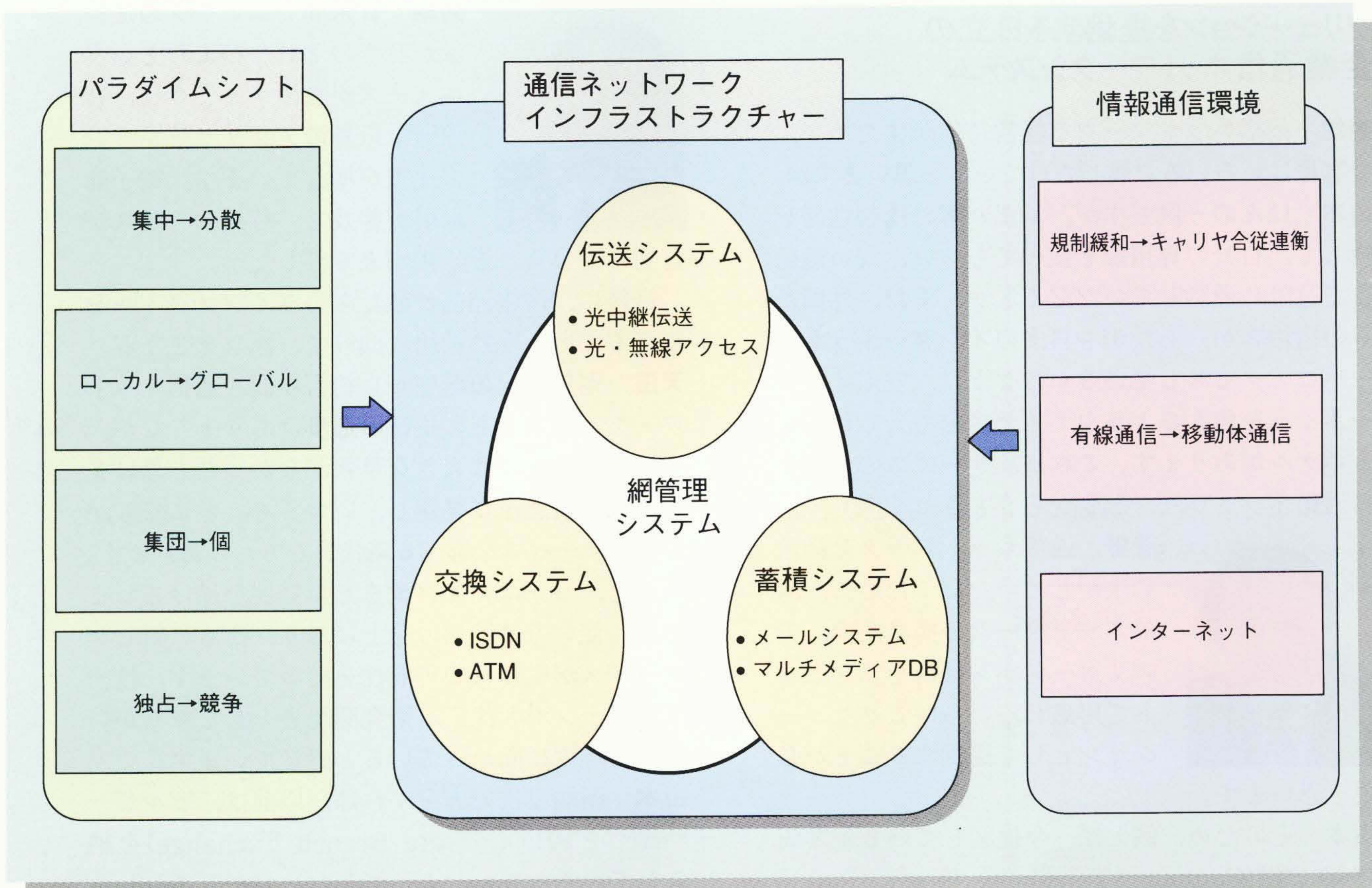


通信ネットワーク進化の展望

An Overview of Communication Network Evolution

田中捷樹 *Toshiki Tanaka*
稲吉 稔 *Minoru Inayoshi*
水原 登 *Noboru Mizuhara*



注：略語説明

ISDN (Integrated Services Digital Network), ATM (Asynchronous Transfer Mode), DB (Database)

