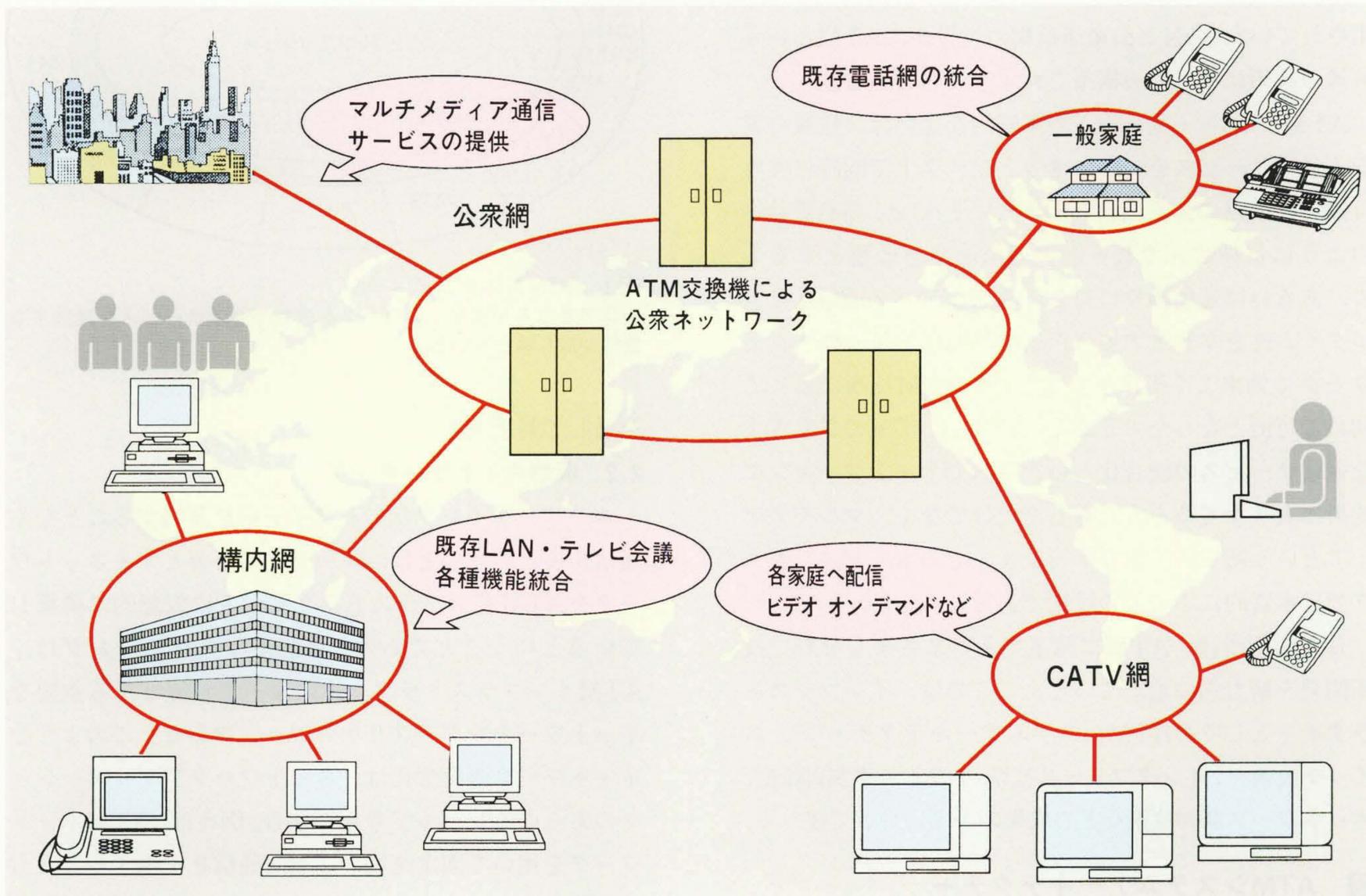


マルチメディア通信を支える高速通信ネットワーク

—非同期転送モード(ATM)インフラストラクチャー—

ATM Infrastructure for Multimedia Communications

安田武史* Takeshi Yasuda 小崎尚彦* Takahiko Kozaki
高瀬晶彦** Akihiko Takase 高野真隆* Masataka Takano



