

パソコン誕生の文化的社会的的重要性について(1)

藤 井 英 一

はじめに

最近のパソコン（パーソナルコンピュータ）の普及は目覚ましい。1997年以降「1000ドルPC」と呼ばれるディスプレイなど必要なコンポーネントをすべて含んだ低価格パソコンが登場し、これらは台数ベースでパソコン市場の約40%を占めるといわれる。日本電子工業振興協会編（1998）によれば、日本においてもここ数年間は毎年800万台を超えるパソコンが出荷されており、1998年7月に出荷されたパソコン用OSのWindows 98（店頭パッケージ商品）は発売後2日間で25万本が売れ、Windows 98搭載のパソコン本体も同OS発売後1週間で約5万7000台が売れたといわれる。また、もう一つのパソコンOSであるMac OSを搭載したMacintoshシリーズを販売するアップルコンピュータ社は、同年8月に新型インターネット用パソコンiMacを発売し、4ヶ月間で80万台を出荷したとインターネット上で伝えている。また、1998年2月現在、日本のインターネット人口は1000万人を超えたといわれる。

パソコンは、文字通り家庭では個人的に、企業では共同作業の生産性を高めるために本格的な利用が始まってきており、さらにインターネットを利用したグローバルコミュニケーションのツールとしての有効性が日増しに高まっている。大量生産によって安価で性能のよいパソコンが個人レベルで利用できるようになった現在、パソコンは従来のメインフレーム対端末マシンのシステムでは考えられなかったコンピュータとしての新しい可能性を示し、文化的社会的にも計り知れない影響力を及ぼすに至っている（仲俣暁生編，1998）。中でも、パソコンの従来の「道具」の範疇に収めきれない知的生産ツールとしての利用

法は、西垣通（1997）らがパソコンを知能増幅機械 Intelligence Amplifier と位置づけているように、もっと注目されなければならない点だろう。

しかしながら、パソコンはできたてはやほやの機械であり、個人としての効果的な利用方法や使い手のレベルに合わせた技術習得の教育法などは、模索が始まったばかりである。家庭でパソコンを購入しても1年以上も目的通り動かせなかったり、回りの多くの人の手を煩わせてやっとの思いで動かすことができたという話は良く聞く。会社などでもパソコン本来の性質を十分に生かした知的生産ツール的な利用がされていることは少なく、業務ソフトにデータを入れるだけであったり、ワープロソフトで文書を清書するためにだけ使っている場合が多い。一部では導入後、従来の業務システムより生産性の低下があったり、利用者の精神的ストレス問題が新たに浮上したりしている。

学校教育の中でのパソコンリテラシー教育は、まだ始まったばかりである。文部省が行った公立学校の情報教育の実態調査（1997年3月31日実施）によると、コンピュータの設置率は、小学校90.7%、中学校99.8%、高等学校100%、特殊教育諸学校98.7%となっており高率であるが、一方、それぞれの平均設置台数は、小学校8.5台、中学校25.3台、高等学校66.6台、特殊教育諸学校10.0台となっており、生徒数からすると極めて少ない台数といえるだろう。さらに、コンピュータを操作できる教員は、全教員の46.5%（小学校39.2%、中学校50.9%、高等学校58.7%、特殊教育諸学校33.7%）であり、そのうちコンピュータに関して指導できる教員は19.7%（小学校16.7%、中学校22.7%、高等学校23.8%、特殊教育諸学校12.0%）である。（日本電子工業振興協会編1998）

以上の調査結果から判断して、高校までの学校教育では、実質的なパソコンの教育環境は貧弱である。佐伯胖（1997）の指摘にもあるように、コンピュータ教育が操作技術を教えるだけで良いはずがない。

本論文では、パソコン誕生の文化的社会的重要性を次の3点から考察する。
1) パソコンという「道具」の特殊性について生物学的視点から考察し、その本質を明らかにする。
2) ヒトの認知能力を補強、増大させる知的生産ツール

としてパソコンを使うには、どうすればよいのか。3) グローバル・コミュニケーションのメディアとしてのインターネットの問題点と可能性を整理し、今後の情報文明社会の進むべき方向を考える。

