

ATM 技術 その1 ATMの基礎

次世代移動通信 (IMT-2000: International Mobile Telecommunications-2000) ではグローバルローミング、モバイルマルチメディア通信、高度サービスの実現を目標としており、標準化およびシステム開発が進められています。この中のモバイルマルチメディア通信を実現するためのネットワークの基盤技術として、ATM (Asynchronous Transfer Mode) の適用が検討されています。

このATM技術に関して『ATMの基礎』、『ATM伝送技術』、『ATMの移動通信への適用』、『IMT-2000におけるATM技術』の4回に分けて解説していきます。

今回は、シリーズ第1回目としてATMの基礎について解説します。

まえがき

通信網における網形態、網技術に関して、従来の固定通信網では、音声系のアナログ電話網とデータ系のパケット網というように、提供する通信サービスに適した網が独立して存在していましたが、その後、狭帯域サービス総合デジタル網 (N-ISDN: Narrowband Integrated Services Digital Network) によって音声系とデータ系が統合され、一つの網で総合的にサービスを提供できるようになりました。しかし、コンピュータシステムの高度化、ネットワーク化、情報のデジタル特性を活かしたメディアの統合によって、N-ISDNよりさらに高速・広帯域なネットワークへの要求が高まりました。このため、音声系から映像などの広帯域データまで、多様なトラフィックを効率良く運ぶ次世代網の基盤として、N-ISDNを発展させた広帯域デジタル総合サービス網 (B-ISDN: Broadband ISDN) の技術開発が進められました。このB-ISDN網で用いられるのがATM技術です。

一方、移動通信網では、アナログ移動通信システムとしてサービスが開始され、その後品質の向上と容量の拡大を目的としてデジタル移動通信システムが導入されました。現在、携帯電話の加入者は年々増加を続け、1998年7月末現在では国内の加入者数はほぼ3,500万に達して

ています。提供サービスに関しては、デジタルシステムでは音声通信、モデム通信、FAX通信に加え、1997年3月からパケットサービスが開始され、モバイルコンピューティングの可能性を大幅に拡大しました。今後のさまざまなサービスアプリケーションの提供により、更なるモバイルコンピューティングの発展が期待されます。

次世代システムであるIMT-2000では、TV会議や動画像伝送など本格的なモバイルマルチメディアを実現することを目的として、無線と有線伝送方式にそれぞれW-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) とATMを適用したネットワークの開発を進めています。