マルチメディア通信ネットワーク

既存の電話網・LANと動画通信(CATV、ビデオ オン デマンド)などのさまざまなサービスがATMネットワークで構築される。

マルチメディア化・高速高性能化・低廉化によるパソコン(パーソナルコンピュータ)とワークステーションの普及は目をみはるものがある。LANによるネットワーク化が進むに従って、地理的に離れたLANとの相互接続によるネットワークの拡大化および高速通信のニーズが高まっている。また、ビデオ オン デマンドなどの映像通信や多地点マルチメディア会議、電子新聞、通信ゲーム、映像ショッピングなどのマルチメディア通信サービスが今後予想されている。各種サービスを統合的に行うためには、従来の通信回線およびN-ISDN(Narrowband Integrated Services Digital Network)では限界があ

り、新しいニーズにこたえるためATM(Asynchronous Transfer Mode:非同期転送モード)を基本技術とするB(Broad-band)-ISDNが提案され国際標準化が進んでいる。

ATMは、多種多様なメディアを同一のフォーマットで扱うことにより、(1)伝送速度による伝送路の使い分けが不要、(2)仮想回線ができる、(3)高速伝送ができるなどの特徴があり、マルチメディア通信を支える基本技術である。

日立製作所は、このATMインフラストラクチャーの開発に鋭意取り組んでいる。

* 日立製作所 情報通信事業部 ** 日立製作所 情報通信事業部 工学博士

1 はじめに

ATMは、マルチメディアシステムを支える次世代のネットワーク技術として開発実用化が急速に進展している。従来まったく異なるネットワーク技術が適用されていたLANと公衆通信網の世界が、ATMという共通の技術によって再構築されようとしている。

ATMとLAN・電話網との本質的な違いは、性質の異なる通信サービスを一つのネットワーク上で同時に実行可能という点にある。音声(64kビット/s)と、高品質動画のように毎秒数メガビットの通信速度を必要とするもの、あるいは通信誤りに対して敏感なデータ通信とリアルタイム性を本質とする音声・動画通信を単一のネットワークで効率よく提供することが、ATM技術によって初めて可能となったのである。ATMは、従来のさまざまな通信サービスの統合化という意味でネットワーク技術に大きな変革をもたらしただけでなく、マルチメディアという新しいアプリケーションでのネットワークでは本質的に不可欠の技術である。

日立製作所は、ATMに関連するさまざまな分野で技術開発を精力的に進めている。ここでは、インフラストラクチャとしてのATMシステムアーキテクチャ^{1),2)}、スイッチ技術^{2),3)}、インタフェース技術、トラフィック制御技術、ネットワーク制御技術などの成果の一端について述べる。

2 ATMシステムアーキテクチャ

2.1 マルチサービス通信インフラストラクチャ

ATMでは、固定長の基本単位(セル)を用いて情報源の発生情報量に応じてセルの送出速度を変えて転送するため、従来の電話交換のようにデータを周期的に送出する方式と比べて速度の可変性に優れ、データ通信のようなバーストデータ伝送にも対応可能である。

ATMの本質は、性質の異なる通信を単一のネットワークでサポートすることにある。通信速度、通信誤りに対する許容度、リアルタイム性などの要求されるサービス品質(QOS: Quality of Service)は、通信される情報の種別によって異なってくる。QOSの異なる複数の通信サービスを単一のネットワークで提供するという意味で、これをマルチサービス通信インフラストラクチャと呼ぶことができる。

