけるプラグアンドプレイ環境の構築を行う。このモデルは、ネットワーク側がクライアントのネットワーク接続時の諸設定の自動で行う機能と、端末の位置の把握をする機能を持つ。これにより、ATM を LAN に導入した場合の管理負荷は軽減されるさらに、クライアントは、ネットワークへの接続時に自動的に通信路が確保でき、移動または移動中の高速広帯域通信が可能となる。

## 2 関連技術

この章では、本稿で構築する環境における関連技術について紹介する。

### 2.1 ATM 上での TCP/IP 通信

インターネットは TCP/IP プロトコルが標準プロトコルであり、ATM 上で TCP/IP 通信を行う方法には、大きく分けて 2 つの方式がある。IP over ATM 方式 [4] と LAN Emulation 方式 [5] である。両方式とも主な機能は IP アドレスと VPI/VCI の対応関係を解決することであり、これらの方式により ATM 上に IP パケットを送信することができる。IP over ATM は IETF (Internet Engineering Task Force) で、LAN Emulation は ATM Forum で標準化が行われている。

コネクションの確保には、端末間であらかじめ固定的に VPI/VCI の組み合わせを設定しておく PVC (Permanent Virtual Connection) と、通信相手を指定するごとに中継経路を選択し、動的にチャネル設定を行う SVC (Switched Virtual Connection) がある。LAN Emulation ではこの SVC を前提としている。しかし、ベン

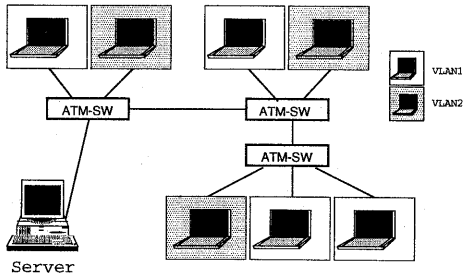


図 1: VLAN

ダーによっては SVC の実装がされていないスイッチが存在し、マルチベンダーの環境下では完全な相互接続ができていないのが現状である。

## 2.2 VLAN (Virtual LAN) 技術

ATM を用いたネットワークでは端末は VPI/VCI により特定することができるため、物理的な位置関係によってではなく、論理的に端末を同一セグメントにまとめることができる。これは VLAN (Virtual LAN) と呼ばれる技術であり、この技術により距離が離れていても論理的には同一のワークグループに属するサブネットとして定義できる。図 1 に VLAN によるネットワーク構成を示す。図 1 では 2 つの仮想的なネットワークからなる VLAN が構成されている。同じスイッチに接続されている端末でもサーバで端末の VPI/VCI と IP アドレスの対応を行うことにより異なるネットワークに所属するような構成が可能となる。

## 3 システム設計

本システムは、端末のネットワーク接続時に必要な諸手続きとネットワーク側に必要な設定を自動化する。また、ワイヤレス ATM の適用を想定した端末の移動を可能にする。

### 3.1 ネットワーク構成

ワイヤレス ATM を用いたネットワーク構成を図 2 に示す。基地局 (ATM-BS) のエリアに

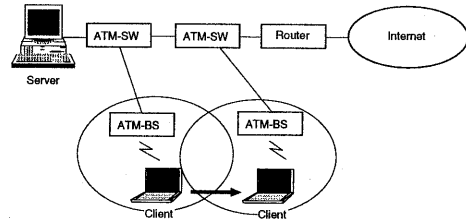


図 2: ネットワーク構成

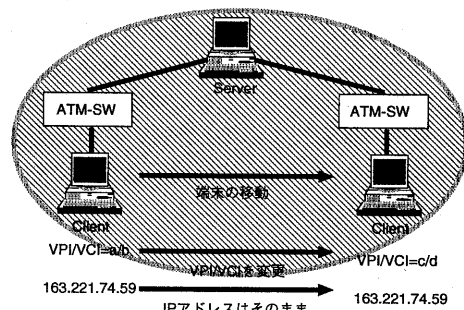


図 3: 端末の移動

入ったクライアントが自動的にネットワークに接続され、エリアの移動に伴い通信が継続できる環境を構築することを目的とする。

SVC パスはマルチベンダー環境で動作が不安定なため、ネットワークにおけるコネクションには PVC パスを用いる。端末の移動は VLAN 技術を適用することにより実現する [6]。図 3 に VLAN 技術を用いた端末の移動の様子を示す。VLAN 環境における端末の位置情報は VPI/VCI であり、端末の移動に伴い端末 IP アドレスは変更されず、VPI/VCI のみを変更される。つまり IP アドレスと VPI/VCI の対応関係のみが変更され、論理的には移動することなしに物理的な移動が可能となる。VLAN 技術を用いて、ATM ネットワークの端末移動を TCP/IP では見かけ上隠蔽することができる。