通信サービスの多様化

社会のパラダイムシフトは大きな社会の枠組みの変化を指しており、通信の環境でも通信サービスの多様化の背景となっている。一方、このような多様化のニーズに対応が可能な技術シーズの準備が必要である。通信ネットワークのインフラストラクチャー整備とユーザーシステムの技術がそれに当たる。

現代社会のパラダイムシフトは、通信サービスのニーズの急速な多様化を醸成し、拡大させている。

他方、このようなニーズにこたえるべきシーズ(種)も、同様に急速な技術革新を続けており、ニーズの実現の夢をより広く豊かなものにしつつある。

この通信サービスのニーズの実現に欠くことのできない通信ネットワークインフラストラクチャー技術の発展を、「進化」の視点から俯瞰(ふかん)すると、(1) 光伝送・無線伝送技術のシーズの特徴がニーズにマッチし、生かされている「伝送システム」、(2) デジタル化を経て、マ

ルチメディア時代にふさわしいATM(Asynchronous Transfer Mode)技術へと向かっている「交換システム」があり、また、(3) これらのシステムで伝送、交換されるマルチメディアコンテンツを扱う「蓄積システム」にも著しい進化が見られる。

さらに、現代の高度な社会活動を支える基盤となる以上の各システムを統括的に稼働させる「管理システム」により、通信ネットワークインフラストラクチャーが、今後、高信頼度化、高機能化に向けてますます進化するものと期待できる。

1. はじめに

「通信ネットワーク」を取り巻く環境は、現在、大きく変革しつつある。インターネットに代表される新しい通信サービスの爆発的な広がり、移動体通信の急速な普及、さらには世界各国での通信規制緩和を背景とした、グローバル規模での通信キャリアの合従連衡の進展など、正に高度情報化時代への実体を伴った突入を実感させる。

このような大きな変革の基本的原動力は社会ニーズであり、一方で、そのニーズに対応が可能な技術シーズ(種)が準備されているかが、変革を具現化するキーファクターとなる。「通信ネットワーク」の根幹を支える伝送や交換などのインフラストラクチャーでの技術も、半導体デバイス、コンピュータ、ソフトウェア技術の発展を基盤に、社会ニーズの変化にコストパフォーマンスよく整合させる形で実用化が推進されてきている。

ここでは、人間社会と深いかかわりを持つ通信ネットワークの発展を「進化」のアナロジーでとらえ、進行しつつある大きな変革の方向について述べるとともに、将来への展望を試みる。

2. 通信サービスの多様化

現代社会でのパラダイムシフトが言われてから久しい。このパラダイムシフトは、集中から分散、ローカルからグローバル、集団から個、独占から競争といった大きな社会の枠組みの変化を指しており、例えば高齢化、環境問題、国際化など、現在、社会が抱えるさまざまな課題を解決しながら発展していくための重要な視点とされている。

パラダイムシフトの概念は情報化時代での企業経営の分野にも適用され、リエンジニアリングという形での手法が議論されてきている¹⁾。この議論の中では、コンピュータと情報通信を新しい社会環境下でいかに戦略的、効率的に活用するかが一つの重要な課題として取り上げられている。

今日、通信サービスはこれまでに経験していないスピードで多様化しつつあり、大きな変革が生じている。この変革も、社会のパラダイムシフトが背景となっている。

この典型的な事象として、わが国での移動体通信の急速な普及をあげることができる。ページャ、携帯電話、PHS(Personal Handyphone System)の加入数の伸び率は、1994年から1997年までの4年間で年平均45%であり、1997年2月末でのページャ加入数は1,020万人、携帯

電話やPHSの加入数は2,520万人に達している²⁾。携帯電話の加入数は、2010年には現在の有線電話の加入者総数、約6,300万人に肩を並べるレベルに到達すると予測されている³⁾。この状況は、集団から個というパラダイムシフトを背景に生じたと見ることができる。

