

## 講演

## マイクロコンピュータと社会



## 21 世紀への展望—パソコンリテラシ†

渡 邊 茂†† 加 藤 肇 彦††† (要約作成)

## リテラシと常識

講演者は社団法人パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会の会長として、通産省より情報リテラシについて啓蒙する仕事を委嘱されていることから、マイクロコンピュータとワークステーション研究会では、最終回研究発表会で、同会長にリテラシについての特別講演を依頼した。(要約者註：通産省から同協会への委嘱事項の詳細は、中村薫「特別講演 通産産業省の情報リテラシー涵養のための施策」パソコンリテラシ Vol. 17, No. 1, (社団法人パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会 1992, 1) に紹介されている.)

講演の冒頭で、講演者はまずリテラシがきわめて常識に近いことを述べ、次いですべての人がもっていなければならない常識とは何か、あるいはパソコンに対する常識とは何かという問題を提起した。ファイゲンバウムがエキスパートシステムを作るために、ルールベース作成の多数の前提条件を列挙したとき、常識のルールベースが何百とできてしまい、常識のルールベースはできないという結論を得た。特定分野の専門的な情報のルールベースが作りやすいことに引き換え、変化の激しい情報化社会における常識のルールベースを定義することは非常に困難である。そこで見方を変えて、情報リテラシがなぜ必要かという角度から考えると、情報機器や情報化社会が急激に変化する中で、基礎的に、すべての人間が知っていなければならないことが常識であり、情報リテラシであると、講演者は定義している。そしてそれらが何かをさらに以下で考察する必要性を述べている。

## 情報リテラシの種類

次に、講演では情報リテラシの分類を試みている。まず、専門家にとっての情報リテラシやパソコンリテラシと、一般人にとっての情報リテラシは何かを明確にする必要性を指摘している。

また、専門家はハードオリエンテッドな専門家とソフトオリエンテッドな専門家に分かれ、これらに必要なリテラシは異なっているということを述べている。

一方一般人もまた二種類に分けられ、パソコンやワープロを使っている一般人と、使わない一般人に分けられる。使わない一般人にとっては情報リテラシは一見不要であるように思われるが、情報機器の発達により社会が急激に変化している中で、文書をワープロで作ることに始まり OA 機器やコンピュータの利用が一般的になってきている以上、心を開いて変化を受容できる態度を養うリテラシが必要である点を指摘している。

## コンピュータの歴史的発展

次に、講演者はリテラシを養うために、基礎をどこに求めるべきかの考察について述べた。そのためにコンピュータの歴史的成立過程を振り返って考えることを提言した。そして初歩的なコンピュータの概念の起源を、人類がその発生と同時に思考を始めたことに遡って求めている。コンピュータ以前にまず、プラトン、ソクラテス、アリストテレスらが哲学を創始し、特に相手を論破するための弁証法がまず発達した。そして哲学のもう一つの分野として数学が派生し、弁証法と数学から論理学が発達し、数学と論理学の延長線上にコンピュータができたことを述べている。

時代が下り数学者ヒルベルトが現れて数学の種類の問題、たとえば数学と論理学の相違点を整理する必要性を指摘した。そして提出した問題の中

† 第71回マイクロコンピュータとワークステーション研究会特別講演 (平成4年2月7日)

場所 機械振興会館

†† パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会会長

††† 日立製作所宇宙推進本部, 平成2~3年度 SIGMIC 主査

要約者註: 本特別講演の講演者は、本特集の編集中に逝去された。要約中の表現上の責任はすべて要約者にある。

に第 10 の問題（要約者註：ヒルベルトの第 10 の問題とは、1900 年ヒルベルトによって提出された 23 問の未解決問題の一つ。“整数の係数をもつ任意の多項式  $P=0$  に関してそれが整数の解を有するか否かを決定する手続きを求めよ。” というもの。詳細は M. デーヴィス著、渡邊茂、赤堀也訳「計算の理論」（岩波書店 1966）参照。同問題は、1970 年に日本の廣瀬とソ連のマチャーセヴィッチによって独立に否定的に証明された。否定証明は廣瀬健「帰納的関数」講座：現代の数学 3（共立出版 1989）に詳述されている。）というのがあり、計算するとはどういうことかの定義を求めた。その後 1936 年アラン・チューリングがチューリングマシンの構想を提案し、すべての計算ができるただ一種類のチューリングマシンを想定して、これを万能チューリングマシン（要約者註：任意の標準チューリングマシンを操作の有限列によって表現できる機械のこと。操作の有限列をプログラムとみれば、万能チューリングマシンはプログラム内蔵型コンピュータのモデルと考えることができる。）と定義した。

