

1

革新的ITの出現とユビキタス・ネットワークへのロードマップ

大塚 玲



過去20年以上にわたって、IT（情報技術）は社会にさまざまな変革をもたらしてきた。従来の変化は主として、プロセッサ、メモリーの高密度化を背景にしたコンピュータ技術の進化であった。しかし、2005年までの間を考えると、それらをはるかに上回る勢いで、ブロードバンド（広帯域）サービスや超高速モバイル通信が進化し、ネットワークの進化がITの革新を牽引する主因になると考えられる。各種の規制緩和もこの技術革新を後押しするため、超高速ネットワークは急速に社会に浸透していこう。

そうしたなかで、日本が得意とする情報家電やゲーム機、携帯電話などのデバイスを次々と超高速ネットワークに接続し、それらを有機的に結びつけて新たな付加価値を生み出すユビキタス・ネットワークを早期に形成することが、経済発展の次のステージで、日本の国際競争力を維持・向上させるうえで極めて重要な意味を持つ。本稿は技術革新のロードマップを描くことで、今後のIT戦略論におけるユビキタス・ネットワークの共通イメージを明らかにする。

2005年までのIT動向

2001年から2005年までのIT（情報技術）の動向を考えると、最も大きな変化は高速インターネットの領域で起こる。

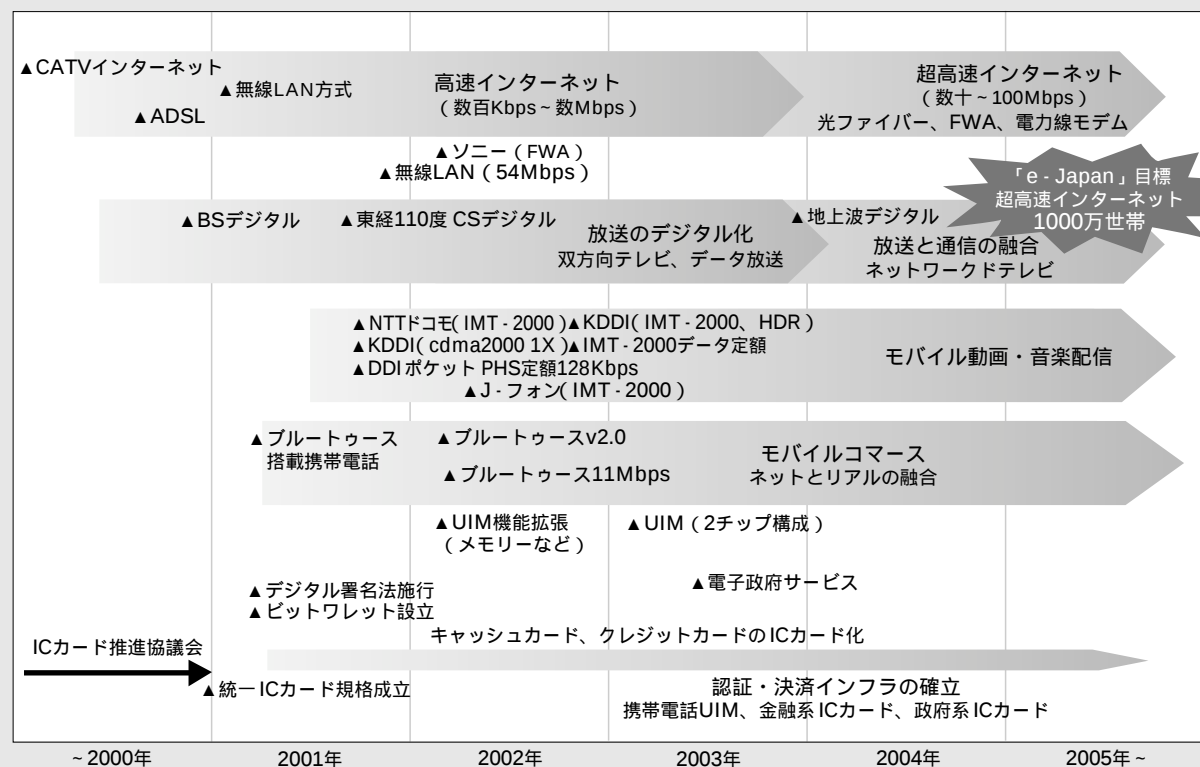
規制緩和などにより、家庭までのラスト1マイル回線としてADSL（非対称デジタル加入者線）、CATV（ケーブルテレビ）の使用が本格化し、利用世帯数は2001年5月末現在でそれぞれ17.5万世帯、78.4万世帯にまで拡大してきた。政府の目標では、通信回線を使って、ハイビジョン映像の伝送が可能な30～100Mbps（メガビット/秒）級の超高速ネットワークを、2005年までに1000万世帯に普及させるとしており、この頃からわが国は本格的なブロードバン

ド（広帯域）時代に突入する（図1）。

一方、放送では、2000年末にBS（放送衛星）デジタル放送が開始され、2010年までに地上波放送もすべてデジタル化される予定になっている。しかしこの間に、圧倒的な利便性を備えた超高速ネットワーク上でもテレビ放送が開始されると予想され、ネットワークの高速化に伴って両者の融合が進み、視聴者からみて放送と通信（ネット放送）の区別は徐々になくなろう。