端末がネットワーク接続時に自動的に通信を開始するためには、ネットワーク側に次のような機能が必要となる。

- IP アドレスによる端末の識別
- 通信相手の検索
- VPI/VCI と IP アドレスの対応の把握
- 移動に伴う VPI/VCI の割り当て
- 移動端末と通信相手間の接続の設定

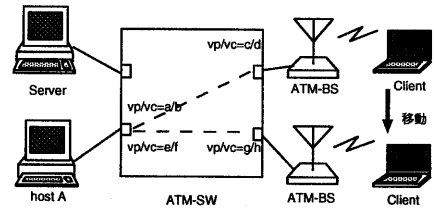


図 4: 基本モデル

これらはネットワーク側のサーバに実装すべき機能である。クライアントはネットワーク接続時にサーバによって設定された通信路により通信を開始することができる。移動計算機環境では、端末の移動による IP アドレスの変更処理が問題となるが、VLAN 技術の適用によりこの問題を解決することができる。

### 3.2 基本モデル

本システムの基本モデルを図 4 に示す。サーバ、基地局 (ATM-BS)、クライアント、クライアントの通信相手であるホスト A の 4 つのモジュールからなり、一つの VLAN を構成する。各モジュール間の通信は ATM で行われる。

図 5 に全体の処理の流れを示す。基地局は基本的にクライアントとサーバ間の中継を行い、その他の機能は持たない。クライアントはあらかじめサーバとの間に設定されているリクエスト用の PVC バスを用いて接続要求を出す。接続要求にはクライアントの IP アドレスおよび通信相手であるホスト A の IP アドレスが含まれる。接続要求を受け取ったサーバはクライアントの識別、ホスト A がサーバの管理する VLAN 内のホストであるかを識別し、その後クライアントとホスト A に新たに VPI/VCI を割り当てる。サーバは割り当てた VPI/VCI を基に ATM スイッチにクライアントとホスト A 間の PVC バスを張る。

新たに設定されたバスに関する情報をクライアントとホスト A に送信し、受信したクライアントおよびホスト A は、サーバによって割り当てられた PVC バスを用いて通信を開始する。

クライアントの移動時は接続時と同様の手順を取り、サーバは新たに VPI/VCI を割り当て、

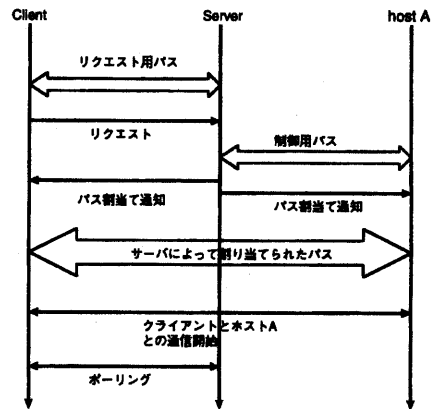


図 5: 接続時のデータフロー

クライアントとホスト A 間の PVC バスを張る。クライアントは新たに張られたバスを用いて通信を行う。

クライアントの移動を実現するためには、サーバでクライアントの位置情報を保持しておく必要がある。そのためクライアントがホスト A と通信している間、サーバとクライアント間での定期的な情報の交換を行う。また、ワイヤレスアクセスを想定したこのモデルでは、クライアントの基地局エリア間の移動 (ローミング) に伴い遅延なく通信経路を確保する必要がある。したがって、サーバはある基地局エリアに隣接するエリアに対する基地局の情報を保持する。サーバは、クライアントの移動を想定してあらかじめ PVC バスを設定しておき、クライアントの移動に備える。

### 3.3 広域ネットワークへの拡張

図4に示したサーバが一つしかないモデルでは、多くのクライアントを収容することができない。そこで、複数のサーバが存在するネットワークが必要となる。前述の VLAN を用いた基本モデルを相互接続することで、広域なネットワークの実現が可能となる。

広域のネットワークでは、次のような状態が発生すると考えられる。

- クライアントが移動先で接続されるサーバが、自身の所属する VLAN のサーバでないという状態
- 通信相手が、クライアントの移動先で接続したサーバと異なる VLAN に所属する状態

これらの場合にはサーバ間の通信が必要となる。また、サーバの機能として多数のスイッチにまたがったパスの設定が必要となり、サーバの処理は複雑になる。

この場合のクライアントの接続手続きは以下のようになる。クライアントは先に述べた基本モデルの場合と同様にサーバに接続要求を行う。要求を受け取ったサーバはクライアントが本来所属しているサーバとの通信を行い、クライアントの識別を行う。また、通信相手が移動先で接続されたサーバとは異なる VLAN に属する端末である場合は、サーバは通信相手の所属するサーバとの通信をおこない、通信相手とクライアントの間に PVC パスの設定を行う。パスの設定以降は基本モデルにおける手続きと同様の手法により、クライアントは通信相手との通信を確立する。

