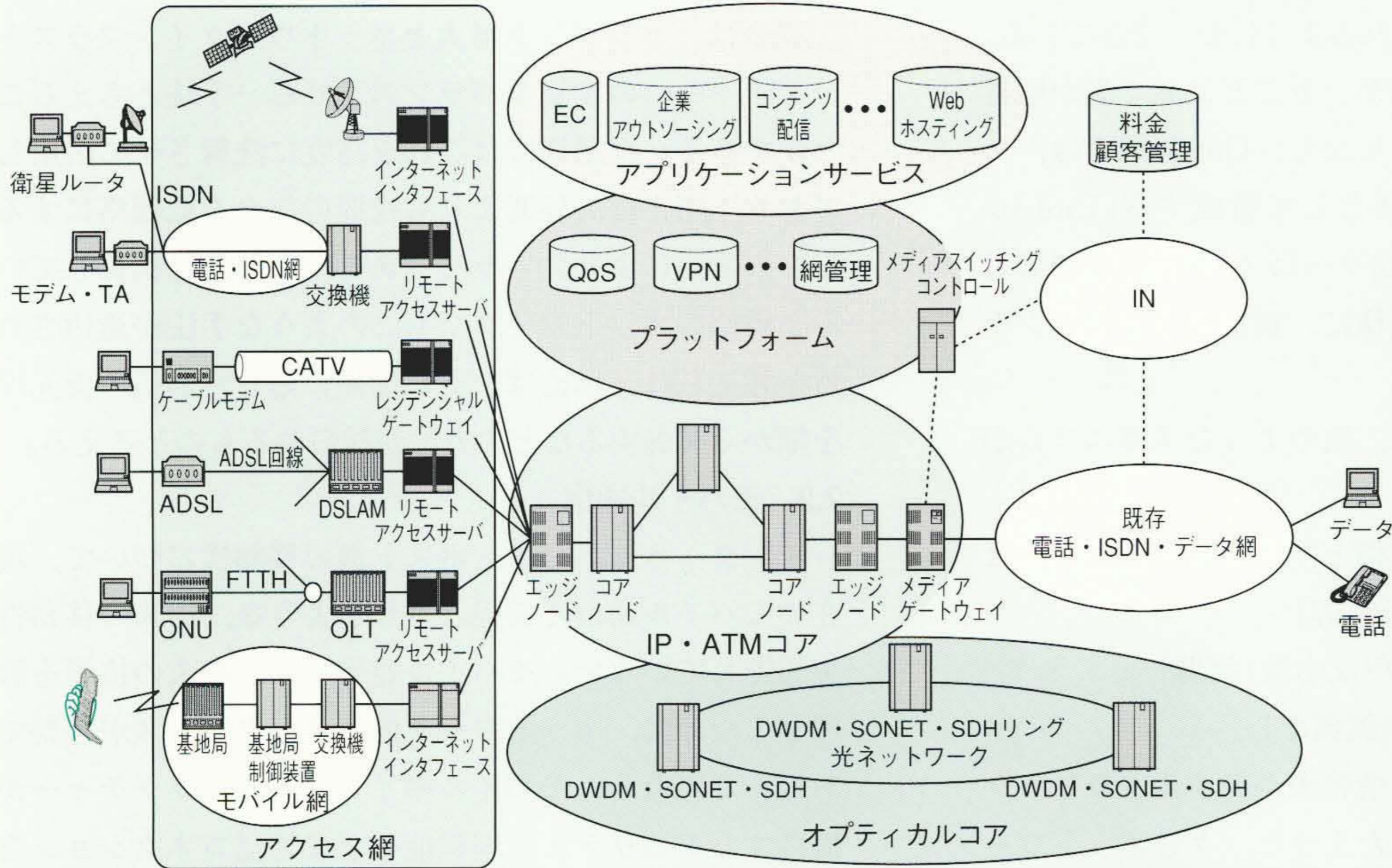


多様化する通信サービスとネットワーク

Diversifying Communication Services and Networks

■ 高瀬晶彦 Akihiko Takase



注：略語説明

- ISDN(Integrated Services Digital Network)
- TA(Terminal Adapter)
- CATV(Cable Television)
- ADSL(Asynchronous Digital Subscriber Line)
- DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)
- ONU(Optical Network Unit)
- FTTH(Fiber to the Home)
- OLT(Optical Line Terminal)
- EC(Electronic Commerce)
- QoS(Quality of Service)
- VPN(Virtual Private Network)
- IP(Internet Protocol)
- ATM(Asynchronous Transfer Mode)
- DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)
- SONET(Synchronous Optical Network)
- SDH(Synchronous Digital Hierarchy)
- IN(Intelligent Network)