A. 「道具」としてのパソコンの特異性

1. 機能と形態

一般に「道具」というものは、その形態が機能をよく反映しているもので、形態を見ることによってどんな機能をもつ「道具」であるかを知ることができる。日常的でない道具や機械であってもその機能を知らされれば、その後は形態から機能がわかるものである。(図1の上図)

しかし、パソコンは人類が発明した道具の中で唯一形態から機能を類推できないものである。具体的に言えば、ハードディスクの内容、すなわちプログラムの内容を見ないことには、他人のパソコンがどんな使われ方をしているかわからないのである。これは、コンピュータという機械がハードウェアとソフトウェアという二つの異質の部分が合わさって「道具」として機能するという独特な性質をもつことに関係がある。ここでいうハードウェアとは、パソコン本体と周辺機器であり、ソフトウェアとはコンピュータ・プログラムのことである。パソコンの機能は、プログラムの内容によって決まり、そのプログラムを動かせるために必要な周辺機器を本体に接続することにより道具、あるいはシステムとして完成するのである。言い換えれば、パソコンというのは本体が同一、すなわち形態が同じであっても、プログラム次第で、全く違う機能をもつ道具になりうるということである。(図1の下図)

ここで重要なことは、パソコンに与える命令であるプログラムの選択は、利用者側の能力に任されているということである。従来家電製品は誰が使ってもほぼ同じ機能を示すが、パソコンは利用者の命令の仕方によって大きく機能や性能を変えるのである。パソコンを会社、大学などの組織で使う場合、経営者や管理者だけでなく利用者すべてがこの道具としてのパソコンの特殊性を理解していないと有効な道具として働かないのである。

なお、マイコン（＝マイクロプロセッサ，超小型制御用コンピュータ）を搭載した家電製品や車，あるいはワープロは，パソコンと同じコンピュータを内蔵しながら，道具としての性質は従来の道具の枠を出ていない。それは，プログラム部分を利用者側が変更できず機能がそれぞれの用途に限定されているからである。一方，テレビゲーム機は，ソフト（ROMカセットやCD-ROM）を変えると違うゲームができるようになっており，パソコンと同じ新しいタイプの道具である。しかし，動作の安定性から見ると，道具としての完成度はパソコンより高い。

従来の道具

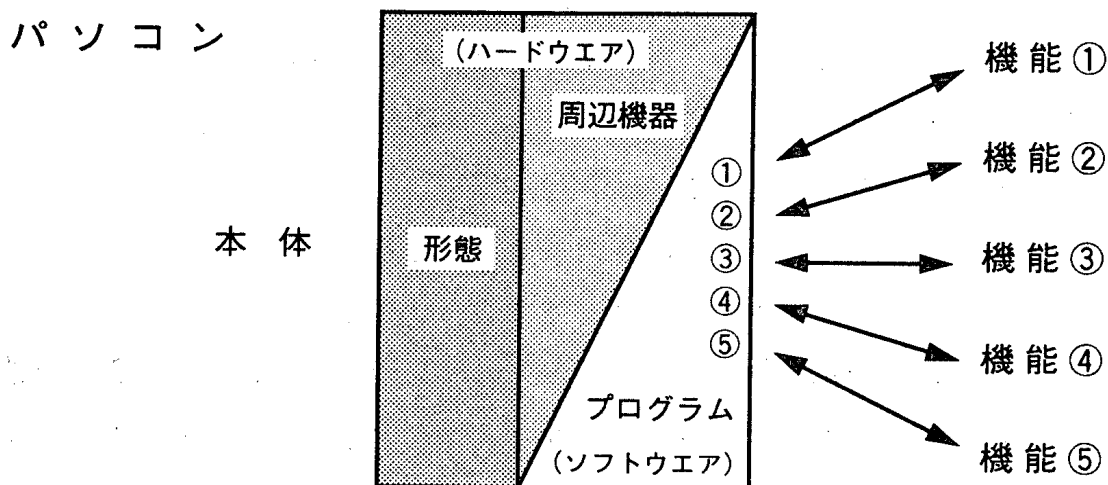
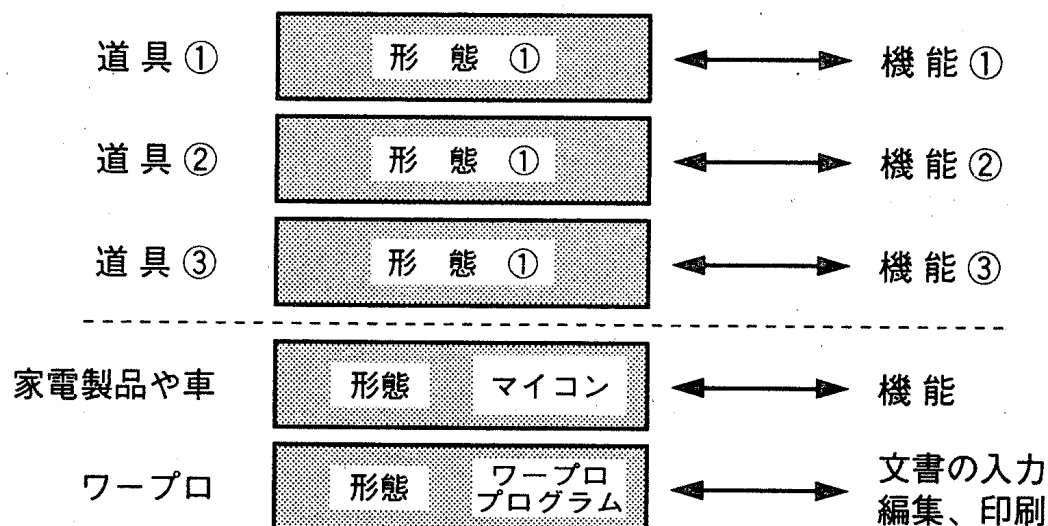


