

# 情報通信の発展と課題

近 藤 邇

(受付 1997年10月15日)

## 1. はじめに

最近の情報通信の発展は技術の進歩と共に誠に目覚しいものがある。とゆうよりは、むしろ凄まじいものがある。経済のグローバル化と共に情報通信のグローバル化はますます発展してきた。また、マルチメディア化の推進と共に情報通信ネットワークは高速度化の方向に進んでいる。携帯電話、PHSなどの移動体通信も急速度に普及してきた。最近はインターネットも盛んである。それに伴い家庭にまでPC(パーソナル・コンピュータ)が入り込んできた。また、近い将来に携帯TV電話が出現する可能性がある。さらにまた、電子マネーの実現化が叫ばれている。このように次からつぎへと新しいものが出てくる。

ここではそれらの詳細を述べるのではなく、これらの問題を整理して出来るだけ本質的であると考えられるテーマに大きく分けて概観している。そして、過去から近未来への情報通信あるいはコンピュータ・システムの発展の過程をたどり、その傾向からこれからの情報通信がるべき方向や今後の課題を探ろうとするのが本来の目的である。ただし、衛星通信や携帯電話、あるいはインターネット等のように、すでに多くの参考資料の整った周知の事項については割愛する。

以下では、まず情報通信の歴史的流れについて簡単に触れ、情報通信の進化のメガトレンドを年代と周波数帯域との関係から概観する。ついで、情報通信のグローバル化について、さらにマルチ・メディアと高速度通信や、情報通信システムの開発事例を述べ、最後に問題点や今後の課題等について述べる。

## 2. 情報通信のメガトレンド

### 2.1. 国防と情報通信

情報通信は国防と共に発展してきた歴史がある。例えば、無線機は古くは日本で良く知られている戦艦三笠のものが有名である。三笠の受信機には世界で初めて鉱石検波器が使用された。これは当時の通信省の技官の発明によるものであって、鉱石の微小な碎片を検波(受信した電波の中から必要な情報、例えば音声などを取り出す機能)に利用した。当時世界の主流はコヒラーと称するものを検波に使用していたが、これに比べてはるかに性能がよく、微弱な電波を受信した場合でも元の情報を取り出す機能に優っていた。原理的には現代の半導体ダイオードと同じであって性能が良かったのは当然と思われる。その他の例では、かつてのナチス・ドイツの移動無線機がある。(写真1)

世界初の電子式コンピュータといわれるENIACは主として弾道解析のために使用された。また、最初のデータ通信といわれるSAGEシステムは弾道弾迎撃用ミサイルを半自動式に発射するシステムとして開発されたものである(ただし、それは性能が良くなく、満月を敵のミサイルと間違えて迎撃ミサイルを発射しかけたとのことである)。最近では、米軍が開発したインターネットがあ