このような観点からのATMシステムイメージを図1に示す。ユーザーはインフラストラクチャを意識することなく、必要とする通信サービスをインタフェース機能

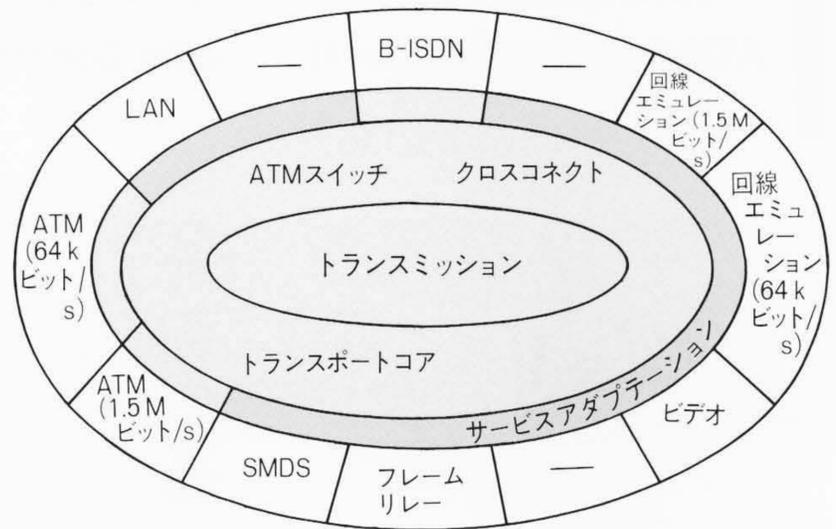


図1 ATMシステムイメージ

コアとなるATMネットワークを複数の通信サービスを提供する機能を取り巻いている。

を通して利用する。

2.2 仮想ネットワーク

ユーザーがインフラストラクチャを意識することなく通信するということは、ユーザーの必要とするネットワークをATMインフラストラクチャ上に仮想的に構築しているということである。仮想ネットワークは、ATMインフラストラクチャによって可能となる重要なネットワークアプリケーションである。このようなネットワークの仮想化は、ネットワークアプリケーションのあらゆるレベルで考えられる。例えば、ATMネットワークを用いて固定速度の2点間通信を実現することも可能であり、これを回線エミュレーションと呼ぶ。あるいは、異なるプロトコル端末、例えばフレームリレー端末とATM端末の間の通信も起こりうる。このような技術をサービスインタワーキングと呼ぶ。

2.3 マルチサービス化における課題

マルチサービス通信インフラストラクチャと仮想ネットワークにより、フレキシブルかつ効率的なネットワーク環境が構築可能である。一方、ネットワークの制御および管理という側面では、従来に比較して複雑化することは避けられない。この複雑化を隠蔽(ぺい)してユーザーおよびネットワークオペレーションの負担を軽減することも、ATM技術の一側面である。

3 主要開発技術

3.1 システムアーキテクチャ

ATMノードの一形態を図2に示す。スイッチモジュールは純粋なATMスイッチングを行う部分であり、アクセスモジュールはマルチサービスのインタフェースを

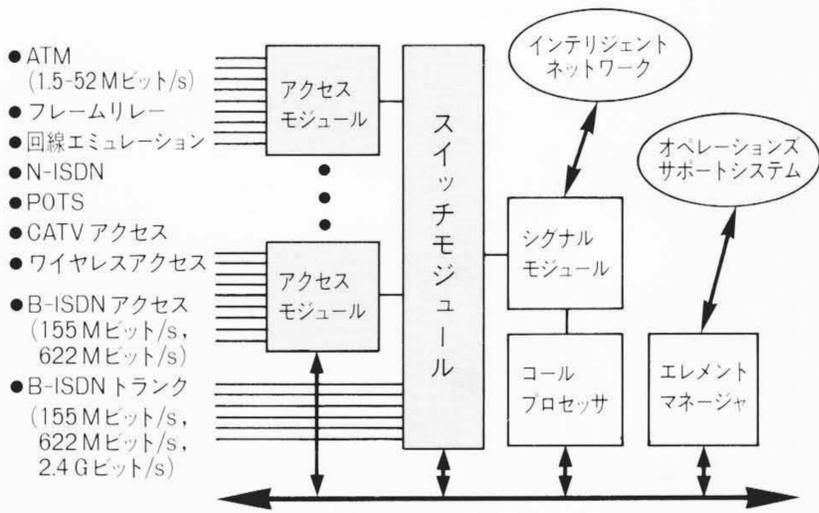


図2 ATMノードの一形態
スイッチ部はATMスイッチングを行い、アクセスモジュールで各種サービスに対応する機能を持つ。

提供する機能である。アクセスモジュールには、各種サービスに対応する伝送インタフェース機能と、アダプテーション機能によってさまざまな通信サービスの内容をATM方式に変換する機能がある。一方、スイッチモジュールは高速のATMスイッチングにより、アクセスモジュールの間を接続し、ATMバックボーンネットワークによって相互に接続され、広域の通信を実現する。

3.2 ATMスイッチ

日立ATMスイッチの基本構成であるリンクドリフト型共通バッファスイッチは、スイッチ内でサービスクラスに対応した論理キューを構成することが容易であり、マルチメディア通信に好適である。

スイッチ内に論理キューを多量に構成するにはバッファの共通化が有効であり、数百個のキューに対し数千セル分のバッファを用意すれば、セル廃棄が十分に抑圧で

きる。廃棄優先制御は、各キューで廃棄クラスしきい値を超えるセルを廃棄することによって実現する。マルチキャスト機能は、特定のキューに対して同一セルを複数回読み出し、所定の出力方路に分配することによって実現する。