図1 形態と機能：従来の道具とパソコンとの比較

2. ヒトとパソコンの類似性

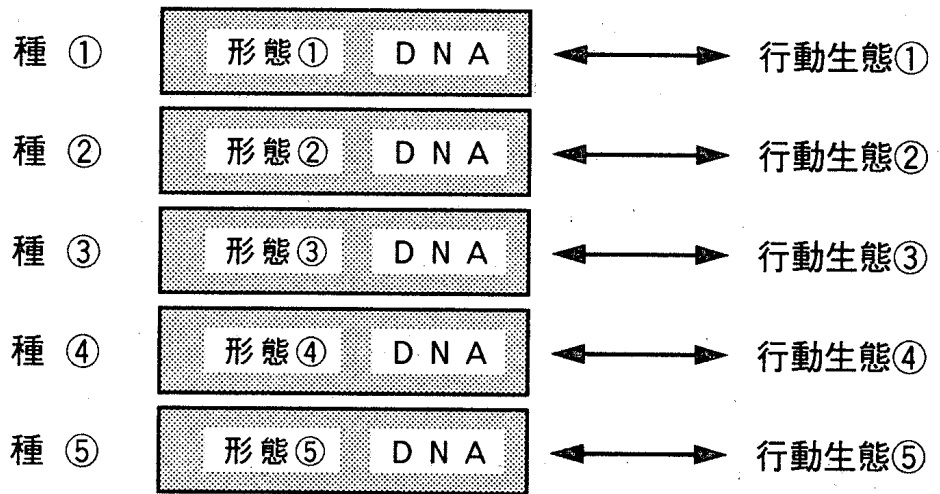
ヒトとパソコンの類似性を見る前に、動物とヒトにおける形態と機能（＝行動生態もしくは仕事）の関係を整理しよう。現在地球上に生息する動物は150万種とも言われるが、この動物の形態を注意深く観察すると、個々の種の生活する環境や行動生態に極めて合理的に適応していることがわかる。それぞれの種は固有の形態をもち、その形態を生かした固有の行動生態をもっているのである。一方、動物が受精卵から成体までの発生、発育過程に必要な生命情報は、細胞の核の中にある遺伝物質 DNA の中に保存されていることがわかっている。動物の個々の種の固有な形態も行動生態も、このDNAの中に保存された遺伝情報にしたがって正確に作られ、発現するのである。このDNA情報は同種内の生殖によって新個体に伝えられるが、種が進化するような変化をもたらすには長い地質学的時間が必要である。