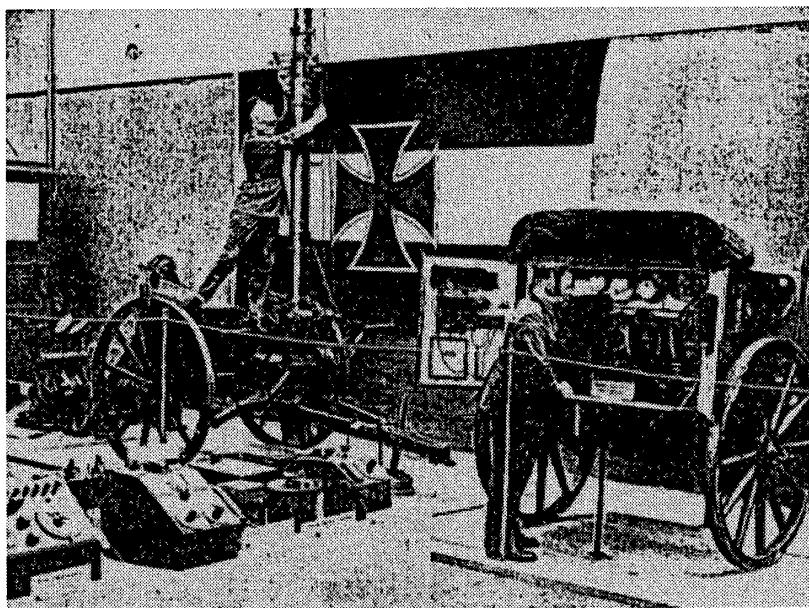


写真1 ドイツ陸軍の移動用無線局  
昭和8年「無線と実験」より

る。これは周知のごとく一般化し、ますます発展普及しつつある。

以上ごく大ざっぱに見ただけでもコンピュータや情報通信の分野は、国防と関係して発展してきたことが良く分る。

## 2.2. 商用コンピュータの出現

このような流れ、すなわち、それまで国防費のような莫大な予算に頼る傾向のあった情報通信の分野の流れを変えたものに IBM がある。IBM は ENIAC のようにどちらかというと国防や科学技術研究の分野と関係して発展してきたコンピュータを事務処理に活用する方向をとった。つまり、これまでのコンピュータの利用を商用に変えたのである。ここにコンピュータが大きく発展するきっかけが出来た。

戦争によって支えられてきた電気通信は戦後その技術の一部を TV やラジオやステレオ\* の製造などに活用されたが、特にソニーが開発したトランジスター・ラジオ（トランジスターの親はアメリカのショックレー）は家庭電化製品（家電製品）の発展に大きく貢献した。当時トランジスターが家電製品に利用されるとは誰も本気で考えてはいなかった。その主な理由は性能のバラツキが大きかったからである。

\*. 正しくはステレオ・フォニック・システム

## 2.3. 情報通信の発展

電気通信とコンピュータが融合したデータ通信は銀行のオンライン化や旧国鉄の緑の窓口に利用され、その後、現在の情報通信へと発展してきた。やがてこの情報通信は放送と融合し新たな展開をなそうとしている。現在、マルチメディアが呼ばれているが、これについては後述する。かつて

アメリカのゴア副大統領が提唱したといわれる情報ハイウェイ構想は鳴りをひそめたようだが、代わってインターネットが前面に押し出されてきた。

昨今のPC（パーソナル・コンピュータ）ブームは企業で使用するものを除けば、その大半はゲームとインターネットによるものと思われる<sup>\*1</sup>。これらのおかげでPCが家庭に入り込むことになった。しかし、工業製品という観点からみるとPCはまだ半製品である。まだまだ使い勝手が良くない。その改善のため、これからはワープロのように単能機へ移行する方向にある。そして、それらの製造部門もコンピュータ・メーカーから家電メーカーへ移行しつつある。

#### 2.4. 情報通信と周波数帯域

情報通信の発展を計る一つの尺度として周波数帯域が考えられる。電磁波の周波数はこの宇宙で限られた貴重な資源の一つである。新たな領域の周波数帯を開拓することは、情報通信の更なる発展を促したのである。そのため、その時代でまだ未開発な周波数帯域は技術の進歩と共に、どんどん高い領域へと進展してきた。ここ数年来携帯電話やPHSの需要が急速に伸びたため、これらの移動体電話の周波数帯は900メガHzから1.5ギガHzあるいはそれ以上に高い方へ移行しつつある。また、近い将来実現されようとしている究極の情報通信システムFPLMTS（Future Public Land Mobile Telecommunication System: イリジュム計画）<sup>1)</sup>はより波長の短いミリ波が想定されている<sup>\*2</sup>。

図1はその時代の電話機の周波数や放送機の発信周波数（周波数帯域）の推定値と凡そ年代との関係を示したものである。同図から技術と素子（真空管、トランジスタ、LSIなど）の発達進歩と共に需要も増大し、限られた資源である周波数帯域は年代と共にますます高い方へ移行している傾向がみられる（メガトレンド）。このように電気通信ないしは情報通信の進歩は過去から現在に至るまで、実用可能なより波長の短い周波数帯域を如何に開拓するかの技術と発明に掛かっていると言っても過言ではない。

