

解説

# インターネット社会の展望 ギガビットネットワークへの期待

山田 豊通

日本におけるインターネットの普及動向をいくつかの典型的な事例で紹介し、さらなる発展・普及のために今日本で何が問題になっておりどのような取り組みが展開されているかを述べる。さらに地球規模で爆発的に普及するインターネットを量的にも質的にも変革するための次世代インターネットの開発も進められておりその中核技術である Ipv6 の概要について述べる。次世代インターネットを具体化する実験が先進諸国で進められ日本における研究開発用ギガビットに言及し、最後にギガビットネットワークがもたらす社会を展望する。

キーワード： インターネット、ギガビットネットワーク、次世代インターネット、Ipv6

## 1 はじめに

日本においても欧米諸国を追いかける形でインターネットが普及し、大学や企業など大組織のみでなく社会生活の中でもインターネットを利用したサービスが浸透しつつある。ただ、本格的な普及にいたるにはまだまだ多くの課題があり、特にネットワークでの情報のやりとりの速度が遅くユーザからみた使い勝手が悪い。そこで、国内では郵政省を中心に今のインターネットに比べ数百倍早いギガビットネットワーク[1]の導入に向け全国横断的な実験が進められつつある。

本稿では、現在日本ではインターネットがどのような形で普及しつつあるかを概観し、次に今日本でインターネットの普及に向け何が問題になっておりその解決に向けどのような取り組みが行われているかを述べる。さらに、ギガビットネットワークが導入されインターネットがより普及した社会とはどのような社会となるかを展望する。

なお、本稿は2000年1月19日に塩尻市、塩尻商工会議所および武蔵工業大学附属信州工業高校が主催した「武蔵工業大学第6回公開市民講座」の講演内容の概要を主催者の許可を得て取りまとめ若干その後の情報を加筆したものである。

## 2 日本におけるインターネットの普及動向

ギガビットネットワークといってもなかなか実感がわかないかもしれない。図1は1996年にNTTの研究所が試作した高臨場感通信会議システム[2]である。壁面に別のサイトの光景があたかもすぐ隣にいるかのように映し出されている。画面はハイビジョンの4倍のきめこまかさ

を表示することが可能であり、極めて高い臨場感を実現できる。ギガビットネットワークは例えばこのようなシステムを実現するために必要とされる。



図1 高臨場感通信会議システム[2]

ギガビットネットワークが普及した社会の展望は後に述べることとし、まずはインターネットを取り巻く現状について概観する。「インターネットビジネス白書2000」[3]がとりまとめた、この1年の主なトピックは、

- ・新興キャリアの低価格化へのチャレンジ
- ・インターネット上での金融ビッグバン
- ・「Eライン」企業の台頭と株価高騰
- ・オンラインショッピングの成長
- ・加速する放送と通信の融合
- ・デジタルコンテンツ流通の夜明け
- ・モバイルによるインターネットアクセスの普及
- ・インターネットによる個人の告発

である。主なものについて概観する。

### (1) オンラインショッピングの普及

第1にインターネット上のホームページで商品注文・購入するオンラインショッピングの普及がめざましく、その市場は図2のように急拡大するものと予想され

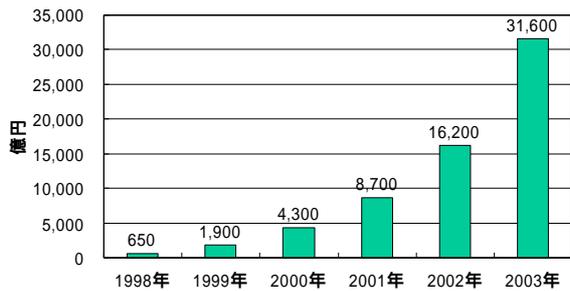


図2 オンラインショッピング市場規模の予測[4]