すなわち、動物は、形態と機能（＝行動生態）が一對一で結びついているという意味では、従来の道具と同様であり、さらに、変更ができないプログラムを内蔵しているという点で、家電製品・ワープロなどの道具とさらに類似している。(図2の上図)

一方、ヒトの場合は、DNA情報の他に文化的遺産（道具、知識、技能）を利用したり学習したりすることによって、自らの形態や行動生態を質的に変化させることが可能である。例えば、衣服や道具によって形態を変化させたり、自動車や飛行機に乗って行動生態を大きく変えることができる。さらに、ヒトは、農業や畜産業により食生活環境を変えたり、エアコンで気温をコントロールしたり、地球環境自体を自らの快適な状態に変化させることも可能である。

さて、文化は、ヒト社会の中に保存された遺伝情報ともいえるもので、ヒトと他の動物を区別する知的優位性はこの遺産なしには考えられない。しかし、文化は、DNAのように自動的に伝達されるのではなく、赤ん坊として誕生した後、両親、家族、学校、地域社会の中での学習の過程を経て、脳の中にインプットされ、先人の知恵が自らの知恵となりうるのである。そして、パソコンに仕事をさせる時、仕事の内容によってプログラムを選択するように、ヒトは

動物



ヒト

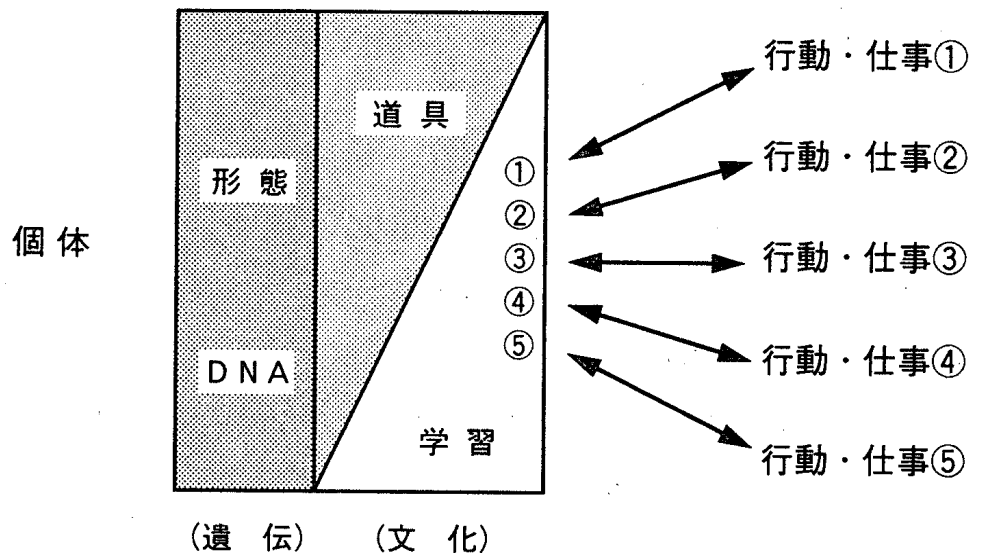


図2 形態と行動：動物とヒトとの比較

学習の内容を変えることにより、異なる行動や仕事の能力を獲得することができるのである。以上のように、パソコンとヒトは、形態を変えずに機能を変更できるという共通の性質をもっている。そして、この機能の内容と質を決定しているのがパソコンではプログラム、ヒトでは学習あるいは教育である点を考えると、学習あるいは教育の内容と方法がヒトの人間としての完成度に重要な役割を果たしているように、プログラムの選択が道具としてのパソコンの機能・性能に大きな影響を与えることがわかる。