モバイルネットワークの分野では、2001年5月末からNTTドコモにより世界に先駆けてIMT-2000（2ギガヘルツ帯を用いる次世代携帯電話）の試験サービスが開始され、携帯電話のブロードバンド化が始まった。J-フォンやau（エーユー）でも、2003

図1 2005年までのIT（情報技術）ロードマップ



注) cdma2000 1x: IMT-2000の一種 (144Kbps)、ADSL: 非対称デジタル加入者線、BS: 放送衛星、CATV: ケーブルテレビ、CS: 通信衛星、FWA: 固定無線アクセス、HDR: ハイ・データ・レート、IMT-2000: 2ギガヘルツ帯を用いる次世代携帯電話、Kbps: キロビット/秒、LAN: ローカルエリア・ネットワーク、Mbps: メガビット/秒、UIM: 携帯電話に差し込んで使うICカード

年度中にIMT - 2000の人口カバー率80%以上を実現する計画である。PHSも周波数帯域の使用制限が緩和され、今後、1 Mbpsを超えるブロードバンドサービスが計画されている。

したがって、2003、4年頃には、IMT - 2000（日欧方式のW - CDMAと北米方式のcdma2000）と新PHSの3つの技術による1 Mbps超のモバイルネットワークでの競争が実現され、通信料金の定額化および低価格化を引き起こすと予測される。通信料金の定額サービスは、すでにDDIポケットが2001年6月からPHSで始めており、IMT - 2000でも早晩、定額サービスに移行するものとみられる。

すなわち、2003、4年頃にはモバイルネットワーク環境でも映像や音楽をふんだんに利用できる時代になることを念頭に置いて、今後の情報システム投資を考える必要がある。

また、モバイルの進化のもう1つの側面として、携帯電話がブルートゥース（近距離無線データ通信規格）などのローカルな通信機能や電子財布の機能を備えることにより、店頭販売とネット販売の融合が起こるという意味での進化が生じる。

一例として、NTTドコモとローソンが設立したアイ・コンビニエンスをあげる。アイ・コンビニエンスでは、携帯電話にクーポンを配布する構想を持っている。現在は携帯電話に表示された画像でクーポンを確認する程度しか現実的に実現できないが、やがてはPOS（販売時点情報管理）レジと携帯電話がローカルな通信手段を使って直接に通信し、電子クーポン券の交換や決済が瞬時に行えるようになる。すると、ネットで配信したクーポンがPOSレジから回収されることで、流通事業者は消費者の反応をリアルタイムに把握できるようになる。

以下では、IT革命の個別の側面について詳しく述べ、最後にそれらの変化の到達点としてのユビキタス・ネットワーク時代のIT環境を概観する。

アクセス回線の高速化

現在的高速インターネットサービスは、すでに電話局から家庭まで敷設されている銅線を使うADSLや、CATV用に敷設された同軸ケーブルを使うCATVインターネットが主流である。両者とも既存の設備を利用できるため、最もコストを要するラスト1マイルの設備投資を抑制しながら、数百Kbps（キロビット/秒）から数Mbps（VHSビデオ程度の映像伝送が可能）の高速インターネットサービスを実現している。

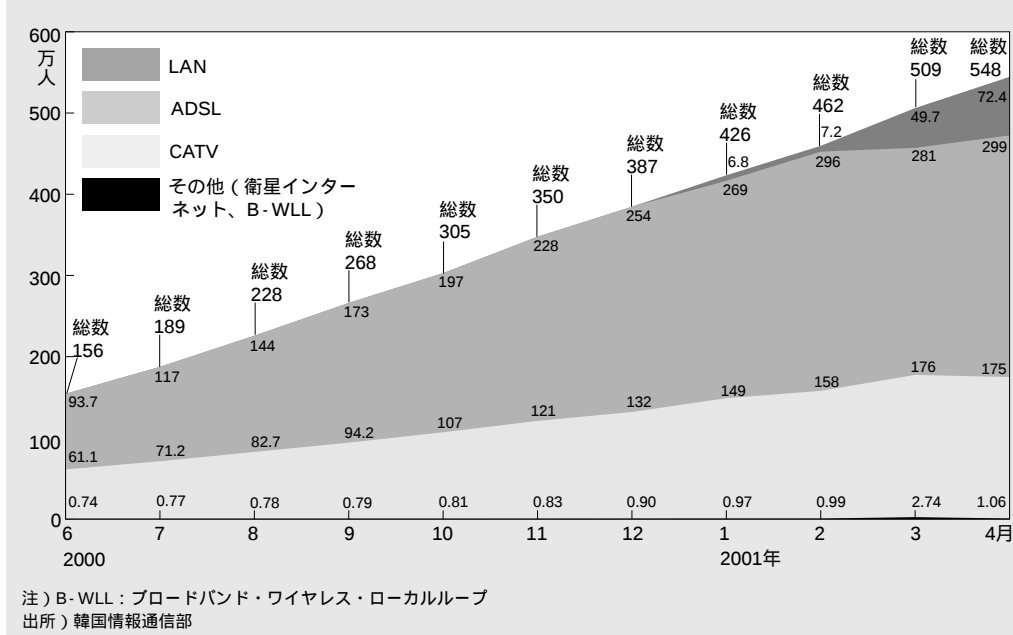
表1に示すように、2000年秋の段階では、米国が世界で最も高速インターネットが普及していた。普及率の高いCATVを使ったCATVインターネットが中心である。日本は、米国、韓国に大きく後れを取っているのが現状である。