図1では分りにくいが電磁波として新規に利用出来る周波数帯域はミリ波しか残されていないことが分る。これ以上の周波数帯域は光（レーザ光）になるが、これは既に光ファイバーによる通信が実現している。ミリ波の帯域は周波数が高いため（表1参照）、理論的にはマイクロ波帯よりもさらに多数の情報を同時に伝送出来る（多重通信）ので、パーソナル・ユーズの時代の伝送媒体としては適している。ミリ波は光と同様に直進性を有するが、光と異なる一つの点はもちろん伝送媒体にファイバー・ケーブルを使用できることである。光とミリ波の間隙を技術的にどこまで埋められるかが、今後の課題である。

<sup>\*1</sup>: 新聞によると最近PCの売れ行きの傾向が鈍っているとのことである。（朝日 1997.9.26.）

<sup>\*2</sup>: ミリ波とは波長がミリのオーダーの電磁波のことである。なお、マイクロ波の波長はセンチメートルのオーダーである。（表1）

### 3. グローバル化と情報通信

#### 3.1. 情報通信のグローバル化

最近各所で、例えば経済の分野でグローバル化という言葉が良く使われる様になった。それは国際化と言った意味もあるが、また、一国だけの視点ではなく地球規模で物事を考えねばならない時代でもあると言う意味も含まれているようである。かつて1960年代に情報革命という言葉が流行し持てはやされたが、今はこれが世界情報革命という言葉に変わってきた（図1）。