日立製作所が提案するトータル ネットワーキング ソリューションのイメージ
光IPネットワークからアプリケーションまで、次世代通信インフラストラクチャーの実現に向けたトータルソリューションを提案している。

インターネットの普及に伴い、通信インフラストラクチャーも変化している。IP(Internet Protocol)に基づく次世代広域網を構築するために、さまざまなネットワーキング技術が開発されている。効率的かつ高信頼な次世代広域網に向けて、必要とされるネットワーク機能に適切なネットワーキング技術を選択することが不可欠である。

日立製作所は、IP・光伝送技術をはじめとして、ネットワークアプリケーションを含む広範囲の技術開発を推進することにより、将来の経済活動の中心となる次世代通信インフラストラクチャーの発展への寄与に努めている。

1 はじめに

インターネットに代表される情報・通信の飛躍的進展の中で、広域通信網は、音声主体の通信からデータ通信への移行と、固定端末通信に対するモバイル通信の拡大という大きな変革期にある。ユーザーインタフェースとしてのIP(Internet Protocol)の位置づけは、その爆発的普及に見られるように、将来とも変わらないものと考えられる。しかし、IPをインフラストラクチャーとして高効率・高信頼に運用するためには、SONET/SDH(Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy)やATM(Asynchronous Transfer Mode)、移動体通信技術など、さまざまな技術との組合せが必要である。

ここでは、各種のネットワーキング技術の特質と適用領域など、広域通信網の技術動向について述べる。

2 広域通信網の技術動向

2.1 サービス統合

データ通信への移行に伴い、マルチサービス化、すなわち多様なトラフィック特性を持った通信が混在するものとなりつつある。

電話サービスでは、個々の通信コネクションに対して固定的な帯域を割り当てている。一方、データ通信はATMやIPのようなパケット交換方式で提供され、パケットごとに動的に帯域が割り当てられる。このため、帯域を有効に利用できる反面、遅延などの通信品質もパケットごとに変動することになる。一般的なデータ通信では、通信品質の変動は、その変動が極端に大きくないかぎり、通信サービスの品質劣化としては認識されない。しかし、音声や画像が混在している場合には、サービス品質劣化として現れる。

2.1.1 QoS

通信品質制御技術は、QoS(Quality of Service)としてATMの中心技術となっており、最近では、インターネットの領域でも精力的に検討されるようになってきている。

パケット交換方式では、パケットごとに先が解析され、ルートが決定される。しかし、QoS制御では、一連のパケットのやり取り全体として構成する「End-to-End(エンド ツー エンド)通信サービス」の品質が制御対象なので、電話サービスと同様に、通信コネクションを意識せざるをえない。

QoS制御を実現するために、次のようなメカニズムがある。

- (1) コネクション受け付け制御と、トラフィックシェーピング[プリベンティブ(予防的)制御]
- (2) フロー制御[リアクティブ(反応型)制御]
- (3) オーバエンジニアリング(制御なし)

プリベンティブ制御では、情報源が発するトラフィックをモデル化し、モデル化されたトラフィックをネットワークの負荷とした場合のエンド ツー エンド品質予測に基づいて、その通信の可否を決定する。この手法の困難さは、情報源トラフィックのモデリングにある。新しいアプリケーションのトラフィック特性を正確に予測することができないからである。このため、情報源トラフィックをシェーピング(整形)することが必要となる。

リアクティブ制御は、インターネットではTCP(Transmission Control Protocol)のウィンドウ制御として実現されているけれども、高速・広域のネットワークを前提とした場合、網の性能を十分に活用するには適切ではない。TCPのウィンドウ制御はエンド ツー エンドのフィードバックループを構成していることから、このフィードバック情報は光速より速く伝わることはありえないので、性能を上げることが本質的に困難である。ATMでも、ABR(Available Bit Rate)と呼ばれるフロー制御方式が開発されたものの、同様の課題がある。