本号では、このATM技術について、特徴と基本構成、外部動向を紹介します。

モバイルマルチメディアとATM

■モバイルマルチメディア

次世代におけるモバイルマルチメディアサービスの例を図1に示し、IMT-2000ネットワークに求められる要求条件について考察してみます。

図1のモバイルマルチメディアアプリケーションの特徴として以下の点が挙げられます。

- ① 低速度から高速度までの幅広いアプリケーション速度を持つ、多

いしの ふみあき
石野 文明

たむら もとし
田村 基

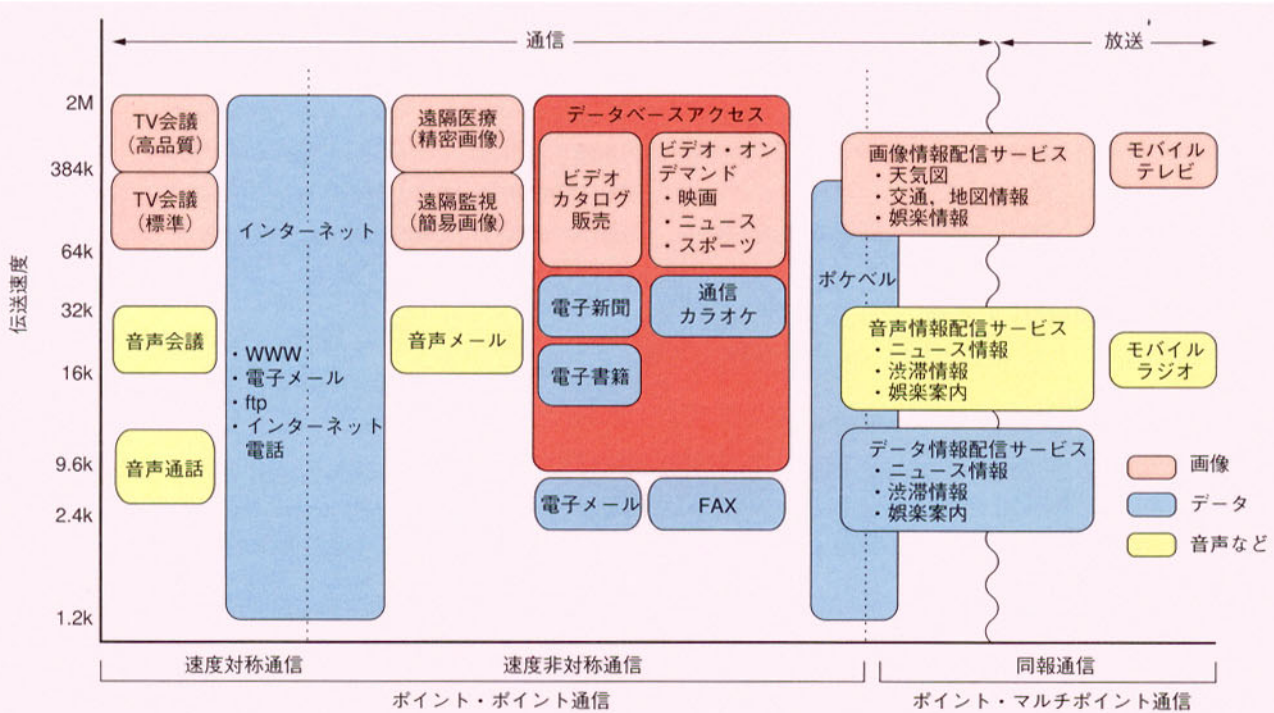


図1 モバイルマルチメディア

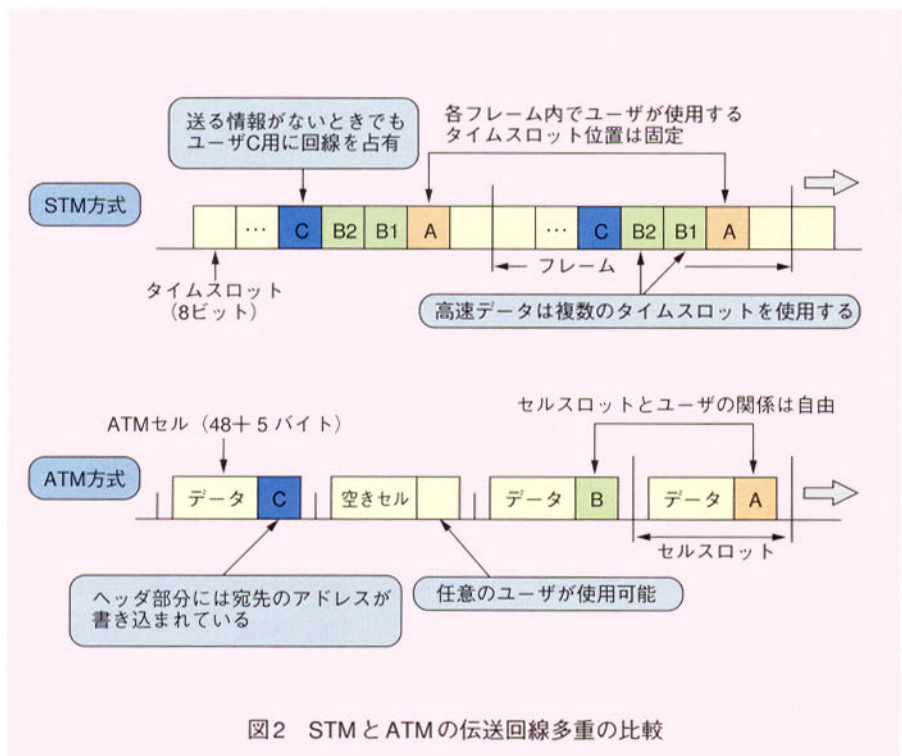


図2 STMとATMの伝送回線多重の比較

元速度通信
② コンピュータ通信のように1通

信内でトラフィック量が増減する、
可変速度通信

③ ビデオ・オン・デマンドのように通信方向で情報速度が異なる、非対称情報速度通信

④ 1対1通信, 1対N通信, 放送型通信などの多彩な接続形態のサービス

上記のような特徴を持ったアプリケーションをIMT-2000ネットワークで効率的に伝達するためには、個々のアプリケーションに応じて、伝送速度や通信接続を柔軟に行う能力を持った伝送・交換方式が必要となります。ATMではこれらの要求条件を満たすことができるように以下のような特徴を備えています。

■ ATMの特徴

(1) 多元速度通信への対応

ATM方式は、音声やデータなど各メディアで異なった構造を持つ通信情報を、53バイトの固定長の「セル」と呼ばれる単位に分割して伝送・交換します。したがって、伝送装置や交換装置では、すべてのメディアに共通のセル単位に処理を行えばよく、低速度から超高速までの情報を一元的に扱えます。

(2) 可変速度通信への対応

通信内のトラヒック量が変動する場合においても、情報の送信側におけるセルの生成の個数が加減されることにより、通信チャネルの帯域容量を時間的に変えることができます。

(3) 非対称情報速度通信への対応