さて、情報通信が単に通信と言われていた時代から、国際通信はなされていった訳であって最近に

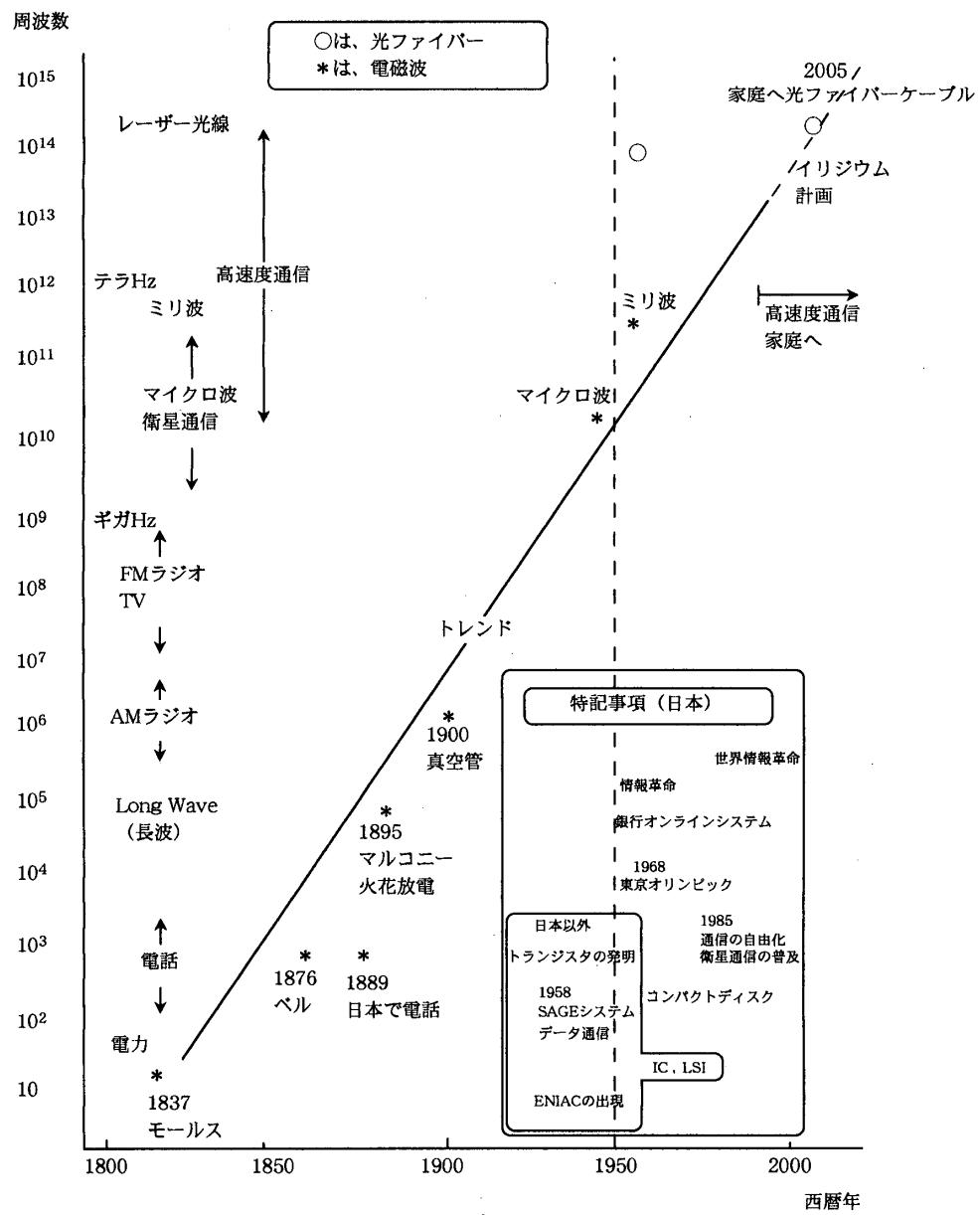


図1 情報通信のメガトレンド

## 図1. 情報通信のメガトレンド

わかに国際化された訳ではない。ではなぜ情報通信の分野でもグローバル化という言葉が使われるかというと、情報通信の場合は従来のものと比べて情報の伝送速度と量と質が大幅に向上了し、いわば情報空間が狭くなったことによるのであろう。かつての海外通信は短波無線による通信と海底ケーブルに頼っていた。短波による無線通信は、地球を取り巻く電離層（ヘビサイド層）によって反射された電波により遠距離通信を行うのであるが、鏡の役をする電離層は太陽からの放射線や黒点の影響を受けやすく不安定である。

従来からある海底ケーブルは回線数が少なく伝送速度の低い同軸ケーブルであるが、現在は伝送速度の速い光ファイバー・ケーブルに取って代わった。さらに宇宙には高速伝送が可能な衛星通信システムがある。近々イリジウム計画が実現すると、通信のグローバル化はますます進展するこ

## 情報通信の発展と課題

**表1 周波数帯別の代表的な用途**

周波数	3キロ Hz	30キロ Hz	300キロ Hz	3メガ HZ 3,000キロ Hz	30メガ HZ	300メガ HZ 3,000メガ Hz	3ギガ HZ 3,000ギガ Hz	30ギガ HZ	300ギガ HZ 3,000ギガ Hz	3テラ HZ
波長	100 km	10 km	1 km	100 m	10 m	1 m	10 cm	1 cm	1 mm	0.1 m
名称	VLF 超長波	LF 長波	MF 中波	HF 短波	VHF 超短波	UHF 極超短波	SHF マイクロ波	EHF ミリ波	サブミリ波	光領域 周波数帯
代表的な用途	オメガ (無線航行)	船舶・航空機用ビーコン デッカ (無線航行)	船舶・航空機用ビーコン ロラン (無線航行)	船舶・航空機通信 中波放送 (AMラジオ)	船舶・航空機通信 短波放送 国際放送	航空管制通信 テレビジョン放送 無線呼出し沿岸無線電話 各種陸上移動通信	衛星通信 各種レーダー 衛星放送 航空機電話 携帯・自動車電話 簡易型携帯電話(PHS) コードレス電話 道路通信情報通信システム(VICS)	自動車レーダー 衛星通信 各種レーダー 衛星放送 電気通信事業・公共業務用マイクロ波中継放送番組中継 各種陸上移動通信 無線LAN	中央防災無線 簡易無線	光通信システム
	既に広く利用が進んでいる周波数帯 (既利用周波数帯)									
	利用が進んでいない周波数帯 (未利用周波数帯)									

(注) マイクロ波、準マイクロ波、ミリ波、準ミリ波等の周波数帯の呼称については、統一された定義はないが、それぞれ次の程度の範囲の周波数の電波を指して用いられることが多い。

準マイクロ波：1~3ギガHZ マイクロ波：3~10ギガHz 準ミリ波：10~30ギガHZ ミリ波：30ギガHz~30ギガHz  
(通信白書 平成9年(1997)より)