表1 世界各国の高速インターネット普及状況（2000年12月）

	光ファイバー	DSL	CATVインターネット	その他 (衛星、FWA等)	(単位：万人) 計
米国	30.7	95.0	224.8	81.2	431.7
日本	17.0	0.5	46.3	0.0	63.8
韓国	-	197.0	106.6	0.2	303.8
ドイツ	-	7.0	-	-	7.0
英国	-	1.4	-	-	1.4
フランス	-	3.2	10.0	-	13.2

注) DSL：デジタル加入者線
出所) 郵政省「21世紀における情報通信ネットワーク整備に関する懇談会」2000年12月

図2 韓国におけるブロードバンドサービスの急進展



韓国は、たった1年足らずの間にADSLを中心に高速インターネットサービスを急速に普及させ、瞬く間に世界のトップクラスに踊り出ている。図2に示すように、韓国的高速インターネットの利用者数は2001年3月末時点で500万人を超えており、人口比を考えると1999年から2000年に起きた日本のiモードブームに匹敵するほどの普及スピードである。

この背景には、「サイバーコリア21計画」がある。通信事業に対する大幅な規制緩和により、ハナロ通信やトゥルーネットなどが、4Mbpsの高速インターネットサービスを月額3万8000ウォン（約4000円）という予想をはるかに下回る低価格で提供したことなどが、その計画の具体化事例としてあげられる。ブロードバンドへの強い社会的ニーズは確実に存在しており、適切な規制緩和がブロードバンドの爆発的な普及の強力な起爆剤となることを示している。

高速インターネットの普及を背景に、韓

国ではすでにテレビ番組のインターネット放送サービスが開始されている。韓国MBCでは、過去に放送したほとんどのテレビ番組をウェブ画面上のカレンダー形式で表示し、好きな時に好きな番組を見られるオンデマンド型の放送サービスを提供し始めている。著作権処理の複雑さが叫ばれてはいるものの、早晚、日本でも同様のインターネット放送サービスが始まるものと考えられる。

メトロポリタンエリア・ネットワークの台頭

ラスト1マイルのネットワークの高速化と並び、バックボーンネットワークにも劇的な進化が見込まれている（次ページの図3）。

光ファイバーのWDM（波長分割多重方式）技術のブレイクスルーにより、1本の光ファイバーで数百Gbps（ギガビット/

秒)から数年後には数Tbps(テラビット/秒)を伝送できるほどの超超高速ネットワーク技術が実現されつつある。また、WDMは数Gbps級のネットワークにおける価格破壊を引き起こす原動力にもなっている。この影響で、企業拠点間においては2、3年以内に数Gbps級のネットワークの利用が日常的になるだろう。

米国のヤイプス・コミュニケーションズ社は、サンフランシスコ・ベイエリアに敷設された光ファイバーを使って、2000年10月から世界で初めて破格値のギガビット・イーサネットサービスをベイエリア周辺企業に提供し、話題を呼んだ。このように、都市部における光ファイバー網を利用したギガビットネットワークは、MAN(メトロポリタンエリア・ネットワーク)と呼ばれ、都市型の超高速ネットワークサービス

として注目を集めている。

国内でも、NTTが1Gbpsのサービスを2001年4月から開始したほか、東京通信ネットワーク(TTNet)などが東京メトロポリタンエリアネットワークを設立し、2002年春から40Gbpsのネットワークサービスを東京近辺で提供する計画を立てているなど、早くも競争激化の様相をみせている。今後、地方自治体や不動産事業者なども、土地の資産価値を上げる方策としてMANを推進する可能性が高く、近い将来に全国展開されるであろう。

MANが普及すると、企業のネットワークに対する考え方にも変化が生じる。図4に示すように、2005年くらいまでには、都市部にある企業の本社や拠点、インターネットデータセンターやパートナー企業などが、光ファイバーをベースにしたギガビッ

