

本田財団レポート No.97

## 「21世紀のコンピュータ」

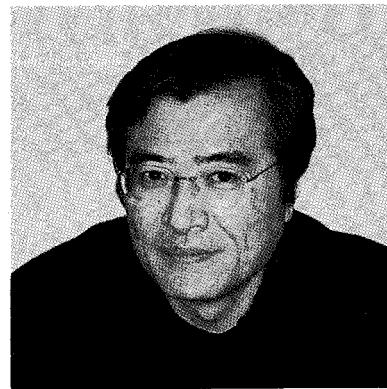
東京大学大学院 情報学環 教授

坂 村 健

財団法人 本田財団

## 講師略歴

坂 村 健 (さかむら けん)  
東京大学大学院 情報学環 教授



### 《略歴》

1951年7月25日 東京都生まれ

1974年 慶應義塾大学工学部電気工学科 卒業  
1979年 慶應義塾大学大学院工学研究科計算機学専攻 工学博士  
1979年 東京大学物理学部情報科学助手、講師  
1987年 東京大学物理学部助教授  
1996年 東京大学物理学部教授  
2000年 東京大学大学院情報学環教授

《専攻分野》 コンピュータ

《興味テーマ》 コンピュータアーキテクチャ；近未来論、トロン  
電腦建築、都市デザイン、知的物体デザイン

《加盟団体》 IEEE、ACM、情報処理学会、電子情報通信学会

《受賞歴》 情報処理学会論文賞(1979年)、  
電子通信学会論文賞 ('78、'79)  
日刊工業新聞技術科学図書文化賞（優秀賞）

このレポートは、平成12年12月19日 パレスホテルにおいて行われた第83回本田財團懇談会の講演の要旨をまとめたものです。

## ● TRON プロジェクトとは？

私はコンピュータをゼロからデザインするような仕事をしていました、そのなかで、いまから 20 年ほど前から始めていたプロジェクトが、TRON プロジェクトというコンピュータを作るプロジェクトであります。21 世紀のコンピュータの話をするのですが、自己紹介も含めて、私がどのようなコンピュータのデザインをしているのかというお話をから、21 世紀のコンピュータがどういうかたちになっていくのかということまで話をつなげていきたいと思っております。

TRON というのは The Realtime Operating System Neucleus の略であります。このように説明しますと非常に難しくて、何のことやら、コンピュータを専門としていない方はわからないと言われるかもしれません。The は定冠詞で、Realtime というのは日本語に直すと「実時間」という意味です。要するに、私たちは実世界に生きているわけで、実世界のなかで使うというような意味だと思っていただければいいわけです。

コンピュータといいますと、virtual ということで仮想世界というものが出てくるわけですが、人間は仮想世界に住むことはできません。実世界に住んでいますから Realtime というわけです。Operating System Neucleus というのは、計算機の中心にある基本法ソフトウェアと言われているようなものでして、略して OS とか呼ばれていますが、基礎的なソフトウェアでいちばん土台になるような基幹ソフトウェアに付けられている名称です。日本語で一言でいうと、実世界で使うコンピュータの基礎的なものをやっているプロジェクトであります。

## いろいろな分野で活躍している TRON

では、もうすこし具体的に、これはいったい何に使うのかということですが、コンピュータを専門としている方がコンピュータと聞くと、大抵パソコンというものを思い浮かべます。ではパソコンとどう違うのかとか、いろいろなことを頭に思い浮かべる方が多いと思うのですが、TRON というのは、現在では、機械の中に組み込んだり、家電製品の中に入れたりすることに使われています。

携帯電話をお持ちの方であれば、携帯電話の中のほとんど、100%近くの部分には、私の設計した TRON というコンピュータが入っています。携帯電話の中にある基幹部品を設

計していると思っていただければ結構です。年間で1億台以上のものが出ていまして、パソコンといわれているものよりも出ている数がずっと多い。そして、未来の21世紀のコンピュータのイメージの一つのヒントが、携帯電話に垣間見られるわけです。

ほかにも機械に組み込まれているコンピュータというのはたくさんあります。本田財団でトヨタの車の例を出していいか、いささかためらわれますが、トヨタの車の中にマイクロプロセッサでエンジンのコントロールをしているものがあります。その中で私が作ったITRONというものを使っています。自動車メーカーさんは、中がブラックボックスになっている部品はあまりお使いになりません。アメリカのマイクロソフトなどは中がブラックボックスですから、ブラックボックスのものは使えないと言われる。TRONは全部中がわかりますから、そういうものが使われるわけです。