ATMの信号方式では上り方向と下り方向で独立に通信帯域を設定できるため、伝送回線などの網内のリソースを無駄なく有効に使用することができます。

(4) 多彩な接続形態のサービスへの対応

ATMの信号方式では、従来の1対1のユーザ間の通信接続（ポイント・ポイント）の設定に加え、1対Nのユーザ間の通信接続（ポイント・マルチポイント）の設定もサポートしています。このため

放送型通信などのさまざまな通信接続サービスに対応が可能です。

■ ATMと従来方式の比較

ATMと従来方式を比較した場合の最大のメリットは、統計多重効果です。

従来のSTM（Synchronous Transfer Mode）方式では、特定のタイムスロットを個々のユーザに割り付けていたため、多元・可変速度通信には対応できませんでした。一方ATMでは、セル単位で伝送回線上に多重伝送するため、多元・可変速度の各ユーザ間で同じ物理回線を共用して効率良く使用することができます。したがって、物理回線としては複数ユーザにおける平均的な使用量に見合った回線を用意すればよく、個々のユーザに個別に用意するよりも少ない回線容量でサービスが提供可能となります。これを統計多重効果と呼びます（図2、3）。特に移動通信においては、移動機のバッテリー節約の観点から、人の話していない時間（無音時間）は音声情報は送らない無音圧縮伝送（VOX：Voice Operated Transmission）を採用していますが、ATMの統計多重効果を活用することにより、有線区間の伝送帯域も無音圧縮の分だけ削減することができるようになります。

ATMと同様に可変速度を取り扱うFR（Frame Relay）方式と比較した場合、ATMでは扱う情報速度が格段に高速化し、ノード処理遅延が低減されました。従来のFR交換機ではユーザフレームをフレームごとにソフト的に取り込んで交換処理を行い、数Mbit/s程度の速度までしか対応できなかったのに対し、ATMでは固定長のセル単位でハードウェアで高速に交換処理を実現できることから、156～600Mbit/sの超高速伝送・交換処理が可能になりました。