ている[4]。中でも図3に示す「楽天市場」[5]など既存の大企業とは独立のオンラインショッピングモールつまり電子商店街が健闘している。「楽天市場」は1997年4月に運営が開始され、現在1000以上の専門店が出店しており日本では最大クラスのモールである。「出店の初期費用がゼロ」など店主の負担を減らすことをねらいとし、従来のビジネスモデルにとらわれることなくインターネットの特徴を最大限生かした上で顧客の満足を充足



図3 楽天市場(<http://www.rakuten.co.jp/>)

している。

### (2) デジタルコンテンツ流通の夜明け

第2にデジタルコンテンツ流通の夜明けともいえる動きもあった。MP3の普及である。MP3とは、インターネット上で音楽を簡単に流通させるための国際標準のデータ形式であり、MPEG1/AudioLayer3の略である。それまでMP3形式に変換された音楽データをインターネットを通じてパソコンにダウンロードし、パソコンで再生し聞いていた。1997年末にダイヤモンド・マルチメディア・システムズ(DMS)社がダウンロードしたMP3のデータを記憶させ、再生させる携帯プレーヤ「Rio300」を発売することによってMP3形式の音楽データをインターネットで流通させる方法が爆発的に普及した。ただ、この方法は新たに著作権を無視した違法コピーを蔓延させることとなり大きな社会問題を引き起こした。そこで、全米

レコード協会はコンピュータ業界大手とともに、インターネットの音楽配信の統一規格「SDMI」を1999年7月に発表し、DMS社もSDMI規格に準拠することを表明した。日本では2000年1月にソニーがSDMI規格に準拠した「メモリスティック・ウォークマン」[6]を発売し(図4)、著作権を保護した新たなデジタル音楽流通サービスが始まることとなった。



図4 SONYのメモリスティックウォークマンとメモリスティック(右)

(3) モバイルによるインターネットアクセスの普及  
第3にモバイルによるインターネットアクセスが普及した。NTTドコモの「ポケットボード」などメール専用の携帯端末は、低価格で操作が容易なことから初心者でも気軽にメールを楽しめ若い女性を中心に新たなインターネットユーザを開拓した。さらにNTTドコモが1999年2月に開始した「iモード」サービスは、携帯電話でインターネットにアクセスし、「iモード」専用の簡単なホームページを液晶画面に表示するもので、メールの送受信のみならず、銀行振り込み、チケット予約、各種情報検索など新たな情報流通形態を生み出した(図5)。「iモード」もインターネットサービスプロバイダ(ISP)であり、1年間で400万人を超えるユーザが加入し、それまでの国内最大のISPであるNiftyを簡単に追い越してしまった。インターネット利用のための脱パソコンを加速するとともに、通信料金が従来のように保留時間に比例するのではなく送受信する情報量に比例する情報量課金が広く社会に普及した点でも注目に値する。

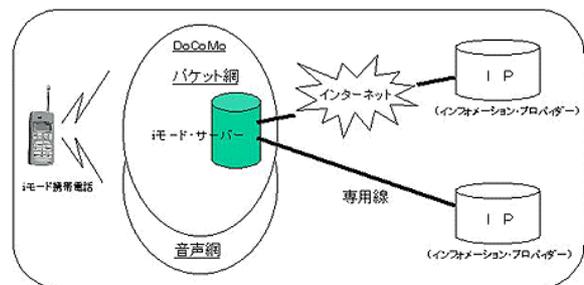


図5 NTTDoCoMoのiモードサービス[7]

### 3 日本におけるインターネット普及に向けた課題

日本においてインターネットは着実に普及し、インターネットを利用したサービスも充実しつつあるが、今後の一層の発展や利便性の向上を考えたときまだまだ克服すべき課題も多い。今日本で特に問題となっているのは、以下の点である。