インターネットの爆発的な広がりも例外ではない。インターネットへの接続ホスト台数は1994年1月での220万台に対し、1997年1月には1,620万台と、かつて経験したことのない勢いで増加している⁴⁾。この現象は幾つかの要因の複合の結果であり、ローカルからグローバル、集中から分散というパラダイムシフトと強いかわりを持つと考える。

最近の、欧米を中心とした通信キャリア間の提携に代表される、グローバルレベルでのメガキャリア形成と低料金通信サービス提供の動きも、同様な視点で見ることができる。規制緩和は競争環境を活性化し、潜在ニーズの顕在化のトリガとなる一方で、技術シーズの開発速度を加速するドライビングフォースとなっている。

社会ニーズのキーワードは、「パーソナル化」、「マルチメディア化」、「グローバル化」、「ローコスト化」であり、これらを現実のものとするサービスが、今後ますます多様化した形で現れるものと予測する。

3. 通信ネットワークの進化

通信サービスの多様化の実現には、インフラストラクチャーとしての通信ネットワークやヒューマンインタフェースとしての通信端末の技術的変革が不可欠である。ここでは、ネットワークの基幹を構成するインフラストラクチャーの技術について、その進展を俯瞰してみる。

インフラストラクチャーには、伝送、交換、蓄積およびこれらで構成されるネットワーク機能の管理が要求される。これまでも、それぞれ世代替わりと言える大きな技術的革新が行われ、現在も社会のパラダイムシフトによるニーズの顕在化に対応して進化しつつある。

3.1 伝送システム

(1) 伝送は、交換局間を接続するための基幹伝送と、ユーザーと交換局を結ぶための加入者アクセスに大別される。基幹伝送での最大級の技術革新は光伝送である。それまでのマイクロ波などの無線から光伝送への移行が進展した第一の要因は、システムのコストパフォーマンスの良さであり、基幹伝送システムの容量拡大の社会ニーズと技術シーズが整合した好例である。

