

トップと、第2グループが入り乱れる アクセス・ネットワーク

—CATVケーブル・モデムに急迫するメタル、光、無線—

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

●月並みな議論

情報通信においては、「高速なアプリケーションがないから高速なアクセス・ネットワークの構築に手をつけられない。高速なアクセス・ネットワークがないから高速アプリケーションがない」という月並みな議論は当てはまらない。テレビの普及でも、携帯電話の普及でも、最初に見たいコンテンツ（たとえば、初期のプロレス）、緊急連絡の必要性（たとえば、外回りの営業）という普及の萌芽があってから、ハードの低コストによって一般ユーザへの普及が始まった。

少々、割高でも高速サービスが欲しいという芽をいかに掴むかがアクセス・ネットワークの競争のポイントである。この点で、アクセス・システムの多様性（図-1）は、高速インターネットなどのアプリケーションの普及を促すと考えられる。

●多様なアクセス・システム

(1) トップを走るCATVケーブル・モデム

メガビット・クラスの高速インターネットアクセスでトップを走っているのはCATVケーブル・モデムであろう。CATVインターネットでは、インターネット接続サービスがCATV事業者にとって新たな事業領域となっている。

CATVの利点は、すでに映像配信用に設置された同軸ケーブルを利用してデータ通信をできることである。ケーブル・モデムの最大の特徴は、高速性（伝送速度は下り30Mbps上りは10Mbps程度）であるが、複数ユーザで帯域を共有するため、ユーザが増えれば1ユーザ当たりの割

当ては低下する。現状の課題は双方向化と流合雑音である。多くのCATVが信号の分配だけの機能のため、中継増幅器の双方向化に新たな投資を必要とする。また、集合住宅では各戸にツリー状に分岐しているため、各家庭からの上り方向のノイズが集まる流合雑音がデータ通信を妨害する。

従来のケーブル・モデムは、メーカ各社の独自方式であったが、CATV事業者などの業界団体MCNS（Multimedia Cable Network System Partners）が作成したDOCSIS1.0（Data Over Cable Service Interface Specifications）がデファクト・スタンダードとして確立したため、昨年（1999年）春頃から対応製品が出荷されている。2000年春には、VoIP（Voice over IP）に必要なQoSの機能を追加したDOCSIS1.1の認証が始まる。一方、ITU-T SG9でも欧州方式、北米方式、日本方式の3種がJ.112として国際標準化された。

(2) 既存インフラを活かすADSL

ADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line）の利点はすでに全家庭にまで張り巡らされた電話用メタリック・ケーブルを利用してデータ通信をできることである。特に、NTTの加入者線の開放に伴うADSLサービスは大きなインパクトである。これにより、インフラを自ら所有することなく通信ネットワーク・サービスを提供する事業者も出現した。

現在の電話回線は、4kHz帯域しか利用していないため、ADSLではデジタル信号処理とLSI技術を最大に利用して電話より高周波帯域を使用してデータ通信を行う。現状の課題は、ADSLは高周波を使用するため、他のADSL回線やISDN回線からのクロストーク（漏話）により、同じケーブルに収容できる回線数に制限があることである。また、NTTがアクセス・ネットワークの光化を進めているため、将来的には適用できるメタリック・ケーブルが減少