- ・通信料金が高い
- ・アクセス速度が遅い
- ・ベンチャー企業が育ちにくい
- ・情報化社会に向けた投資が不十分

ここでは、特に動きの激しいインターネットアクセスの低料金化・高速化の実現に向けた国内の最近の動きについて述べる。

インターネットにアクセスする方法には大学や企業などのLANからアクセスする方法と家庭や携帯電話から電話網を使いISP経由でアクセスする方法がある。前者の場合は、専用線を利用し通信料金は所属する大学や企業等が負担しているので個々のユーザは通信料金は直接気にしなくてもすむ。後者の場合は、電話料金とISPの利用料金を負担することになる。日本の場合米国に比べ特に電話料金が大きく、月々低価格で一定額を支払えば無制限に利用できる定額制料金の導入が強く望まれている。

また、インターネットを利用するときの通信速度はインターネットの中の中継回線の速度は数十メガビット/秒から数百メガビット/秒とかなり高速になってきているが、電話網でISPに接続するためのいわゆるアクセス回線の速度は遅い。アナログ電話網でモデムを利用する場合は高々数十キロビット/秒で、ISDNを利用する場合は少し早くて64キロビット/秒である。

そこでアクセス回線の低料金化・高速化に向け以下のような新たなサービスが提供されつつある。

- ・ADSL（非対称デジタル加入者線）
- ・CATVインターネット
- ・無線アクセス
- ・衛星インターネット
- ・FTTH（ファイバーツーザホーム）

#### (1) ADSL

家庭と電話局を結ぶ電話回線は加入者線と呼ばれる。加入者線は2本のより線で太さや長さは場所によりまちまちである。ISDNでは、この加入者線で64キロビット/秒のサービスを提供しているが、都市部のように入者線の線が太く電話局までの距離が短いところに限れば、数百キロビット/秒の通信が可能である。これを実現する装置がADSLモデムである。一般にユーザからインターネットに流れる情報より、インターネッ

トからユーザに流れる情報の量が多いので、ADSLでは上り下りで通信速度を同じでなく非対称にし、1999年12月から試験サービスを始めた東京めたりっく通信[8]の場合は、上りの速度を最大250キロビット/秒、下りの速度を最大640キロビット/秒としている。ISDNよりも最大で10倍高速になる。東京めたりっく通信のようなADSLサービス提供者は図6のように[9]加入者線だけをNTTから借りその両端にADSLモデムを設置しユーザに提供する。ユーザは電話とADSLモデムによるインターネットアクセスを同時に利用できる。東京めたりっく通信の場合NTTから800円で加入者線を借り、通信量とインターネットアクセス料5500円を加え、合計6300円の月額固定料金でサービスを提供する。

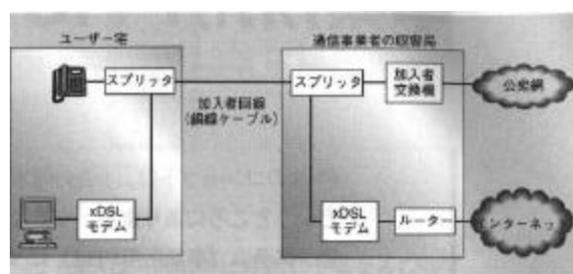


図6 xDSL モデムのひとつ ADSL モデムを使ったシステム構成[9]

#### (2) CATVインターネット

CATVはセンターから家庭に同軸ケーブルを敷設し、本来最大100チャンネル程度のテレビ番組を配信するサービスである。この下りチャンネルの中の1チャンネルと上り1チャンネルを使ってインターネットにアクセスできるようにしたのがCATVインターネットサービスである。センター側と家庭側の両方にケーブルモデムを設置する必要がある。1チャンネルで10メガビット/秒から40メガビット/秒の高速伝送が可能となる。ただし、この1チャンネルを多数のユーザで共用するので、同時アクセスユーザ数が多くなると一人当たりの実効伝送速度は低下することになる。速度としては、ISDNに比べ最大600倍程度早くなる。東急ケーブルテレビ[10]の場合は、通信料とインターネットアクセス料込みで月額5200円の定額料金を提供している。