その他、ビデオカメラ関係もたくさん使われています。ここもTRONは独壇場で使われている分野です。デジタルカメラ関係もありますし、ファックス、レーザプリンタも、普通のものはもちろん、超漢字といって漢字が10万字ぐらい出てくる特別のプリンタにもTRONが使われています。

これは20年ほど前から始めたプロジェクトですが、最近ではアメリカの会社もかなりTRONには参入してきていて、私のデザインしたベースのものをもとに商品化している会社は、OSという部品を作っている会社だけでも10社以上あります。応用部品として使っている会社は何百何千とあるのですが、基幹部品としてもアメリカのソフトウェア会社もたくさん作ってくれるようになり、いまアメリカのアイトルプリー・コンピュータ・ソサエティ(IEEE)という学会から、私の作ったマイクロITRONというOSの仕様書が出ているくらい、機械制御の組み込みのOSという基本ソフトのなかでは、世界で最も使われるソフトウェアになっています。

パーソナルコンピュータとしては、数からいたらマイクロソフトのOSなどより何百倍も使っているのですが、残念なことにロイヤルティというお金を私が取っていないために、ビル・ゲイツの何百分の一のお金も持っていません(笑)。お金はないのですが、それだけたくさん使われているわけです。

### コンピュータの歴史でITブームはこうして起こった

では、21世紀のコンピュータのうち、どうしてTRONが注目されだしたか。なぜいま

● TRON なのかという話があります。おかげさまでいま TRON は非常に注目を浴びていて、世界中で引き合いが多いのですが、それには二つ理由があります。

一つは、「PC から非 PC へ」ということに代表されますように、コンピュータというのはもともと 50 年ほど前に出来たもので、最初は軍事技術がありました。1946 年に ENIAC (エニアック) という名前のコンピュータが出来たのが最初だといわれています。もちろんそのときにたくさんいろいろなコンピュータが作られましたが、いま歴史的に残っているのは ENIAC だけです。実際にはこれはいまのコンピュータの原形とちょっと違いますが、ほぼ同じものです。ストワードプログラムといって、プログラムをコンピュータの中に入れておくというかたちにはまだなっていませんでしたが、これが最初のものでした。

その後、順調にマーケットが増えて、1950 年ごろの映像を見ても、かなりみんなが革命的な道具だということを、当時から大騒ぎをしていますので、コンピュータというのは誕生したときから革命的であった。ただ、大きな会社とか組織に入ることからスタートしたものですから、なかなか個人の世界までは来なかった。

ところが、1980 年代に誕生したパーソナルコンピュータが、非常な勢いで 90 年代に開花しまして、それが一般の人の手にまで渡るようになったということが、今回の IT ブームにつながっていると言えます。もうひとつの IT ブームの大きな理由は、これも元来軍事技術であったインターネットが 1991 年に民間開放されて、だれでも使えるようになつたということです。

## より一層の分散へ

### ● 「集中」から「分散」への大きな流れ

- ◆企業では大型コンピュータの機能を分散してPC群の分散システムへ
- ◆PCを分解して、応用ごとに特化した専用機群に機能分散するのが、次のステップ

### ● 大事なのは、すべてがネットワークに接続されているということ

- ◆ただバラバラの専用機では、内部でデータを共有できるPCIに負ける
  - ・マルチメディアのメリットはすべてを同じデジタルデータに還元して多面利用できること
- ◆ネットワークにより、個々の機器の単体の能力はいくら低くても、いわばネットワークの後ろにある無数のコンピュータ群がバックアップしてくれる

この二つが IT ブーム進展の二つの大きな理由で、いままでもわが国では何回か IT のブームはありました。大きなものでは、1960 年代、東京オリンピックがあった年に、IBM がシステム 360 という大型コンピュータを発表しました。このときに銀行、自動車会社、電力会社などの大きな会社にコンピュータがどんどん入ったわけで、大きなブームが 1 回ありました。その後、80 年代に日本語ワープロが出来たときに、OA ブームが起きました。これが 2 回目のブームです。

それに次ぐ 3 回目が今回のブームなのですが、80 年代はまだ個人でワープロを買う人も少なかった。最初のワープロは 600 万円ぐらいしましたから、とても個人では買えなかつたのですが、90 年代に値を大きく下げまして、20 世紀の最後の 90 年はまさにパソコンとインターネットの時代になったのです。