さらに、情報の保存形式において、パソコンとヒトを含む生物の間に類似性が見られる。ともに、情報をコード化して保存しているのである。パソコンは1と0の2進数で情報を処理するが、この一桁をビットbitと呼び、8ビットを単位とした場合、これをバイトbyteと呼ぶ。英語のアルファベットと数字は、この1バイト8桁に置き換えられて表現される。これらは世界共通の規則でコード化されており、英文電子メールの世界各国間でやり取りを可能にしている。なお、漢字、ひらがなは、種類が多いので2バイトを使ってコード化され処理されている。一方、生物はDNA中に多種多様なたんぱく質の構造式をコード化して保存している。生命活動が正常に行われるためには、一つの細胞の中だけでも2000種類以上の酵素が働いているといわれているが、これらの酵素も蛋白質である。この蛋白質という化合物は、20種類のアミノ酸のいずれかが200~400個前後、鎖のようにつながった構造をもっており、アミノ酸の配列順序が異なると違う種類の蛋白質になるという性質をもっている。生物は、DNA中にある4種類の塩基（アデニン（A）、グアニン（G）、シトシン（C）、チミン（T））をACGやAACなどのように3個組み合わせることによって、基本単位であるアミノ酸20種類をコード化し、さらに、この3塩基配列を次々に連ねるやり方で個々のたんぱく質に対応したアミノ酸の配列順序を表現し、保存しているのである。DNAというメディアの中に記録されている情報というのは、生物界で普遍的な性質をもったもので、DNAの構造とコード化の規則が、細菌、植物、動物にいたるまで地球生物のほぼすべてにおいて共通であることがわかっている。すなわち、バイオテクノロジーの技術を使えば、ヒトのインシュリンDNAを大腸菌に移植して、その大腸菌にヒトのインシュリンを生産させることもできるのである。

3. ヒトとパソコンとの対話

パソコンは小型で安価であるけれどもメインフレームやミニコンと呼ばれるコンピュータと基本構成は同じである。入力装置（キーボード、マウス、マイク、イメージスキャナー）、出力装置（ディスプレイ、プリンタ、サウンドカー

ドとスピーカー), 記憶装置 (主記憶装置としての RAM と ROM, 補助記憶装置としてのハードディスク・ドライブ, フロッピーディスク・ドライブ, CD-ROM ドライブ, MO ドライブ), 演算装置 (中央処理装置 CPU=Central Processing Unit), 各装置の連携を管理, 調整をする装置としての制御装置 (CPU) という 5 つの主要な部分から成り立っている。

上記のようなしくみで動くコンピュータが内部で実行している情報処理の方法はヒトの頭脳と全く異なっているため, コンピュータを使うには, 利用者との間で通訳の役割をするものが必要である。この利用者がパソコンを思い通りに動かすことを容易にするためのユーザーインターフェースの役割をしているのが OS オペレーティング・システムであり, パソコンを動かすにあたって, アプリケーション・ソフトの実行を管理したり, 周辺装置と本体との情報のやり取りを調整するための基本的ソフトウェアでもある。パソコンで利用できる OS は, 古くは MS-DOS, 現在の主流はマイクロソフト社の MS-Windows (最新は Windows 98) とアップルコンピュータ社の Mac OS の 2 つである。

パソコンを使うためには, まず OS を本体のハードディスクへ組み込まなければならない。正しくセットされたパソコンシステムは, 本体の電源スイッチを入れると, 自動的に OS を主記憶装置に読み込んでゆく。この作業が無事終了すると, キーボードやマウスといった入力装置を使って利用者はパソコンと対話ができるようになる。しかし, この状態では, 補助記憶装置の内容を見たり, ファイルのコピー・削除や保存場所の変更などのファイル管理や, ディスプレイ画面の表示形式の変更などはできるが, 仕事を実行させることはできない。パソコンを実際の仕事に適用するには, ワープロ, 表計算, データベースといったアプリケーション・ソフト (=アプリ) を購入しハードディスクの中へコピーし実行させる必要がある。さらに, 出力装置としてプリンタを使いたい場合は, プリンタ・ドライバと呼ばれるソフトをシステム・プログラムの中に組み込む必要がある。