基幹伝送システムの容量は、約8年で1けた増加のト

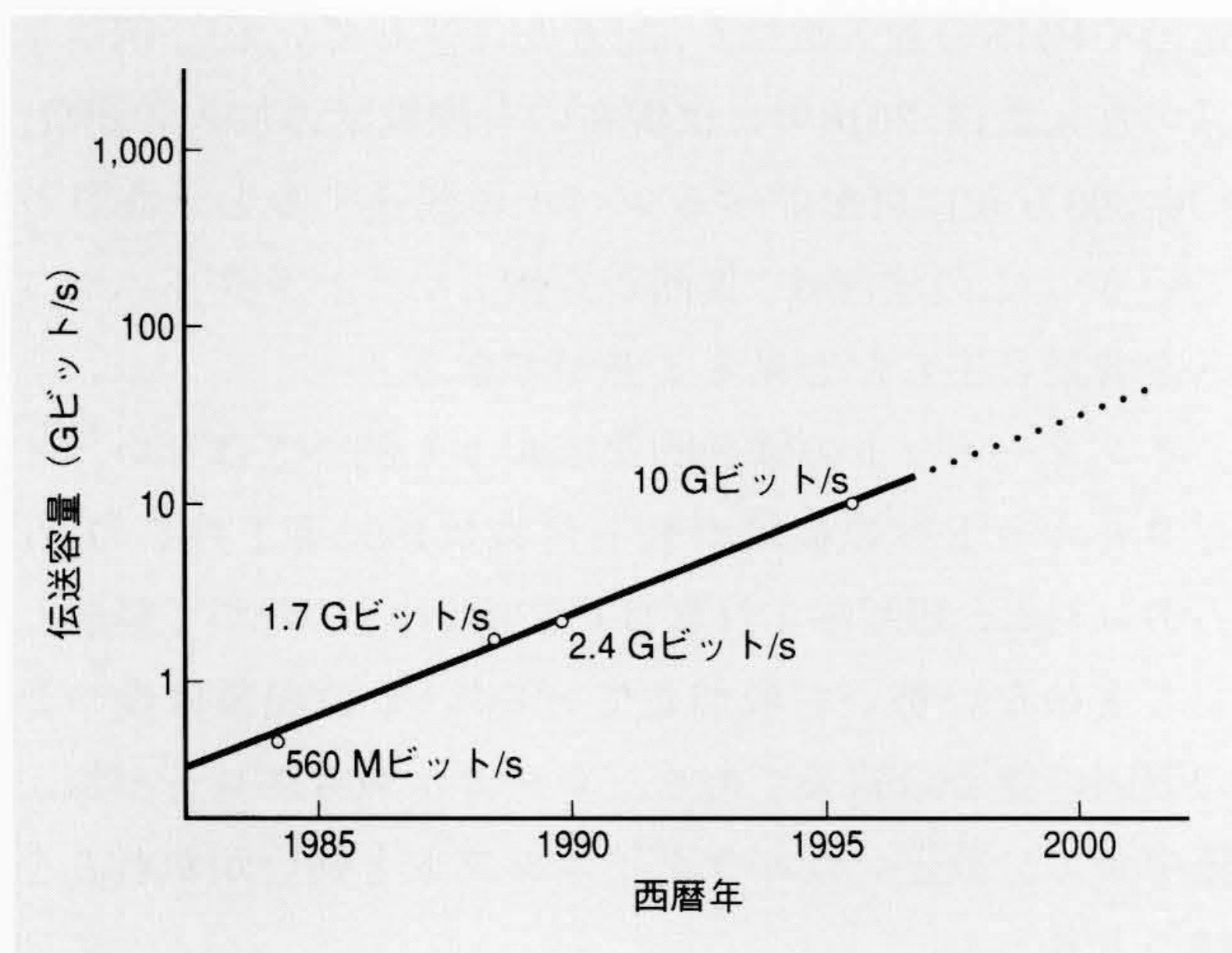


図1 基幹伝送システムの容量

光伝送というシーズが通信ネットワークに導入されて以来、そのコストパフォーマンスの良さが認められている。これは、基幹伝送の容量化拡大の社会ニーズと技術シーズがみごとに合致した好例と言える。

トレンドを示しており、今日では10 Gビット/sのシステムが実用レベルにある(図1参照)。過去、伝送容量の拡大について、その容量を満たすに足る情報転送ニーズの議論が行われたことがあった。しかし、トレンドが示している事実は、容量の増加は必然的に新しいサービスによって使い切られるということであり、逆の見方をすれば、通信サービスに対する潜在ニーズは多様な形で常に存在し、他の技術や社会構造のパラダイムシフトとの相互関連で、潜在ニーズが顕在化していると見ることもできる。(2) 一方、加入者アクセスの領域は交換システムとの関連が密であり、常に両者の連携で新しいニーズに対応する形をとる必要がある。この加入者アクセスの現在の変革方向は、高速化と多様化である(図2参照)。

高速化のブーームとなっているニーズは、インターネットである。各家庭に布設されている既設の電話線をそのまま用いて、最高128 kビット/sの速度を提供できるISDN(Integrated Services Digital Network)は、モデムよりも高速なインターネットへのアクセスの手段として利用が急増しつつあるが、今後の「マルチメディア化」のニーズに対応するためのいっそうの高速アクセスの実現には、新しいアクセス技術が必要と考える。

この課題を解決する手段として、各家庭まで光ファイバを引くFTTH(Fiber to the Home)や、複数の家庭の近くに設置した多重化ハブまで光ファイバを布設し、ハブから家庭までの短距離間は既設の電話線を利用するFTTC(Fiber to the Curb)などの開発、実用化が進めら

れている。高速な情報伝送を可能とする「光伝送」というシーズは、加入者アクセスの領域でも、広帯域ISDNの実現へ向けて進化の道を歩みつつある。

加入者アクセスの分野でのもう一つの変革はアクセス手段の多様化であり、特に、無線によるアクセス形態は、今後の通信ネットワークの発展に重要な役割を果たすと考える。通信の歴史の中で無線は、基幹伝送の技術として長い間使われてきたが、大容量伝送の時代を迎えて光伝送技術にその座を譲った。しかし、無線技術というシーズは、「パーソナル化」という社会のパラダイムシフトと強くリンクし、移动通信の領域で基幹伝送の場合とは異なる形で大きく開花した。