図3に示すマルチレート共通バッファスイッチでは各出力方路に複数のキューを設け、帯域制御テーブルの指示で各出力回線に対応するタイミングでキューからセルを読み出すことにより、任意の帯域の出力回線にセルを分配する。

3.3 インタフェース技術

あらゆる種類のマルチメディア情報をATMという一つの方式で処理するために、そのインタフェースではそれぞれの回線のサービスに適した処理を行う必要がある。

ATMインタフェース部では、セル同期処理、スクランブル・デスクランブル処理などのTC(Transmission Convergence)レイヤ、ATMレイヤ処理を行う。これらの処理を1セル時間単位で行い、処理途中のデータを各回線ごとにメモリに保存することにより、一つのインタフェースで速度の異なる複数回線に対応できる(図4参照)。

回線エミュレーション機能として、既存のSTM(Synchronous Transfer Mode:同期転送モード)回線をATM網へ接続するためのSTM/ATM変換プロトコルとしてAAL type1(ATM Adaptation Layer type1)が示されている。

フレーム系インタフェース部では、可変長フレームのプロトコルであるAAL type 5により、LAN間を高速データ通信するフレームリレー網とATM網とのインタフ

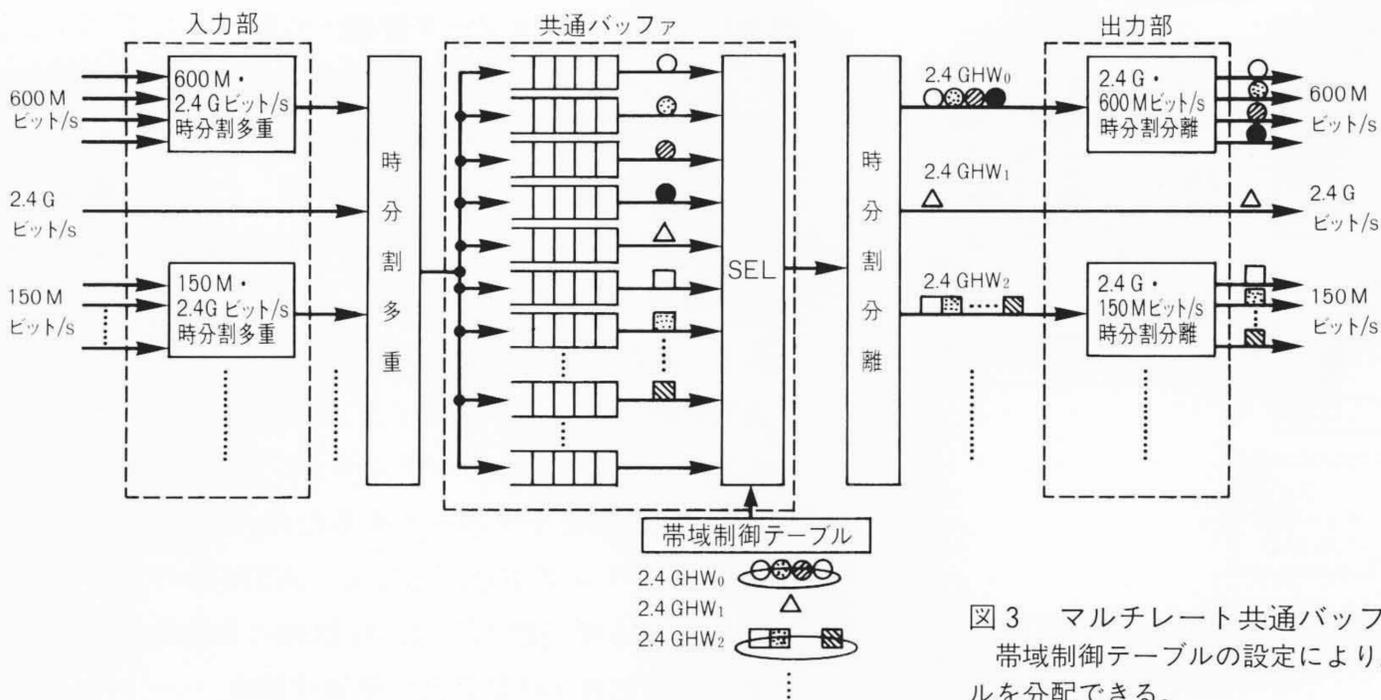


図3 マルチレート共通バッファスイッチの構成
帯域制御テーブルの設定により、任意の帯域の出力回線にセルを分配できる。

