

報 告

マイクロコンピュータと社会



パネル討論

マイクロコンピュータの過去・現在・未来†

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

パネリスト

森 亮一¹⁾, 石田 晴久²⁾, 安田 寿明³⁾若鳥 陸夫⁴⁾司会 加藤 肇彦⁵⁾

はじめに

司会 (加藤) それでは
本日の研究会の後半のパネ
ル討論を開始いたします。

タイトルは「マイクロコン
ピュータの過去・現在・未

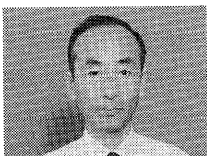
来」で、本研究会が 15 年前に発足してから今ま
での、初代から第4代までの主査の方にご参加い
ただきました。私は第5代現主査をやっております
日立製作所の加藤でございます。

まず、パネリストをご紹介します。第1代
主査で、現在筑波技術短期大学の森亮一先生。そ
の次が第2代主査、東大の石田晴久先生です。
その次が第3代主査、東京電機大学の安田寿明先
生。それから第4代日本ユニシスの若鳥陸夫さん
です。

まず、討論に先立ちまして私が簡単に口火を切
らせていただきます。

マイクロコンピュータは 71 年の終わりに 4 ビ
ットが出てきて、それが 8 ビット、16 ビット、
32 ビット、それから 64 ビットが出始めたところ
です。71 年といっても暮れに近かったので、ほ
ぼ 72 年の初めといってもよいと思われます。と
いうことは今からちょうど 20 年前です。マイコ
ン研究会が発足したのが 1977 年で、その約 5 年
あとです。

ちなみにこの 20 年前からさらに 20 年遡った
1952 年はどういう時期だったかといえますと、



当時の電気試験所で ETL Mark I というリレー
式コンピュータが初めて完成した時期です。森先
生がご担当になったのでしょうか？

森 いいえ。話に聞いただけです。Mark II に
は少し縁がありました。

カードとネットワーク

司会 そういうことでございます。

私はこれからはメモリカードや IC カードのよ
うなカードと、ネットワークが将来のメディアの
中心になるのではないかと考え、ここで一つの提
案めいた予測をしてみました。

カードがこれから現在の通貨の代わりに使われ
る時期がくるのではないかと。カードの特長は持ち
歩きやすいことです。一方、ネットワークは定位
置で使用する大量のデータを転送するのに適して
いる。現在いろんなことに対してそれぞれ別の
カードが使われていますが、これが種類のカー
ドでできる時代がくるのではないかと考えており
ます。それにともなういろんな問題を考えておか
なければいけない。まず、防犯の問題とか、紛失
防止、無効処理の問題。それからカードをベー
スにした新しい経済理論ができてくるのではない
か。歴史をみてみますと、通貨というものがな
かった物々交換のノーカレンシの時代。それからカ
レンシ、通貨ができてきた。その次が信用経済の
時代。その次がスーパーカレンシ。カードとかネッ
トワークによって価値が移動する時代がくるん
ではないか。カードによる人間のビヘイビアとか、
社会へのインパクトを解析する時代がくるんでは
ないかという予測がされる。またそうすべきでは
ないか。これは石田先生の予稿の中にも若干カー
ドのことが触れられていますが、これは私の提案

† 日時 平成4年2月7日(金) 15:00~17:00

場所 機械振興会館

1) 筑波技術短期大学、第一代主査、2) 東京大学、第二代主査

3) 東京電機大学、第三代主査、4) 日本ユニシス、第四代主査

5) 日立製作所、第五代主査

として述べさせていただきたいと思います。

それでは、まず各主査の先生方に最初に 10 分程度ずつのスピーチをお願いしますので、よろしくをお願いします。では、森先生よろしく。

マイクロコンピュータの産業へのインパクト

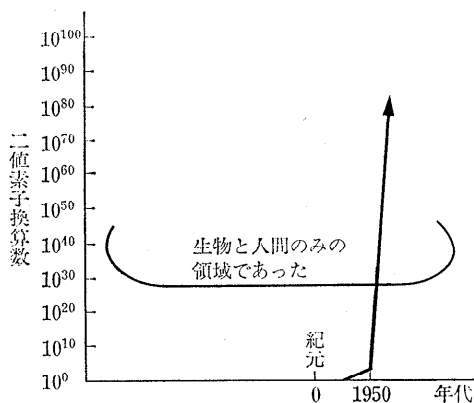
森 ただいま加藤さんからお話があり、また各先生、特に石田先生が予稿に詳細で具体的にお書きです。用意した物が重複するかと思



いしましたが、それぞれにパーソナリティがあって違うようです。私が研究会をお引き受けしたのは 15 年前だったと思いますが、その 3 年前に、現在も継続している日本電子工業振興協会のマイクロコンピュータ技術委員会の前身が発足しておりまして、それについても初代の委員長をお引き受けしましたから、この研究会の主査をお引き受けしたときは、協会と学会の両方をやっております。

今日の予稿は、最後のあたりを除きますと、私がそのころに書いたものでして、そのころとしてはずいぶん大胆な、しかし必ずこうなるだろうと確信して書いたもので、今からみると、むしろ当たり前になっているところがおもしろい点だと思います。たとえば、自転車の中に、また歯ブラシの中にもマイコンが入るようになるなどという断言は大げさと思われるものでしたが、今ではどなたもご存じのように、マイコンのチップがときには 1 個 30 円などということもあります。

結局どうということなのかというと、人間の作るものの素子数増大に関して、この絵にあるようなことが起こっているんだと申し上げたいと思います。この絵に示すとおり、人類の歴史が始まってから 1 万数千年間はほぼ平らでありました。それから 1000 年ぐらいたってから素子数が少しずつ立ち上がり、1950 年から現代に入って傾斜が急になります。そして太い線で書いたこの位置が今現在になります。縦軸が大幅な軸でして、これが算術でなしに指数ですので、100 億倍、100 億倍の 100 億倍、100 億倍の 100 億倍の 100 億倍というスケールで上っていつているので、私は宇宙の素粒子の数がいくつあるのか知りませんが、それに多分この絵の中で届いてしまうぐらいの勢いなん



図

だということです。

ここでは略しますが、この下の線あたりのところから上ぐらひは、今まで生物以外ではつくられなかった程度の 2 値論理素子換算相当の製品の複雑さであるということです。

重要なことは、数十年ではなしに、100 年を単位としてここへたどり着かなければならない。昔は細胞一つを 1 ビットに換算して比較したりした例がありましたが、これは明らかに間違いで、細胞一つは一つのプロセッサどころではないわけです。プロセッサがあり、そしてエネルギーが供給され、不要なものが排出され、エラーが起こったときに自己修復して、そして自分の子供をつくるというようなことを全部するのが一つの細胞ですから、それをどのくらいに比較したらいいかまだ分かりませんが、少なくとも細胞を構成する原子や分子の数は一つの目安になります。そういう基本的な数だけでとったときにこの絵のようになるということです。人類の歴史で存在していなかったような現象が確かに起こっているというのが一番根本的なことであろうと思います。

結局まったく新しい産業製品が生まれたということです。従来と何が異なっているかといいますと、人類が幸福な時代に入るための、いわば自由な社会が持続するために必要な基本的な性質をもった新しい産業製品が生まれたということです。けれども、集積度が上がったことがたとえばソビエトで、テレビを支え、通信を支え、すなわち人々が事実を知ることを支え、そして反動的な動きを起こさせなかったということを支えたという意味の全部がこの新しい産業製品に絡んでいる。で

は、その基本的性質をもったものは何なのかといえば、これはいうまでもなく情報であります。情報というものが産業製品として量産できるという性質をもっていることが非常に重要です。大きなジェット機ができて、速度で数倍、定員で数倍ふやすだけでも非常に大変です。ところが情報のほうでは、10億倍の進歩が起こりつつある。秒速1メートル時速3.6キロで歩く人と光の速度との比が3億倍であります。人間と光の速度の違いぐらいの進歩が現に起きている。こんなことはいまだかつて起こったことはありません。飛躍が別です。ゼロと有限の比が無限ですから、有限の性能をもったものが連続的に向上して、そしてそれだけの変化が起こったということは、私の知る限りでは人類の歴史にないだろうと思います。そういうことが情報だから起こっているということですね。いいかえると、たとえば自動車か自転車の性能が10億倍上昇するなんていうことはありえないわけです。エネルギーの問題、資源の問題や物理的な大きさの問題などのために、有体物ではありえないことが情報では起こっている。

マイクロコンピュータによるパラダイム変革

そしてもう一つ、根本的に重要な性質があります。それは、情報は他人に贈っても自分が貧しくならないという性質をもった初めての産業製品だということです。人間は根本的には神様でもないし悪魔でもない。その中間です。多くの方々は、ほかの人を豊かにしてやろうとはする。しかし、気がついたら自分のほうが相手より貧しくなっていたというのは我慢できないのが普通の人。そうではない方は多分聖人か君子です。

また、自分よりも貧しい人々を助けたいと思う。自分と同じところまで上がってくるための手伝いをしたいと思う。ただし、それによって自分自身が下がったりしないのであれば、というのが普通の人です。ところが、今までの産業製品ではそういう要件を満たすものではありませんでした。自分のもっている何か、たとえば食べ物に限られているという状態では、それを人にやれば自分の食べるものがなくなるという状況があったわけです。そういう状況下で世界の構造が決まってきた。ところが、情報はそうではない。人に贈っても自分が貧しくならないですむ。