万能チューリングマシンの第一の重要な点は、論理演算を含むすべての計算ができることである。第二の重要な点は論理の中に論理みずからが矛盾を生み、限りなく二律背反の例を生み出すということである。チューリングによれば、ある論理演算を実行して機械が停止することが問題が解決したことになり、停止しなければ解決したことにならない。そして機械が永遠に停止しないことを証明することが矛盾である。

計算のモデルとしてはチューリングマシンのほかにポストのマシンが提唱され、これもチューリングマシンに等価であることが証明されている。

このような計算という機能の厳密な定義に基づいた理論的考察と並行して、コンピュータのハードウェア作りが進められた。現在のコンピュータの構造の基本は AND, OR, NOT の機能であり、これらの集積によってコンピュータが構成されている。そして、講演者はここがコンピュータリテラシの原点であり、新しいコンピュータを創り上げるための素材、そして刺激の源を多く含むものとして、万能チューリングマシンをコンピュータリテラシの基礎に置くことを提唱している。日本では教育の分野でこの考え方に同意しない立場が

多いことを講演者は認めながらも、最近話題になっているマルチメディアやハイパコンピュータのような新分野も、シンボル、ステート、テーブル、メディアのような原理的要素から出発して拡張することによって創造されるのであり、その基礎としてチューリングマシンが非常に有用であることを主張している。（要約者註：万能チューリングマシンを創造の原点に置くという立場は、講演者が古くから主張し、また多くの議論を呼んできた点である。本件に関しては、渡邊茂「設計論」（岩波書店 1975）を参照されたい。）

### コンピュータの将来像

ここで講演者は半導体チップの発展によってコンピュータと通信がインパクトを受け、それにより家庭、学校、交通、オフィス、工場、そして社会がどう変わったかを考察している。

数年前 256 キロビットであった半導体の集積度が 4 倍ずつ向上し、現在はメガビットで論じられる時代になって、人間の脳細胞とのオーダ比較が可能になってきている。脳細胞は 100 億個ないし 130 億個つまり約  $10^8$  の 10 乗個あり、1 立方ミリに 10 万個の細胞があって、これらがプロセッサとメモリを構成している。

一方、人間の五感を考えると、まず視覚を司る目の網膜は、 $1000 \times 1000$  イコール 100 万個、つまり  $10^6$  の 6 乗個の視細胞から構成されている。聴覚のコルチ氏器官は  $10^6$  の 6 乗より少ない。触覚は場所によって密度が異なるが、だいたい 1 平方ミリに 1 個。人間の皮膚の面積がだいたい 1 平方メートルなので、合計約  $10^6$  の 6 乗個となる。これらから人体のインタフェースは  $10^6$  の 6 乗のオーダで論じられるといえる。半導体の集積度が 16 メガから 1 ギガに達すると、マイクロコンピュータの処理能力と人間の処理能力が同程度になる。現在マイクロコンピュータにできないこともあるが、ソフトウェアをすることによってかなり人間の能力に近づけることができる。

ただ、これでもまだコンピュータに甘いと考えられる。なぜならば人間の神経細胞は樹状突起を多数もっていて、これを経由して他の神経細胞とシナプス結合している。このシナプスの構造はコンピュータの AND, OR, NOT のゲートによる構造とは異なり、シナプスの可塑性という性質に

より、反復学習すると構成が変化して情報を記憶することができる。この点を考慮すると、やはり人間の能力は一オダ程度現在のコンピュータより高いと思われる。

しかし将来に目を向けて、現在の技術開発をそのまま推し進めていくと、10年後にはコンピュータの能力が人間の能力を超越する可能性がある。単なる計算能力だけをみれば、以前から人間よりコンピュータのほうがはるかに高い。そして、最近コンピュータの学習機能や画像認識、あるいは超並列処理が発達してきており、人間の能力に近づいている。