#### (3) 衛星インターネット

衛星インターネットでは、衛星から家庭に向けた下り回線のみで高速の衛星回線を使用し、上り回線には電話網やISDNを使用する。NTTサテライトコミュニケーションズ[11]の場合には、1ユーザ当たり500キロビット/秒～1メガビット/秒の伝送速度を確保できるようにしている。衛星回線の利点は、多地点に大量のデータを同時に配信できることにある。

#### (4) 無線アクセス

家庭とインターネットの間を地上の無線回線を使用する方法である。ケーブルを新たに敷設する方法は工事に手間とコストがかかるため、その代替手段として1999年にソニー等が事業化に名乗りをあげているインターネットアクセス方式である。ただ、詳細はまだ明らかにされていない。

#### (5) FTTH

NTTが提案している方式で、全家庭に光ファイバーを引いて高速伝送サービスのインフラを整備しようとする計画である。NTTでは低コストでFTTHを実現するために「システム」を導入している[12]。「システム」では、家庭の近くの電柱に光回線終端装置(ONU)を置き、電話局からONUまで光ファイバーを引き、その先は複数のメトリックケーブルにより電話やISDNなどのサービスを行う。ユーザが光ファイバーによる高速伝送を希望すれば、電柱のONUを家庭内まで延長する。このサービスを「デジタルアクセス1500」と呼んでいる。つまり上り下りとも1.5メガビット/秒の高速伝送が可能となる。

#### (6) ISDNによる定額サービス

NTTは1999年11月からISDNを利用したインターネット向け定額サービスを月額8000円で一部地域で試験提供しているが、2000年2月にはその料金を月額4500円に、ISPが電話局まで専用線を引き込む場合は2900円に値下げすることを発表した。ただ、この場合このほかにISDN基本料金やISPの使用料が必要になり総額8千円～1万円になる。

以上、インターネットアクセスの高速化・低料金化に向けた最近の取り組みを紹介したが、おのおの一長一短があるので、新興キャリアの参入で日ごとに競争が激しくなっているので今後の動向に注目する必要がある。ただ、いずれにしろこれまでほとんどNTTの独占状態であったアクセス系が一挙に競争状態になりユーザの選択肢が大きく増えたことは好ましいことといえる。

## 4 次世代インターネットに向けた取り組み

### 4.1 IPv6の開発

インターネットそのものも、世界的規模で普及しかつマルチメディア情報流通のインフラとしてビジネスにも広く利用されるようになると、以下のような新たな課題をかかえることとなった。

- ・実時間性に欠ける
- ・セキュリティに欠ける
- ・アドレスが足りなくなる

そこで、数年前から次世代インターネット技術が開発され、現在広く使用されているインターネットプロトコル第4版(IPv4)に対して新たにインターネットプロト

コル第6版(IPv6)が開発され[13]、現在インプレメントが進められている。IPv6では、種々の機能拡張がなされているが、主なものは以下である。

- ・アドレス空間の拡張
- ・ホスト設定の自動化
- ・セキュリティ機能
- ・実時間通信機能

#### (1) アドレス空間の拡張

インターネットでは、郵便と同じようにそこに接続されるコンピュータやルータなどの機器にアドレスが必要である。これをインターネットプロトコル(IP)アドレスと呼ぶ。現在は32ビットが割り当てられている。理論上は2の32乗つまり約43億個のアドレスを付与することが可能である。しかし、この値は世界の人口よりも少なく、今後情報家電の普及でテレビや冷蔵庫などがインターネットに接続されるようになると膨大なIPアドレスが必要になる。そこで、IPv6ではIPアドレスに128ビット割り当てることとしている。この場合、全世界の人口1人当たり200万個以上も割り当てることが可能となる。

#### (2) ホスト設定の自動化

現在、インターネットにパソコン等ホストを接続しようとするとIPアドレスの設定等種々の初期設定が必要となる。DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)という技術で、IPアドレスそのものは自動的に空いたアドレスを借りることにより必ずしも初期設定する必要がなくなっているが、それでもパソコンを購入して何も初期設定しなくていきなりインターネットに接続してすぐ使えるまでにはなっていない。