各伝送・交換方式の特徴比較を表1に示します。

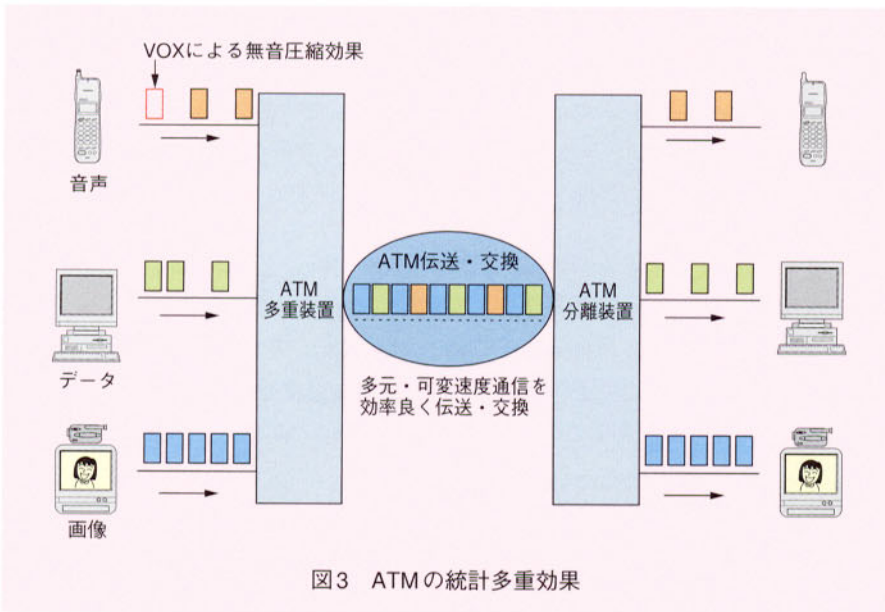


図3 ATMの統計多重効果

表1 伝送・交換方式の特徴比較

	STM (Synchronous Transfer Mode)	FR (Frame Relay)	ATM (Asynchronous Transfer Mode)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 固定速度 低遅延 連続・等時性の保証 	<ul style="list-style-type: none"> 可変速度 ソフト処理による遅延 統計多重効果 	<ul style="list-style-type: none"> 固定／可変速度に対応 固定長セルによる高速処理 実効的な等時性を実現 統計多重効果

ATMの基本構成^{[1][2]}

■網構成とプロトコルスタック

図4にATM網にATM端末を接続して通信する際の一般的な網構成とプロトコルスタックを示します (IMT-2000にATMを適用した構成は、本シリーズの後半で示します)。

物理仕様や信号手順などについて、ユーザと網のインタフェースはUNI (User Network Interface)、ノード間のインタフェースはNNI (Network Node Interface) として規定されます。

発ユーザのATM端末は、アプリケーションの情報 (上位レイヤ) をATMアダプテーションレイヤ (AAL: ATM Adaptation Layer) によってATMセルに多重・分割して送出し、ATM網の各ノ

ードではATMセルを着ユーザまで中継します。着ユーザでは発ユーザと逆の処理を行い、アプリケーションの情報を復元することでエンド・エンドの通信を実現します。

各プロトコルレイヤの機能について以下に述べます。

■物理レイヤ

ATMに使用する物理媒体は、一般的には広帯域の情報を高品質で伝送するために、伝送容量が大きくビット誤り率の少ない光ファイバ (低速度インタフェースでは同軸ケーブル) が想定されています。