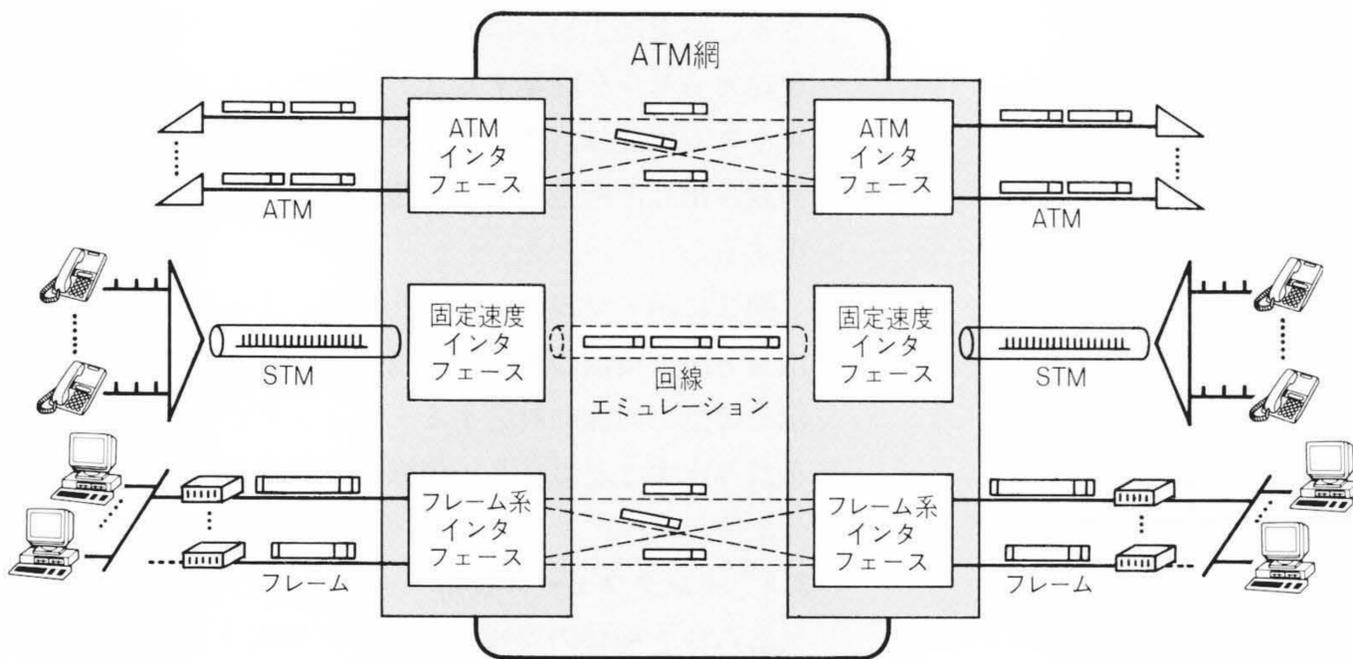


図4 インタフェースの構成
ATM網で処理を実施するためには、各回線のサービスに適した処理が必要である。

フェースが行われる。

3.4 トラヒック制御技術

3.4.1 トラヒック制御技術概要

ATMでは、コネクションごとの帯域管理と動的帯域制御が可能である。このため、フレームリレー、回線交換などの既存サービスが同時に提供できる。しかし、サービスごとにトラヒックの発生確率および要求品質が異なるため、交換機でサービス対応のトラヒック制御が必要である。トラヒック制御は、CAC(呼受付制御)、UPC(使用量パラメータ制御)、B&QM(バッファ・キュー管理)などで構成する(図5参照)。CACは、ユーザーの申告値と網の性能を比較して、呼の受け付けを判定する。UPCは、流入トラヒックを監視して輻輳回避を行う。またB&QMは、要求仕様に基づいてセルの優先制御を行

う。これらの制御のうち、UPCとB&QMは数マイクロ秒以下の動作時間が必要とされるため、ハードウェアによる実行が不可欠である。

3.4.2 マルチサービス対応トラヒック制御

各サービスのトラヒックは、ピークレート(PCR)、平均レート(SCR)、最大バースト長(MBS)で近似できる。CACでは、これらパラメータからセル廃棄率を推定し、回線利用率が最大となるように帯域割り当てを行う。このため、既存フレームとATMセルとのマッピングが可能なマルチサービスUPC回路を考案した。この結果、すべてのサービスに対して単一回路でセル流の監視が可能となった。