### いまや「非 PC」というパソコン離れが起こっている

ところが、皮肉なことに、インターネットでパソコンが広がれば広がるほど、パソコンというのは何でこんなに難しいのだろう、何で高いんだろう、何でこんなに大きくて重たいんだろうという、何ですぐ止まってしまうんだろうという不満が噴出してきました。そして、インターネットを使うためにはパソコンは重すぎるのではないかという話になってきたわけです。そういうことで、いまパソコン離れという状態が急激に起こっていまして、アメリカでは、クリスマス商戦でパソコンがいちばん売れなければいけないときにも、パソコンの売り上げはストップし、パソコンメーカーの株価が落ちています。

なぜパソコンが必要なくなってきたのかというと、わが国は携帯電話で電子メールもできますし、新聞のニュースさえもインターネットの情報で読めてしまう。そうなると、パソコンは、どう安くしても 1 台 10 万をちょっと切るぐらいの値段でしか買えないし、こういうものは形も大きい。それに対し、携帯電話なら 1 万円もしないで買えてしまうし、それがインターネットにもいつでもどこでも自由自在につながるとなったら、だれが考えてもこっちのほうがいいと思うわけです。

もちろんパソコンを使わなければいけない仕事もたくさんありますが、一般の人が電子メールをしたり、ニュースを読むぐらいだったら、携帯電話で十分ということになる。そういう考え方が出でくると、パソコンでないものにインターネットにつながるものというのが脚光を浴びてくるのは当然です。これが 21 世紀になろうとしている時期の現状であ

りまして、「パソコンはもういやだ」という声が非常に高まっている。それがいわゆる「非 PC」といわれる傾向であります。

この非 PC=パソコンじゃないものというものが注目を浴びているために、小さな携帯電話の中に入るもとのいうと、マイクロソフトではまったく作れない。そこでどうしても TRON ということになってしまいます。ここの中に入るもとのとして私の作っている TRON というコンピュータが独壇場になっているということなのです。そもそも私達は小さく作ることは得意ですから、小さくなってくるとどんどんこちらに移ってくる。

このへんは車の世界とよく似ており、自動車もアメリカで大型車をどんどん作りました。コンピュータで言えば、ワークステーションとかパソコンというのは大型車に相当するもので、TRON の世界は軽自動車や小型車の世界です。私のやっているものは、軽自動車と小型車の世界ではナンバーワンなのですが、大型車に相当するパソコンやワークステーションの世界では、日本はなかなかうまくイニシアティブを取れない。それにはいろいろ理由があるのですが、結果として小さいほうが得意なわけです。これは車と共通点があつて面白いと思います。車も、日本の車のメーカーは、本田さんにとっても、トヨタさんにとっても、どちらかというと、わりと小さめの車ですが、向こうの GM やフォードがやっているような大型車が中心ではない。そういうところが、コンピュータの世界も似ていて、パソコンとかワークステーションでも大型機の世界では、日本はまったくダメです。

#### closed architecture から open architecture へ

いまマイクロソフトは、クリントン＝ゴア政権の最後に、独占禁止法でアメリカの司法省当局から訴えられて裁判をやっています。1回目の判決で有罪判決が出て、会社を分割するか何かの手段を講じないと、マイクロソフトが独占していることがアメリカの将来にとって害であるという判決が出ているわけです。

このことからもわかりますように、マイクロソフトは非常に寡占化を強めまして、20世紀のあいだに世界でナンバーワンのソフトウェア会社になったのですが、害のほうも大きな害がたくさん出てきて、たとえば製品の開発がストップしています。パーソナルコンピュータのソフトウェアというのは、事実上止まっていると見たほうがいいくらいです。それはマイクロソフトが独占力をを利用して、新しい機能を持ったものの参入を拒むような動きをしているからです。

日本語のワードプロセッサの会社が育たなかったり、倒産しそうになるのも、全部マイクロソフトのワードに席巻されてしまったからで、その害が非常に強い。そういう意味でいたら、日本でもマイクロソフトは独占禁止法で訴えられてもしょうがないところまで来ているのに、どういうわけか日本はアメリカの会社を訴えるようなことはやっていません。しかしアメリカではそれだけ大きな裁判になっている。大げさな言い方をすれば、マイクロソフトが何かしないことにはアメリカのコンピュータサイエンスは進展しないところまでなってきているぐらい、独占の害が出てきてしまっているわけです。