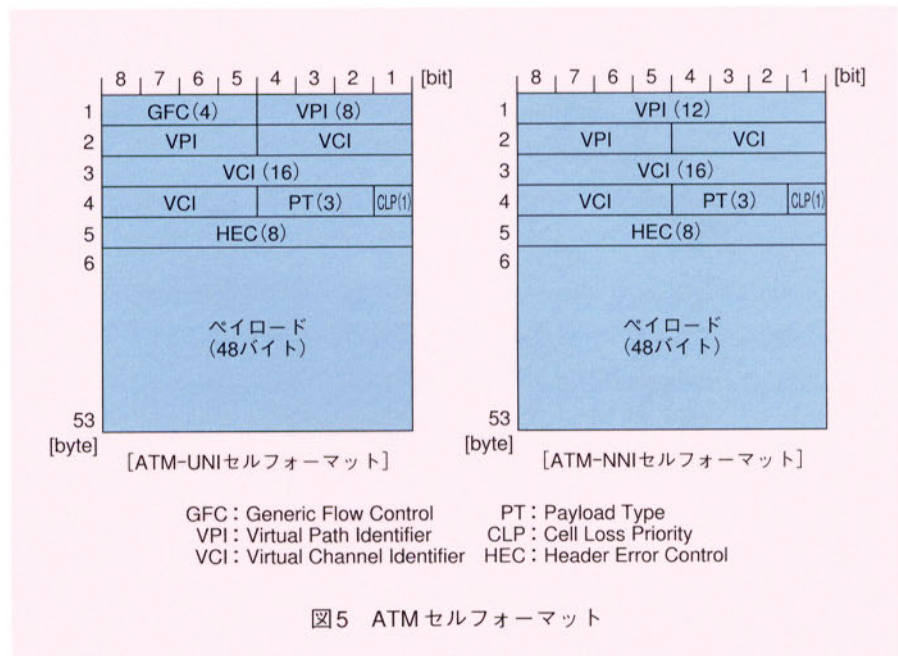
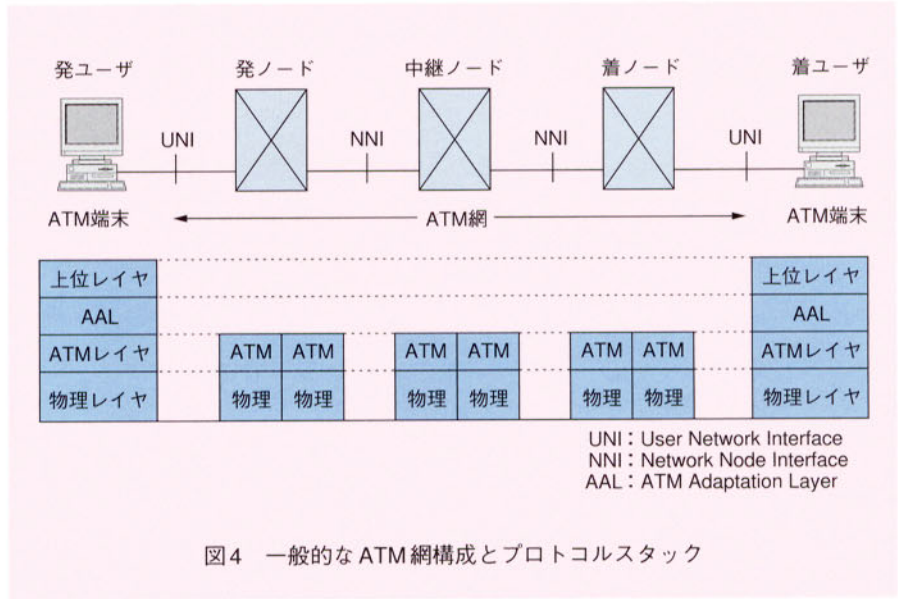
物理レイヤはATMレイヤから受けたATMセルを伝送フレーム上へマッピング、およびその逆の、伝送フレームからATMセルを取り出してATMレイヤへ受け渡しを行います。

■ATMレイヤ

ATMレイヤはAALから受け取るデータブロック (48バイト) にヘッダ (5バイト) を付加した53バイトのATMセルを物理レイヤに送るセルヘッダ生成、およびその逆のセルヘッダ削除を行います。図5にATMセルの構成を示します。

ヘッダ部には、ATMセルのルーチングやセルの取り扱いを判断するための情報として仮想パス識別子 (VPI: Virtual Path Identifier)、仮想チャネル識別子 (VCI: Virtual Channel Identifier)、ペイロードタイプ (PT: Payload Type)、セル損失優先表示 (CLP: Cell Loss Priority)、ヘッダ誤り制御 (HEC: Header Error Control) などを含んでいます。また、UNI上のヘッダには、ユーザが複数の端末を接続した場合のフロー制御を行うためのGFC (Generic Flow Control) が盛り込まれています。

