

有線系と無線系が混在し乱世を迎えた 「ラスト1(ワン)マイル」

—課題は、速く、安く、使いやすく—

東京大学電子情報工学科
青山 友紀

NTTアクセスサービスシステム研究所
岡田 賢治

ECビジネスの普及やマルチメディア情報の増大に対応して、インターネット接続の高速化/広帯域化への期待が高まり、新しいサービスや将来のサービスなどの発表が相次いでいる。具体的には、ADSL、ケーブル・モデム（CATV）、FTTHなどの有線系をはじめ、第3世代のモバイル、FWA（固定無線）、無線LANなどの無線系のアクセス・ネットワークが続々登場し、注目を集めている。

本コラムでは、まず、「アクセス・ネットワークとは何か」を解説し、次に、アクセス・ネットワークの全体像を捉え、さらに個別の最新アクセス技術を順次に紹介し、乱世を迎えた「ラスト1(ワン)マイル」の問題を整理、展望していく。

●アクセス・ネットワークとは

次世代のインターネット社会を実現するために、高速通信が可能なネットワーク基盤を整備することが求められている。ネットワークの構成にはいろいろな分類があるが、通常は、

- ①ユーザ・ネットワーク
- ②アクセス・ネットワーク
- ③コア・ネットワーク（バックボーン・ネットワークともいわれる）

の3つに分類される。ユーザ・ネットワークは、ユーザが所有するネットワーク設備で、従来の電話サービスの時代にはPBX程度であったが、インターネット時代には企業はLANなどを使用したイントラネットが構築されている。さらに、一般家庭ではホーム・ネットワークの構築が話題となってきている。

アクセス・ネットワークは、これらのユーザ・ネットワークをコア・ネットワークに接続する機能を持っている。一方、コア・ネットワークは、アクセス・ネットワークを接続して、全国ネットワーク、国際ネットワークに展開する。

電話サービスの時代には、アクセス・ネットワークの役割はきわめて明確であった。すなわち、ユーザ側の保安器（異常電流などを防止して、ネットワークを保護する装置）から局側の交換機の手前までを、アクセス・ネットワークと称していた（つまり、電話線そのものがアクセス・ネットワークであった）。ISDNが提供されるようになると、NT機能（Network Termination, ユーザ側の網終端機能）を持つDSU（Digital Service Unit, ユーザ側の加入者網終端装置）と、LT機能（Line Termination, 加入者線終端機能）を持つSLT（Subscriber Line Terminal, センター側の加入者線終端局装置）の間がアクセス・ネットワークと呼ばれるようになった。

しかし、IP通信（インターネット）では、10BASE-Tなどのインタフェースを提供するNT機能（正確にはNT1+NT2）を持つONT（Optical Network Terminal, ユーザ側の光加入者網終端装置）とLT機能を持つOLT（Optical Line Terminal）を介してエッジ機能（複数のプロバイダを振り分ける機能）までが、IP通信におけるアクセス・ネットワークと定義される（図-1）。ここでは光アクセスシステム（ONT～OLT間）を例としているが、CATVでも同じくエッジ機能までがIP通信にとってのアクセス・ネットワークとなる。そうすると、電話線は、アクセス・