また、楽しむことが恥ずべきこと、あるいは人にはなるべくいわないでやったほうがいいことだという社会から、その逆に楽しむことができない人は社会的に落伍者なんだというくらいに反対の方向に社会が変わってきている。ということが、すでにいろんな意味で表れてきているんじゃないかと思います。こうなってくると、オートマチックトランスミッションがユーザ側からみれば楽しいものだけれども、しかし作る側からみればとても高度な技術がなければ競争できないようなものがある、と同じようなことがコンピュータの分野で起こってくるのだらうと思っています。情報は、人間の財産として、また社会の財産としてまったく違う性質のものであることが重要です。人にやっても自分のものは減らない。この根本的な性質が従来の流通システムとまったく違うわけです。従来の流通システムは、人にあげたら自分のものはなくなるというものでしたから、社会のすべてにわたって、財産の構造、経済や文明の構造すべてがそれを前提にして存在していたわけです。ところがその性質がデジタル情報にはありません。ですから、ご存じのとおりいろいろな権利に関する問題が起こってきている。その「製品」を生み出した人々の権利と、デジタル情報そのものの持つ素晴らしい性質を両立させる方法、電子技術的に両立させる方法が社会的に確立されていません。そのために、いろんな妥協をして解決しようとはしますが、技術がさらに発達したときに矛盾が起こってきている。われわれの文明が発達して道路網ができる以前には、道路網の整備の程度が文明の尺度であるなんてことは多くの人たちは知らなかった。大根をつくって自分で食べればよかったわけです。道路があろうがなかろうが、大根を作りさえすればよい。しかし、大根が売れて、お米が売れて、というためには道路も必要になります。今では、道路が大切だということを説明する必要はありません。

今同じことが起こっていて、情報を配達するには道路は要りません。無線でも有線でも、どこまでも、世界中一瞬につながるができます。たとえば火星にいる人がソフトウェアを書いて、それを売りたいければ、発信すればすぐに地球まで届くわけですから、道路も何も要らない。しかし、そのかわりに、デジタル情報の権利を、きちん

と、電子的に自動的に処理することができるメカニズムが必要です。私は、昭和 58 年以降ですから 9 年ぐらいになりますか、このメカニズムの提案を一生懸命やってきました。この問題がどう解決されるかが、マイクロコンピュータの次の時代の一番の台風になるだろうと考えております。

パーソナルコンピュータとワークステーションの発展

石田 私がマイコンの応用の中で一番おもしろいと思っているのはパソコンとワークステーションです。



これらが今までどう発展したかを一応たどってみて、将来どうなるかを少し考えてみようと思います。まずいわゆるマイクロコンピュータ、マイクロプロセッサというものが世の中で初めて誕生したのは 1971 年です。インテルの 4 ビット型 4004 プロセッサです。74 年にはもう、立派な 8 ビット型のマイコン、8080 が出てきた。77 年になると、でき上がった形のパソコンとして Apple が出てきています。この Apple が出る前はお隣の安田先生なんかそうなんですけれども、自分でチップを買ってきて組み立てるというようなことを物好きな人がやっていたわけですが、77 年以降は完成した形の物が買えるようになったわけです。78 年になるとプロセッサとしては 16 ビット型の 8086 をインテルが発表したんですが、これが実際にパソコンに搭載されるようになったのはその 3 年後の 81 年です。IBM のザ PC が出ました。

84 年代になりますとマッキントッシュが出てきて、これがご存じのとおりマルチウィンドウ、すなわちグラフィックユーザインタフェースということで、その後も非常に大きな影響をパソコンに与えております。85 年になりますと、インテルが 32 ビット型の 80386 を発表するんですが、これが実際にパソコンに搭載されたのは翌年の 86 年です。この辺からピッチが少し早くなってくるわけで、初めのころはマイコンのチップが発表されても、なかなかそれがパソコンに載らなかったんですが、86 年の出来ごとで今からみると非常に重要であったと思うのは、レーザライタ、卓上型のレーザプリンタですね。これはエンジン

はキャノンが作ったんですけども、それをレーザライタという格好にして Apple が売り出しました。その中でページ記述用言語として POSTSCRIPT を採用したんです。これでいわゆるアウトラインフォントが使えるようになりました。字の大きさを自由に大きくしたり小さくしたりできるようになりましたので、これでデスクトップパブリッシング、いわゆる卓上出版が可能になって、これは研究者にずいぶん大きな影響を与えていると思います。

あとはパソコンで大きかったのは 89 年にノートブック型のパソコンとして Dynabook を東芝が初めて出したことです。実際はこの前にもう一つ別のがあったんですけども、普及型としてはこの Dynabook 型ですね。90 年になると IBM が DOS/V という VGA に対応した DOS を発表し、91 年には Windows 3.0 を各社が発売し始めました。あとパソコン LAN 用の OS として MS-DOS ベースの NetWare386 が出てきました。

そこに至るまでの過程は、予稿に「マイコンの集積度の向上」として出ています。これから先どうなるかという、これはご存じのとおりパソコンについてはインテル社がマイコンを独占していますので、インテルが一番よく知っているはずなんです。今までのマイコンを見ると 286 という 16 ビット型のプロセッサの集積度はトランジスタ数で言って 13 万個。今よく使われている 32 ビット型の 386 で 27 万 5,000 ですね。今のパソコンの高級品には 486 が使われていますけれども、これでトランジスタが 120 万。今年の末ぐらいに 586 という新しいチップを恐らく出せるだろうとインテルは言っているんですけども、その場合は 400 万集積している。この傾向はムーアの法則と言っております。これはインテルの前の社長のムーアがよく言っていたことなんですけれども、集積できるトランジスタの数は 2 年ごとに倍になる。4 年たったら 4 倍、6 年たったら 8 倍と増えていく。この調子でいくと、さっきの森先生のお話もこれで合うんじゃないかと思うんですけども、2000 年ごろには 10 の 8 乗、2000 年、あるいはちょっと先でその辺までいきそうだと。この辺まではだいたい対数的に増やしていけそう。だから対数方眼紙に書けば直線になるような感じで伸びるんじゃないかということで、非常に

発展する。これらはソフトウェアには 486, 586 それに従来のチップも基本的には 386 と命令セットなんかは同じにしています。命令自身はあまり増やさない。じゃ、増やさないのでこんなにトランジスタがいっぱい必要になるかというと、これはスピードを上げるために並列処理をすることで、命令を実行する回路をたくさん並列に置くとかキャッシュメモリの容量をたくさん積むとか、あの手この手でいろんなことをやってスピードを上げるということです。

メモリのほうはどうかというと、メモリチップはご存じのとおり世代が変わると 4 倍ずつ集積度が増えていって、現在は 4 メガビットの量産に入っているわけですが、次は 16 メガビット、だいたい 3 年経つと世代が変わって、容量が 4 倍になるという増え方をしていきます。プロセッサの集積度は 2 年で 2 倍、逆にいうと 4 倍になるのに 4 年かかるわけですが、メモリのほうは 4 倍になるのに 3 年しかかからないですから、メモリの集積度向上のスピードは速くて、メモリは非常に大きくなっていきます。

ついでに言う、ハードディスクのほうは、PC-9800 でずっとたどってみると、最初は 10 メガバイトぐらいしかなかったのがだんだん増えてきて、現在では一番安いモデルでも 40 メガはついているという状況です。ことしはもう 80 メガが標準になるそうです。一番上は去年の暮れに発表になったモデルで一挙に 1200 メガバイト。つまり 1.2 ギガバイトまでつくようになったんですけれども、これはさっきのパソコン LAN の影響でして、LAN の中でサーバマシンとして使うパソコンの場合です。ひと昔前はパソコンをサーバとして使うなんてことはあまり考えられなかったんですけれども、最近ではスピードが速くなってメモリも大きくできる、ディスクも安くなってきたということでサーバとしてもちゃんと使えるようになってきたわけです。これからのディスクはお金さえかければいくらでもつけられるという感じになっております。

一方クロックのほうは集積度ほど速くはなっていないかもしれませんが、それでもじわじわ速くなってきて、現在 9800 では一番上が今 33 メガヘルツです。IBM 互換機では 40 メガと 50 メガぐらいのモデルも出ています。

他方、本当に実装されているメモリのほうは、一番安いモデルのパソコンでは、相変わらず 640 キロバイトしかありません。最近ではディスクの代わりのメモリディスクというのがついていて、それが 1.2 メガバイトありますから、それを入れると 640 キロだけじゃなくて、プラス 1.2 メガはあります。一番値段が高いモデルで最高どれだけメモリがつけられるかをみてみますと、去年の暮れのモデルは 45.6 メガバイトまでつけられるということですから、これの向上はすごいですね。グラフを書いてみると実装メモリも傾向としては 3 年で 4 倍ぐらいという傾向がありますので、メモリは非常によく発展してきていると思います。

もう一つワークステーションについて言えば、今ワークステーションでは OS としては UNIX がよく使われていますが、その開発が始まったのは 69 年です。だから古いといえば古いんですが、その後どんどん改良されてきて、この OS は今ではかなりよくなってきています。