3.5 ネットワーク制御技術

3.5.1 ネットワーク制御構造

マルチサービス化に伴い、サービスごとに異なる運用・管理を行うネットワーク制御技術が複雑化・多様化し、従来のサービス個別の管理機能実現からシームレスな管理を行う統合ネットワーク管理への移行が必須(す)となる。そのため、サービス非依存の管理情報操作機能上に網の効率的運用を行う網管理機能モジュール群とサービス対応管理機能モジュール群を配備した、階層構成による統合管理プラットフォームをEWS(Engineering Workstation)上に実現した。

3.5.2 シグナリング技術

ATM網ではマルチメディア通信特有のマルチパーティ(3人以上の通信)、マルチコネクション(映像・音声チャンネル通信)などをサポートするため、従来とは異なる新しいシグナリングが必要となる。ATM用のシグナリングを処理する呼処理部では、呼制御の柔軟性を確保するために信号処理・呼制御部の階層化構成、ハードウェア・

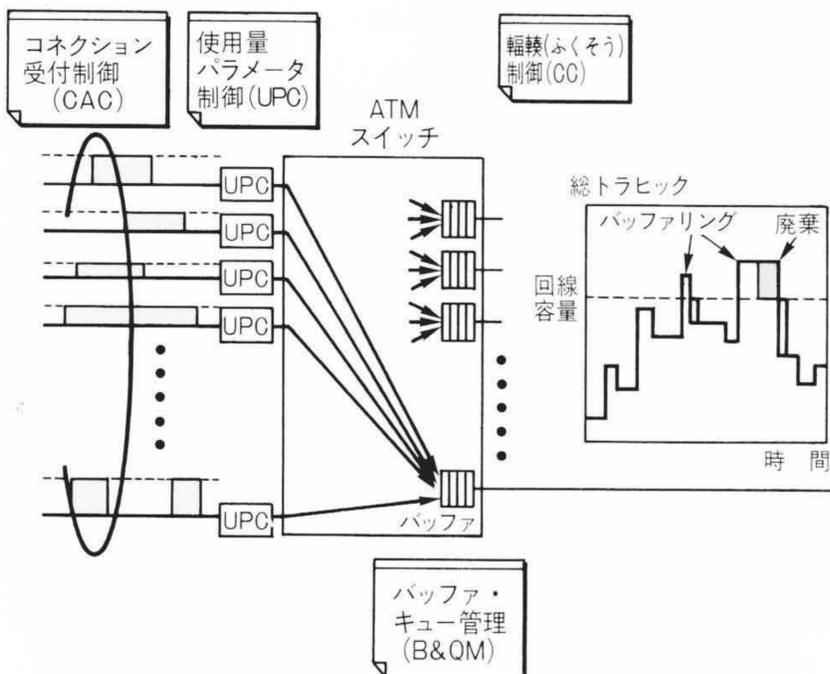


図5 トラヒック制御の構成
サービスごとに条件が異なるため、交換機でトラヒック制御が必要である。

OS非依存構成を導入する。これにより、多様なマルチメディア通信サービスを実現し、さらに、インテリジェントネットワークによる高度化サービスにも対応する。

3.5.3 網オペレーション

統合ネットワーク管理のため、さまざまな装置や機能をオブジェクト指向モデリングによって抽象化する標準管理インタフェースを採用し、約600種類のオブジェクトをATM装置向けに規定した。この機能により、網制御を行う装置構成管理・コネクション設定、効率的運用を行う性能管理、正常な網運用を行う障害管理などの管理機能が実現できる。また、広帯域に伴う大量の管理情報処理を可能とするため、管理情報への高速アクセス技術を開発した。

4 システム開発例

4.1 ATMシステム

日本電信電話株式会社の仕様に基づいて、公衆網向けATM交換機とATM加入者線終端装置を開発した。

このATM交換機は次の特長を持っている。

- (1) 一部の回線インタフェース部を除き、二重化冗長構成である。
- (2) 10 Gビット/sの容量を持つATMスイッチを上り方向と下り方向に備え、システムの拡張を容易な構成としている。
- (3) 600 Mビット/s単位で各種回線速度(6.3 Mビット/sから156 Mビット/s)の収容が局条件によって任意に構成できる。