そういう意味で、世の中全体として *closed architecture* といって、全部囲ってしまって、何でもマイクロソフトの問題にしなければいけないとか、中身を見せないとかいうことは、コンピュータの世界ではいますごく嫌われています。アメリカの政府まで嫌って裁判をするぐらいで、ブッシュ政権になつたら手打ちになるという話もありますが、少なくとも囲い込みの戦略がいいと思っている人は少ない。このへんが大事なことで、テクノロジーだけでなく、コンピュータがこれだけ一般の社会や生活に入ってきていますから、どのように技術的な戦略を打ち立てていくのかということは、いま大事なことだと考えられています。

だから、いま世界で目指している方向が *open architecture* になるわけです。つまり、基幹に相当する技術はただでオープンに出していくという話です。英語をしゃべったら 100 円、日本語をしゃべったら 10 円取るではたまりません。OS というのは非常に基本的なところなので、そこでお金を取られてしまうと技術がクローズしてしまってよくない。意地悪すればいくらでもライバル会社をつぶしてしまうことが出来る。そういうことになってしまっている。

そういうことで、現在は *open architecture* の方向に来ているわけで、TRON の場合、これを使ってもロイヤルティは取りませんし、だれが何をやってもいいということです。こういうものが世界で今、受け入れられるようになってきました。ワークステーションの世界で Linux というソフトがありますが、それも同じような理由で受け入れられていて、マイクロソフトのものはやめようという動きに世界的になっています。フランスなどでは、政府で使うものはマイクロソフトのものではなく、Linux に変えるんだという動きも出てきています。時代がそういう流れになってきて、TRON に追い風が吹くような時代になってきたということです。

## おさらばしたい「アメリカに追いつけ追い越せ」的発想

現在、そんなことも影響してパソコンの店頭販売もマイナスになっていますし、事業計画もどんどん縮小されています。伸び悩みがありまして、インテルや PC メーカーは軒並み下方修正していますし、株価も下がっています。アメリカの PC の世帯普及率は 52% でほぼ飽和状況になってきています。

日本ではまだパソコンが売っています。アメリカで起こったからといって、すぐ同じことは起こらない。だいたい数年遅れてやってきます。しかし、アメリカの真似をしている国ですから、アメリカで起こっていることは必ず同じように起こってきます。

いま新しく出ているパソコンの新製品も、パソコンというよりは DVD が見られるパソコンとか、インターネットに接続できるパソコンとか、テレビの録画が出来るパソコンといった、パソコンというよりは家電みたいなものです。デジタル家電製品というようなものが世の中に出てきて、パソコンで今までやっていたことが家電製品に分散していくということが大きな流れとしてあります。

とくにインターネット接続携帯電話というのは、現在、日本で 2200 万契約に上ります。こんな国は世界にありません。新聞などを見ると、IT 計画では、日本は後れているから 5 年間でアメリカに追いつけ追い越せ政策でやるといっています。エコノミストの方たちも、日本はシンガポールや韓国にも後れていると言われるのですが、私は日本のどこが後れているのか、何を根拠にこういうことを言っているのかまったく理解できません。私はけつして後れているとは思わない。日本は違う道を歩もうとしているのです。その意味では、日本は第 2 の経済大国ですし、こんな小さい携帯電話を作る国はほかにないですから、何を根拠に後れていると言っているのかわかりません。

1 年前のことを思い出すのですが、Y2K 問題で大騒ぎをしていたことがあり、私一人だけ何も起こらないとずっと言いつづけていました。マスコミなどでも、何か起こると言ったほうがニュースになるので取り上げる。たまたま週刊誌に、去年、Y2K 問題が起こると騒いだ人がいまどうなっているかという記事が載っていましたが、いまでもカンパンを食べつづけて蓄積した水を飲みつづけているということでした。やはりちょっと間違っていたという話でしたが、考えてみればこの人は責任をとりつづけているわけで偉い。何もない人もいるんですから。

考えてみれば「アメリカに追いつけ追い越せ」という考え方古い。もういいかげんにこの発想から抜け出したほうがいいと思います。こんな考え方は 20 世紀の遺物にして、21 世紀は独自の道を歩んでほしい。だいたいあんなすごい国は追い越せないですよ。30 年ぐらい前にアメリカに行ったときにすごく驚いて、何てすごい国だと思ったのですが、じゃあいま行って驚かないかというと、やはりいま行っても驚きます。