IPv6では、家電製品を電源に差し込めばすぐ使えると同じように、特段の初期設定を行わなくてもどこでもインターネットのコンセントに接続すればすぐその場でパソコン等を使用できるホスト設定の自動化の機能が実現されている。

#### (3) セキュリティ機能

オンラインショッピング等では、氏名や注文商品名、その個数あるいはクレジットカード番号などを入力してサービスを提供しているサーバに送信する必要がある。現在のインターネットでは、これらの情報は傍受されたり改ざんされたりすることに対して何も対処されておらず、ユーザ自身が対策を取ることになっている。

IPv6では、IPプロトコルの中にセキュリティ機能が盛り込まれ、ユーザの負担を軽くしかつインターネット全体のセキュリティを高めている。

#### (4) 実時間通信機能

インターネットでは、ユーザの情報はたとえば1キロバイト(漢字の場合500字)ごとのパケットに分解され、サーバやルータで中継され宛て先のコンピュータへばけつりレー式に届けられる。途中のサーバ等ではパケ

ットを一度コンピュータに読み取り、パケットに付与されているIPアドレスを調べ次の転送先へ送り出している。パケットの中継には時間がかかる。さらに途中のサーバ等の出入り口のバッファメモリが満杯の場合、届いたパケットが廃棄されてしまう場合までありうる。したがって、電話やテレビなど、情報の伝送に遅延をあまり許されないいわゆる実時間通信のサービスはインターネットには不向きである。数年前にインターネット電話がもてはやされたが、従来の数分の一の低料金設定にもかかわらず普及しなかったのは、この遅延による音質の劣化がユーザに受け入れられなかったためである。

そこでIpv6では、ラッシュ時の道路でバス専用レーン確保するのと同様に、あらかじめ実時間通信のためにインターネット上に専用の通信路を確保しておくしくみが盛り込まれている。このような資源予約機能とともにインターネットの回線そのものが後に述べるようなギガビットネットワークなどにより超高速になりかつコンピュータの処理性能も向上すれば、パケットの遅延がほとんど気にならなくなりインターネットを利用した電話や映像配信などの実時間サービスも実現可能になると思われる。

#### 4.2 ギガビットネットワークの実験

米国では、次世代インターネット計画（NGI：Next Generation Internet）計画のもとに、622メガビット/

秒のバックボーンネットワークに100以上の機関を155メガビット/秒の回線で接続して様々な実験やアプリケーションの開発を推進しつつある。[14]

日本では通信・放送機構が全国10か所のATM（非同期転送モード）交換設備を超高速光ファイバ回線で結んだギガビットネットワークおよび全国5か所の共同利用型研究開発施設からなる「研究開発用ギガビットネットワーク（JGN: Japan Gigabit Network）を整備し、2003年度までの間、これらを広く研究機関、大学、企業等に次世代インターネット技術やアプリケーション開発のためにテストベッドとして開放している[1][15]。

ギガビットネットワークの能力の例を表1に示す。例えば2時間のビデオ映像は64キロボット/秒のISDN回線では47時間もかかるが、ギガビットネットワークではわずか11秒で送信することが可能となる。

ギガビットネットワーク上のアプリケーション例としては、様々な言語の文章をネットワーク上で超高速で自動翻訳するサービス、高精度の電子カタログを全国に配信するサービス、リアルタイム遠隔医療サービスなどが考えられている。また、図8に示すB-CITYのような[16]3次元コンピュータグラフィックによる立体ショッピングモールがより高精度でかつスムーズな動きにより提供され、あたかもそのお店やデパート中で自分が買い物をしているような感覚でバーチャルな世界を楽しむことが可能になる。