ATM加入者線終端装置は、光加入者線156 Mビット/s



図6 ATM集線装置

北米市場を中心にした海外のマルチメディア通信として開発した。NEBS仕様キャビネットにフレームリレーなどを含む各種回線インタフェースを幅広くサポートし、北米標準サイズの23インチラックに収容可能である。

を最大24回線収容し、強制無瞬断切換が可能であり、加入者線8回線、中継線8回線ごとのユニット(300 mm×600 mm)構造で増設が可能などの特長を持っている。

4.2 ATM集線装置

ATM集線装置は、ATMセルの多重分離とスイッチング機能を持ち、広帯域網へのアクセスはもちろんのこと、LAN間接続、CATV用スイッチングノードなどに幅広く対応できる(図6参照)。二重化された制御系と、最大16枚の回線インタフェースカードを収容する通路路系が、北米標準サイズのユニットに収められている。最大容量は600 Mビット/sで、ATM・フレームリレー・データ交換などの豊富なインタフェースをサポートする。

4.3 20 Gビット/sスイッチ

20 Gビット/sスイッチでは共通バッファメモリを持つBFM(Buffer Memory)LSI(図7参照)、メモリのアドレス制御を行うLSI、および多重分離機能を持つインタフェースLSIの3品種を3.3 V、0.5 μm CMOSで開発した。このLSIを用いた20 Gスイッチボードでは、150 M回線128×128の入出力と、2.4 G回線で150 M・600 M・2.4 G回線を混在可能な帯域制御、マルチキャスト、EFCI(Explicit Forward Congestion Indication)付与、廃棄優先制御、廃棄セルモニタなどの多数の機能を1ボードで実現した。このボードは20 Gビット/sのMUX・DMUXとしても使用可能であり、80 Gビット/s・160 Gビット/sスイッチへ拡張可能な構成である。