その後、82 年にはサンワークステーションの 1 号機が出ています。ご存じのとおり、今のところこのサンワークステーションが一番のベストセラーなわけですが、これに人気が出たのはバークレイ版の UNIX を載せたことと、あとイーサネットのインタフェースを標準装備できて、ネットワークにすぐつなげるようになったためでしょう。86 年になりますと、日本ではソニーが UNIX ベースのかなり安いワークステーションを出すようになりました。88 年には、アメリカで NeXT のワークステーションが出ていますが、これは恐らくオブジェクト指向ということをもとに打ち出したワークステーションとして記念すべきものじゃないかと思います。これ以後もちろんワークステーションがどんどん発展してきています。

日本からはオリジナルなアイデアが出ない

こういふことでパソコンとかワークステーションが発展してきたんですけれども、こういう歴史を整理するときにやはり気になるのは、新しいものがすべてアメリカから出ているということです。たとえばドイツだとかフランスもわれわれと同じ問題を抱えているわけですが、自分たちでなかなか新しいものが生み出せない。特に概

念的なものはマイクロプロセッサだって一つの概念だったわけですが、そういうのからスタートして、それを Apple みたいなパソコンという形にまとめて個人に売ることから、マッキントッシュみたいにマルチウィンドウでアイコンとマウスを使ってグラフィックユーザインタフェースを確立することまで。あるいは NeXT にみられるオブジェクト指向という概念とか、こういうものをどうもわれわれは打ち出していないわけです。

こういうことについては、私自身も大学にいますので、いろんな人からかなり批判されてまして、お前たちはいったい何をやっているんだとよく言われます。私自身が今まで言いわけとして言ってきたのは、われわれはコンピュータに関してはまだ明治時代にいるのであると。明治の学者は一生懸命外国の技術を輸入してきては教えて日本に広めることをやっていたんですけれども、コンピュータ関係、特にソフトウェアに関してはまだそういう状態に近いと思うんです。われわれの世代はやっぱり向こうの技術をもってきて、消化して国民に伝えるのが関の山できたというのが実情でしょう。

私の逃げ口上は、われわれの世代がそうしてきた結果、ここへきて日本のコンピュータ技術の基礎はかなり高まってきて、特にハードウェアの技術は非常によくなってきましたので、これからの若い人には是非新しいアイデア、概念などを打ち出して新しいタイプのコンピュータを作ってもらいたいということです。

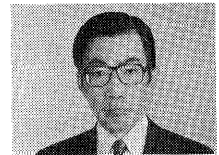
そういう流れのスタートとしては、予稿の表の真ん中ぐらいの 1984 のところに「TRON 計画が坂村の提唱でスタート」と一応書いておきましたけれども、我が国で何かやろうということで、ある程度動きがあったものという、コンピュータ関係では TRON ぐらいしかどうもない感じがします。あと通産省主導のプロジェクトがいろいろありましたけれども、やはりいろいろ問題があって、なかなか新しい概念を打ち出すまでに至っていないということで、その中ではこの TRON というのはかなり特筆すべきところがあると思います。ただ、TRON なんかもみてもそうなんですけれども、これからですと国際的な互換性ということが重要視されますので、やはり日本の中だけでやっていたんでは話にならないので、どうせやる

なら外国にも通用するような、外国に行っても売れるようなアイデアでないといけない。これは日本人にとっては非常に大変ですね。私は去年コンピュータネットワーク技術について岩波新書を出したときにネットワーク技術の歴史を調べたんですけれども、この分野も技術の元はほとんど全部外国なんです。日本で何か考えたというようなものはどうもない。

これが現実の問題化していますのは、最近、コンソーシアムというのが非常にやっていて、いろんな企業が連合体をつくって研究会をやって、いろんな会社から技術を持ち寄ることをやるわけですけれども、どうも日本の企業からはそういうところへ持ち出せる技術がほとんどないんですね。せいぜい日本語化。たとえば 16 ビットのコードを使って、今のところ 7 ビットしか通らなかった世界を 8 ビット化して、さらに 16 ビット化するということで、日本語を扱う技術。日本語を扱えるようになれば中国語とかアジアの言語も使えるようになるということで、確かにそれは国際的にインパクトはあるんですけれども、どうも日本人が日本語化でしか口が出せないというのもちょっと寂しい。こういう歴史を整理して一番感じるのは、日本はやっぱりアイデアが出せてないことですね。これをどうしたらいいかというのがこれからの大きな問題であると思っています。

社会的整合への問題提起

安田 引き続き電機大学の安田です。本日のテーマはマイクロコンピュータの過去・現在・未来ということですが、過去については



もし後ほど時間があれば、データに基づいてご説明したいと思います。とりあえずコンピュータの中で最も汎用的なアプリケーションであるパソコン、ついで最近ここ数年私が非常に力を入れていますソーシャルインタフェース、社会的整合の問題について皆さん方に若干問題提起をしたいと思っています。

いわゆるユーザインタフェースは 1980 年代の半ばから情報処理学会を初めとしてコンピュータ界ですばいぶん騒がれている問題です。しかし、すでにお気づきと思いますが、こういう問題を取り

上げた場合、客観的な価値評価の尺度がないことです。つまりユーザインタフェースが完全にできたのかできなかったのか、できたできたと言っているのは、その開発者、当事者だけであって、それが本当にフレンドリーなのかどうかを科学的に評価できる価値尺度が存在しないわけです。そういう点ではわれわれがこれから研究アプローチしていくうえで非常に大きな問題点を残していると思いますが、私が問題提起しているソーシャルインタフェースもやはりそういう問題点を抱えていることをあらかじめお含みおきいただきたいと思います。パーソナルコンピュータが誕生してすでに15年、だいたいどういう方向を目指しているかと考えますと、私は現在二極分化の発展をしていると思います。マクロ的には二極分化の萌芽があったのは1980年代の後半からですが、最近はそのもう一つのほうの極はどうやら見捨てられつつある。どうも単一の方角に関心が移りつつあるのではないかということを感じております。

その二極分化の見捨てられつつある極というのは何かというと、いわゆる8086を中心とした1メガバイト記憶空間で640KのMS-DOSコントロールというオーソドックスなマシンのことです。もう一方は286, 386になって、そしてウィンドウズができてOS/2が出現するなどが、その典型としてあげられるだろうと思います。

基本的にはこのどちらのOSにしる複数個以上の窓を開く機能をもっています。そこから演繹的に考えてみますと、マルチジョブ、マルチプログラムの世界がある。また、その窓はいわゆるマルチメディアの世界にもなり、さらに本体としての目の前にある物理的メモリ空間を支配するだけでなしに、ネットワークを通じていわゆるバーチャルグローバルネットワークを作っていくことにもなる。皆さん方がいろいろ発表されている研究成果はすべてこの四つに集約された後にどうアプローチしていこうかというものです。これは今のパーソナルコンピュータの開発動向のだいたいの流れであろうと思います。さらにまたメーカーもそういう方向で動いているわけです。

同じような機能をめざして発展してきたものにワークステーションがあるわけですが、これはかなりのハイコストからスタートして、現在ローコスト化しつつある。これに対し本来パーソナルコ

ンピュータは安いものだったはずなのですが、高級化して付加価値が高まってくるにつれてだんだん高くなってきている。いずれはコスト的にワークステーションとパソコンがクロスするポイントが出てくることはまず間違いないと思います。そのとき果してワークステーションとパソコンをどう区別するかという問題もまた出てくるだろうと思います。

ところで、もう一つパーソナルコンピュータの二極化の片方の見捨てられつつある分野で、本当に使うユーザの一番多い応用は何かを考えてみますと、まず日本語ワープロが圧倒的に多い。次はスプレッドシートでリレーショナルデータベースと続く。そのほぼ三つがそろったワン・ツー・スリータイプで比較的大多数のパソコンユーザをカバーすることになるわけです。私はこれを道具型パソコンと定義しております。要するに何も考えなくてもいい。インストールさえされてあれば、スイッチを入れると一太郎が立ち上がる。その程度の知識でパソコンが使える。こういうのを道具型パソコンといっています。実はこの道具型パソコンこそマーケットの中で最も主流を占めるものではないか、あるいは社会に最も大きなインパクトを与えるものではないかと考えています。最近のパソコンは多少その考えからみて、どうもおかしな方向に行きつつあるのではないかという疑問も感じています。

道具型パソコンの使用実態を調べてみますと、たとえば、私たちからみればもう信じられないような批判もいくつかあげられています。たとえば文科系の大学の先生方には特定メーカーのノート型パソコンは非常に評判が悪い。なぜ評判が悪いかというと、別メーカーのノートパソコンならば一太郎を走らせるとA4判30ページすばっと入る。ところが別機種では入らない。これは論文を作るのに困る。そういうばかばかしい議論があるので。ファイルを切って編集するという感覚がほとんどゼロである。あるいはスプレッドシートも機能的には256欄×8,192が確保されているけれども、実際には640KBのメモリの380KBぐらいしかユーザは使えない。そうするとほんの50行か60行のデータをぶちこめばもうメモリーオーバーになる。といったような問題も道具型パソコンには残されているのです。

そういうことを十分解決せずに、今道具型パソコンの典型例であるノートパソコンを見てみますと、386 の 25 MHz、これが一番今売れ筋のものです。私は昨年あたりからこの現象についていつも表現していることは、3.86 リッター、256 馬力のスーパーボエンジンを軽自動車の車体に積んだのと同じ機械だということです。拡張メモリはもちろん載せてありますけれども、16 ビットバスです。しかも載せているソフトウェア、これもすべて 16 ビットで開発されたものである。したがって CPU にはウェイトのかけっぱなし。そうするとまさに首都高速道路をフェラーリテスタロッサで自転車より遅い速度で走ると同じばかりかしい使い方ではないかということになるわけです。