ATM網の各ノードのATMレイヤでは、VPI、VCIを用いてATMセルを目的の方

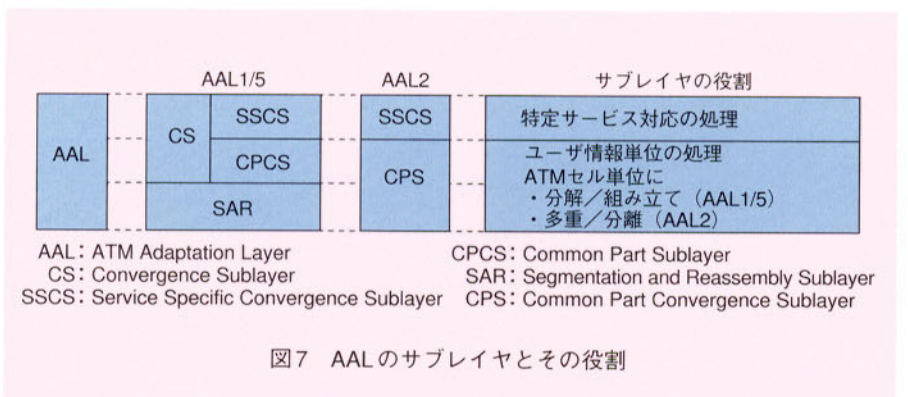
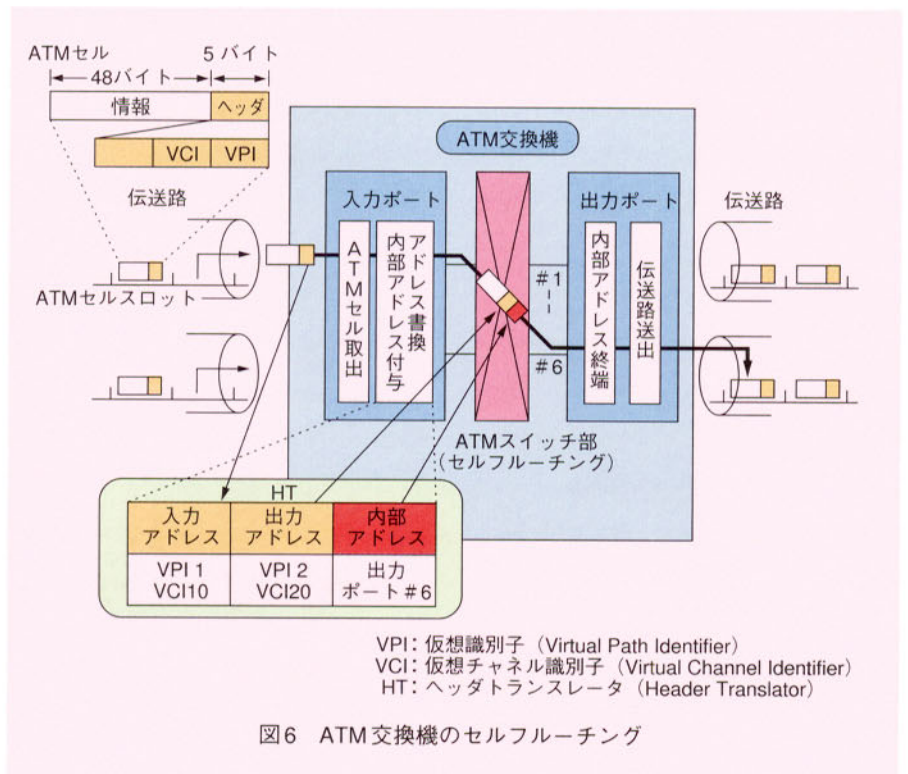


路に交換するセルルーチングスイッチ機能を備えています。

図6にATM交換機のセルフスイッチング機能を示します。

ATM交換機では、ある回線速度（例えば156Mbit/s）単位に入出力ポートを持ち、入力ポートにはヘッダトランスレータ（HT：Header Translator）を備えています。HTでは入力されたセルのATMヘッダのVPIとVCIを参照して次の