国土が日本の 25 倍もあって、資源が石油だって何だって地中に山ほど埋まっているのに中近東からいちばん石油を買っているような国を、日本が追い越せるわけがないのです。そんな発想は取り違えもいいところで、もうやめたい。

日本という国は、何かそういう目標を立てないと前に進めない。戦略の立て方が異常な国だと思うのですが、どこかに追いつけ追い越せじゃないと政策とか戦略も立てられないのかと思ってしまうのです。何で自分で目標を設定して生きていくことができないのか。そう考えると情けないという感じがする。何でアメリカに追いつかなければいけないのか。そういう強迫概念で目標を立てるという動きが私は大嫌いです。アメリカは常に偉いということの表現の仕方として、追いついて追い越す。この発想がいやなんで、直ちにやめてもらいたいと思います。

## 2 人に 1 台携帯電話を持つ日本人

そういうわけで、ともかく日本はインターネットに接続できる携帯電話が世界でいちばん普及している国でして、2200 万台もある。携帯電話全体でいえば、いま日本では 6000 万台ぐらい出ていまして、そのうち 25% ぐらいがインターネットに接続できる携帯電話になっているということです。ですから、総人口の 17% がモバイルインターネットを利用しているということになるわけで、こんな国はほかにありません。

アメリカでは、世帯数の 52% がパソコンを持っていましたが、日本の場合には、総人口の 50% ぐらいが携帯電話を持っているわけです。これは異常な国だと思います。2 人に 1 台ということで、赤ちゃんは持てませんからほとんどの人が持っているという時代になっている。これはつまり TRON をそれだけ持っていたいということで、非常にいい気持ちではありますが、1 年間で利用者が倍増しまして、1100 万人から 2200 万人に増えたわけで、パソコンが半年で 563 万台ぐらいしか出ていませんから、パソコンよりもはるかに多くの数の携帯電話が出ているわけです。

## モバイルコンピューティング

### ● 常に携帯し出来るコンピュータ

- ◆ 携帯電話
- ◆ ネットアクセス
- ◆ PDA
- ◆ 位置情報などに基づく情報提供
- ◆ リモコン
- ◆ 身分証明書
- ◆ 財布代わり

### ● 携帯でのインターネットアクセス2000万人を超えた。 (PDAの世界累積出荷台数合わせてもせいぜい1000万台)

- ◆ iモード 1264万人
- ◆ EZweb/EZアクセス 389万人
- ◆ J-スカイ 314万人

### ● 次世代携帯電話以降は音声よりもデータ通信を重視。

- ◆ 第3世代(IMT-2000) 384K~2Mbps. 2001年から。
- ◆ 第4世代 数十Mbps。 実用化は2005~2010年。

## 「どこでもコンピュータ」の時代の到来

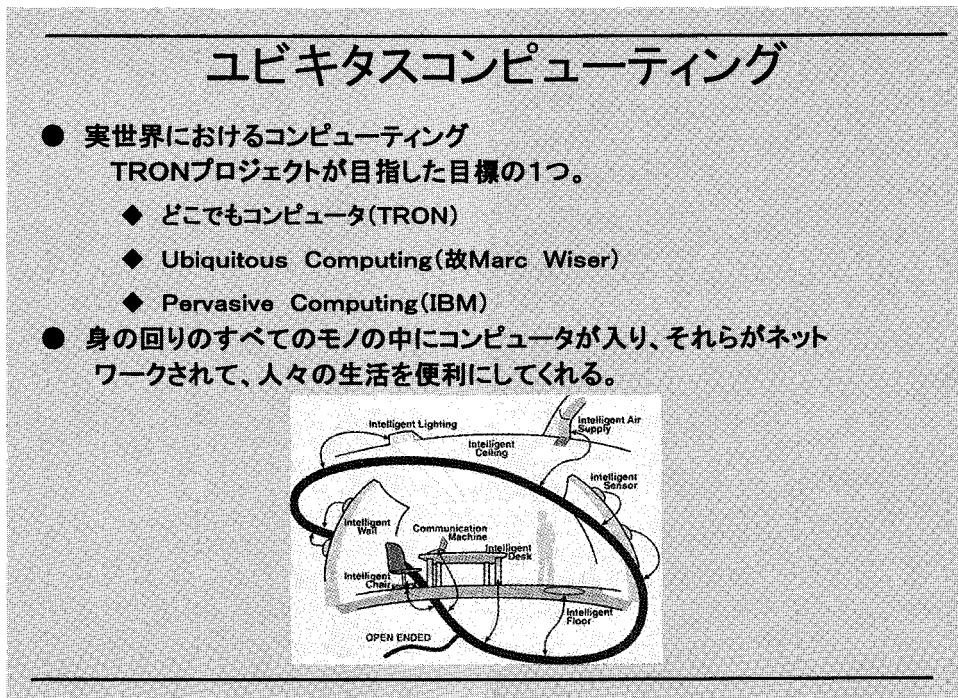
TRON は The Realtime Operating System Neucleus ということで、open architecture ということなのですが、この小さくなっていくという動きがどんどん進んでいくとどうなるのか。きょうの演題が 21 世紀のコンピュータはどうなるかという話なので、その話を一つしたいと思います。