とになる。見方によっては世界がますます狭くなる。すなわち、前述のように情報空間の縮小化が起こることになる。

### 3.2. 究極の情報通信

現在の衛星通信システムや光ファイバー・ケーブルが従来からの情報通信システムと質的、機能的に異なる点は、光ファイバー・ケーブルや衛星通信は高速度通信が可能なため、原理的には動画像が送れることにある。あるいはまた、多数の回線数を扱うことが出来ることにある。ただし、衛星通信は静止衛星を使用しており、地上36万キロの高空にあるため凡そ0.5秒の伝送遅延が生じる。イリジウム計画ではこの伝送遅延を軽減するため、低空の衛星(静止しない)を多数個使用し、これらを次々と切り換えて使用する。また、同じ携帯電話が世界中で使用できるという特徴がある。ただし使用料はかなり高くなるのではないか。イリジウム計画は究極の情報通信といわれ、期待されている。

### 3.3. 遠距離通信と周波数帯域

海外との遠距離通信は安定なことが重要である。前述のように短波通信は安定性に欠けるところがある。その点海底ケーブルは安定である。衛星を含む無線系は電波が空間を伝播するため大なり小なり各種の雑音や障害を受けやすいが、衛星系を含む無線系は送受信器があれば、どこででも使用出来るのが特徴である。

表1に通信に使用される周波数帯を示す。周波数が高くなるほど直進性つまり指向性が強くなる(最終的には光)。マイクロ波がその例である。よって高い周波数の電波は遠距離通信には適さない。若し使うとすればマイクロ波回線のように何段階もの中継が必要となる。

余談であるが、かつて筆者が学生上がりの頃TVの産みの親と言われる高柳博士から直接伺ったことであるが、当時同博士はヨーロッパと日本との間のTV中継をマイクロ波回線で行おうとする壮大な構想をお持ちのようであった。若し、現在のような衛星通信システムが無ければ、この構想は実現していたかも知れない。

### 3.4. 國際自動翻訳電話

最後に、まだ試験的段階ではあるが、関西文化学術研究都市にあるATR等では以前より音声の自動翻訳電話の研究<sup>2)</sup>がなされている。音声の認識プロセスは非常に複雑であって、コンピュータで簡単にシミュレート出来るものではないが(情報処理の仕方がコンピュータと脳とでは基本的に異なるものであると考えられている)、超高速大容量のコンピュータの活用によりかなり実用的になりつつあるとのことである。これが実現すると、国際間の情報のやりとりは音声レベルでより自由に行うことが可能となる。図2に国際間の自動翻訳システムの概念図を示している。

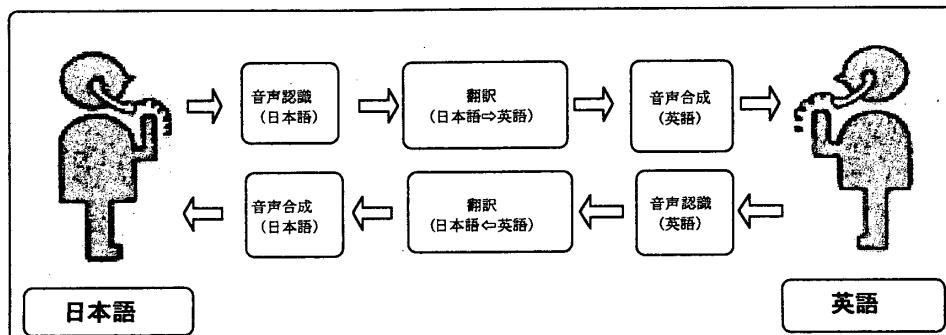


図2. 自動翻訳の概念図

## 4. マルチメディアと高速度通信

### 4.1. マルチメディア

かつて1995年はマルチメディアとインターネット、およびウインドウズ95で世の中は沸いた。そのおかげで企業は大儲けをしたようである。一般に使われているマルチメディアという言葉はその概念が曖昧である。それにもかかわらずマルチメディアは意味不明確なままでブームになった。昔(1960年代)コンピュータは神様ともてはやされて大いに売れた様にである。ここでマルチメディ

アの概念を多少とも明確にすると、それはデジタル（信号）によって文字、映像および音声を統合して扱うシステムのことである。アナログ（信号）だと既にTVや電話があり、これらは立派なマルチメディアである。