ここでパソコンの動くしくみの大枠を理解するために, ヒトの生命活動と比較して見よう。システムとして正常に稼働している状態のパソコンというの

は、エネルギー（電気）や物質（プログラムやデータ、周辺機器）を摂食、代謝、排泄するような機能を持ち、かつ外部（入力装置）から加えた刺激に対して反応する系である。さらに、周辺機器を追加することによって、成長させたり、運動させたりすることも可能である。これは、まさに生命活動といって良いものかもしれない。しかし、一方では、重要な部分に人の手が加わっており、生命体のように個が独立しているようなことはない。電源OFFの状態から考えると、パソコンに電源が入りシステムプログラムが内部メモリに読み込まれていく状態というのは、パソコンに命が吹き込まれていく状態であり、読み込みが完了すると、パソコンは外部の刺激に対して反応するようになる。この状態は、ちょうどヒトの赤ん坊と考えてよい。人は、小学校、中学校に進むと国語、英語、数学、図工、音楽といった知識や技能を学び大人へと成長してゆくが、これら授業科目がパソコンのアプリケーション・プログラムに相当する。パソコンはアプリを取り込むことによって専門性を高めたり、多機能化したりするのである。パソコンへの教育は、既存のアプリをハードディスクにコピーし、それを起動させればよいのである。たくさん勉強するパソコン君は、大容量のハードディスクが必要になる。

もう一度、パソコンを道具として使う際の手順を整理すると、まずは仕事の内容に合わせたアプリを選択することである。このソフトの選択が最も重要であり、目的の機能が備わっているかどうか慎重に検討する必要がある。次に、そのソフトの機能に見合った入力装置、出力装置、補助記憶装置をそれぞれ選定し、本体に接続する必要がある。そして、これら周辺機器を制御するためのドライバソフトも同時にOSの中に組み込まねばならない。以上のようにハードウェアがシステムとして動く環境になっている時、目的のアプリケーション・ソフトが正しく機能を発揮するのである。

さて、パソコンは機能に合わせてソフトならびに周辺機器をかなりの自由度をもって変更できるが、ここにパソコンの難しさの原因が潜んでいる。パソコンのソフトはOS、アプリ、ドライバソフトにしてもプログラムが完全ではなく機能の向上（バージョン・アップ）が頻繁に行われる。そして、このバージョン

ン・アップはOS、各種アプリ、各種ドライバソフトの間で十分な調整なしに実施される。その結果、OSのバージョン・アップにより旧OS上で正常に作動していたアプリが動かなくなったり、旧OS上では最新のアプリが動かなくなったりする。OSやアプリのバージョン・アップが周辺機器のトラブルにつながるケースも多い。また、本体が大幅に機能向上した場合は、通常、OSも変更されるので、旧モデルで作動していたアプリが使えなくなるケースもある。パソコンを数年以上にわたり使用すれば必ずこの問題に出会うが、この時、パソコンの難しさを痛感する利用者が多い。OSやアプリのバージョンアップは、概して、企業ユーザー向けの機能向上が多く、個人ユーザーには必要のない機能も多い。機能追加の代償にプログラム・サイズの大幅な増加と処理スピードの低下が伴うこともしばしば見受けられることであり、仕方なく新型モデルへ本体を交換するというケースが後を断たない。バージョンアップは、充分検討して実施すべきである。

4. パソコンで何ができるか。

1946年、アメリカのペンシルベニア大学で世界で初めての電子計算機、エニアック (ENIAC=Electronic Numerical Integrator And Calculator) が作られたが、18800本の真空管と1500個のリレーを用いており、重さが4トンにもなった。エニアックに計算を実行させるには、仕事の手順をプログラムに書く方式ではなく、多数のスイッチの切換えやプラグの差換えによって処理手順の実行、変更を行っていた。これは人手のいる大変な作業だったが、その演算スピードは、当時の自動計算機の1000倍以上もあり、戦争における大砲の弾道計算の微分方程式の解を求めるために大いに貢献したという。

これに対して、数学者のノイマン (J. V. Neumann) は、プログラム (仕事の手順) とデータをあらかじめ記憶装置に格納しておき、コンピュータ自体がその記憶装置から命令を1個ずつ順番に取り出して実行してゆく方法を考え出した。このプログラム内蔵方式のコンピュータは、発案者の名をとってノイマン型コンピュータと呼ばれる。現在の大型コンピュータもパソコンもこの方式が