また、今われわれが理想としているワークステーション型のパソコン、これも果して適正な選択なのかどうかということを考え直す必要もあります。マルチメディアの世界でサーバにプリントを出しておいてさらに C 言語で関数を開発していくというようなマルチプルなジョブができる。しかもネットがつないであって、その裏には地球村があるということになると、結局ワークステーション化されたパソコンの前にすわっている研究者は 1 日 1 秒たりとも眠る時間がないのではないかということになります。

一般に研究者、技術開発者が考えるものはすべてこうなんです。全員が寝食を忘れて研究に没頭している。世間もそうだと思こんでいる。理工系の人たちの物の考え方の特色は実はそこにあるのではないかと。私どもの大学でも教員は 24 時間いつでも大学に立ち入り自由です。ところが大学院生には制限を加えております。学部学生は夜 11 時になると一斉に下校させられる。これを大学院生に限っては 24 時間立ち入り自由にしろという要求が出ている。だから教授会でいつもそういう主張をきいてみますと、大学院生ともなると、お風呂に入っている間にもぼっとアイデアがひらめいてくる。そのアイデアを実現するために夜中でも研究室に駆けつけたい。そういうアルキメデスのような秀才、天才が大学にはいっぱいいるわけです。このような世界での要求を実現しようとなると、やはり 24 時間マシン、24 時間ユーティリティというものが必要になってくる。それを目

標にしていろんな開発が行われている。だけどそれが果して社会に受け入れられるものかどうかについて立ち止まって考える必要があるのではないかと思います。

もちろん、これには逆の見方がありまして、そういうマルチプルマシンで 1 日 1 時間だけ働く。あとの残りは遊んで暮らす。そういう考え方も成立する。何も 24 時間機械の前にしがみついてもなくても、このマシンがもっている非同時性、アシンクロナスなモードでメールをボックスに入れておく。いつでも欲しいときにメールを呼ぶ。あるいはそのまま放り出しておいて、開発成果をボックスに入れておいて必要なときに見るという形での時間の位相シフトによる使い方も考えられるという評価も成り立つ。

道具型パソコンへの期待

道具型のパソコンにももう一度見直してみる必要があるのではないかとことがあります。俗にいう単能機、つまりワープロならワープロしかできない。あるいはスプレッドシートならスプレッドシートしかできないといったような、これはハードウェアとしてそういう固定をするのではなく、システムとしてそういう機能を固定化する。つまりスイッチさえ入れればワン・ツー・スリーが走る。あるいはエクセルが走るといったようなマシンで、しかも低価格性を追及し尽くしたものが望まれるのです。

では、その道具型パソコンを指向している現在の価格構成についてみると、どうしても納得いかないことがいっぱいあります。事例を申しあげますと、たとえば今大学では学生に強制的にノートパソコンを買わせるところがずいぶん増えてきています。私の大学でもご多分に漏れずそういう動きがあったわけです。現に私どもの大学では商用ネットワークを使って、学生が自宅にいても、いつでも大学にアクセスして休講の通知だとか大学の通知が見られるようにすると公表しており、そのシステムは現に動いております。そのためにノートパソコンを買わせるというアイデアがありました。結局強制的にパソコンを買わせることは実現しませんでした。

なぜかといいますと、学生が学校でも一生懸命 PASCAL を勉強する。うちに帰ってもノートパ

ソコンに向かって一生懸命勉強する。それが果して人間として正常な姿なのかということを考えてみると、大学には施設が十分にあるわけだし、それならば学校へ来て、そしてきちんと勉強する。大学の外へ出たときに、わざわざネットワークでアクセスするというようなオタク的な生き方が果して大学生として望ましいものかどうか(笑)を考えねばなりません。強制購入を断念したのは、もう一つの理由がありました。このノートパソコンをメーカから納入させる価格が非常に高いのです。あるメーカの場合は割り引くけれども、割り引いた価格が市場に流れた場合に困るということで、TDU という私どもの大学のロゴマークを入れさせてくれということになりました。それは結構だということで、そして納入価格が 22 万円です。別の競合メーカは 17 万円という価格を提示した。それらを大学生協経由で発売したわけです。ところがその 22 万円のマシン、学生たちがちょっと足を伸ばした秋葉原では 10 万円以下で売っている。それが大学では 22 万円。これは学生に評判が悪くて、大学は 12 万円もの暴利をとった(笑)、というような議論も出てくる。

そういう価格体系はどうもおかしいのではないかな。市場価格がいったいどこでどう形成されているかは研究には非常におもしろいテーマではあると思いますが、残念ながらほとんどの研究者の方はそういうものに関心を抱かない。まだ、私は最近期待をもっておりますのは、道具型パソコンが社会的に普及するにつれ、理工系の研究者だけではなく、いわゆる文科、社会学関係の先生方の参画も非常に多くなり問題意識をもつ人の数が増えてきた。さらに大きな期待をかけていますのは、予稿の末尾に紹介してありますが、平成3年度文部省科学研究費重点領域研究で「情報化社会と人間」というテーマでの研究がスタートしています。これは文科系の研究にしては珍しく巨額研究費が計上されております。

そういう人たちが、こうしたわれわれのパソコン関連分野に入ってきて、いろんな形での批判、あるいは提言をした場合に、もう少し様子が違ってくるのではないかと考えております。そういう点では文科系の人たちの批判に耐え得よう、われわれの側からの社会的整合、すなわちソーシャルインタフェースの問題提起、さらにそれに対す

る解決へのアプローチをこれからかなりの力とエネルギーを注いでやっていかなければならないのではないかと、このように考えております。

草創期の模索

若鳥 第4代の若鳥でございます。3代までは大学関係の先生方が担当され、4代目からはメーカからというお話で、考えた末、とにかく何年か犠牲になろうということでお受けいたしました。



最初に過去ということで、いかにメーカで泥臭いことをやっていたか、こういうのは基礎的な状態でございましたので、建築でいえば穴を掘って基礎を作るところに当たりますので、当然泥臭くなるわけですが、最初私がマイクロコンピュータにタッチしたのはそんな状態のころからで、Intel の 8008 が 1972 年に発売になりました。発表は 71 年ですね。71 年に仕様書を購入して、それから物を作りはじめまして、ちょうど手元にありますが、IC チップに金色で書いてあるのが 8008 です。この部品で作った物はそれより前はワイアドロジックで作ってあった、知的な計算機の端末でした。

通信手順はユニシスの社内手順ですが、一般的には JIS のベーシック手順に近いものです。ビットコンベンションが違いますが、手順としてはポーリングです。親コンピュータからカードを送ってもらってデータありますかという問い合わせをしながら動きます。

そんなことで 1200 bps の ASYNC 通信回線は二重ですが、コンピュータのせいでも半二重で使っています。どうせ親コンピュータが聞くとき以外はデータを渡してもだめでした。開発手段は機械語で直接書きました。8ビットで機械語ばかりでしたが、30 年前から機械語でしたので別段何ということはありません。アセンブラを使わないで機械語で書いても 1K ぐらいですから大したことはありません。そのまま同じスタイルの CPU を継続するという計画はまだありませんでしたのでそのまま機械語でやってしまいました。その開発着手が 71 年、完成が 72 年です。このときのメモリによると、72 年 10 月完成で納品しております。

す。この機械はそのあと他の汎用制御装置として使われております。

これは私ごとなんですが、一般家庭ではどうであるか、または好きな人はどうであるかという一例ととらえていただきたいんですが、ご多分に漏れずパーソナルコンピュータが出たらすぐチェンジしました。これは TRS-80 です。言語は UCSD の P とか FORTRAN とか BASIC とかその他とかです。ですから一般的な人と違うのは TRS-80 に FDD もコミュニケーションラインをつけてあった点です。いまだにコミュニケーションのテストになっています。テストは何か相手が要りますので古い機械でしかもビットビットコンバージョンを入れればいいので、構いません。遅い機械と早い機械がコミュニケーションのテストのときに要りますので、遅い機械でシミュレーションするときにこれを使っています。ですから悪いほうの例で今は使っています。

次は、マイコン組み立てキット、その CPU は 8080 でした。その次に 8086 の機械で、これは通信が 2 回線ついています。今 bps の親局ホストになっています。有線が 1 回線、無線が 1 回線。言語はこの時代は C ができてきて、ディスクもつくようになって PROLOG も載るようになったという状態です。それからセカンド用というか、第 2 世代のために MSX がゲーム用にちょっとサービスするのが入っています。これは C が載せてあって、BASIC があって、だいたいカチッと入れてゲーム機械になります。ただしあまり使っていません。

移動用に、どこかに出かけるために HC 40 といういわゆるラップトップの前の機械になります。薄い、3センチぐらいの厚さで、今でいうノートなんですが、それにコミュニケーション回線をつつけて、海外に行くときにこれだけ持って行って、自分の親局をアクセスして試すわけです。1 回やると数千円かかってしまいます。そんなことをやっていますが、現在はたいいアマチュア無線のコンテストがあるときに人に貸してあげるという機械になってしまいました。この中には同じ人に 2 回交信したことをチェックするプログラムが ROM チップで載せてありまして、それでやるようになっています。自分が使うより人が使うほうが多いという状態です。