次に、講演者はコンピュータの将来像として一つの提案を試みている。現在コンピュータと通信（電気的手段あるいは光ファイバ経由）で画像を実時間送信するマルチメディアが、将来高速化するという見通しを述べた。そして「万能ポケコン」という言葉で一つの将来構想を創出している。これはポケットに入る程度のサイズで、電話、ビデオ、テレビ、コンピュータ、ワープロの性能をすべて備えたもので、マイクロコンピュータの小型化と性能向上によって実現可能であると期待される。

### 半導体普及による社会の個別化と多様化

21世紀への展望として、講演者は半導体の普及によって引き起こされた、そして今後も引き起こされる社会の変化について述べている。そしてその大きな流れとしては社会の多様化を講演者はあげている。かつて情報化の進行はコンピュータ処理を容易にするための画一化と没個性化を引き起こす方向に作用していたが、マイクロコンピュータは価値観の個別化・多様化への回帰を進めるために貢献することが期待される。

まず、情報量が増えたことから情報選択の範囲が増し、もつ情報の集合が各人ごとに異なってくる。また、コンピュータ資源の低価格化は処理の分散化を推進し、万能ポケコンによる勤務の分散（在宅勤務）が可能になり、マイクロコンピュータを応用した各種機器の普及により医療や教育が家庭でできるようになる。

末端に至るまでの処理資源の普及は広範囲の自動化を可能にし、多品種少量生産に基づいた受注即納システムを現実的なコストの範囲内で実現可

能にする。オフィスのペーパーレス化が進行し、オープンシステムに立脚した小型コンピュータやワークステーションの異機種間接続によるOAシステムが普及する。また、OAの普及により旅行などのサービスの個別化が可能になり、オプションの自由度が増大する。

個別化と多様化は社会の構造にも影響を与え、大企業が減少して小企業が増加し、そして大国が分裂して小国が多くなる時代がくる。

広範囲にわたる分散処理は、処理点間を接続するネットワークの発達によって統一性を維持できる。分散処理の成果がマルチメディアであるのに対し、ネットワーク技術の成果がマルチネットである。情報だけでなく交通網、電気、ガス、水道、エネルギーなどを含めたサービスネットワークを複合化することにより、交通渋滞を起こすことなくサービスが維持できるようになる。

ネットワークの普及により、物事を記憶する必要性は低下し、大量の情報の中から必要な情報を選んで取り出す検索技術（IR）の重要性が増大する。

半導体技術の進歩は、システムの信頼性の向上という方向にも寄与する。スペースプレーンの利用によって一日のうちにニューヨークとロサンゼルスに回ってビジネスをすることができるようになる。月や火星への惑星間旅行も可能になる。

このように半導体が小型化し、低価格化し、高信頼化することによって、情報化は将来も進行し、それによって社会は大きく変化することが期待される。そのためには情報リテラシーを全人類がもたなければならないという結論で、講演が完結した。

（要約者註：半導体技術の進歩がもたらす社会へのインパクトについての講演者の観点は、渡邊茂、須賀雅夫「新版 システム工学とは何か」（日本放送出版協会 1987）に述べられている。）

### 質 疑 応 答

産業構造が今後どう変わるかという質問が提出された。これに対し、講演者は零細企業が今後増加していくという予想を述べた。一次産業、二次産業、三次産業という分類、あるいは原材料、部品、組立、流通、販売という分類があるが、将来はこれらが入り乱れて、このような分類では律し

きれなくなる。すなわち講演者の言葉での複合化が進行する。一つだけのシステムでは組織を説明しきれなくなり、複合化することによって能率を上げるようになる。そして複合化によるメリットとデメリットが情報と絡み合って予想しない状況に進んでいくという見通しを述べた。

(平成4年10月13日受付)



#### 渡邊 茂

1918 年生。1941 年東京帝国大学工学部機械工学科卒業。1947 年東京帝国大学助教授。1953 年東京大学教授。1979 年東京都立工科短期大学学長、東京大学名誉教授。1986 年東京都立科学技術大学学長。システム工学の権威者として、後進の指導に当たる一方、1977 年に日本マイコンクラブを創設し、会長に就任、国際 AI 財団会長、(社)パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会会長を務めるなど、幅広く活躍。工学博士。1983 年世界コミュニケーション年功労者として内閣総理大臣表彰を受賞。1993 年死去。