## 4 実装と評価

先に述べた基本モデルの実装を行った。図6に今回実装を行ったネットワーク構成を示す。ワイヤレス ATM の試作機が完成していないため、無線部分は有線で代用した。

クライアントはスイッチへの接続時において、自動的にホスト A と通信を開始することができた。また、クライアントがスイッチの別のポー

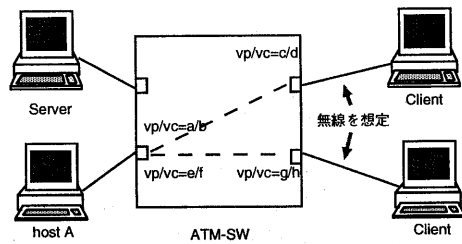


図 6: 実装

	Hardware	OS	ATM NIC
Server	DEC STATION5000/240 (Digital Equipment)	ULTRIX V4.2A	TCA-100 (FORE)
Client	SPARC Station10 (Sun Microsystems)	SunOS4.1.3	SBA-200 (FORE)
host A	DEC STATION5000/240 (Digital Equipment)	ULTRIX V4.2A	TCA-100 (FORE)
ATM Switch	ATOMIS 5 (NEC)	Software Version4.2	

表 1: 使用機器一覧

トに接続し直したときに、サーバによって新たに割当てられたホスト A との PVC パスを用いて通信を行うことができた。

本システムにおける基本モデルで、クライアントのネットワークへの自動接続と移動が実現できた。

### 4.1 実装環境

使用した機器の一覧を表1に示す。プログラミング言語はプログラムの大部分に C 言語を用い、サーバが ATM スイッチを遠隔設定する部分には Perl を使用した。この際、FORE ATM NIC (Network Interface Card) 付属のソフトウェア FSIv2.3 を使用した。ソフトウェアにはライブラリ関数が含まれており、ATM 通信部分にこれらの関数を使用した。

### 4.2 接続時間

クライアントがネットワークへ接続し、通信相手と通信を確立するまでにかかる時間は、サーバがクライアントと通信相手の間にパスを設定する時間が支配的である。これはコネクション

の設定にPVCを用いており、設定時毎にサーバがスイッチにアクセスを行っているためである。

### 4.3 端末の位置登録

クライアントとサーバが通信を行うためにはその間に通信路を確保する必要がある。端末がどこに移動しても通信を開始できるようにするためには、サーバはクライアントの位置を常に知っている必要がある。この機能を位置登録機能という。ワイヤレス ATM を考えた場合、移動に伴う通信路の確保にこの機能が不可欠であり、そのためにネットワーク内には制御情報が伝送される。現在の実装ではクライアントからサーバへのポーリングにより実現している。

これらの制御情報は定期的に伝送されるため、ユーザ数が増加して端末が頻繁に移動した場合、トラヒックの増加を招く。このような環境では、制御方法も含めた、総合的なトラヒック量の評価も必要となる。

## 5 今後の課題

現段階では、広域ネットワークへの拡張にとりまなうサーバ間通信についての設計が不十分である。広域ネットワークを構築することを考慮すると、ユーザ数の増加に対応できる手法が必要となる。

現在ワイヤレス ATM 技術は、実験段階にあり実用化されていない。ワイヤレス ATM の実機の完成を待って本システムを適用する。

また、本システムはコネクションが SVC でも PVC 同様使用することができる。SVC を使用したモデルについても実装を行う。

## 6 まとめ

マルチメディア通信に適した伝送技術である ATM は、高速広帯域通信技術として学内や社内の TCP/IP 環境下で利用されている。また、移動性という利便性からワイヤレス ATM 技術の研究が進められており、ATM インターネットで端末の移動を実現するネットワーク環境の

構築が必要となっている。端末の移動を実現する環境には、ネットワーク接続時の諸設定を自動化する機能と端末の位置を把握する機能が必要である。

本研究では ATM ネットワークへの接続時にクライアントの通信の確立を実現するプラグアンドプレイ環境の構築を行った。ネットワーク側の自動的なコネクションの設定により、端末は通信が途絶えることなく移動が可能となる。また、この環境では、ネットワークの管理者の端末間のコネクションの設定にかかる労力をはるかに軽減することができる。

## 参考文献

- [1] M.de Prycher ED.: "ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE", PRENTICE HALL, third edition (1996).
- [2] 安田 (編): "ISDN 時代の移動体通信", オーム社 (1992).
- [3] M.umehira, M.Nakura, H.Sato and A.Mashimoto: "ATM Wireless Access for Mobile Multimedia: Concept and Architecture", IEEE Personal Communications, pp.39-48 (Oct 1996).
- [4] M.Laubach, "Classical IP and ARP over ATM, RFC1577, Jan., (1994).
- [5] "LAN Emulation Over ATM: Draft Specification", Bill Ellington ATM Forum/94-0035.
- [6] 南方, 小林, 梅比良, 山本: "ワイヤレス ATM による移動通信環境に関する考察", 情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理研究会 (1996).