ではなぜいまさらマルチメディアを取り上げて大騒ぎをするのであろうか。その理由は画像も含めてデータをデジタル化し符号化することによりマルチ・チャンネル化が可能したこと、双方向性にある。ただし、画像圧縮が不可欠であり、これが実はマルチメディアのネックでもある。さらに動画像の場合は静止画像よりもはるかに高速のデジタル信号でなければならぬ。すなわち、マルチメディアは高速度通信の世界である。

インターネットは今は静止画像しか送れないがやがて高速度通信の可能な通信衛星やCATVなどの活用により、動画像が取り入れるようにならう。これがより良きものを求めて止まない人情のおもむくところもある。2000年代はこの様な時代になりそうである。マルチメディアの要素技術として次のものが考えられる。

1. 画像圧縮技術
2. デジタル通信技術
3. CD-ROM 技術

これらの詳細については本文末の文献1) の123ページから135ページを参照されたい。

マルチメディアの主目的は多チャンネル化と高速度通信にあることは上に述べた。特に動画像を伝送するためには高速度伝送が不可欠である。ただし、ここでいう通信速度とは1秒当たりのビットの伝送速度のことである。単位は bps あるいは bit/s である。動画像の伝送には1.5メガ bps 以上が望ましい。ISDN は64キロ bps の伝送速度であるが、実験の結果、この程度の伝送速度でも何とか実用になることが分かったが、満足のゆくものではない。

#### 4.2. 高速度通信の時代

既に述べたように現在の高速度通信は衛星通信システムと一般化しつつある CATV（光ファイバーケーブル：都市部が中心）がある。また、NTT のように全国ネット・ワークを持つところは幹線ケーブルに高速の光ファイバーケーブル（マイクロ波回線もある）を使用している。また、構内通信網である LAN も既にいまのメガ bps からギガ bps へと移行しようとしている。このように伝送の高速化の要求は年々増加しつつある。その傾向を示したのが図3である。

衛星通信システムは地球上のいかなる場所でもカバーできるので、情報伝送の高速性もあって（動画像の伝送が可能）多くの用途が考えられ実用化されている。例えば、

1. TV会議システム
2. 遠隔地教育システム
3. 遠隔地医療システム
4. 新聞、報道に関するシステム
5. その他、例えば動画像化されたインターネット等

である。上記の例はいずれも動画像を必要とするものである。この分野はますます発展するものと期待される。

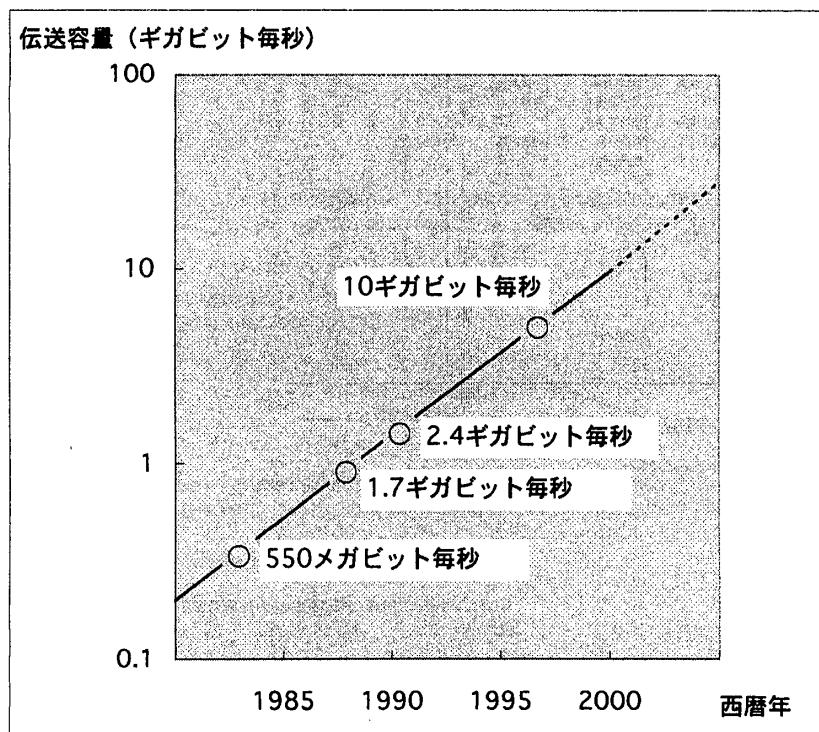


図3. 基幹伝送システムの容量  
(日立評論 Val. 79, No. 6 (1990-1996 p 478))