コンピュータはこれからもっとどんどん小さくなります。こういう世界を何と言っているかというと「どこでもコンピュータ」です。英語で言うと *ubiquitous computing* ということです。 *ubiquitous* というのは、辞書を引くと「どこにでもある」と書いてありますから、「どこでもコンピュータ」というのがいちばん簡単だと思いますし、アメリカ人が受け取る感覚もおそらく「どこでもコンピュータ」ということだと思うのです。難しい言葉で言うと、超機能分散システム、*highly functional distributed system* となるわけですが、この「どこでもコンピュータ」(*ubiquitous computing*) というのは、21 世紀のキーワードになるような言葉です。

これは何にでも入ってしまいます。いま私がやっていることを紹介しますと、天井から床から家具から何から何まで入ってしまうというものです。いま私は百円玉みたいな黒いものを持っていますが、実はこれはいま私のところで研究しているコンピュータです。こ

の中に8ビットのマイクロプロセッサとメモリーが入っています。電池は入っていません。どうやって動かすのかというと、電波を送ると、電波で小電力を送りますから、その電力で起動して動いたものを反射板にのせて結果を返してくる。読み取り装置を携帯電話にすることが出来ます。

いま試作機がありますが、これでどうなるかというと、これとこれのあいだで交信が出来るわけで、ここ数年のうちにこれ一つが100円ぐらいになります。いま私のところではこの32ビットのものを設計していますが、これの大変なところは電源なしで動かすという技術の部分です。不揮発性のメモリーといって、電源を切っても消えないメモリーの開発をしなければいけないと、途中で情報を取られるといやですから暗号回路も中に入っている。それにコンピュータも入っていますから、普通のICカードといわれているものとは違って、いろいろなことが出来ます。



### 便利な生活を約束する「どこでもコンピュータ」

たとえば、これを薬の瓶に付けてやります。薬というのは副作用があって、飲んではいけない薬を二つ飲むと、副作用を起こして死んでしまったりする場合がある。そういうものを二つ持ってくると、自分の携帯電話に電話が掛かってきて、「いま目の前にある薬を二つ一緒に飲むと副作用を起こす危険性があるから飲まないほうがいいんじゃないですか」とか、そういうことを電話で聞かれて、それを防ぐためのシステムを構築する。

か」と親切に教えてくれるという薬瓶が出来るというわけです。

このコンピュータ、最後は1個100円ぐらいになってしまいますから、天井の建材の中などにも入れておく。家を壊したときに、建材を焼却炉に入れて燃やそうとすると、焼却炉に信号を送り、「私を燃やすと有毒ガスが出るわよ」と言う。そういう天井材も出来てくるということです。

私がいちばん面白いと思っているのは、これに発光ダイオードを付けるのです。家の中で失せ物が出来て、「あれ、どこへ置いたっけ」ということはよくあると思うのですが、何か物体に電話を掛けると「私は」ピカピカッと光る。そういうものは便利かなと思うのですが、あらゆるものにこういうものを付けてしまう。

センサーというものを付けて、建物のコンクリートの中に入れてしまうと、ひび割れなどを検知する。道を歩いている人が剥離してきたコンクリートが当たって大怪我をすることがあります、そういう場合も「いま、あなたが通っている道の上にあるコンクリートからの電話です。18時間以内に震度3以上の地震があると、確率95%でコンクリートが落ちてきます」ということまで言えるようなコンクリートの柱が出来る。そういう可能性がこのコンピュータには秘められています。