図3 バックボーンネットワークの高速化動向

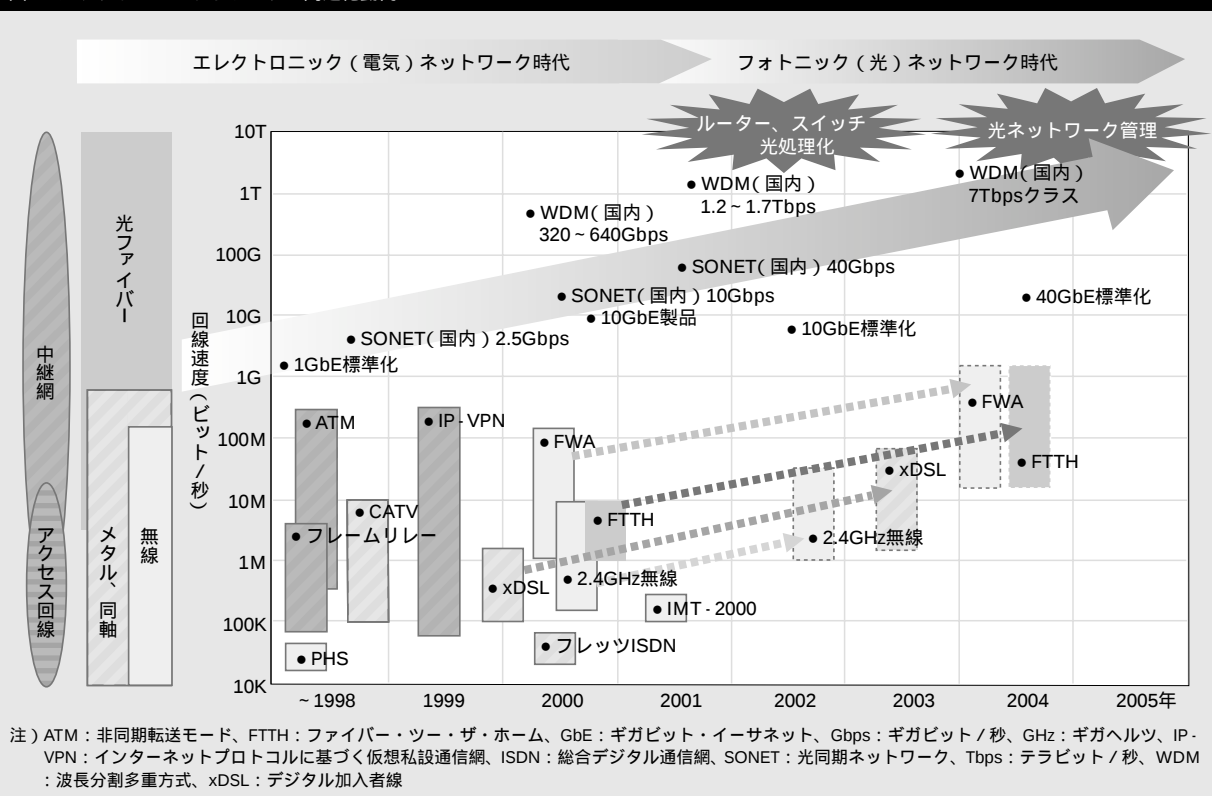
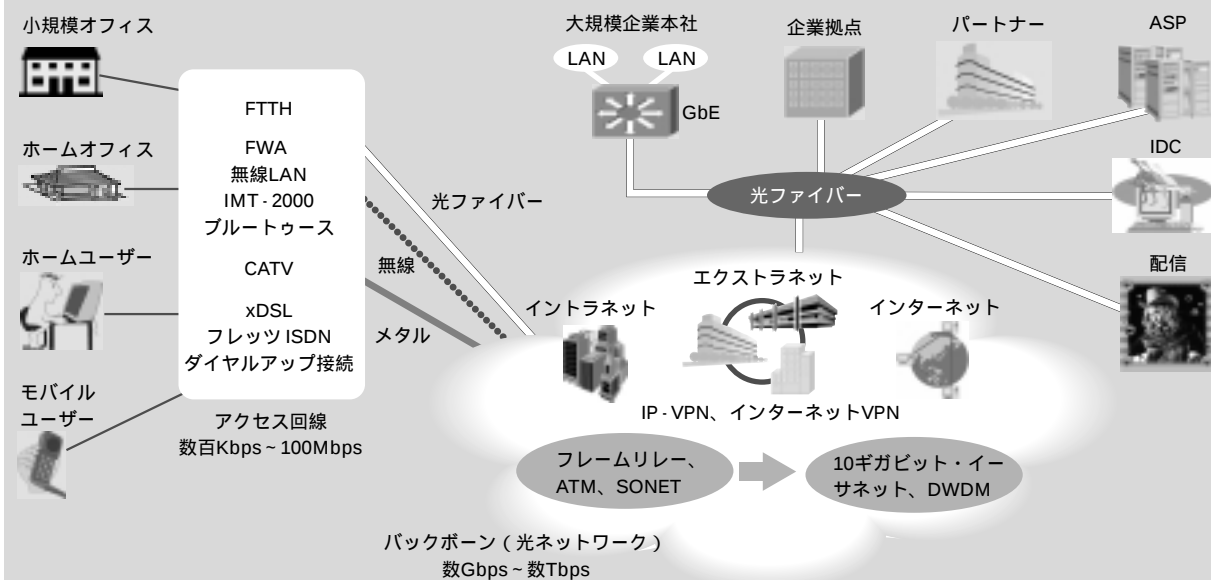


図4 超高速ネットワークを利用した企業ネットワーク



注）ASP：アプリケーション・サービス・プロバイダー、DWDM：高密度波長分割多重方式、IDC：インターネット・データセンター、VPN：仮想私設通信網

トネットワークで結合される一方、地方の小規模拠点や事務所は、FTTH（ファイバー・ツー・ザ・ホーム）などを利用して100Mbps程度で接続されるようになる。そうすると、企業の情報ネットワークの情報伝送能力は、2005年には現在の1000倍以上に達するとみられる。