それから 32 ビット機というので、コミュニケーションラインへこの辺からウィンドウズを載せています。

ピコ計算機の構想

今いろんな方が歴史と現在、将来を話されました。決して新しい言葉ではないんですが、ピコ計算機への夢という話をします。今までの歴史で部品数が 10 の 3 乗程度になったときにミニコンピュータができました。新しい会社がありましたね。たとえば DEC さんとかそういう会社があった。それから 10 の 6 乗のときに、マイクロコンピュータができてます。当然個人計算機、パーソナルコンピュータといったほうが分かりいいかと思いますが、意味としては個人計算機ですね。個人が一人で使えるという計算機になっています。

ワークステーションという言葉は親計算機とその端末（子機）という性格がなくなったときの言い方です。ワークステーションというのは端末ではありません。自分が親になるときも、自分がクライアントまたはサーバになるときもあるという意味で、親子の関係ではありませんので、親計算機と端末という関係ではなく、全部平等だという概念です。つまりワークステーションであるか否かは使い方での論理です。

今はどんなにできているかというと 10 の 6 乗前後のコンピュータが出てきています。現在が 120 万ぐらいのトランジスタつまり 10 の 6 乗で、12 乗というところまでいかないです。もう 3 桁上がったところ、10 の 9 乗は当然あり得ると思います。それをピコ計算機の世代と分類します。ですから今から作るコンピュータです。10 の 3 乗ですから今のコンピュータの水準でいえば 1,000 個一緒につながっているコンピュータです。マイコンを 1,000 個つなげば決してコスト的には個人コンピュータになりませんから、多分集積度を高くして、小さくして 1,000 個が入っているというロジックですね。そんなコンピュータの世代を考えている。その年代は割合に近いんではないかと思いますが、21 世紀初頭にはこれになっていると思います。ピコ計算機になっている。この言葉をそのまま使っているかどうか別として、こういうコンピュータになってくるだろう。

10 の 12 乗というコンピュータは何と呼ぼうかなと。ここではスピードではなくて部品数の話です。スピードはおおむねマイナスになったぐらいで推移するのではないかと考えております。今ゲート単位でこのマイクロと言っているのがピコには行っていないです。CMOS やなんか使っていますので、今高速のコンピュータがピコの単位に入っています。ビットが1ゲートあたり何ピコで通過するかという状態になっていますが、今のところはまだマイクロかナノの中に入っていると思います。今一番早いのはナノに行っていますね。スピードとしてはゲートのところでナノに行っていて、マイクロコンピュータになっていますね。そんな段階で、これはまだ単に部品の大きさというか、入っているロジック量と把えています。

そのときのピコ計算機の水準は、このくらいのものであってほしいなというレベルで、部品数としては10の9乗以上ということを考える。千個の3乗ですね。超高集積で単位としてはピコメータ単位の精度。つまり今は1ミクロンより大きい。2ミクロンくらいで行われています。それを完全に1ミクロンより下、ピコになっているというぐらいに考えたいですから寸法で一桁、面積にするとその2乗分だけきいて高集積でいくという対応を考えました。

そのころの計算機へは自分で入力してほしいし、または入力データもつながっていてほしいと思います。それからデータが発生したところから全部回線または何かの方法で自動的に自分のデータも入ってきます。そのデータの使用契約とかは別にして、入れようと思ったら入れられます。今は発生したデータは個人個人が全部入れている状態になっていると思います。つまりニュースとか、自動的に入ってきているわけでもなし、もういっぺん入れています。株式なんかもういっぺん自分で入れるという手間をかけています。それから自己学習だって入らなければいけないし、もっとも出入力の精度が高くなければなりません。たとえばカード。文字もそうです。今は別々の文字が出ていますが、たまたまこれはアウトラインフォントでやっていますからそんなにギザギザは出ていませんが、まだまだ高精細の形になります。

計算機で超という意味は、今ある計算機網よりはちょっと上ということです。計算機網といっ

ても、今はたいていは同じ操作系、UNIX なら UNIX、パソコンならパソコン、あるいは同じ会社のパソコンというレベルで簡単に情報交換できます。その枠を完全に超えて、地球レベルといったほうがいいと思います。通信衛星は地球の表面からただか 10 キロです。地球引力圏あるいは地球の一部だと思われまふ。月の距離からみれば、地球の表面に近いことがすぐ分かりますね。将来的には多分、アドレスとして太陽系まで全部含まないといけないと思います。21 世紀には、火星を散歩しましょうとちょっと行ってくるとか、月に行きましょうとかいう時代になる。やっぱり火星も月もアドレスをもっていないとだめだと思います。私どもの電話番号だって地球のアドレスをもっています。たとえば市外発番号で 81 が地球の日本国で、次の 3 は東京の番号ですね。一般の人は市外番号 0、地域番号 3 と区別できていませんので、アドレスを考えたら、社会的に変更しないといけないでしょう。それから表現媒体は、やはり今あるものより超になると思います。超という意味は、今ようやく JIS の第 2 水準ぐらいの図形文字が普通並みには使えるし交信もできます。ところがやっぱり文科系の方には今の計算機の図形文字は不便なんです。ちょっと万葉集を入れたいと思っても表示装置に出ません。出ないから他の文字で代替します。出してもらっても私などは全然読めやしないです。でも歴史的なものを調べている人たちはそれを研究して、それを読みたい。そのまま入れてほしい。そうすると、ギリシャとかエジプトなどを考えると、記号に近い歴史的な文字がすべての年代に、またエポックがあったときに入らないと満足し得ません。コンピュータは人間の歴史まで写しとる必要もあると考えます。

それからやはり近隣諸国の国の文字は入らないと不便です。入れば非常に簡単なんです。日本の商品が多分他国へ売れますから。たとえば、近隣諸国のタイの文字も大韓民国のハングルも入っていません。中国の文字も台湾の文字も入っていません。漢字の符号表の一部は重複している部分があるので入っているように見えますが、決して入っているとは言えないですね。境目をつけなければいけません。しかしうかうかすると私どもが中国の漢字を使って日本の文字を書いてしまった

ら、たとえばソフトウェアの意味の“軟件”を使うと、文字は分かるが意味は分からなくなります。

たとえば文書処理なんかやろうとすると近隣諸国がすぐだめになりますね。決して日本語は一つの国だけの言葉ではなくて、日本語の中に外国の言葉が入ってきますから、見本で示せと必ずいいますから、そんなものがコンピュータ処理でどんなことができるにするには、やっぱり配慮する必要があります。ここは漢字だけしか入らないというのはやっぱりまずい気がします。

さらに標準化は、記号のあらゆる物、すべてとはいかないです。同じ記号に慣れてしまったら目新しさ、また新しいものを開発するという性質があります。だから無限にあるのかもしれませんが、まあよく使われるフォントとかよく使われる記号が全部入る、どこかにある、出せるということですからね。絵は当然入る。高精細でかなり入る。写真もかなり入る。音も入る。入れていいかどうかちょっと分からないですけども匂いも入るんです。表現としては入れるんですが、コンピュータの文字列で、匂いを表現するのではなくて実際に IO インタフェースを入れたら出てくる。そんなコンピュータであって欲しいなんていうのがピコ計算機です。

ピコ計算機時代に人間社会にどう結びつくか。コンピュータエンジニアからみたらどうなるでしょうか。人間の記憶限界の支援は今までどおり継続したい。そうするにはたとえば蓄積とか交換とか標準の規格化というのをレベルで入れる。今勝手なものを作っていますので、蓄積しているといっても、全部そのシステムからデータが全然見えません。将来これは家庭から見えるようになります。たとえば、書庫計算機というあるデータベースへ古文書から何から全部入った計算機を考えると、今はその研究者にまで見えるところです。特定のシステムに閉じれば、それが家庭でも見られるようになります。それを不特定のシステムからある図書館にアクセスするとそれを調査できる。そういう世界になってほしいなと思います。ということは、一朝一夕には蓄積できませんから、こういう蓄積の方法とかこういう書庫になるところは外に出すときにどうするかを必ず考えながら今蓄積しておかないといけません。そうすれば 10 年、20 年蓄積すると非常に重要な価値が

ともなってきますから、そのときにはちゃんと使えるようになっているはずですよ。

認知限界の拡大

それから人間の認知限界に、つまり人間が肉眼で見える範囲または感知できる範囲、これにピコ計算機を応用したいと思います。たとえば超音速航空機の飛行支援。どんなことがあげられるかというと、国際空港ともなると、日本にはまだないんですが、並行の滑走路があって、旅客機が超音速で 2 機ともちゃんと一度に降りてきます。他の国にはあります。シカゴのオヘア空港や韓国の金浦空港では自機の隣の滑走路に発着できます。旅客機が編隊組んで飛ぶ時代というのは、やはり自動的に飛ぶシステムにならないとだめですね。それぞれがお互いに舵をちゃんと切り合って、お互いと一緒に飛んで行っているような世界です。