第三のアプローチは、伝送路帯域が十分大きければ、通信品質の変動は少ないことを利用するものである。これは、DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)に代表される超大容量伝送の実現により、実用化の可能性が出てきた。しかし、この方法では、ネットワーク構築への投資が大きくなるので、別の効率的な方法が現れた場合には、競争力を喪失する。

したがって、現状では、エンド ツー エンドの品質制御に決定的な手法はなく、当面は、オーバエンジニアリ

ング的アプローチで進めながら、プリベンティブ制御を改良していくことになるものと考ええる。

2.1.2 課 金

課金は、トラフィック増大とネットワークインフラストラクチャーへの投資をバランスさせる一手法と考えることができる。電話網ではこれを高度に洗練させて活用しており、例えば、昼間よりも夜間の料金を低価格にするなどの手法により、トラフィックをマクロ的に制御している。将来のネットワークでもこのような手法が適用されると考えられ、例えば、支払金額に応じて通信の優先度を細かく制御するなどの方法が採られるものと考ええる。

2.2 モバイル通信

インターネットでは、ホスト機の移動性について、現在のモバイル通信で前提とされるような、端末の移動性を想定していない。モバイル通信では、端末の位置を管理するために、ネットワーク内にデータベースが必要である。このため、モバイル網インフラストラクチャーが提供するモビリティ管理機能の上で通信コネクションを確保し、IPパケット通信を行う形態となる。