主流であり、CPUを構成する演算素子を真空管からトランジスタ、IC (Integrated Circuit, 集積回路)、LSI (Large Scale Integrated Circuit, 大型集積回路)、そして現在のVLSI (Very Large Scale Integrated Circuit, 超大規模集積回路)へと変えることにより急速に処理能力と信頼性を向上させ、1970年代はメインフレーム (汎用大型コンピュータ) の全盛時代となった。メインフレームは、その価格が極めて高いために所有できるのは政府関係や大企業などで、これをホストコンピュータとして複数の端末機でタイムシェアリング (時分割) して効率良く使った。この時代にコンピュータを操作できたのは一部の専門家だけであり、用途は高度で複雑な科学技術計算や膨大な量のファイル処理だった。

パソコンは1960年代末から1980年代初めにかけてアメリカで誕生した。パソコンの当初の用途は、四則計算、ワープロ、表計算くらいであり、研究開発の目的は、コストダウンと使いやすさの追及だったと言われる。そして、メインフレームの研究者がヒトの言葉を理解し思考する人工知能 AI (Artificial Intelligence) の開発に挑戦しているとき、パソコンの開発者たちの目標はさらに大きくなり、コンピュータをヒトの道具として一層洗練させた IA (Intelligence Amplifier) 知能増幅機械にすることを目指した。(西垣, 1997)

パソコンが開発されてゆく過程で、超高価な大型コンピュータがもっていた汎用性という性質が継承されたことは、大変価値のあることだった。そもそもパソコンは大型コンピュータとは違って高価ではないので、多数で多目的に使う必要はないのである。事実、特定の業務用のプログラムだけを搭載した工業用の小型コンピュータがあるし、一般家庭にパソコンに先立ち普及したワープロがまさにそのタイプである。ワープロは文書処理のプログラムだけをあらかじめ搭載したプリンタ内蔵の機能限定一体型のコンピュータなのである。パソコンは、利用者側がプログラム部分を自由に変更できる機能をもつからこそ、自分のための自分だけのコンピュータになりうるのであり、パソコンを知能増幅機械にすることを目指した開発者たちの思いは、ここにあるのである。パソコンの使いやすさの研究は、西垣編著訳(1977)にあるように、ブッシュ(1945)

「われらが思考するがごとく」、リックライター(1960)「ヒトとコンピュータの共生」、エンゲルバート(1962)「ヒトの知能を補強増大させるための概念フレームワーク」、アラン・ケイ(1977)「パーソナル・ダイナミック・メディア」・「マイクロエレクトロニクスとパーソナル・コンピュータ」、といった流れの中で対話型のマンマシン・インターフェース技術として GUI (Graphical User Interface) を発達させ、現在、具体的に Windows 98 や Mac OS として製品化されている。1981年、安価で十分な性能があるパソコン IBM/PC が発売されると、企業においてもメインフレーム対端末というシステムからパソコンやワークステーションによるシステムへと流れが変わったのである。

その後、パソコンは性能の向上と低価格化が急速に進み、さらに OS の進歩により専門家でない人でも使える程度にインターフェースが良くなり、一般家庭にパソコンが入り、会社の仕事の続きをしたり、ワープロできれいな文書を印刷したり、パソコンゲームをしたりという使い方が出てきた。そして、1990年代半ばになると国際的ネットワークである「インターネット」が爆発的に家庭に入り始め、極めて魅力的な新しいパソコンの使い方が始まったのである。

しかし、「インターネット」だけがパソコンの使い方ではない。では、一般に「パソコンができる」とは、どのようなことを言うのだろうか。技能のレベルや内容別に整理してみよう。

(1) 文書作成ができる。

以下のようなレベルがある。

- ① キーボードからの文字入力やかな漢字変換ソフトの操作ができる。
- ② ワープロ機能をもったパッケージソフトを使って、文書の入力や編集作業ができ、完成文書を印刷できる。
- ③ フロッピー・ディスクやハード・ディスクを使って、ファイルのコピー、削除、移動ができる。