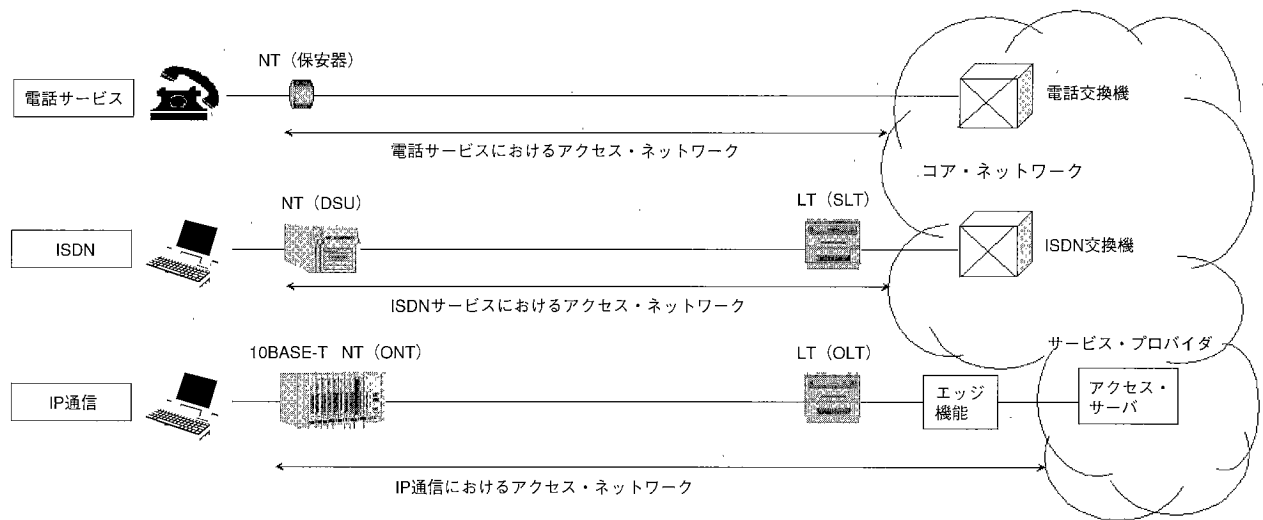


図-1 アクセス・ネットワークのモデル例

ネットワークの一部を構成する媒体にすぎないことになる。このように、物理的、論理的、法制度の面からアクセス・ネットワークの定義を統一するのは困難な時代となっている。

そこで、ここでは、アクセス・ネットワークを狭く捉えて、「ユーザ・ネットワークを直接、電気通信事業者やISPなどの外部の通信ネットワークに接続するための物理的なインタフェース（入り口）機能を持つネットワーク」として、話しを進めていくことにする。

●アクセス・ネットワークが注目されるのは

コア・ネットワークは、光伝送技術の出現によって、もはや距離の制限を克服し、さらに回線当たりのコストも十分に低減されてきた。その意味で、現在はアクセス・ネットワークの部分がか最もコストのかかる問題の部分となっており、一般に「ラスト1（ワン）マイル問題」ともいわれている。コア・ネットワークでは、当初各種の媒体がいかに速く、いかに遠く、いかに安く実現するか、競争を繰り広げたが、最終的には「光通信」が光伝送技術と多重技術を駆使して、コストの低減を図ることができた。しかし、アクセス・ネットワークは、ユーザと局の間で1対1の接続をする宿命のため、コストがかかる。すなわち、ユーザから外部の通信ネットワークと、接続する入り口が残された課題となり、現在いろいろな方式が登場し、競合している。

さらに、従来、アクセス・ネットワークのコストは、速度によって決定されてきたが、最近では、これに通信の利便性の要素が加わるとともに、今後は、通信品質とサービス追加、変更に対する即応性が重要なファクタになると予想されている。

これまで、アクセス・ネットワークは、「新技術」と「ユーザの欲求」によって発展してきた。たとえば、デジタル伝送技術がISDNを創出し、インターネットに高速接続したいという欲求が、ISDN普及の大きな原動力となった（図-2）。また、移動無線技術が携帯（モバイル）電話を創出し、どこからでも連絡したいという欲求が、携帯電話普及の原動力となったのである。

●アクセス・ネットワークの標準化とコスト削減

通信の世界は、最終的にはもっぱらITU（国際電気通信連合）で国際的な標準化が行われているが、前述したコア・ネットワークも、ITUで、国際接続することを契機として中継インタフェースの標準化が行われてきた。その後、アクセス・ネットワークの国際標準化活動が開始されたが、現在では、むしろアクセス・ネットワークの標準化の方が活発である。

それでは、アクセス・ネットワークの国際標準化の目的は何か。携帯電話の国際ローミングは別として、一般にアクセス・ネットワークは、ユーザと局（あるいはISP）の間の問題であるため国際接続に関する標準などの問題は発生しない。現在および将来のアクセス・ネットワークを支えるのはLSI技術、光技術、マイクロ波技術となるが、これらは量産を前提にして、コスト削減などの経済化を目指す技術である。したがって、現在のアクセス・ネットワークの国際標準化活動は、量産化のための標準化といっても過言ではなく、量産化を目的とするために、当然デファクト標準が登場し競争が盛んになるのは必然の流れである。このため、長期的にみた場合は、将来、アクセス・ネットワークは、寡占化する状況（市場の圧倒的多数のユーザが使用する状況）に耐えることのできるネットワークが主流