3 ネットワーキング技術

この章では、IPやATM、SONET/SDH、WDM(波長多重)などの技術の特徴を比較し、それぞれの技術の適用領域について述べる。

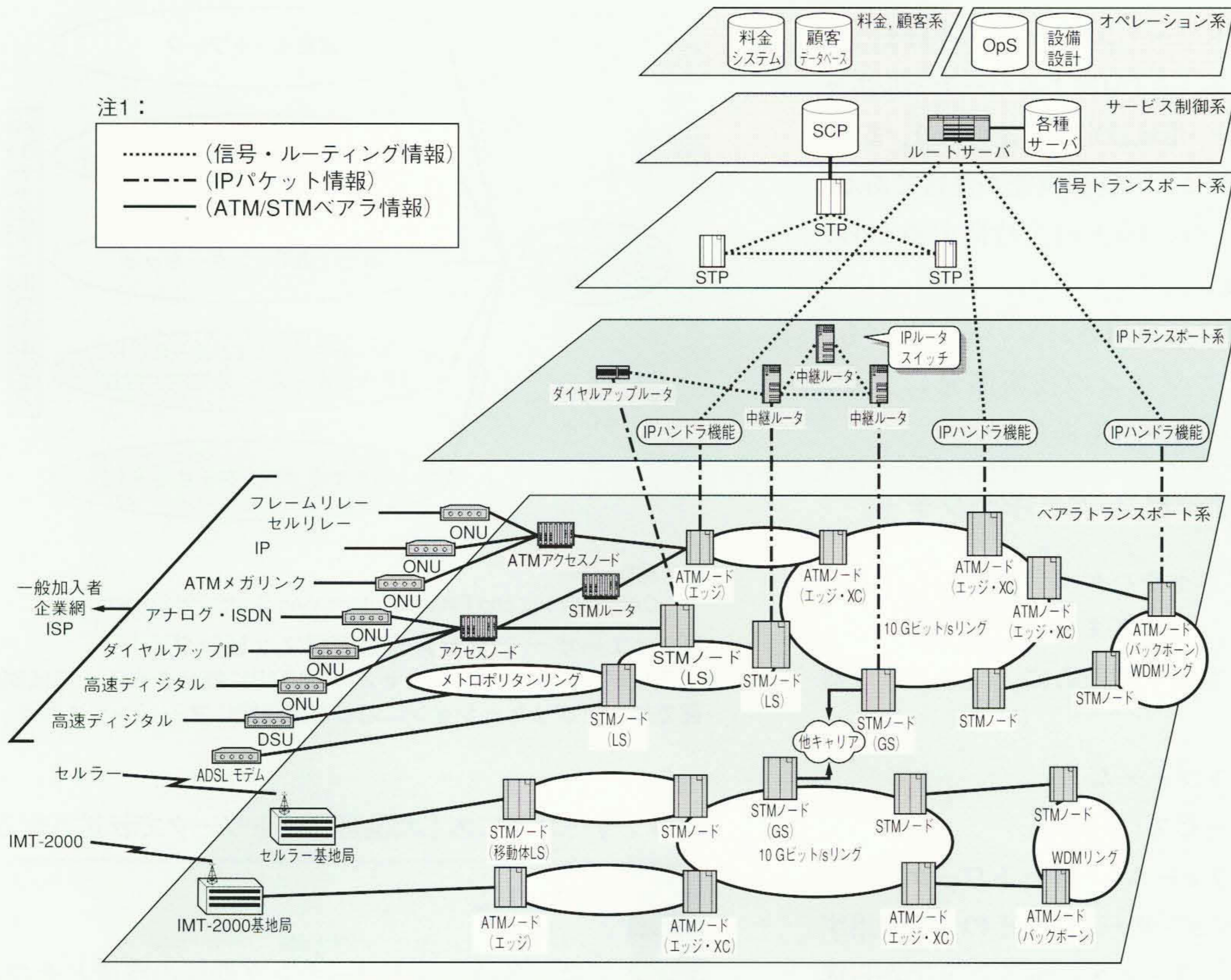
3.1 ネットワーク構成

現状の広域網の一般的構成を図1に示す。ベアラトランスポートでは、SONET/SDHやSTM(Synchronous Transfer Mode)ノード、ATMノードで高信頼の通信コネクションを構成し、この通信コネクションにより、IPルータ間を接続する。IPトランスポートは、IPルータによってIPパケットをルーティングする階層である。

信号トランスポートは、ベアラトランスポート階層で、通信コネクションを設定するための情報をノード間で交換するための機能である。この機能は、ベアラトランスポート階層のノードが、ネットワーク内のデータベースであるSCP(Service Control Point)などにアクセスするためのネットワークでもある。また、ダイヤルアップ接続のように電話網とIPルータが協調して動作する場合には、ルータとノードの間の通信にも使用される。

3.2 ネットワーキング技術

IPやATMなどのさまざまなネットワーキング技術を構成する各種機能の比較を表1に示す。同表では、ネットワーキングの基本機能を以下のように分けている。



注1:
 (信号・ルーティング情報)
 - - - (IPパケット情報)
 — (ATM/STMベアラ情報)

注2: 略語説明
 OpS (Operation System)
 STP (Signal Transfer Point)
 SLT (Subscriber Line Terminal)
 ISP (Internet Service Provider)
 ISDN (Integrated Services Digital Network)
 ONU (Optical Network Unit)
 DSU (Digital Service Unit)
 ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line)
 XC (Exchange)
 LS (Local Switch)
 GS (Gateway Switch)

図1 ネットワーク構成

階層構成により、さまざまなネットワークサービスを効率的に実現する。

- (1) ビット転送
- (2) プロテクション
- (3) バーチャルネットワーク
- (4) コネクティビティ
- (5) ネットワークサービス

バーチャルネットワークとは、物理的なファイバ伝送網と論理的なノード間接続との間をマッピングする機能である。プロテクションは、ネットワーク障害時にセルフヒーリング(自己回復)などの手法により、障害と

なっている伝送路またはノードを回避して、ネットワーク障害から回復する機能である。コネクティビティとは、アドレスとその管理、およびアドレスに基づくルーティング機能を指す。ネットワークサービスには2種類が考えられ、一つは端末側にアプリケーションがある「ホスト型」、もう一つは、ネットワーク側にアプリケーションがある場合である。

IPのAPIは普及度が高く、IPアドレスも広汎に使用されている。ユーザーアプリケーションについては、ネッ

表1 ネットワーキング技術の機能・性能比較

IP, ATM, SONET, WDMによるネットワーキング基本機能の実現方法を示す。参考のために、現在の電話網における機能実現を示す。

網機能	IP	ATM	SONET	WDM	回線交換
ネットワークサービス	網	DNSなど	IN (B-ISUP)	—	IN (ISUP)
	ホスト	ソケット	ATM-API	—	—
コネクティビティ	IPアドレス	ATMアドレス	—	—	E.164
バーチャルネットワーク	IP トンネリング	VP	パス (52・1.5 Mビット/s)	波長パス (2.4 Gビット/s~)	ダイナミックルーティング
プロテクション	ICMP+ BGP4など	VP切替	APS	波長	ダイナミックルーティング
ビット転送	~10 Gビット/s	~10 Gビット/s	~40 Gビット/s	数百ギガビット毎秒	—