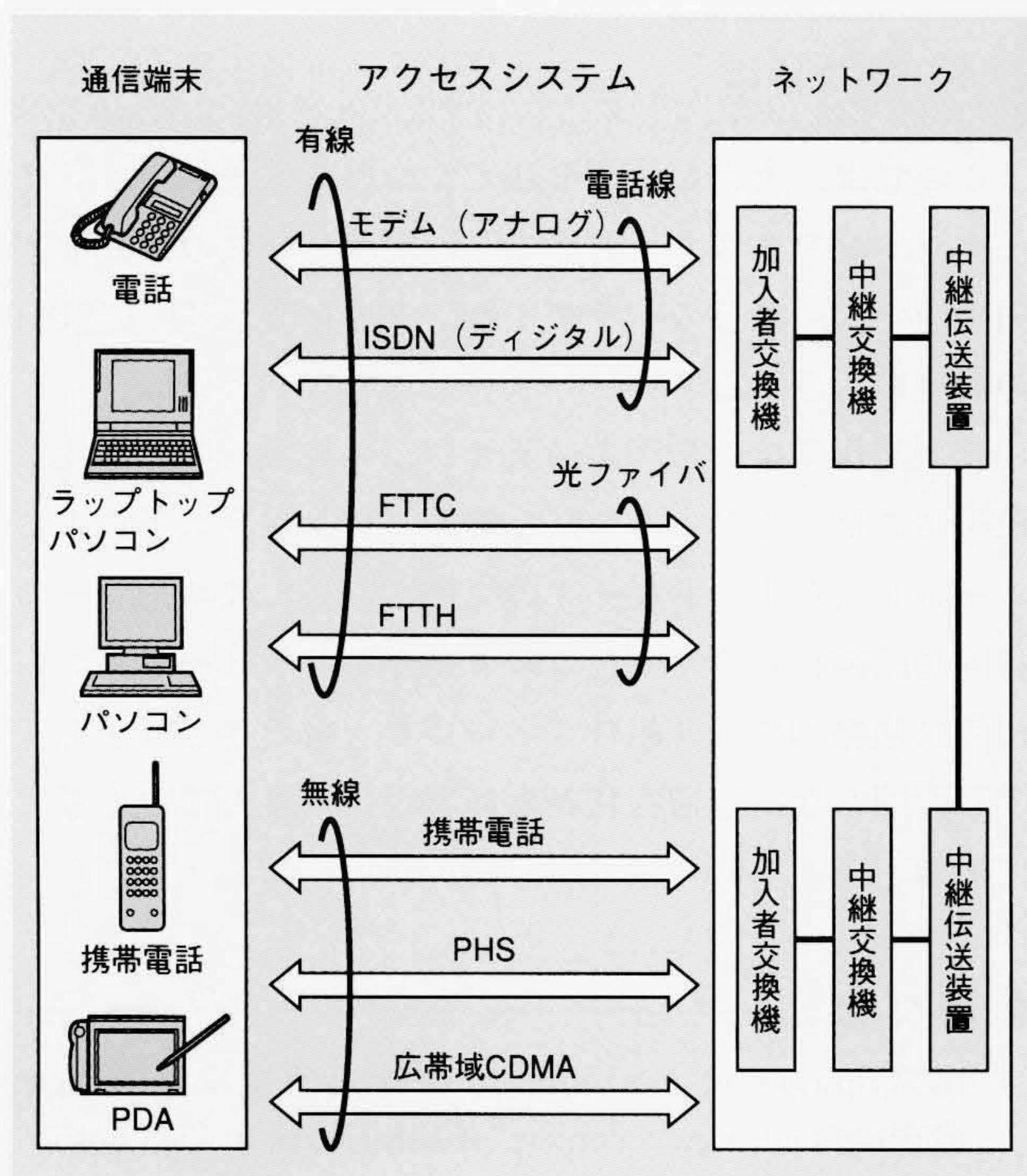
携帯電話端末を利用したPC(Personal Computer)通信がすでに広く使われており、また、PHSによるデータ通信サービスも、1997年4月から開始された。通信手段としての電子メールの定着、さらにハンドヘルドPCの普及は、移動体通信システムでの信頼性の高い高速データサービスのニーズを加速的に高めることが予測され、移動体通信も従来の電話を主体としたシステムから、データを含めたマルチメディア通信をサポートするシステムへと移行していくと考える。最近話題となっている広帯域CDMA(Code Division Multiple Access)などの新しい技術は、無線による高速マルチメディア通信の課題を解決しようとするものであり、積極的な技術開発が進められつつある。