## 5. 初期の情報通信システム

### 5.1. オンライン・システム

オンライン・システム、すなわち、データ通信システムは情報通信システムの原形であり、また、現在のネット・ワークの前身でもある。わが国においてデータ通信システムが本格的に導入され始めたのは1960年代の半ば頃からであって、まず、銀行のオンライン・システムの実用化がその始めである。オンライン化された銀行には入り口に仰々しくオンラインと大書きした看板を立て掛けた。新聞の広告もオンラインという文字が目立ったものである。また、JRの緑の窓口もデータ通信の好例であるが、これも銀行のオンライン・システムと同じく今や必要不可欠なものとなっている。その他の例では、航空各社の座席予約システム等多数のものがある。

やや変わったものに公害監視システムがある。当時の東京都の美濃部知事の提唱で日本で初めて公害研究所（今の環境科学研究所）が設立され、そこで先ず手掛けられたものが大気汚染監視システムであった。ついで航空機騒音の監視も始まり<sup>3)</sup>、やがてメーカーの手でオンラインの航空機騒音監視システムが実現した。これによって航空機の騒音を厳しくチェックされる様になったのである<sup>4)</sup>。

銀行を始めJRや航空各社にコンピュータを初めて導入する場合、事前に業務の実態を十分に把握し分析する必要があり、それをやらねばシステムの規模が決まらないばかりかコーディング（作業手順のプログラミング化）が出来ない。それゆえ銀行にコンピュータを導入する場合にはSE達はまず銀行の勉強から始めねばならない場合もあった。その後各事業所や役所官庁にも続々とコン

ピュータが導入され始めた。

### 5.2. 病院のオンライン化

これらのシステムからやや遅れて1960年代の終り頃から1970年代の始め頃にかけて病院に医療情報処理システムが導入され始めた。日本で最初にコンピュータ・システムが導入されたのは築地にある国立癌センターであった。最初はオンライン・システムではなく、単なるオフラインのバッチ処理システムであったが、初めての経験であるため病院側もメーカー側も大変な苦労をした。この件では実は筆者もかかわっていたので実情は良く分っている。

その苦労の原因は、医療の現場というものは当時どことも不統一なデータの集合体であって、医者の書くカルテもあれば各種の事務の窓口の伝票類があり、さらに薬品関係の伝票もある。情報の質も異なれば帳票の様式も異なるのである。それらが、また医局毎で異なっておりコンピュータ化するには誠に不都合な状態にあったからである。それに多くのSEは医学医療用語に不慣れなため、システムの設計をさらに困難にしたのである。また、病院側の特殊事情が幾つもあり、その一つが毎年の薬科基準の改定であり、その都度プログラムの書き換えを必要とするのである。その後この分野はかなり改善され技術の進歩もみられるが、国民の健康を守る上で大切なシステムであるので、今後ともさらなる発展を願っている。

以上は往時の情報通信システムの一例であって、現在は多数のシステムが存在するし、また、ここに記した以上の大システムに発展していることは周知の事実である。

## 6. 情報通信今後の課題

### 6.1. 認知と脳の研究

1960年代はまさにコンピュートピアの時代であった。コンピュートピアとはコンピュータ・ユートピアの意味である。また、そのような雑誌も発行されていた。コンピュータは人間の夢を何でも適えてくれるので、コンピュータによってやがては理想の社会が実現するとした。まさに夢のある話である。それに携わる人々特にSEは理想社会実現のための戦士であった。SEになりたがる若者が続出したのは当然である。

このコンピュートピアの一つに医者の診断を自動化しようとする試みがあり、各方面でかなり研究がなされた。かく言う筆者もその内の一人であったが、結論をいうとこれに成功した例は少なかった様に思う。そして、やがてこの種の研究は自然消滅してしまったようである。理由は簡単であってコンピュータによる自動診断の結果は、医者の診断ほど見立てが良くなかったからである。ついで、話題になったのが人工知能の研究であるが、その一つのエキスパート・システムが盛んに研究された。その応用例として上記の自動診断があり、多くの研究例が報告されたがこれも成功例は少なかった様である。