これがものの中に入るコンピュータの究極の姿でして、こういうものを作るとときにはいろいろなことを考えなければいけない。小電力で効率よく動かすようなコンピュータを作

## ウェアラブルコンピューティング

- ケータイは常に携帯＝身につけるコンピュータに近付いている。
- さらに、眼鏡型ディスプレイなどにより、より詳しい情報の提供や目の前のモノに対する説明。
- 体内に埋め込むコンピュータも開発が進んでいる。
  - ◆ 現在位置の確認。
  - ◆ 医療用センサーの埋め込み。

技術の進歩と並んで社会がどこまで受け入れるか。

るとか、電気を切っても消えないメモリーにするとか、暗号回路がないとできないからそういうものも必要になります。

さらに便利なことに、このコンピュータの中に全カルテを入れてしまうこともできます。私は実験的に常に身に付けていますが、何か体に変調があって倒れたときに、血液型だけでなく、常備薬から、どういう薬を与えると副作用を起こすとかがわかる。現在は、こういうモバイルとか、身に付けるコンピュータがいま非常に進歩していて、これがubiquitas computing のイメージなのです。21世紀にはインターネットとともに大きな影響を及ぼすのではないかと思います。

### 無線との接続で未来は仮想の世界が現実に

最近は無線関係もいろいろなものがありまして、無線とこのコンピュータが交信するには近接通信といいまして、非常に狭い範囲で交信するメカニズムを埋め込んであるのですが、もうすこし広い範囲だと「Bluetooth」といって10メートルぐらい届く規格もあります。もっと遠くだったら携帯電話でやれば何キロメートルというオーダーで届きます。そこにインターネットをつなげてしまえば、地球の裏側までコンピュータの情報を送ってやることができる。

無線の機械があらゆるところに張りめぐらされて、あらゆる方法で交信するということになると、今までになかったような新しいコンピュータの働きをしてきます。50年かかってコンピュータ学者がやってきたころは、「コンピュータは高い」というのが大前提だったわけです。

高いから1個しか置けなくて、1個しかないコンピュータをどうやってみんなで使うのかということを学者は研究していたのですが、こういうことになってくると、「コンピュータは安い」のを通り越して「コンピュータはただだ」という話になってくる。いくら使ってもいいとなると、この部屋にこのコンピュータを1万個置くという無謀な発想も出てきて、そういうものが交信しあっていろいろな人間の生活を守るような働きをします。

私は東京大学ディジタルミュージアムという、21世紀型博物館のデザインもやっていますが、この小さなコンピュータをあらゆる博物館のものに付けてしまう。どういうものかということを入れておいて、携帯電話で「あなたなあに」とやると、「私は3000年前に作られたと思われていて、つい20年前に掘り起こされた縄文土器です」と壺が言うような

こともできるようになる。やや未来チックな、ものがしゃべるという世界が実現したり、新しいタイプの博物館が登場します。

### オモチャから白物家電までマイクロコンピュータで制御

そういうことでとにかく応用は非常に広いということですが、こういうものが頻繁に世の中に出てくるのはいつごろかといったら、やはりあと5年から10年はかかると思います。10年後に、皆さんがあえていてくださったら、「そう言えば10年前に聞いた話だぞ」ということになります。

だいたい私がインターネットをはじめて手にしたのは、いまから15年前のことです。85年当時はまだ軍事機密だったのですが、いろいろな理由からアメリカとのあいだで使っていました。そのときに、世界中のコンピュータをつなぐ技術があるんだと説明しても、みんな何のこと正在言っているのかよくわからないと言っていたのですが、こちらのほうがイメージはしやすいと思います。

とにかくいろいろな使い方が思いつきます。コーヒーメーカーのところに、コップにこのコンピュータを入れておいて、「私はブラックしか飲まない。お砂糖は絶対嫌いだ。コーヒーは濃いめのエスプレッソだけ」というメモリーを入れておくと、自動のところを押した途端に自分の好きなコーヒーが一瞬のにうちに出てくる。「ミルク、砂糖をたっぷり」と入れておくと、そういうコーヒーが出てくる。