3.2 交換システム

(1) 交換での過去の大きな技術変革はデジタル電子交換であり、その基本思想は今日の交換機まで受け継がれている。

このデジタル化の進展の中で注目すべきことは、ISDNサービスの提供である。ISDNは、音声、データ、画像など、総合的な通信サービスをサポートする国際標準インフラストラクチャー技術として、1988年ころから世界各国でサービスが開始された。当時、すでにマルチメディア通信の概念があり、各家庭まで広がるサービスとして期待されたが、初期のユーザーは主に企業が中心であった。これは、家庭でのマルチメディア通信への潜在ニーズは存在していたものの、それを顕在化させるに十分な環境が整っていなかったことを意味している。

しかし現在、社会のパラダイムシフトを背景に登場したインターネットの急速な広がり、PCの低価格化によるパーソナル環境での高速データ通信のニーズの広がりにより、ISDNの各家庭までの普及は大きく加速されつ



注：略語説明

FTTC (Fiber to the Curb), FTTH (Fiber to the Home)

PDA (Personal Digital Assistant)

CDMA (Code Division Multiple Access)

図2 アクセスシステムの多様化

現在、ISDNや携帯電話、PHSの普及が著しい。今後さらに、光アクセスシステムや広帯域CDMAによるアクセスシステムのマルチメディア対応化が進展するものと期待される。

つある。

(2) ISDNの国際標準化が完成段階に入ったところから、本格的なマルチメディア通信時代に向けたインフラストラクチャーとして、広帯域ISDNの研究、開発が積極的に展開された。その過程で多くの技術が生まれた。通信インフラストラクチャーを大きく変えるポテンシャルを持つ技術シーズの一つは、ATM(Asynchronous Transfer Mode)技術である。すべての情報をセルと呼ばれる短いパケットで転送処理するこの方式は、正に来るべきマルチメディア時代を支える画期的なアイデアであった。

今日、ATM技術は、さまざまな形で通信ネットワークのインフラストラクチャーに導入されつつあり、特に高速データ転送のバックボーン技術としてその威力を発揮する方向にある。例えば、高速データ通信に用いられているフレームリレーネットワークでもユーザーインタフェースをフレームリレーとし、交換機の内部処理はATMとして高いコストパフォーマンスを実現するアーキテクチャが広く採用されている。またインターネット上では、急増するユーザーのトラフィックを処理するため

に、IP(Internet Protocol)の処理能力の大幅な向上が要求されており、ATM技術適用による飛躍的な高性能化が期待されている。

今後、ATMというシーズは、マルチメディア通信のニーズの顕在化に対応し、研究開発の当初に予想された究極の姿に向けて、ネットワークインフラストラクチャーの中で着実に進化し続けていくと考える。

3.3 蓄積システム

通信サービスのニーズが多様化する中で、情報蓄積システムも「進化」の道を歩んでいる。最も身近な情報蓄積を利用した通信サービスは、留守番電話に代表される音声メッセージングサービスである。

パーソナル化の波に乗って急速な普及を見せ、生活の中に定着している携帯電話やPHSでは、電波の不感地域、およびマナーのうえから着信や会話を避けなければならない場所にいる人にメッセージを伝えるために、「音声メール」サービスはなくてはならないものとなりつつある。さらに最近では、「音声メール」は、ページャシステムでも電話と連携した新サービスとして取り入れられている。

このようなサービスを実現する基本的技術シーズは、高効率音声符号化技術と大容量ファイル技術である。高効率音声符号化技術は、(1)企業ネットワークなどでデジタル専用線を経済的に利用するニーズ、(2)移動体通信で、限られた周波数帯域内に、より多くの加入者を収容しようとするニーズがそれぞれ牽(けん)引力となり、今日の発展に至っている。