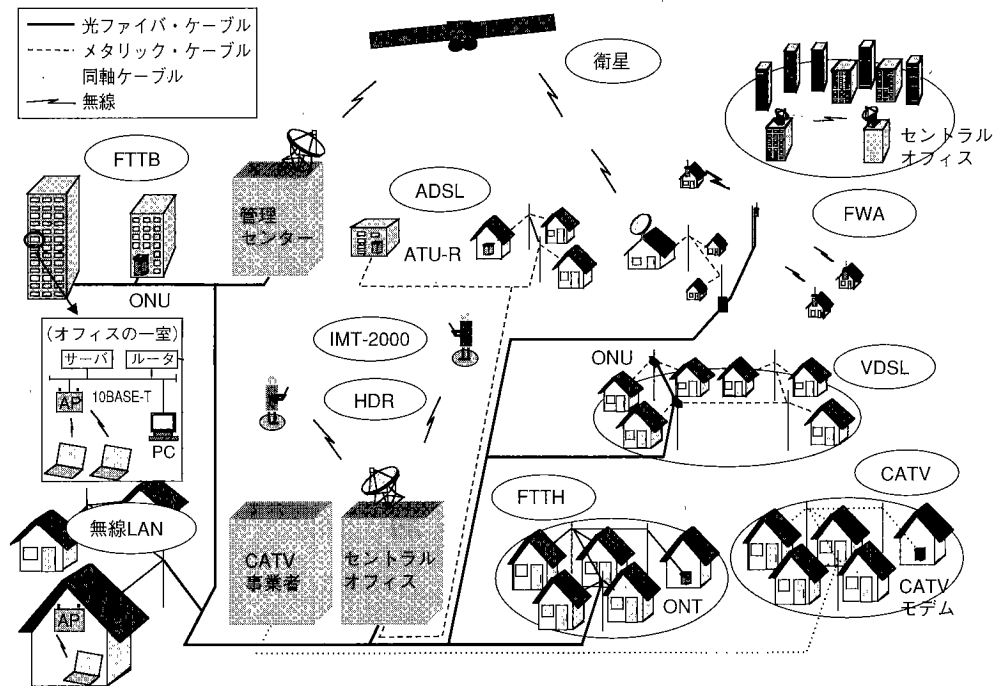


図-1 有線系と無線系が混在するアクセス・ネットワーク

することである。

ADSLの標準は、1998年秋にITU-T SG15で仕様が固まった。最大下り6Mbps、上り640kbpsのG.992.1（通称G.dmt）と最大下り1.5Mbps、上り512kbpsのG.992.2（通称G.lite）である。G.liteは、当初電話回線との重畳をスプリッタレスで実現することを目標にしたが、良好な特性を確保するためには電話側に高周波カットのフィルタが必要である。標準化を目指してDMT（Discrete Multi-Tone）とQAM（Quadrature Amplitude Modulation）の2つの変調方式が争ったが、最終的にはDMTに決着した。

(3) ADSLより高速なVDSL

ADSLに対して、さらに52Mbps程度まで高速化したのがVDSL（Very-high-speed Digital Subscriber Line）である。映像配信、VoD、動画インターネットを狙いとす。ADSLより高速なVDSLは、メタリック・ケーブルで数百mの伝送距離となるため、光アクセス・システムと組み合わせてFTTC（Fiber To The Curb）やFTTB（Fiber To The Building）の最終段として実現することを目指す。光ケーブルを引き込む場合に、FTTBでもビル構内の配線を容易にするために、ビル内の配線にメタリック・ケーブルを利用するための手段として、あるいは、すでに地下に埋設されたメタリック・ケーブルを利用するFTTCにおいて高速メタル伝送技術としてVDSLが期待されている。

現在、ITU-Tでは2つの案が候補に挙がっている。1つは、ADSLでも採用されたDMT方式で、他はADSLで採用されなかったQAMである。両者の対立が激しく、その

ため、FSAN（Full Service Access Network）などで調整が図られている。

(4) 最終目標のFTTH

FTTHには、ビルまでの光化を目指すFTTBも含まれる。総称的には、光アクセスと呼ばれる。PRI（Primary Rate Interface: 1.5Mbps）のISDNサービス、高速デジタル専用線サービス、高速ATMメガリンク・サービスなどはすでにFTTBで実現されている。今後の課題は新たな高速サービスの普及とシステムの一層の低コスト化である。

一般家庭までも対象にしたFTTHでは、問題となるのはコストである。電話サービスだけでFTTHを実現するのは困難である。一方、高速サービスが出現しなければFTTHの意味が薄れる。そこで、1970年以前に敷設された漏話の影響を受けやすい紙絶縁ケーブルの更改に合わせて、途中まで光ケーブルを敷設する、すなわちFTTCにより電話サービスでも光アクセス・システムで提供しようという計画が推進されている。震災で被害を受けた神戸を皮切りに、1998年から全国導入が始まった。一方、光CATVシステムと組み合わせて電話サービスを提供するFTTHの商用化も1997年から横浜市戸塚区で開始されている。

世界的にみても、将来的にFTTHあるいはFTTBは、多様な通信品質を実現できるATM（Asynchronous Transfer Mode）技術により実現するATM-PON（Passive Optical Network）が主流になると思われる。プリ標準機関であるFSAN（Full Service Access Network）で作成されたATM-PON仕様が、ITU-T SG15でG.983.1、G.983.2として

国際標準化が完了し、NTTや北米で導入が開始された。現在、FSANでは、さらに、高速化、高度化を図ったシステム仕様作りを目指して検討が進んでいる。

(5) 台頭著しいFWA

有線系に比べて、無線系の台頭も著しいものがある。1998年に郵政省が通信事業者に広く周波数を開放したことから、FWA (Fixed Wireless Access)、固定無線アクセスの事業に多くの参入があった。FWAは、周波数帯では22GHz帯、26GHz帯、38GHz帯を使用する広帯域FWAと、1.9GHz帯を使用する狭帯域FWAに分類される。また、適用領域では中継回線や大規模ビジネス・ユーザを対象にして2地点間を1対1で結ぶP-P (Point to Point)方式と、1つの基地局で多くの多様なユーザにアクセス回線を提供するP-MP (Point to Multi-Point, 1:多)方式がある。