注: 略語説明
 DNS (Domain Name System)
 IN (Intelligent Network)
 ISUP (ISDN User Part)
 B-ISUP (Broad-band ISUP)
 API (Application Programming Interface)
 VP (Virtual Path)
 ICMP (Internet Control Message Protocol)
 BGP4 (Border Gateway Protocol 4)
 APS (Automatic Protection Switch)

トワークがIPを前提とすることが確実である。

一方、バーチャルネットワーキングでは、ATMまたはSONET/SDHが主流である。ATMによるバーチャルネットワーキングではきめ細かい帯域設定が可能であり、また、QoSを実現するためのトラフィック制御機能が豊富である。

プロテクション機能では、障害回復時間の点から、SONET/SDHが主流である。

WDMは大容量伝送だけに使用されているけれども、波長パスや波長プロテクションの技術開発により、SONET/SDHと置き換わる可能性もある。

4 ネットワーク サービス アーキテクチャ

将来の広域網では、ビットやパケットをあて先アドレスに転送するだけでなく、さまざまなネットワークベースのアプリケーションを実現するために、次のような機能が必要となる。

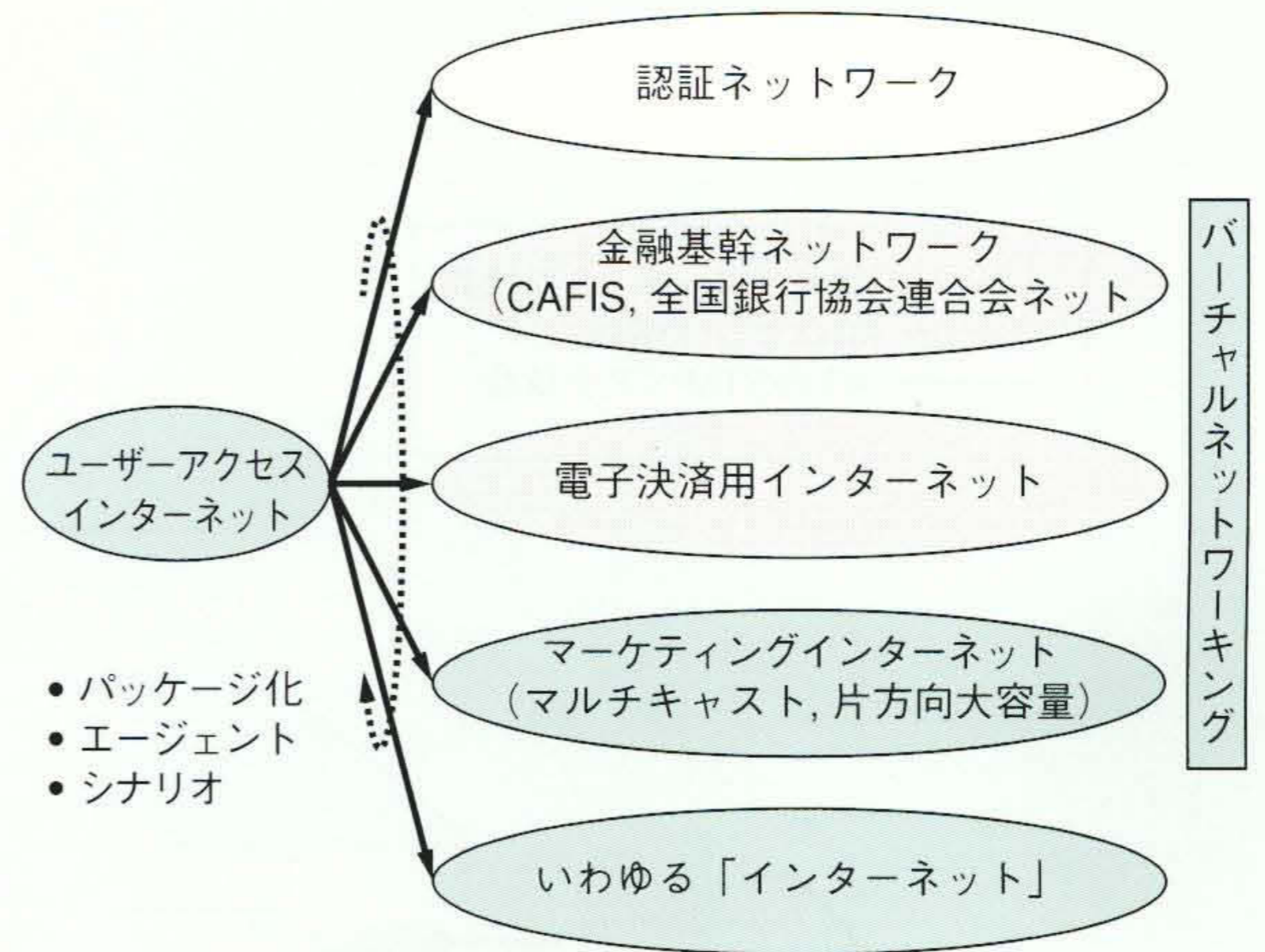
- (1) ネットワークプラットフォーム
- (2) アプリケーションサービス

ネットワークプラットフォームは、ネットワークを効率的に運用し、アプリケーションサービスをその上で運用するための基本機能である。サーバとミドルウェアから構成し、ネットワークオペレーションやQoS管理、Webホスティング、ネットワーク間相互接続などの機能を持つ。アプリケーションサービスの例としては、EC(Electronic Commerce：電子商取引)の認証サービスや、デジタルコンテンツ(デジタル形式の情報の内容)配信などがある。

インターネットでは、アプリケーションはホスト側で実現されるため、ネットワーク側でのアプリケーションサービスは限定される。これに対し、電話とATMでは、ネットワーク側に各種機能を持つ。今後この二つのアーキテクチャは融合し、それぞれが適切なネットワークサービスを提供しあうことになるものと考えられる。

電話網ではアドレスの変換と課金条件の変換が主たるサービスであり、その代表例が、フリーダイヤルである。次世代の広域網では、通信品質にかかわる機能がネットワークサービスとなる。その例を図2に示す。