(2) 業務処理用ソフトが使える。

特定業務用に開発されたパッケージソフトが多分野にわたり販売されている。

例えば、経理・会計・給与・財務、顧客管理、販売・在庫管理、図書館管理などその業務の知識と文書作成技能があれば使えるもの、CAD・CAMなどの設計・製図支援ソフト、DTP（デスクトップ・パブリッシング）など習熟までかなりの訓練が必要なものがある。業務用をソフト開発業者に特注する方法もあるが、導入費用は非常に高くなる。

(3) 「インターネット」ができる。

以下のようなレベルがある。

① 「インターネット」に接続するため必要なものを準備できる。

具体的には、電話回線、モデムあるいはTA（ターミナルアダプタ）、接続・閲覧用のソフト、プロバイダーとの接続利用契約など。

② プロバイダーにダイヤルUP/IP接続ができる。

③ ホームページの閲覧、検索、E-mailの送受信ができる。

④ ホームページの開局、運営ができる。

なお、従来のパソコン通信をする場合も電話回線、モデム、通信用ソフトが必要である。

(4) 知的生産支援ソフトの活用ができる。

コンピュータと対話をしながらヒトの知的作業を助けたり、高めたりするために開発されたソフトには、以下のようなジャンルがある。

① 思考発想支援（アウトライン・プロセッサ、アイデア・プロセッサ）。

② 計画・企画支援（プロジェクト管理）。

③ 発表・説明資料作成支援（プレゼンテーション）。

④ 計算能力支援、画像描画・処理能力支援。

⑤ 作曲・演奏能力支援。

(5) 簡易言語によるプログラム作成ができる。

簡単なスクリプト（プログラム）を作成機能がついている汎用ソフトで市販されている業務ソフトに匹敵するようなプログラムを自作することも可能である。個人の情報処理機能を大幅に補強する可能性をもったソフト

で、以下のようなジャンルがある。表計算，データベース，科学技術計算など。

- (6) プログラム言語によるプログラム作成ができる。

パソコンで使える言語は，BASIC，C，PASCAL，FORTRANなどがある。簡易言語では扱えない種類の仕事は，プログラム言語を使う。

市販のアプリケーション・ソフトやゲーム・ソフトなどは，これらの言語を利用して作成される。

- (7) トラブル時の対応ができる。ハード，ソフトともに，トラブル時の適切な対応，処理ができる。

- (8) システム設計，管理ができる。

LAN システムの設計・管理の場合，ソフトウェアならびハードウェアの知識だけでなく，組織全体の仕事の内容を把握したり，情報化の成果，方向性などにも配慮が必要である。

以上のように，パソコンを道具として使う場合，いろいろなレベルや内容があるが，使い方それ自体が利用者のパソコンに対する知識や技能のレベルを示しているとも言えよう。なお，自分に合わせたパソコンの活用法を早く知る方法は，実際の使われ方を数多く見ることである。必要な知識と技能は，使う目的が決まってからの方が効率良く身に付くものである。

現在，プログラムは作る時代から選ぶ時代になっている。市販のパッケージソフトの上手な選択と組合せが自分の目的の作業を効果的にパソコンに実行させる早道である。

おわりに

「パソコン誕生の文化的社会的的重要性について」の後半部分については，次号に投稿予定。

- B. パソコン・ネットワークと情報文明社会
- 5. 情報メディアとしてのパソコン・システム
- 6. パソコンをつなぐ
- 7. インターネットの世界
- 8. コンピュータ・リテラシー教育

引用文献

- 佐伯胖 1997 新・コンピュータと教育 岩波新書, 岩波書店, 東京, 199 p.
- 仲俣暁生編 赤木昭夫・紀田順一郎・浜野保樹・名和小太郎監修 1998 いまの生活「電子社会誕生」 晶文社, 東京, 338 p.
- 西垣通 1997 “思想”としてのパソコン, pp. 3-64.
- 西垣通編著訳 1997 「思想としてのパソコン」, NTT 出版, 東京, 298 p.
- 西垣通編著訳 1997 「思想としてのパソコン」, NTT 出版, 東京, 298 p.
- 日本電子工業振興協会編 通商産業省機械情報産業局監修 1998 パソコン白書98-99, コンピュータ・エージ社, 東京, 243p.