課題は品質面の不安である。周波数帯の特性から、降雨による回線断が避けられない。しかし、アクセス設備を持たないで新規に通信サービスを実現したい事業者には、短時間に高速インフラを構築できるメリットがある。ビジネス・ユーザ向けではADSL、光アクセスと競合する。家庭向けは、後述する格安インターネットを提供する無線LANと競合する可能性が高い。

(6) SOHOユーザを狙う無線LAN

無線LANのうち、2.4Ghz帯の周波数を使うシステムは、屋内でのLAN向けに開発されたが、電波法では屋内用と屋外用の区別はないことから、屋外でも利用できる。屋内LANとしての利用はフロアのレイアウト変更やパソコンを移動しても、ケーブルの再敷設の手間がかからないというメリットがある。無線LANは免許が不要なため、無線LANを使って格安のインターネット・サービスを提供できる可能性もある。

無線LANの技術的な課題は、電子レンジなどの家電製品からのノイズの影響を受けやすいこと、屋外で使用するには無線基地局の到達範囲が短いため、サービス・エリアを展開するには困難を伴うことである。

無線LANは、1997年7月にIEEE802委員会でも2.4GHz帯、2Mbpsの標準仕様 (IEEE802.11) が承認された。これを受け、パソコンなどの接続を狙うBluetoothと家電一般を対象とするHomeRFがデファクトを作成している。昨年 (1999年) 7月に、Bluetooth V1.0が発表され普及に大きな期待が寄せられている。

(7) 第三世代とのギャップを埋めるHDR

アナログ携帯電話を第一世代、デジタル携帯電話を第二世代、後述するIMT-2000が第三世代と呼ばれる。第二世代と第三世代の世代間ギャップを埋める携帯データ通信システムとして登場したのが、米Qualcomm社がcdmaOneを対象としたHDR (High Data Rate) である。HDRシステムを既存のcdmaOneに付加することで、高速無線パケット通信サービス (下り最大2.4Mbps) が提供で

きる。狙いは、投資コストを最小限に抑えつつインターネットへの常時接続サービスを実現することにある。

HDRの狙う市場は、ノート・パソコン、PDA、デスクトップ・パソコンからのインターネット接続である。しばらくの間は既存システムであるHDRとIMT-2000が併存することになるが、IMT-2000への世代交代の進行によってHDRの普及度が決まる。

(8) 2匹目の泥鰌 (どじょう) を狙うIMT-2000

携帯電話の普及には目覚ましいものがある (前号参照)。ITU-Rでは、第二世代の容量を上回る需要が発生することを想定して、1980年代後半に第三世代システムのために2GHzに世界共通の周波数帯を新たに用意した。当初、世界統一規格を目指したが、新たなシステムを目指すグループ (W-CDMA) と現行方式 (cdmaOne) との親和性を考慮したグループ (cdma2000) の2方式となった。

商用化は、日本 (NTTドコモ) が世界に先駆けて2001年5月に開始する。欧州では2002年以降になる。当初は周波数不足を解消するためにIMT-2000が導入されていく。通話料、エリアなどで第二世代との違いが少ないので、第二世代からの乗り換えで普及する可能性はある。

IMT-2000では、音声に加えて高速データ伝送を可能とするが、高速インターネット・アクセス接続に関しては、光アクセスなどの有線系に比べて速度や料金面では必ずしも有利ではない。屋内では2Mbps、歩行速度で384kbps、自動車速度で144kbps程度のため、第四世代 (10Mbps～30Mbpsといわれている) になってから、有線系に対抗できるアクセス・システムになる。一方、グローバルなローミングも目標とする。2002年頃から一部の国と国際ローミングが可能となり、本格的な国際ローミングは2003年以降を予定する。

(9) アップリンク回線の容量不足を補う衛星通信

アクセス回線の高速化が進む一方、プロバイダのアクセス・ポイントからインターネット・バックボーン間のアップリンク回線の容量が足りないために、衛星回線の利用が考えられた。アクセス回線の高速性を十分に生かせない事業者にとって、衛星回線は大きな威力を発揮する。上り回線に地上回線を使用し、下り回線に高速の衛星回線を使用する。

地方のプロバイダにとって、多数のルータを経由することによる速度制限、遅延を回避して、地方でも高速レスポンスを確保できる。

衛星によるインターネット・サービスを提供する方法として、コンテンツ・サーバからプロバイダのキャッシュ・サーバに配信する形態と、個人向けに直接配信する形態がある。

(平成12年4月10日受付)