ノードで使用するVPIとVCIに書き換えるとともに、出力ポートの内部アドレスをATMヘッダの先頭に付加します。ATMスイッチ部では、内部アドレスを用いてハードウェアが自動的に出力ポートにスイッチングを行います（セルフスイッチング）。出力ポートでは、さまざまな入力ポートから到達したATMセルを出力伝送路に多重して送信します。各ノードにおけるHTの値は、あらかじめ固定



的に設定しておく方法 (PVC: Permanent VC) とユーザの呼ごとに信号処理を行って相手を選択して設定する方法 (SVC: Switched VC) の2種類があります。これらの通信パスのつながりをコネクションと呼びます。

ATMセルのアドレス部をVPIとVCIの2つのフィールドで階層化したことにより、同一伝送路上のセルの流れをVPI単位にグループ化して扱うことができます。また、VPIフィールドのみを参照してルーチングするVPハンドラ (VPH: VP

Handler) を考えることによって、単一の物理伝送路内に複数の仮想的な伝送路を設けることが可能となります。

■ ATMアダプテーションレイヤ (AAL)

ATMではこれまででも述べてきたように音声、データ、動画像通信などさまざまな通信情報を統合的に伝送するために、ユーザの通信情報を53バイトのATMセル単位に伝送します。しかし、上位レイヤの各サービスの要求する通信特性 (情報の長さ、時間間隔など) はサービスに

よって異なるため、AALはサービスに依存する上位レイヤとサービスに非依存のATMレイヤの整合を図るために設けられています。したがって、サービスの特性によってさまざまなAALのタイプが用意されています[3]～[8]。

図7にAALの構成(サブレイヤ)とその役割を示します。各AALタイプの詳細については、本シリーズの次回で解説します。

ATMの利用状況と標準化活動

ATMは現在多くの企業、大学、病院などの施設でLAN、サーバ、PBXなどの接続に利用されています。ATM導入の主な理由は、高速・高品質で柔軟な網設計、異種メディア統合網の構築が可能となることです[9]。また、速度ボトルネック解消のためインターネットのバックボーンへの導入も積極的に進められています。NTTなどでもこれらのATMの普及を背景に、ATMメガリンクなどのATMセル伝送の専用線サービスを提供しています。

ATM技術の国際標準はITU-Tで検討、勧告化されています。また、ATMフォーラムではITU-Tをはじめ、TTC(日)・ETSI(欧)・T1(米)などの地域標準化団体、インターネット・イントラネットで用いられる標準プロトコル規定を行っているIETF(The Internet Engineering Task Force)、デジタルのオーディオ・ビジュアルシステムの業界技術標準を検討しているDAVIC(Digital Audio

Visual Council)などと協調してATMに関する国内/国際標準化を促進しています(ATM日本委員会のホームページ：<http://www.atmjig.or.jp>)。

おわりに

本号ではATMの背景や特徴、その基礎技術についてご紹介しました。次回はATMの伝送技術について解説する予定です。

文献

- [1] 日本データ通信協会編：“ATMネットワーク—その技術と課題—”，リックテレコム，第1章，2章，1995。
- [2] 富永，石川(監修)：“標準ATM教科書”，アスキー出版局，第2章，4章，1995。
- [3] ITU-T Recommendation I.363.1，“B-ISDN ATM Adaptation Layer specification：type 1 AAL”，August 1996。
- [4] ITU-T Recommendation I.363.2，“B-ISDN ATM Adaptation Layer type 2 specification”，September 1997。
- [5] New ITU-T Recommendation I.366.1，“Segmentation and Reassembly Service Specific Convergence Sublayer for the AAL Type 2”，September 1997。
- [6] Draft new Recommendation ITU-T I.366.2，“AAL Type2 Service Specific Convergence Sublayer for Trunking”，Geneva，June 1998。
- [7] 石原：“VTOA用新AAL—AAL Type2—”，ATM日本委員会NEWS LETTER，1997。
- [8] ITU-T Recommendation I.363.5，“B-ISDN ATM Adaptation Layer specification：type 5 AAL”，August 1996。
- [9] ATM日本委員会ストラテジック+リーダー会：“ATM普及啓発資料”，ATM日本委員会，1997。