ネットワークを流れる情報も、従来の取引データや顧客データのような、記号化されたデータは全体の1%以下に低下し、映像や音声を中心とするマルチメディアデータが99%以上を占めるようになって予想される。企業の情報システムにおいても、映像や音声を効果的に取り扱うことが求められ、映像での知識共有やコミュニケーションが一般化するような変革が訪れる。

モバイルネットワークの進化

モバイルの進化は、帯域幅（伝送速度）の拡大、スマートフォン機能の拡大

——の2点で起こる。

NTTドコモが2001年5月から開始したIMT-2000の試験サービスや、auが導入を計画している米クアルコム社のHDR（携帯電話網を用いた高速データ通信技術）さらには2002年中に仕様が決まると最近報道された次世代PHSにより、2003年頃にはモバイルでも、現在のADSL並みの1～2Mbpsの伝送が可能になる。

さらに、その先の無線LAN（ローカルエリア・ネットワーク）技術などをベースにした第4世代のモバイル通信技術、MMAC（マルチメディア移動アクセス通信システム）では、数十から100Mbpsを視野に入れた検討もなされており、モバイルの高速化もとどまるところを知らない。

また、高速・広帯域化と同時に、通信料の定額化も進展するとみられる。すでにDDIポケットが、2001年6月からPHS料金の定額化に踏み切った。音楽や映像をモバイル環境でふんだんに利用できるように

は、通信料金の定額化が不可欠なことに加えて、今後は、次世代PHSの投入で競争条件も激化するため、IMT - 2000も2003年頃には定額制に移行すると予想される。

広帯域化したモバイルネットワークの、企業情報システムとしての活用方法はまさに多様だが、あえて例をあげるとすれば、無線LANとしての活用、映像による情報伝達、映像による現場からのライブ中継——の3つがあげられよう。

広帯域モバイルネットワークが定額化すると、これを無線LANとして、社内・社外を問わないシームレスな情報環境を社員に提供できるようになる。また、映像による情報伝達では、社内に蓄積されたビデオライブラリーを出先のモバイル環境から検索することで、複雑な情報を明快に伝達することができるようになる。

さらに、携帯電話のデジタルカメラなどを使って映像によるライブ中継が可能になれば、店舗の現状や工事の進捗状況、事故現場などの現場のリアルな情報を次々と社内の映像サーバーに蓄え、それを必要とする社員がいつでも視聴できるような環境を整えることも可能になる。

もう一方の大きなモバイル分野の進化として、スマートフォン（種々のデータ処理機能を持つ携帯電話）機能の拡大がある。すでにiモードの成功により、日本の携帯電話は電子メール機能とブラウザー機能を獲得した。今後は、さらに次の3つの方向で、スマートフォンの機能が大幅に進化すると予想される。

ジャバ（Java）による携帯電話のパソコン化

UIM（携帯電話に差し込んで使うICカード）導入による電子認証・決済機能

の付与

ブルートゥースなどのローカルな通信機能の付与

ジャバ機能の搭載により、携帯電話にアプリケーションソフトを導入することができるようになり、携帯電話の独自機能の追加が可能になった。プログラムサイズが10キロバイトに制限されていた問題は、モバイルネットワークの広帯域化により徐々に解消され、高機能なアプリケーションを搭載できるようになる。

また、UIMの導入により、携帯電話はインターネット上での認証機能と決済機能を獲得する。すでに日本で携帯電話は約6300万台（2001年5月末現在）普及しており、これらが数年のうちに認証機能と決済機能を持つようになる。従来のICカードとの決定的な違いは、インターネットとの通信機能を備えている点であり、携帯電話単体で銀行口座へのアクセスやデジタル署名を使った電子契約、電子決済が可能になる。

さらに、携帯電話がブルートゥースなどのローカルな通信機能を備えると、自動販売機やPOSレジと携帯電話との間での近距離通信が可能となる。これにより、インターネット経由で引き出した電子マネーや、インターネット経由で入手した電子クーポンを、携帯電話から直接に自動販売機やPOSレジに送って決済などを行えるようになる。

そうすると、インターネットを使って配布した電子クーポンが、どの店で利用されたかを追跡できるようになる。このため、個々の消費者の嗜好に合わせて電子クーポンを配信したり、さらには運動会や祭りなどの地域のイベントに合わせた品ぞろえをしたうえで、携帯電話を使ってそれらの広

告宣伝をしたりするといった、機動性に富んだ営業も可能になる。

ユビキタス・ネットワークの時代へ

1 ITパラダイムの進化

以上に述べた変化を整理すると、2005年までの変化の本質は、「超高速ネットワークのユビキタス化」と考えることができる。すなわち、2005年までに、ネットワークはアクセス系、バックボーン系、モバイル系のすべての領域で、2けたから3けたという革命的な高速化が起こり、つねに至る所に超高速ネットワークが遍在する（ユビキタス）状況が生まれようとしている。