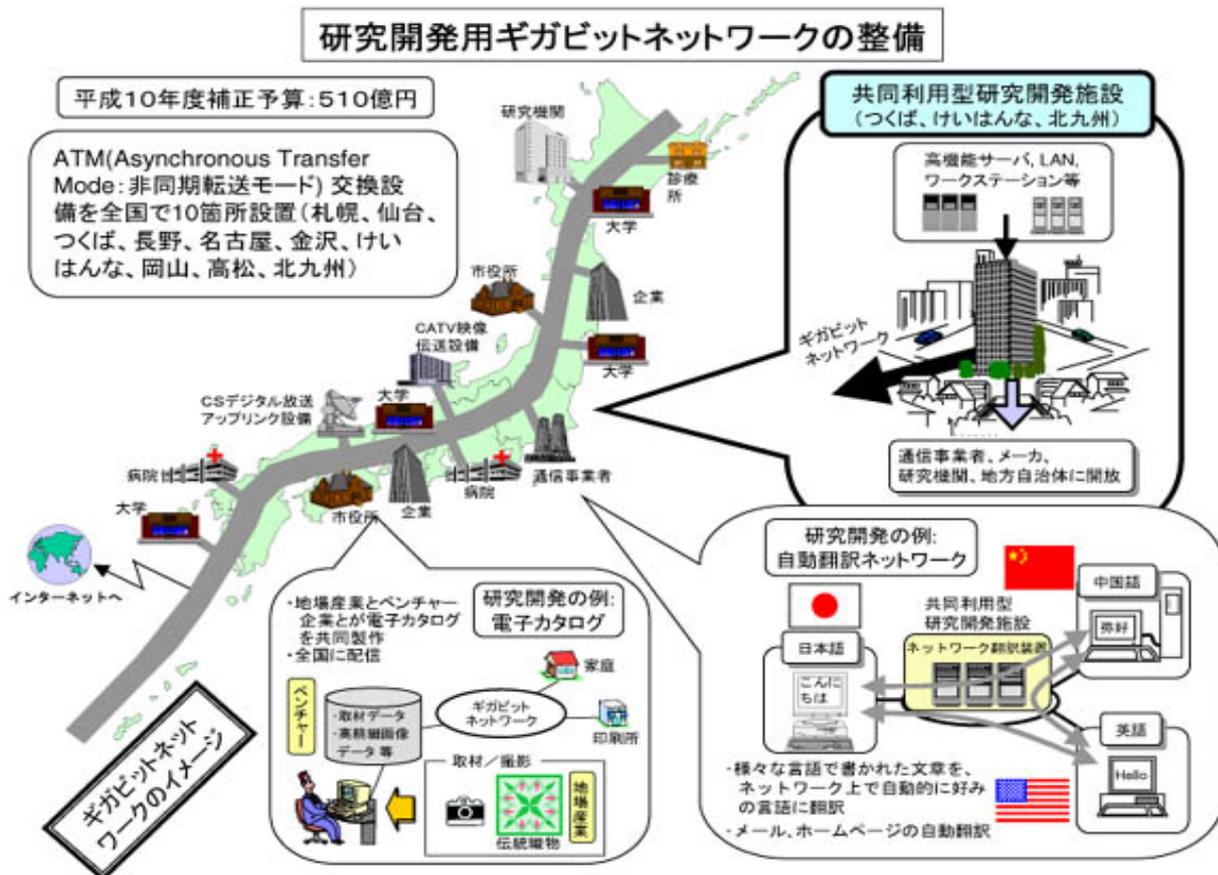


図7 研究開発用ギガビットネットワーク[1]

表1 ギガビットネットワークの能力

	通常の電話回線 (144kbps/秒)	ISDN高速回線 (1.92Mbps/秒)	ギガビット回線 (1Gbps/秒)
新聞(紙面1年分)を送信	13.5時間	35分	3秒
音楽CD(1枚:最大74分)を送信	5時間	13分	1秒
ビデオ映像(1巻:2時間分)を送信	4.7時間	2時間	1.1秒
ハイビジョン映像(1時間分)を送信	20日	20時間	2分
レントゲン写真(10枚)を送信	3.5時間	9分	1秒