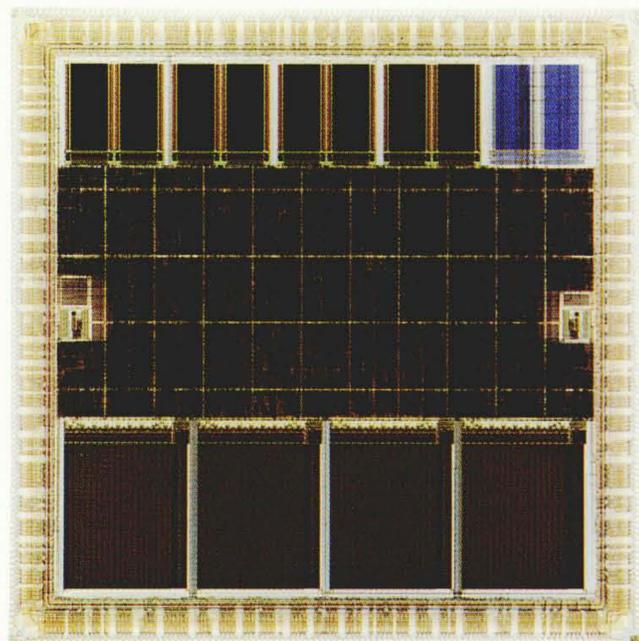


図7 BFM-LSIのチップ

24個のRAM(上下段)とPLL(Phase-Locked Loop)を内蔵したこのLSIにより、20 Gビット/s共通バッファスイッチの1ボード化を実現した。

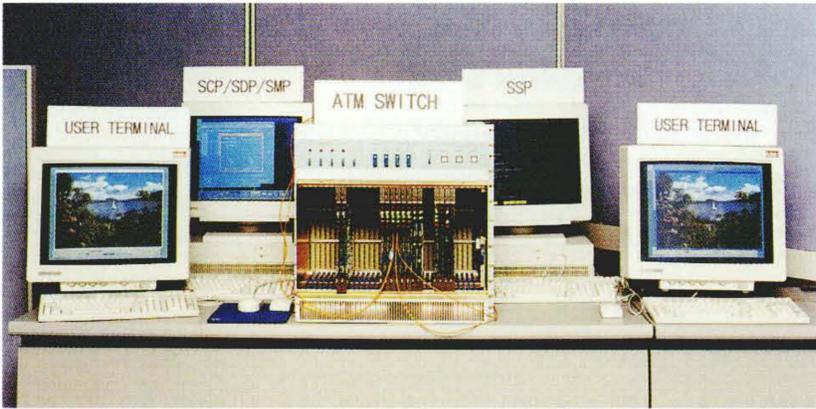


図8 広帯域インテリジェントネットワーク

ATM網とインテリジェントネットワークの接続により、次世代の通信サービスの創造を図るテストベッドシステムを開発した。

4.4 インテリジェントネットワーク

インテリジェントネットワーク(IN)はマルチメディア時代のサービスを高度化するサービス制御用ネットワークである。日立製作所は、ATM網とINの結合による新サービス創生を図るため、広帯域INテストベッドを開発した。このシステムは、AMSシステムにSVC(Switched Virtual Circuit)機能を内蔵したワークステーションを接続し、これにINシステムをATMリンクを介して結合した。B-ISDN時代の有力アプリケーションとされるBVPN(広帯域仮想私設網)をこのテストベッドに構築し、ユーザー対応のQOS確保、カスタマ管理を実現した(図8参照)。

4.5 ネットワークマネジメントシステム

ATM網は、統合ネットワーク管理プラットフォーム上に実現したNMS(Network Management System)により、一元的に管理・運用される⁴⁾。このシステムは、GUI(Graphical User Interface)によって高度な管理機能を直観的かつ簡易な操作で実現する。一例は、装置から警

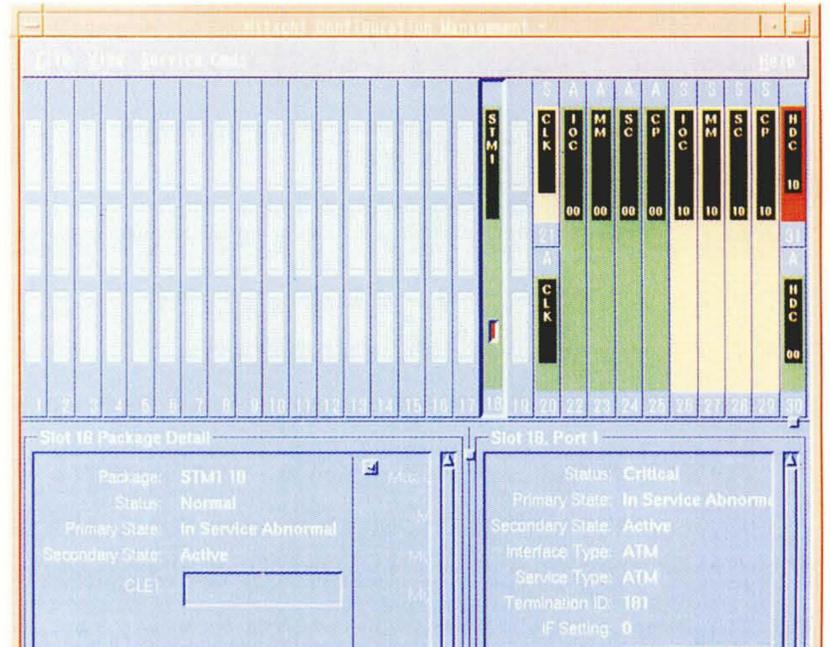


図9 NMS画面

ネットワーク管理情報の画面表示の例を示す。

報を受信するとベル音によって保守者に通知するとともに、画面上で障害発生ノードおよび障害発生部位の表示色を変化させ、迅速な対応を可能としたことである。また、各装置のカード実装状態の把握やコネクション設定なども画面上で行うことができる(図9参照)。

5 おわりに

ATMは、多種多様なメディアを同一のフォーマットで扱うことにより、伝送速度による伝送路の使い分けが不要、仮想回線が可能などの特徴を持ち、マルチメディア通信を支える基本技術であるといえる。今後も、このATMインフラストラクチャの開発に取り組み、ユーザーニーズにこたえていきたいと考える。

参考文献

- 1) N. Endo, et al.: An ATM System Architecture for Seamless Network Evolution, IEEE GLOBECOM '93
- 2) 田辺, 外: 広帯域ISDN向けATM交換システム, 日立評論, 73, 5, 441~448(平3-5)
- 3) M. Takatori, et al.: A Multi-Functional Large-Scale ATM Switch Architecture, ISS '95, Vol.1(1995-4)
- 4) J. Yanagi, et al.: A Study on Multi-Service Network Architecture and Operation Based on ATM Technology, ICCT '94, 31.04(1994)