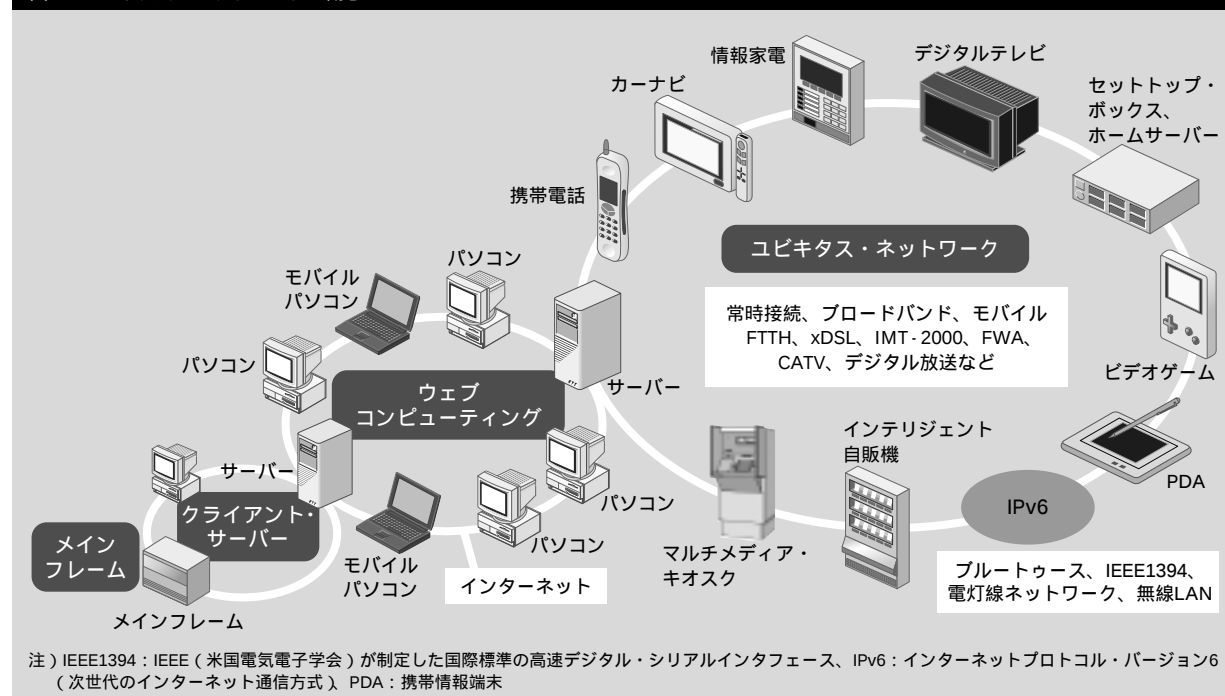
ユビキタス・ネットワークを、ITパラダイムの進化という観点で整理したものを図5に示す。

コンピュータが高価だったメインフレー

ム時代には、メインフレーム1台に多くの入出力装置（端末）が接続され、メインフレームの能力を多くの人々で共有していた。やがて、コンピュータが安くなると、一人一人が比較的能力の高いパソコンを持つクライアント・サーバー型へ進化し、さらにパソコンが安くなって一般消費者に普及すると、パソコンが電話回線で結ばれ、インターネットに接続されて、ウェブが爆発的に普及した。やがて、このパラダイムが企業情報システムへも広がり、ウェブコンピューティング・パラダイムへと進化してきた。

さらに、コンピュータが小型化、高性能化、低価格化を続けると、コンピュータの次なる市場は、1人1台のパーソナルコンピュータ（パソコン）を超えて、身の回りの家電機器に浸透し、1人で何十台ものコンピュータ（情報デバイス）を利用するような環境への移行にあると考えられる。す

図5 ユビキタス・ネットワークの概念



で携帯電話、PDA（携帯情報端末）、カーナビ、ビデオゲームなどにコンピュータが組み込まれているが、今後はさらにデジタルテレビ、情報家電、マルチメディア・キiosk、インテリジェント自販機などへその範囲を広げ、高性能化していくと考えられる。

また、2005年頃にはブルートゥース、無線LAN、電灯線ネットワークなどを主体とした、新たな配線を必要としないローカルネットワークが、オフィス内はともかく、家庭内や車内（自動車、電車）、さらには屋外（インテリジェント自販機、マルチメディア・キioskなど）までにも広がり、高性能な情報デバイスが数Mbpsから数十Mbpsの広帯域ネットワークで結ばれるようになることが想定される。

ウェブコンピューティング・パラダイムの中心にあったパソコンでは、高価なパソコン1台に数十以上の機能が集約され、それをキーボードやマウスで巧みに操作しなければならなかった。ユビキタス・ネットワークにあっては、超高速ネットワークに安価な情報デバイスが数多く接続され、それぞれの情報デバイスでは、簡単なスイッチ操作やダイヤル接続でブロードバンド・コンテンツを手軽に楽しむことができるようになると思われされる。この結果、ユビキタス・ネットワークは、その利用者層と利用範囲を爆発的に拡大させることができると期待される。

2 本格的なデジタル映像時代の始まり

繰り返しになるが、今後ADSLやIMT-2000、さらには光ファイバー（FTTH）や第4世代モバイルネットワーク（MMAC）

が普及することにより、利用者一人一人が数Mbpsから数十Mbpsもの通信ネットワークを安価に利用できるようになる。そうになると、ネットワークを流れる情報は文字や静止画像だけではなく、99%以上はビデオ映像や音声（音楽）が占めると予想される。