ユーザーアクセスとしてはTCP/IPだけが想定されるけれども、そこで運ばれるIPパケットはさまざまなQoS要求や、セキュリティ要求などを持っている。単一のネットワークで実現するには、ネットワーク内のトラフィック制御やセキュリティ管理などをアプリケーションサービスに応じて管理しなければならない。ユーザーのIPパケットは広域網の入口で仕分けされ、それぞれのアプリケー



注：略語説明

CAFIS (Credit and Finance Information Switching System)

図2 ユーザーアクセスの論理網マッピング

広域網へのユーザーアクセスはTCP/IPに統合される。広域網内部では、アプリケーションに応じた論理網にマッピングされる。

アプリケーションサービスに応じた論理ネットワークで転送される。

5 おわりに

ここでは、各種ネットワーキング機能の特徴とその組合せ、およびネットワークプラットフォーム機能の背景と技術動向について述べた。

日立製作所は、WDMからIP、ネットワークプラットフォーム、さらに、アプリケーションサービスに対するさまざまなソリューションを製品化している。インターネットの普及や超大容量光伝送技術の進展を背景として広域網は大きな変革点にあり、今後も、次世代の広域網に対してタイムリーな製品を提案していく考えである。

参考文献

- 1) E. Guarene, et al. : IP and ATM Integration Perspectives, IEEE Communications Magazine, Vol.36, No.1(1998-1)
- 2) J. Manchester, et al. : IP over SONET, IEEE Communications Magazine, Vol.36, No.5(1998-5)
- 3) M. Decina, et al. : Convergence of Telecommunications and Computing to Networking Models for Integrated Services and Applications, Proceedings of the IEEE, Vol.85, No.12, pp.1887-1914(1997-12)

執筆者紹介



高瀬晶彦

1981年日立製作所入社、情報・通信グループ 通信システム事業本部 事業戦略統括センタ 事業戦略企画部 所属
現在、通信システムの企画・事業化に従事
理学博士
電子情報通信学会会員、IEEE会員
E-mail : a-takase @ comp. hitachi. co. jp