たとえばの話、超高速道路。ここで時速 100 km 台は一般道路となっています。超というのはそのくらいの水準と考えています。高速とは、たとえば 360 キロとか。今の自動車は簡単には出ない速度を言います。世界中には時速 250 km ぐらいは走れるところはあるので、それは超とは言いません。時速 360 km という新幹線の次の水準ですから、人間の認知限界をなんとかサポートする必要があります。あるいは道路いっぱいピコ計算機を埋め込んでおいて連携させて、車のほうも感知していて人間は前だけ見て、計算機が動いているかどうかだけ監視していればいいということになるかもしれませんし、自動車で時速 360 km をみんなが出すというのは限界ですね。特別なサーキットで選手が出すというのは可能なんでしょうけれども、ほとんど全員運転免許を持っているようですから、若い人から 80 歳ぐらいまで運転することを考えると、何かがサポートしないとスピードが上がらないと思います。ここでは超高速というのは時速 500 km 以上と考えますから、東京・大阪 1 時間強ですね、どの方式ですかは別ですが、そんな認知限界のところへ応用します。

それから人間の思考への支援というのがあります。ピコ計算機で利用者の進化があるかもしれません。たとえば計算機を利用した読み・書き・(昔はそろばんだった)今は計算です、読み・書

き・コンピュータと言う人もいます。これを必修にする必要があります。何をするにも相手は読むのもコンピュータが読むし、書くのもコンピュータが書くし、計算は当然コンピュータがやります。今でもたいていの人の計算は電卓だという状態です。コンピュータの利点としては記憶性があるし、加工性があるし、伝達性があります。

それから道程として、その中間には3世代水準で義務教育計画が要るかなと思います。ここでの3世代というのはこういう意味です。小学校でも同じことですが、子供に教えるには先生が要り、またその先生を教える先生が要ります。ということは3代目にならないと全国均一に広がりません。3代ということは90年かけてやらないと義務教育がちゃんとできるようにならない。副作用としては、手書き文字の利用率は減少します。私は、いつの間にかもうほとんど手で書かなくなりました。やっぱり計算機で書くほうが便利がいい。

もう一つ考えられるのは、計算機ネットワークが広がると言語の世界化を切実に感じます。地球の論理的寸法が減っていますので、急いで遠方のものを見たい。それから遠方でも見てもらいたいというふうに、言葉の世界化が少しずつ、何世紀かで進んでくるのではないかと思います。実際にそうなるかは別として、私が見てきた30年でもそうになっていっています。言葉は、だんだん世界化していっています。

とりえず問題提起です。

多様化と価値の逆転

司会 4人の元主査の皆さんどうもありがとうございます。それではここで4人の方々のキーノートスピーチに対しましてフロアのほうからご質問をいただこうと思うんですが、今の4件のお話を大きく分けると、森先生と若鳥さんのお話はチップレベルのアプリケーションインパクトと応用技術のお話、それから石田先生と安田先生のお話は、ワークステーションとパーソナルコンピュータのお話と、大きな二つになると思います。

もしご質問とかご意見があったらいただきたいのですがいかがでしょうか。もしなければ私のほうから口火を切らせていただきますが、森先生のお話で、同一分野内での多様化の方向に発散され

るということについてもう少し具体的にお話いただけたらと思いますが、お願いします。

森 同一分野内での多様化についての説明は、かなりやりにくいところがあります。言葉を短くして説明しますとまったく逆のことを言っているようにも聞こえることがあちこちにありまして、どの辺をどう話したらいいのか私自身少し迷うんですけども。この委員会と、その3年前から引き受けていた日本電子工業振興協会の委員会に合計18年タッチした中で印象が深かったことを話させていただきます。

一番初めのころには、たとえばアナログコンピュータとデジタルコンピュータはどっちが重要かというようなことで夜を徹して議論したことが実際にありました。そこでやはり非常に重要なことは、長期的な見通しであると思います。たとえば、マイクロプロセッサの機種を選択は、その影響が非常に長い間続きました。経験が通常は最良の教師なんですが、革命のときには最悪の教師になることがあるというのが、マイクロプロセッサの世界ではしばしばみられた現象だったように思います。たとえば、大型計算機は高価で高性能である。一方でマイクロプロセッサは安価で性能が低い。安価で低性能のもののほうが高価で高性能なものより重要であることなどありえないという思い込みがありました。そこで、研究者としては大型計算機さえやっていれば大丈夫なはずであり、マイクロプロセッサなんかやるのはばかげたことであると徹底して確信している方がとても多かったんです。今みますと、これはどこがおかしかったか分かるんですけども、どこがおかしかったかを把握することが重要だと私は思います。

長い目で見たときに、王様や豪族、政府や軍が買うものが重要であった時代から、一人一人の民衆が買うもののほうが技術的に重要である時代に移った。この認識に早く到達することが鍵でした。

そんなわけで、コンピュータの世界はある意味で一番先を走っているのだから、幸せなのかなと思います。

専用化か統合化か

司会 今、森先生からお話があったんですが、主査のキーノートスピーチの中で一つ目立った

テーマとして、ワークステーションとパーソナルコンピュータの境界のお話がありました。ワークステーションができる前にパーソナルコンピュータの時代があったわけですが、これは専用化していった、たとえばワープロとして使うときにはワープロ専用機、それからパソコンの初期の用途のかなり重要な部分を占めていたパソコンゲームはファミコンという専用機として切り離されていきました。パソコンはホストと接続して端末として使っていた時代がありました。先ほど若鳥さんのお話で、ワークステーションは端末でないという話があったんですが、これはまず端末パソコンから発展してワークステーションになっていったわけで、このように汎用機が徐々に専用化されていくという流れ、これは将来また統合されていくものなのか、あるいはパソコンはパソコン、ワークステーションはワークステーションで進んでいくものなのか、この辺を石田先生と安田先生からもう少し踏み込んだ分析をしていただければと思いますが、いかがでしょうか。

安田 それでは技術的な解析、分析は石田先生あるいは若鳥さん、ほかの先生方から願うとして、私はマーケット及び供給者、つまり技術開発者あるいは生産者の立場からこうなるだろうとか、生産者はどう行動するか、このように行動するであろうということを申しあげたいと思います。

今の加藤さんからの問題提起ですが、私は高級パソコンとワークステーションは将来統合されるという考え方をもっています。また一般的に今量産化の時代は終わったと言われていますが、私は本当にこれからの日本の社会で大事なことは、もう一回量産ということを見直さないといけない、そのためには低価格パソコンの量産を再考すべきだという哲学をもっています。それはなぜかというと、我が国の技術社会が現在崩壊しつつあることですね。一つは、皆さん方の後継者がいない。実はきょう私は入学試験の日ですが、加藤主査から大学のほうに特別の許可を取っていただいて出席できたわけですが、今理工系の大学は危機に瀕しております。本年度の大学入学志願者は全体で 210 万人、史上最高です。ところが昭和 62 年をピークに理工系の大学志願者が激減し始め、私どもの本年度の入学志願者も激減していま

す。中には目もあてられないくらいに減った大学も出てきています。

また東京の有名な理工系大学は、文部省がこれから学生減少期を迎えて 1 名たりとも定員を増加してはいけないということで、総定員がそのまま工学部、理学部から人数を減らして文科系学部を増設する計画をもっています。そうしないと大学は生き残れない。実現すれば将来、東京文理科大学という(笑)名前になるかもしれないというくらい、私ども理工系大学は、今それほど追い詰められているわけです。平成 7 年に全国の理工系大学の総定員は 6 万 5,000 人ですが、それだけの志願者が集まらないという予測を科学技術庁はしております。その結果として、入学試験 0 点でも入学させないとやっていけないという大学が、理工系では出てくるかもしれないということです。

そこまで追い詰められている理由には、各種の見方があります。一般的に言われているのは技術系が 3K だからというものです。きつくて、苦しくて、暗いと。だから今の若い人たちにもてないという。とんでもないことです。高校生に対する科学技術庁のイメージ調査ですと、一番すばらしい人間像は何かということでは最も多くあげているのが科学技術者です。特にワークステーションを使って、そして CAD を縦横に駆使してポリシェの車体を設計する(笑)、ああいう姿はすばらしいと。ところが一般的によいと言われている銀行、金融マンのイメージは必ずしもよくない。銀行員は収入はいいけれども社会的地位があまり高くない。そういう答えがちゃんと返ってきているんですね。決して技術者の地位に絶望しているわけではなくて、むしろ非常にあこがれているにもかかわらず技術系にこないというのです。

これはいろいろな理由が考えられますが、私が思うに今の皆さん方があまりに優秀すぎて、後に続く者のことをちっとも考えなかった。こんな優秀な先輩の後に続くのは息が切れるというわけです。私どもでも危機感を感じて高等学校を回りまして、大学のマーク入りテレホンカードを手みやげに(笑)、進路指導の先生方にぜひ工学部をすすめてほしいとお願いに行くわけです。その高校自体が今大きく変わっています。まず物理部だとか化学部のクラブ員はだれもいない。また理学部、

工学部に進むためには数学の特別な履修が必要です。従来進学校で 10 学級のうち半分が理数系クラスだったのですが、高校によっては 1 クラス編成できるかどうかという状況になってきています。これは私どもとにかく数学、物理のできる人間でないと大学に入学させないというやり方で行ってきたのですが、高校では数学だとか物理を一生懸命やるのは嫌だという時代になってしまった。

マルチプルで複雑な仕事をこなすワークステーションという高性能なものを皆さん一生懸命開発されるのは結構ですけれども、実は世間の価値観とかけ離れた、乖離したところで進んでいっているのではないか。そのしっぺ返しが今きていると言えましょう。将来皆さんの後継者が育っていかないということになると、いったい日本の将来はどうなるのかという非常に大きな問題が、現に私ども教育の最前線で突きつけられて非常に苦慮しているというのが実情です。言いかえると多数の中堅技術者で構成される社会ではなく、ごく少数の天才、秀才科学技術者で引っぱっていかれる社会をめざすかという、その分岐点に立っていると思います。私は、日本は前者のほうが良いと思います。