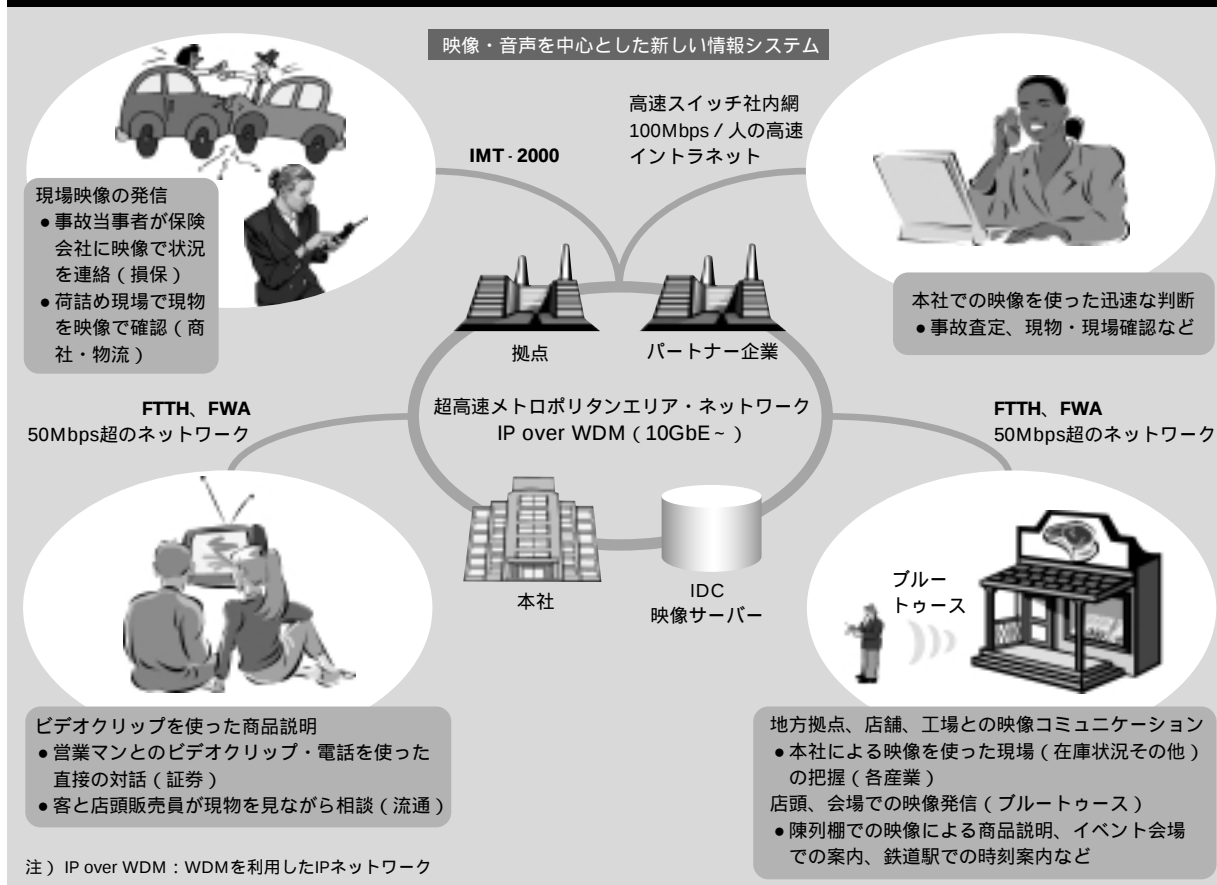
企業の情報システムでも、第 3 章で述べたようなMANの活用により、本社・支店間やパートナー企業との間で、10Gbpsを超える超高速ネットワークの利用が2003年頃から本格化するとみられており、デジタル映像や音声を情報システムにおいて活用する動きが活発化と思われる。そのイメージを図6に示す。

例えば損害保険会社では、言葉では伝えにくい事故の様子を、事故にあった保険加入者がIMT-2000のビジュアルフォン（デジタルカメラの付いた携帯電話）を使って、デジタル映像で損保会社に電送することで、的確な事故対応が可能になる。また証券会社では、投資家に対して映像による市況解説情報を伝えるだけでなく、営業マンが投資家を訪問する前の移動中に、携帯電話あるいはPDAで、事前に関連するアナリストの最新のコメントを確認しておくことも可能である。

事実、米メリルリンチ社では、AT&T社のMANサービスにいち早く契約し、支店を超高速ネットワークで接続しつつあるほか、米ウェルズ・ファargo銀行ではインストアブランチ内のATM（現金自動預け払い機）を活用して、双方向ビデオによる営業の実験を行っている。

さらに、B to C（企業・消費者間）の場面では、BS・CS（通信衛星）デジタル放送などとのコンテンツの連携により、ドラ

図6 デジタル映像を利用した企業情報システムの例



マに出演している女優の服をクリックすると、同じ服を販売する店舗に双方向ビデオ映像でつながり、そこから直接に商品を購入できるような仕組みにすることも考えられる。すなわち、超高速ネットワークとデジタル映像を組み合わせることで、放送を広告媒体からショーウィンドー（店頭）へ進化させることができる。