先にも述べた自動翻訳であるが、これは今でも研究が続けられているが、まだ完璧なものは実現していない。コンピュータによる言語処理は難問の一つである。

以上情報通信関連のシステムでデータ通信関係のシステムはいずれも成功し、その後も改善を加えつつ活用されている。ところが、自動診断とか人工知能とか言語処理の例に見られる様に、人の判断や認識・認知を必要とするもののコンピュータ化の試みは不成功に終るか、長年の研究のわりにはもう一つはっきりした成果が得られていないことである。

その理由は先ず人の脳の構造がコンピュータとは基本的に異なるらしいということ、例えばコン

ピュータはパタン認識が不得意であること等である。また人には直感力（勘）があるがコンピュータはその能力が備わっていないこと等もその原因と考えられる。脳に近い機能を有するコンピュータを開発するためにも、これからは脳の情報処理に関する研究の必要性が痛感されるのである。21世紀は脳の時代といわれて久しい。この分野で多くの研究成果が得られることを期待している。

### 6.2. 人とコンピュータの共存時代

これから的情報通信はどうあらねばならないかということであるが、まず、通信費を諸外国並に安くすることである。これができなければ情報通信の発展は望めないのであろう。また、パソコン(PC)はより使い易い、分かりやすいものが要求されつつある。さらに、健康(特に目の疲れ)に配慮したPCが開発されるべきである。また、時代はそのような方向に動きつつあるやに思われる。

さらに、ここでついでに述べると、情報化社会では人々は情報の取り扱いに対しより慎重であらねばならないことが要求される。これは倫理の問題や法律の問題と絡んでくる。

インターネットや衛星を使って教育に活用されつつあるが、若年層特に児童に与える教育上健康上にマイナス面のあることを見落としてはならない。これからの中のコンピュータや情報通信機器やネット・ワークとの共存社会(Human Computer Interaction: HCI)<sup>5)</sup>では今後この種の問題に対しても真剣に取り組む必要がある。なお、目下問題となりつつある介護、看護の分野にも情報化の波が押し寄せつつあるが、この分野も HCI の一つの分野として取り組むべき問題である。

## 7. おわりに

複雑多岐にわたり発展しつつある情報通信についてその発展の方向と今後の課題について、その概要を述べたが十分に意を尽くし得なかった。その他、現在話題になっているネットワーク関連については割愛した。他の機会に譲りたい。インターネットに関しては世の中は積極的に活用し推進しようとする方向にあるやに見えるが、その弊害も目立ちつつある。今後の課題である。

情報通信は従来からあるアナログの世界からデジタルの世界へと移行しつつある。現在はその過渡期であり、アナログとデジタルが共存している。そのため、システムが複雑化し情報通信を余計に分りにくくものにしている。このような状態も2000年代にはかなりすっきりしたものになるはずである。しかし、アナログが消滅することは有り得ない。

最後に、余談ではあるが商業ベースで機種やソフトウェアを短期間に変えてしまう様な今のやり方は早く止るべきである。大金を投じて設備を完成したと思ったら、それはもう陳腐化していたということは、人的物的資源の浪費以外のなものでもない。

## 参考文献

1. 東京情報科学研究所編,『情報ネットワーク概論』, ムイスリ出版, 1995, P 93, P 121~P 135.
2. ATR 国際電気通信基礎技術研究所編,『自動翻訳電話』, オーム社, 1994.
3. 望月, 今泉,『航空機騒音調査結果の電子計算機処理について』, 東京都公害研究所年報, Vol. 55, No. 4, 1973, P 98~P 102.
4. 望月富雄, 中村信一, 中村智, 近藤遼, 宝川卓也,『航空機騒音の統計的処理システム』, 日立評論, Vol. 55, No. 4, 1973, P 98~P 102.
5. G. Salvendy, M. J. Smith & R. J. Koubek, "Design of Computing Systems: Cognitive Considerations" ELSEVIER, 1997.