図8 3次元立体ショッピングモールの例[16]

## 5 ギガビットネットワーク社会の展望

ギガビットネットワークが実現される社会はどのような社会になるのだろうか。基本的にはギガビットネットワークにより構築されるバーチャルな世界により、現実世界のみでは不十分な人間の能力の拡大を支援し、従来不可能であったり実現困難であったことを容易に可能にしてくれるであろう。エンジンの発明が飛行機の発明をもたらしたように、誰もが気軽に海外へ行けるようになったと同様にギガビットネットワークは誰もが海外の美術館を居ながらにして楽しんだり、自宅に居ながら海外の大学への留学を可能にしてくれるだろう。その結果すべての人が様々な機会をより平等に与えられかつ多様な選択肢を与えられることになる。このことは意思をもった人間に対してその能力をより生かせる環境を提供することになる。

一方で、資本主義社会であり自由主義社会である限りそこには競争が容認され、競争優位にたつためにギガビットネットワークを駆使して変化や速度を追及する人々も現在以上に出現する可能性がある。機会の平等が保証され一方でそれらの機会を駆使する人間の能力が画一的でない限り、ギガビットネットワークの恩恵がもたらす結果に対する不平等は避けがたいし、むしろ現在以上に格差は広がる。そうであったとしても、情報弱者は弱者なりにそれなりの立場で独自にギガビットネットワークがもたらす機会を追求したり、多くの選択肢を享受することが可能である。また、それを保証する社会にして

いく必要がある。

ギガビットネットワークのもたらす社会は現実世界を補うバーチャルな世界が、今まで以上に生活のすみずみに拡大・浸透してくる社会と思われる。そこでは、従来の思考形式や行動様式などの枠組みでは制御しきれないことがらぎいろいろ起こると可能性が大きい。ギガビットネットワークがもたらす新たなパラダイムのもとで、新たな文化を形成していく必要がある。いつの世でも新技術は人間の社会に混乱をもたらす、それを制御するために制度が作られるが、その制度を遵守し社会の安定な発展を追い求めるか否かは、最後は人間のモラルの問題に帰着する。新たな社会の新たなリテラシーを習得し、人間としての普遍的なモラルを尊重する気持ちがある限りギガビットネットワークは人間により大きな可能性を与えてくれるであろう。

## 参考文献

- [1] Japan Gigabit Network,  
<http://www.mpt.go.jp/top/gigabit/index.html>
- [2] 酒井ほか：“高臨場感マルチメディア通信会議システム,” NTT 技術ジャーナル, Vol. 10, No. 5, pp. 72-75, 1998
- [3] インターネットビジネス研究会：インターネットビジネス白書 2000, ソフトバンクパブリッシング, 1999
- [4] (財)日本情報処理開発協会：日米電子商取引の市場規模調査, <http://www.jipdec.or.jp/chosa/undersen/>
- [5] 楽天市場, <http://www.rakuten.com/>
- [6] メモリスティックウォークマン  
<http://www.world.sony.com/Electronics/mswalkman/>
- [7] i モード,  
<http://docomo-web.nttdocomo.co.jp/mc-user/i/>
- [8] 東京めたりっく通信,  
<http://www.tokyometallic.com/>
- [9] 井上ほか：新情報通信早わかり講座 3, 日経 BP 社, p. 209, 1999
- [10] 東急ケーブルTV, <http://www.catv.ne.jp/>
- [11] NTT サテライトコミュニケーションズ,  
<http://www.nttsc.co.jp/>
- [12] 廣岡ほか：な～るほど光アクセス網とシステム, 電気通信協会, 1999
- [13] ネットテクノロジーラボ：入門 IPv6, 技術評論社, 1999
- [14] Next Generation Internet Initiative,  
<http://www.ngi.gov/>
- [15] 郵政省：平成 11 年版通信白書, p. 232, 1999
- [16] B-CITY, <http://b-city.bekkoame.or.jp/>