逆に店頭では、商品棚に備え付けたブルー투스機器などを介して、近くにいる消費者の携帯電話やPDAにデジタル映像を発信することで、目の前にある商品についての説明を消費者一人一人に合った形で行うことができる。すなわち、放送とは逆に、店頭が広告媒体に変化すると予想される。

すでにスウェーデンの通信機器大手のエ

リクソン社は、BLIPと呼ばれる街頭据置き型のブルー투스デバイスを開発しており、店頭における携帯電話へのプッシュ広告のほか、駅における時刻表の配信や近隣店舗でのクーポン券の発行などを提案し始めている。

ユビキタス・ネットワーク 形成上の課題

インターネットあるいはウェブコンピューティング・パラダイムの時代には、いわゆるウィンテル標準（マイクロソフト社の「ウィンドウズ」とインテル社のCPU 中央演算処理装置）と、IETF（インターネット・エンジニアリング・タスクフォー

ス)などの民間の標準化団体が効果的に機能して、極めて迅速な技術革新を可能としながら、米国IT産業の現在の優位を築いてきた。

コンピュータネットワークに閉じた世界であれば、少数の卓越した企業が存在することで標準化を実現できるが、ユビキタス・ネットワークの世界を構築していくうえで、そのインパクトの大きさのゆえに、IT関連産業だけでなく、金融、流通、公共、交通、製造などあらゆる産業を巻き込んでの標準化活動が必要になる。以下に3つ例をあげる。

情報家電ネットワーク

家庭内にある情報家電(テレビ、ゲーム機、ビデオ機器、各種家電、パソコンなど)を相互に接続したり、あるいはそれらをインターネットに接続して制御するための技術標準。主にコンピュータと家電の製造業による標準化活動。

モバイルコマース

携帯電話やPDAとインテリジェント自販機、POS端末をローカルな通信手段で接続して、クーポンや各種チケット、デジタル映像などの情報交換と決済を行うための技術標準。製造業や流通業、金融業などを含む幅広い標準化活動。

デジタルコンテンツの著作権処理

コンテンツを買った消費者が、デジタル・オーディオ(ビデオ)プレーヤーのメーカーの違いによらず、コンテンツを視聴する権利を行使できるための技術標準。著作者、製造、出版、放送などの幅広い分野にわたる標準化活動。

これらは一例であり、ユビキタス・ネットワークに固有の問題に的を絞ったとしても、さらに数多くの領域で標準化が必要と

なる。問題は、上にあげたような領域はいずれも技術革新のスピードが極めて速く、従来型の標準化活動をしていたのでは、標準が決まった頃には新しい技術が出現し、標準化の意義が損なわれてしまう危険がある点にある。

仮に、2005年に政府の「e-Japan構想」の目標水準が達成されると、日本では世界に先駆けて1000万もの世帯に30~100Mbpsの超高速ネットワークが敷設される。したがって、これらの先進的な消費者が超高速ネットワークの持つメリットを十分に堪能できる情報家電機器や著作権処理技術を整備するためには、早急に日本型のユビキタス・ネットワーク標準化イニシアチブを世界に開かれた形で立ち上げ、少ないリスクで新しい製品を次々と市場に投入できる環境を整えるべきである。

そして、日本市場で培われた製品、技術、サービス、標準規格を次々と世界市場に輸出し、ユビキタス・ネットワークのデファクトスタンダード(事実上の標準)を構築することが、今後の日本のIT戦略にとって極めて重要である。

ブロードバンドを超えて

2005年までのITの動向をみるうえで、特に1000倍以上の性能向上が起こるネットワークの技術革新が最も重要である。記録メディアやプロセッサも、この間にそれぞれ30倍、10倍程度に性能が向上するが、ネットワークのそれにははるかに及ばない。

さらに、ネットワークの進化はアクセス回線、バックボーンネットワーク、モバイルネットワークなどのあらゆる領域で、超高速化と価格破壊を同時にもたらし、「い

つでも、どこでも」超高速ネットワークに接することができるユビキタス・ネットワークが、急ピッチで社会に浸透していくと予想される。

その構成要素も、従来のパソコンとダイヤルアップ接続、LANといったものだけでなく、情報家電、携帯電話、カーナビ、ゲーム機、インテリジェント自販機、マルチメディア・キオスクなどの多種多様な情報デバイスが登場してくる。それらが、IPv6（インターネットプロトコル・バージョン6）をベースにして、ブルートゥースや電灯線ネットワーク、無線LANなどで相互に接続され、さらにインターネットにIMT-2000や光ファイバーで結ばれる。

このような変化は、技術標準のあり方に

も変化を与え、従来のIT産業をリードしてきたウィンテル標準やIETF標準などだけでなく、新たに金融、流通、公共、交通、製造などの広範な産業を巻き込んだ、新しい標準化イニシアチブが必要になる。

超高速ネットワーク敷設の議論にとどまらず、ユビキタス・ネットワーク時代の日本型ビジネスモデルや、標準化をテコとする国際戦略を議論する段階に入ったのではないだろうか。

著者_____

大塚 玲（おおつかあきら）

情報技術調査室上級研究員

専門は情報社会論