そういうところで考えると、もう一回量産型を見直す必要がある。にもかかわらず生産メーカの方がなぜワークステーションやパソコンの高機能化に執着されるかと言いますと、これはやっぱり付加価値の問題だと思うのです。今現在標準的なパーソナルコンピュータの製造コストのうち 75% を部品代が占めております。組立工程でかける付加価値はだいたい 25%。大手のパソコンメーカの方は、この比率から非常に付加価値が低いといっておばされています。これがワークステーションになると付加価値が非常に高くなって、現在 50% ぐらいが取れます。そうすると設備投資、投下資本の付加価値、あるいは労働付加価値が大きく取れる。同じ手間暇かけて売るならば、付加価値の高いワークステーションである。また同じパソコンでも付加価値を高めて、1 台売ってたくさんもうけようという方向に走らせているのだと私は理解しています。

私に言わせれば、25% という組立工程での付加価値ですらちょっと高すぎるんじゃないか。む

しろ集積度を高めるあるいは製造工程の簡略化だとかをもっともっと研究すれば 95% まで部品代であっても十分やっていけるはずで、たった 5% の付加価値で出せる道具型パソコンが当然あってもいいのではないかと申しあげたい。

それからもう一つ、冒頭に事例で紹介しましたが、日本でメーカから直接大学へ納入されるパソコンが 22 万円です。秋葉原で買うと 10 万円以下。その間の流通経費の差、これに非常に大きな問題があります。先ほど申し上げました大学生たちのうち文科系に行った者はどこへ行くのかということです。これが銀行ではなく文科系の学生で一番人気のある就職先はメーカです。製造業ですね。しかも文科系の学生で最大のアコがれの的というのはメーカのマーケティング部。とりわけ広報宣伝課というともう圧倒的に喜ぶ。これは一説によると「初芝電器産業宣伝課長・島耕作」という漫画が影響しているのだと言われているのですけれども(笑)。現に文科系の学生の就職先で圧倒的に多いのは全員の 47% が製造業に就職している数字で明らかです。そういう点では製造業離れとは、もう全然実態とはかけ離れた議論なわけです。

なぜ彼らがあこがれるのかといえば、実は流通部門が暗黒大陸なためです。その分野ではいろんな意味で働きがいがあるんですね。彼らという働きがいにはいろんな意味があります。価格体系の実態を探ってみますと、今皆さん方がお買い求めになっていらっしゃる 100 メガのハードディスク、これの実勢価格は約 10 万円です。これが OEM 納入価格で 4 万 5,000 円。よく考えてみると、だいたいリーズナブルな価格だと思います。したがって家電製品ほどではありませんが、パソコンでも最終末端価格のだいたい 30% ぐらいの出荷価格でないと現在の流通形態の中ではやっていけない。そういう流通体系がどうなっているのかということに関しての科学的なリサーチ。それに対応しての政策提言といったものをわれわれの側からも積極的にやっていかないととんでもないことになるのではないかという意識をもっております。

それから、私自身が最近非常にびっくりした、非常にショッキングな事実を報告しておきたいと思います。最近ちょっとしたことがきっかけに

なって、東京入国管理局の労働ビザの発行件数、主として外国の大卒のエンジニアの発行件数を調べてみました。一昨年から急激に増加しています。大卒の場合は専門技術ですので、不法労働ではなしにちゃんとした勤労ビザが出ているわけです。これが急に増えていて、追跡調査をしますと、光ファイバ関係のハイテク会社などにかなり大量に雇用されています。全技術者のうちの1割がすでに外国の大卒就職者になっている企業もある。実際のヒヤリング調査をしてみますと、日本の大卒者よりも根性がある、しかもよく勉強してよく働くということです。

まさにコメと同じで、我が国の歴史の中でわれわれ理工系の分野というのは純粋に国際競争の分野にはさらされていない。それが今やわれわれもその国際競争の最中にさらされている。しかもあとに続く者が日本の高校には全然いなくなりつつあるということになるとどうなるのか。その辺も皆さん方に真剣に考えていただく必要があります。今のパーソナルコンピュータ、ワークステーションの現状は少なく作ってたくさんもうけようというメーカの考え方を反映しています。それを支えるのは皆さん方技術開発者ですが、ところがその技術開発者のリソースが今申しあげたような現状になってます。そうなってくると、これからわれわれの行くべき道はどうかということを経営的に考えていきますと、もう少しかつての量産型生産の付加価値というものを見直してやらないと、まず人的な面で破綻を来すのではないと言えます。人間は無尽蔵ではない。メーカにいますと、どうしても社員は手弁当でやってくるものだと考えがちですが、今はそういう危機的な状況にきていることを深刻にとらえています。

あと技術的な観点では石田先生のご意見を。

石田 私もパソコンとワークステーションは渾然一体になっていくと思います。ただ、安田先生がおっしゃったように道具型で、安いのが欲しいんですね。これは MS-DOS ベースでかなりいくんじゃないかと思いますが、安いパソコンは日本のメーカから見るとあまり付加価値がなさそうでやりたくない分野らしいので、ひょっとしたら台湾製とか韓国製とかの外国製になってしまうかもしれません。渾然一体になる兆候があるのは、

ワークステーションも安くなっていることです。一方、上位機種ではクロックがだんだん早くなっていまして、最近だと 40 から 150 メガヘルツ。MIPS 値は最初 0.5 ぐらいしかなかったのが 25 からもうじき 300 です。メモリも最近はいいたい標準でもワークステーションだと 8 メガ、それからちょっと高いものは最近 16 から 32 メガにきました。たくさんつけると 128 メガぐらいつきます。ですから、これをみるとさっき森先生がおっしゃったメインフレームはもう高い、引き合わないという時代がもう来ているんだと思うんです。実際の話。

一方、パソコンもこれから 586 となっていくと、だいたいワークステーションと同じ感じになってきます。OS も MS-DOS から Windows 3.1 だとか、Windows NT (ニューテクノロジーの Windows) とか、あるいは UNIX とかマッキントッシュとか結構多様化していますけれども、全部このクラスのワークステーションに載るわけです。ですからそういう意味でパソコンだって、プロセッサは今までだとインテル系のチップしか通用しなかったんですけど、Windows NT になりますと各種の RISC チップにだんだん載るようになります。しかも OS の核の部分がだんだんマイクロカーネルになってきて、核部分と周辺に分かれるようになってきて、核部分だけ特定のハードウェア向けに書き直すとしても載るようになってきますので、これからつくりとしてはパソコンもワークステーションみたいになっていく。OS はユーザの好きなものを載せてくださいというふうになるので、ハードウェアは上位パソコンもワークステーションも本当に渾然一体になるでしょう。それから今のパソコンのアプリケーションをずっと使いたいならば、これから UNIX のもとで MS-DOS 用の製品も、あるいは Windows 用のアプリケーションでも動きますから、一台のマシンでどの OS でも使えるという意味ではだんだん渾然一体になっていきます。

ただ、そのとき問題なのはパソコンのディスプレイでして、だんだんウィンドウ指向になっていくと思うんですけど、ウィンドウになっていくと今のパソコンの 640×400 ドットのディスプレイじゃ実際使いものにならない。やっぱり少なくともワークステーション並みの 1,000×1,000

ドットは要ります。これも使ってみると、1,000×1,000でも足りませんが、少なくとも1,000×1,000要るということになると、むしろ下位のワークステーションのほうが安いということになってしまいます。

あと、安田先生に一つお伺いしたいのは、これから特に素人向け、安田先生のいわれるローエンドのユーザに対してはペン入力がいんじゃないかという話がいろいろ出て、メーカはこれに非常に期待している感じなんですけれども、安田先生はこれをどう思っておられますか。

ペン入力の将来性

安田 私はあまりペン入力は評価していません。ペンはわれわれ人類の文明史の中でかなり長い歴史をもっている道具ですね。その道具の使い勝手はすでに石田先生がお書きになっていますが、ガラスの上を書くタッチと、紙の上を書くタッチとはものすごく違う。だからペンタッチといって同じペンを使っているけど実は全然別の道具、別のデバイスと考えられます。だからそういう点では、私はこのやり方は普及しないと思います。あまりにも人々に対して違和感があり、なじみがなさすぎます。しかし世の中には割合に形状にとられて、これならいけそうだという人が多いようです。

私がこのようなケースで申しあげているのは、ゲーテンベルグの例です。活字活版印刷技術はゲーテンベルグが発明したことになっていますが、実は違うのです。今の印刷活字はゲーテンベルグが発明する400年前にすでにあったんです。ところがそれは使われなかった。ゲーテンベルグは何を発明したかという、現在の活字書体とは違う手書きの書体に似せた活字をつくった。これがゲーテンベルグを活字活版印刷の発明者として名を残さしめた最大の理由なのです。ゲーテンベルグ以前の活字は現在のように機械的な書体だったのが普及しなかった理由です。