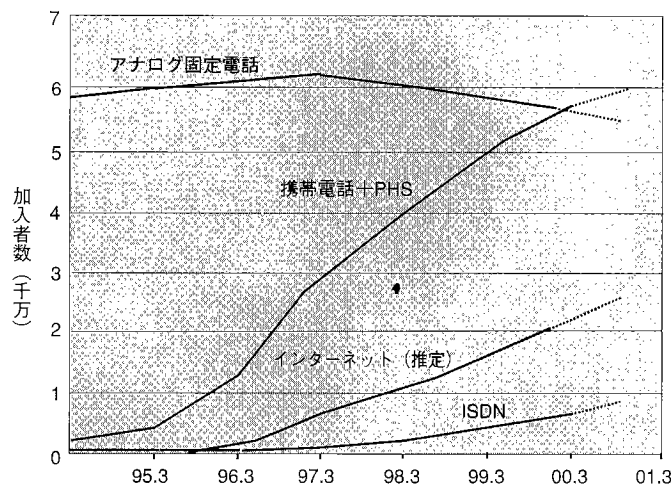


図-2 サービス加入者数の推移

になるともいえるのである。

●アクセス・ネットワークの状況

(1) 世界各国で異なる発展

アクセス・ネットワークは、国際的にみて、ユーザ・ニーズ、都市構造、文化的背景、法制度などの違いから各国で異なる発展をしてきた。

たとえば、インターネット先進国のアメリカでは、マルチメディア情報をダウンロードするために、現状の電話回線の帯域幅を広げて高速データ通信をしたいという欲求を背景に、ADSLが開発された。また、CATVサービスで、MSO (Multiple Systems Operator, 複数のCATVネットワークを運用する会社) が許容される国では、巨大資本を背景にして同軸ケーブルが広範囲に張り巡らされてきた。フィヨルド地形で冬季には工事のできない国、あるいは急激な近代化で有線系のインフラ構築が追いつかない国では、モバイルも含む無線が大きな威力を発揮している。さらに、石畳の歩道の下にケーブルを直埋して掘り返しが困難な国では、そのメタル・ケーブルを活用するFTTC (Fiber To The Curb, 近傍まで光ファイバを引き、家庭や企業まではメタル・ケーブルを利用する方式) が有望である。さらに、実現への時間差はあるにしても、世界各国のキャリアはFTTH (Fiber To The Home) を最終的な目標にしながら、当面は、各種のアクセス・ネットワークを取り混ぜて、ユーザの選択の余地が広がる方向に進んでいる。

(2) 有線系と無線系の共存と競合

現状のアクセス・ネットワークは、大きく分けて、有線系と無線系の2つに分けることができる。最近の携帯電話の急速な普及をみても分かるように、音声通信では

「いつでも、どこでも、誰とでも」を実現できる無線通信に比重が移行しており、本稿が、掲載される頃には正に、携帯電話とPHSの合計はアナログ固定電話を上回ることになっていよう (図-2)。一方、高速データ・サービスではADSL、ケーブル・モデム (CATV) やFTTHをはじめ、各種の通信技術が出揃い始めている。前述したコア・ネットワークの場合は、光化が完了するまでは、歴史的に無線が十分な活躍をしたが、最終的には光通信が主流になった。これに対し、アクセス・ネットワークでは無線システムが、高速データ・サービスの分野で、どこまでの地位を確保できるかが注目されている。これは、周波数資源の限界、品質の限界を超えて、その特質である携帯性 (Mobility) をどこまで活かせるかにかかっている。その点からみると、モバイル・インターネットの台頭は、無線系の注目すべき新しい動向である。

一方、有線系は、高速性、信頼性、品質の面ですぐれているが、現在、通信の主流になりつつあるIP通信をどれだけ安価に提供できるかが今後の課題となる。第3世代のモバイル・システムでは、2Mbps程度がターゲットになっているが、現状では、数Mbps以上は有線系 (たとえば1.5Mbpsを提供するISDNや高速デジタル専用線) が独壇場であるため、当面は有線系の中で各種システムが競うことになる。この結果、いずれアクセス・ネットワークは1~2種類のシステムに集約していくことになる予想される。

今回は、各種の具体的なアクセス・ネットワークの現状と標準化動向を整理して解説する。

(平成12年3月13日受付)