高効率音声符号化技術の進展は、高度な音声分析や符号化アルゴリズムと、それを具現化するためのDSP(Digital Signal Processor)技術によって支えられている。両技術のいっそうの発展は、音声認識、メディア変換などの新しいサービスの具現化、普及という形に結実していくものと予想する。

磁気ディスクと光ディスクの大容量化、低コスト化は、通信分野でも今後、本格的な「マルチメディア化」という環境の中で、新しいサービスニーズに対応するシーズとして、その重要性はますます高まっていくと考える。

インターネットに接続されているWWW(World Wide Web)サーバも、グラフィック、静止画、さらには音声、動画を取り込んだ形に急速にマルチメディア化しつつある。コンピュータシステムでの情報の蓄積や入出力装置として発展してきたサーバは、インターネットという新しいサービスを入り口に、通信ネットワークでキー

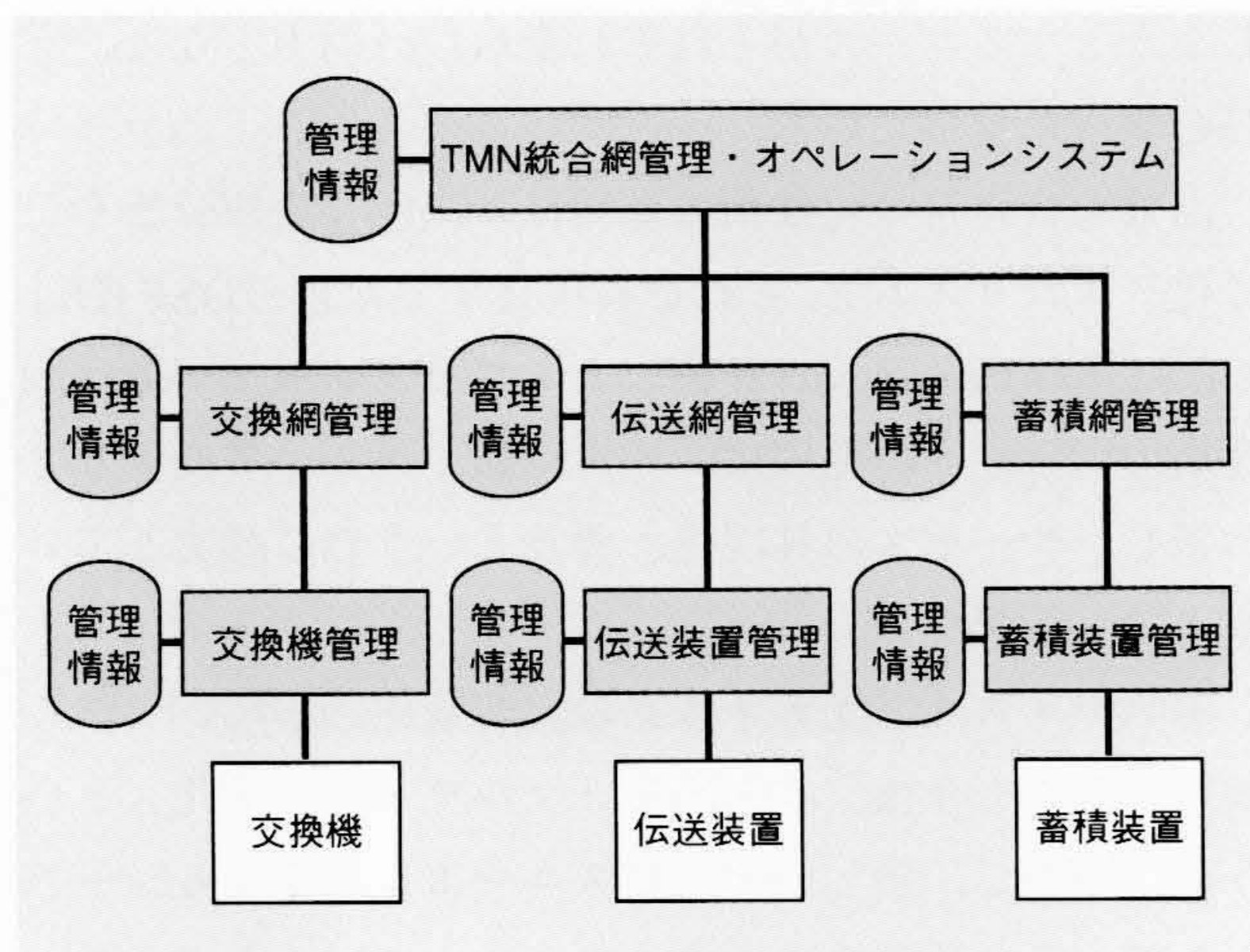
となる蓄積サブシステムとして進化していくものと思われる。

3.4 管理システム

通信ネットワークは、社会活動を支える重要なインフラストラクチャーとなっている。1995年に起きた阪神・淡路大震災後、災害時の通信ネットワークの信頼性向上策について、国レベルでの検討が進められていることは記憶に新しい⁶⁾。

ネットワークを構成する伝送、交換、蓄積の各サブシステムは、それぞれの稼動状態を監視し、障害などの事態に対処するための管理機能を持つ。またネットワーク全体の統合的な管理は、それらサブシステムの膨大な管理情報をTMN(Telecommunication Management Network)と呼ばれる、より上位の管理システムに集約し、処理することによって行われている(図3参照)。

通信ネットワークでのデジタル技術の進展、コンピュータ技術やソフトウェア技術の進歩により、ネットワーク管理システムの機能は継続的に高められてきた。今後、エレクトロニックコマース、エレクトロニックマネーなど、経済活動の根幹にかかわる新しいサービスが通信ネットワークを介してグローバルな規模で導入され、発展していくと予想する。このような中で、ネットワークの安全性、信頼性の確保はますます重要な課題となってくる。



注：略語説明

TMN(Telecommunication Management Network)

図3 TMNによるネットワークシステムの管理