ですから同じ技術でも文明の長い歴史の中でかけ離れているものは成功しないのではないかという考え方を私はもっております。

司会 若鳥さんの予稿に、データ表現媒体としてコメントが入っていたんですが、今の議論に関して、ペン入力に対して若鳥さんは将来のピコ計

算機ではどうなるかという夢があれば一言お願いします。

若鳥 今のペンというのは、キーボードとペンという対比で例が出ているだろうと思います。人類始まって以来、文字ができてから記号記号ですとやってきたわけですね。キーボードが発明されて130年ぐらいなんですけど、ペンのときにはシリアルの入力であったものが、キーボードを発明したので10本の指を全部使える、ペン入力の10倍の速度になったわけですね。

ですからピコ計算機の時代は手の指10本では足りなくて、足も何も全部使うとか、口も使う。いろんなものを全部使う。たとえば人間が目を向けたら、それがコンピュータに入るような仕組み。たとえば何か頭にのせる。そういうもので見るだけで入ってしまうとか。全部入ったら大変なので、人間の視点の合ったところをぱっと切り出して入れてくれるとか、何か自動的にならないと決して10倍にならないと思うんですね。10倍を10倍にする。だからペンというのは後戻りであり、背後に返る発想であるというのが私の見解です。まあ、いいものができればそれで使いたいと思います。技術論としてはそういうことです。

森 2月の17日に、ペンのシステムについて、また2月18日にはオブジェクト指向プログラミングについて、米国BYTE誌のシニアテクニカルライターが、この同じ建物の中で講演することになっています。主催者は日本電子工業振興協会、私の委員会です。無料です。

ソフトウェア文化への日本の貢献は？

司会 ありがとうございます。予定の5時が近づいてきたんですが、きょうの渡邊会長の特別講演、それから三田副会長の特別講演、それからこの歴代主査の先生方のお話の中にも文化としてのマイクロコンピュータ・ソフトウェアのコメントが共通的にあったと思われます。それで最後の時間、マイクロコンピュータあるいはワークステーションのソフトウェアが文化として定着してきているわけですが、これに対して日本が将来貢献し得る可能性について一言、2、3分ずつコメントをいただけたらと思います。

森 私は貢献できるだろうと思います。たとえば米国及びヨーロッパのコンピュータ関係の学会

で講演して、あなたの話を聞いて日本語がどう違うのか初めてよく分かったと言ってきたことがあります。それが驚くほど根本的なことばかりです。日本の学会で講演したらばかにされるようなこと、たとえば日本語では、語という概念がそもそもないことです。字引をひけば語という見出しはあります。しかし、実際には必須な記号、欧米語でのスペースがありません。語と語を区切るのに日本語そのものがそのようにできているので、これは非常に根本的なことです。

また、同じ語に二つの読み方があるというのはごく普通であって、何の印もなしにそれがおきるということです。そういうさまざまなことを踏まえたコンピュータによる処理は基本的にまだ存在していないわけですから、この分野で日本が豊かになったときに、世界に対して貢献度が低いことはありえないと思います。長い目で見まして、欧米系以外の文字をもった国に対して貢献する可能性がどこが一番多いかといえば、日本であると考えております。

石田 私は逆でして、非常に悲観的ですね。というのは、今、言葉の問題ですけれども、逆に言うと日本人は非常にハンディキャップをもっているわけでした。これから新しいソフトを開発して先端を進もうとすると、どうしても外国を相手にしなければならない。日本のマーケットだけでやっていたんじゃダメですからね。そうすると外国へ持って行こうとすると英語ベースでなければいけません。そこでまた非常に大きなハンディキャップがあります。

それから日本国内では日本語化に非常に手間ひまをかけているところがありますから、どうも日本語を使っていることは私は非常に大きなハンディキャップになっているという気がします。

もう一つは日本人の気質で、これは受験制度を初め、やっぱりいろんな仕組みが全部絡んでいると思うんですけれども、どうも新しい珍奇なことを考えるという雰囲気全然ないですね。それから議論をしようという気もないようです。たとえば学生に講義したとき、あるいは講演したときに、質問があるかどうかといったときに、全然質問が出ないことも我が国では多い。いろんなミーティングでディスカッションしようと思って意見が出ないことも非常によくあります。

しかし新しいことを生み出すには、やっぱりみんなでけんかをして、わあわあということでないといけないと思うんですけれども、日本人はあまりにもおとなしすぎます。特に外国に行って議論しようと思うと、これがまた英語が下手ということも絡んでますます日本人は黙っています。日本人の言っていることが向うに通じないということもあります。本当に新しいアイデアが日本から出るんだらうかと非常に疑問に思っています。これは大学の教育の問題もあると思うんです。

安田 私は逆の見方で石田先生に賛成です。もっとネガティブな考え方をもっていて、基本ソフトウェア、つまり UNIX だとか MS-DOS などの OS、そういうものに匹敵するもの、いわゆる基本ソフトウェアは日本は常に輸入国であるべきだという考え方をもっています。もしこれが輸出できるほどの力を日本が備えたときのことを考えると、そら恐ろしい。つまり日本人のやらかすことは大変なものですね。私が「日の丸 OS」に反対するのは「日の丸」をひっさげてあつという間に世界を塗りつぶしてしまう。「日の丸」文化になじまないものは徹底的に排除する。そういう性質を日本民族は本質的にもっているわけです。ですから一つぐらい弱いところをもっていてよいと思います(笑)。国際的にだめだ、だめだと言われるような弱さをもっていないと、今すでにして日本はいろんな意味で毛嫌いされているわけですから、これ以上力をつけて、ソフトとハードの両面で世界を制覇しようなんて、そういう野心はさらさら捨てたほうがよいと思います(笑)。むしろ DOS/V という変わったものをもって、あれすらもだいたいいろんな偉い経営者の作人たちが IBM-PC のソフトが即日本語になって使えるというような発言をされている。つまり英語のメッセージも DOS/V で全部日本語にぱっと変わるという単純思考の人たちが支えるカルチャの国、これが日本です。そういう国ですから海外進出は絶対考えないほうがよい(笑)、と私は思うのです。もちろん天才的な研究開発者は国籍など考えずに世界に貢献すべきでしょう。

若鳥 私も悲観的な見方をしています。まずいろいろ外国へ出て行ったときに感じるのは、やっぱり私一人ではなくて、私は前から分かっています、日本ではやっぱり哲学がないなと思い

ます。一般的に、たとえば政治にしても、経済だけは民主化になったんですが、全員がだれに投票するかの哲学がないから、結局人気投票になります。ところが諸外国では革命して 300 年とか 400 年とかどうも末端の人まで全員よく考えているみたい。えらい違うなという感じがします。私のヨーロッパ評だと、アメリカとドイツは日本と同じような工業国の性格をもっています。アメリカは農業国という話もあります。ヨーロッパの 3 世紀前の哲学に日本は追いつかない。やっぱり 10 代かかるという感じ。今ようやく金銭的には豊かになっているから、だれかが豊かになっているんですね。一般的には豊かになっていないんですが、だれかなっている人もいるので、豊かになってから 300 年も経てば多少の余力も出ると思います。

それから言葉の実態は、私が個人的に考えると、日本語は 1000 年は遅れていると思っています。いまだに象形文字を使っています。結局ちゃんと記号化になっていません。それに比べアルファベットはうまいことやってるなと思いますね。26 文字、またはそれじゃ足りなければ大文字、小文字使い分けていますね。スペースもちゃんとあけているし、ほかの言葉に対して、他の国の人に対してそのまま提示できますから。

同じようなことは韓国に旅行すると分かるんですね。日本人にとって文字一つ読めなくなる。英語を一生懸命探す。英文字は便利だなと思いますね。日本ももうちょっとディスプレイから英語にしたほうがいいんじゃないかと思うくらいの感じです。特にコンピュータを使うぐらいの人はですね。銀行の窓口の端末はそれはそれで皆さんに分かりやすいもので、反対に日本語でやらなければだめだと思います。でも、さっき外国人が 1 割はいるという会社もあるというお話でしたので、日本語が日本で通じなくなることもありえます。新

宿なんかへ行くと、日本語が通じるとは思えないという状況に出くわすことがありますから、今から先は必ずしも日本語は通じないと思ってなければいかなのじゃないか。その意味でペンで絵をかけばなんとか通じるかもしれないという気がするんですが、絵記号、絵文字をやってみた感じでは、同じ絵を文化によって別なものに解釈しますので、全然話にならないという感じですね。たとえばエレベータの扉をあけるとか、閉めるとか、その記号を単純なものでいいんですが、あれを 10 を超えて 100, 200 あるいは 1,000 の絵文字をつくられたら、やっぱりそれはそれで言語ですから簡単にはいかない。区別が難しいですね。乗物の駅の矢印の方向も一定の解釈をすると反対の場合もあります。日本が文化的レベルでマイクロコンピュータやワークステーションのソフトウェアの発展に貢献することは、哲学と言葉の問題があって無理だと思います。

司会 有難うございました。いろいろ障害はあるとは思いますが、是非日本人が文化としてのソフトウェアに貢献できるようになることを期待したいと思います。特に日本人に古来から備わった農耕民族的勤勉性に、欧米の狩猟民族的獨創性が加味されれば、それもあながち無理ではないでしょう。ソフトウェアが文化のレベルに到達すれば文科系、理科系の区別を超越するので、学生の理工系離れの問題もおのずから解決すると期待されます。

さて、以上で本日のプログラムの最後であるパネル討論を終わらせていただきます。そして、本マイクロコンピュータとワークステーション研究会の 15 年間にわたる活動は、これをもってすべて終了いたしました。特別講演の講師とパネリストの皆さま、そして学会事務局の皆さま、どうもありがとうございました。(拍手)