各装置を管理する装置管理から統合網管理・オペレーションシステムまでの階層構成をとることにより、膨大な管理情報が集約される。

4. おわりに

ここでは、大きな変革を迎えつつある「通信ネットワーク」インフラストラクチャーの現状と今後の発展の方向について、社会のパラダイムシフトを背景に、「進化」の観点から述べた。

日立製作所は、今後の通信サービスニーズの多様化に敏速にこたえるための豊富な機器、ソフトウェアによるシームレスなネットワークの提供、さらにはユーザーの目的に的確に対応するためのトータルソリューションの提供に積極的に取り組むことにより、来るべき21世紀に向けた豊かな高度情報化社会の実現に貢献していく考えである。

参考文献

- 1) D.Tapscott, et al. 野村総合研究所訳：Paradigm Shift-The New Promise of Information Technology (情報技術革命とリエンジニアリング) (1994)
- 2) 社団法人電気通信事業者協会：協会ニュース(1997. 3. 19)
- 3) 電気通信技術審議会：携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(1997-2)
- 4) 郵政省：平成8年度版通信白書(1996-6)
- 5) 広帯域コヒーレントDS-CDMA無線アクセ斯特集, NTT DoCoMoテクニカルジャーナル, Vol. 4, No. 3 (1996-10)
- 6) 郵政省：情報通信ネットワークの安全・信頼性に関する研究会報告(1995-11)

執筆者紹介



田中捷樹

1972年日立製作所入社、情報通信事業部 CDMA事業本部 所属
工学博士
米国IEEE会員、電子情報通信学会会員、情報処理学会会員
E-mail: toshiki@tcd.hitachi.co.jp



稲吉 稔

1974年日立製作所入社、情報通信事業部 事業戦略統括センタ 海外事業企画部 所属
現在、通信事業の事業戦略作成に従事
E-mail: inayoshi@tcd.hitachi.co.jp



水原 登

1974年日立製作所入社、情報通信事業部 開発センタ 網管理システム部 所属
現在、網管理システム、アクセス網システムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員、情報処理学会会員
E-mail: mizuhara@tcd.hitachi.co.jp