こういうものが1個100円になるまでにはまだ5年、10年かかると思いますが、その前に来ると思われて、いまいちばん注目を浴びているのがInformation Appliancesといわれているものです。これを日本語に直すと「情報家電」です。あるいはInternet Appliancesと「インターネット家電」というのもあります。ここまでなかなか来ませんが、いまある家電の中にマイクロコンピュータを入れていろいろなことをやってやろうという話はあります。とくに私が注目しているのは電子ブックで、これは私のTRONと非常に相性がいいわけです。

そのほかにオモチャがあります。最近、ロボットが注目を浴びていますが、本田さんのロボットはすごい。アシモはもはやオモチャではありませんが、いまマーケットで大きいのはオモチャです。ああいう精巧なすごいものではありませんが、オモチャといって馬鹿にできません。

いまや白物家電の洗濯機とか冷蔵庫もインターネットにつなげています。日本の場合、電子レンジをインターネットとつなぐことは理解できます。レシピをインターネットのページで出して、それを見ながら電子レンジを使って料理をするのは大変だから、いつそのこと電子レンジとインターネットをつなげれば、電子レンジのディスプレイで指示される通り、芋を 100 グラム入れて、取り出して、つぶして、砂糖を加えて焼き上げるとスイートポテトが出来るという寸法です。

洗濯機とインターネットをつなげることを開発したのはイタリア人ですが、よくよく聞いてみると、洗濯の状況を外からインターネットにつなぐとメールで読めるというのです。外出したときに、ちゃんと洗濯が完了されたかどうかがわかるというのですが、私にはこれがもうひとつピンと来ない。日本人だったら、洗濯物を入れたら洗剤から水から全部自動的に入って、乾燥まで終わって、蓋を開けて取り出したらそのまま着れるというかたちにいくのかなと思うのですが、国によって発想が違うようです。

### データの入力が容易になることが先決

これで重要なことは、インターネットもそうですし、コンピュータもそうなんですが、情報の共有なのです。いちばん大事なことは、高速の光ファイバーを引っ張るということではなくて、スーパーで付けているバーコードの場合、それがどういう商品で、どのくらいの賞味期限で、いくらかという情報をすべて入れているわけです。メモリーが共通的に各個人の家の冷蔵庫で読めるのだったら、POS レジでやっているのと同じようなものを入れたらいいのです。

そんなことはいまでも出来るのであって、冷蔵庫に POS が付いていたら、買ってきましたお肉を冷蔵庫に入れるときに、その光のところをヒュッと通しただけで、その情報を読むのが簡単になり、賞味期限の管理とか、どの段にどんなものが入っているとか、冷蔵庫の材料の組み合わせでどんな料理が出来るというアドバイスをしてくれるプログラムなども可能になります。

その際、いちばん面倒くさいのがデータを入れることです。データを共有するということは非常に重要で、そのためには、POS レジスターをやっている会社やスーパーマーケットが、どういうかたちでデータが入っているのかということを公開してくれれば簡単なわけです。冷蔵庫の前で自分で卵が何個、リンゴが何個というのを入力するなんていうのは

面倒くさい。だれもそんなことはやりません。家計簿だって面倒くさいと言う人が多い世の中なので、クレジットで全部買物をするのだったら家計簿だって自動的に出来るはずなのですが、実際にはデータの交換の規則がうまく出来ていないために、実現しにくい。

データの入力が簡単になれば冷蔵庫の不用品の管理もできるはずなのですが、究極の製品「どこでもコンピュータ」の前に、広まるかどうかは別として、ここ数年はそういう家電製品がたくさん試作されると思います。車のITSなどと同じように、世の中全体がコンピュータ化して、どんどんインテリジェントな機能を付ける。そして、ネットワークでそういう情報を送れるようにするということは、世の中の全般的な動きとしてみられます。

### 戦略的にお金を使うアメリカ

インターネットというのは、冷戦と共に生まれて、冷戦の終結と共に一般に開放されたものなのですが、こういうコンピュータがどんどん進化していくといったいどうなっていくのかということです。

こういうときによく話題になるのがベンチャービジネスです。ベンチャービジネスが重要だということで、日本でもベンチャービジネスに支援をという話が出てくるのですが、アメリカのマサチューセッツ工科大学のレスター・サロー教授はベンチャーだけではハイテクは出来ないと言っています。この説はまったく正しいのであって、アメリカでもベンチャーだけでゼロから技術開発をしたなどという例はほとんどありません。

それではだれがこれをやっているのかというと、そこで重要な働きをしているのが NSF（全米科学財団）と DARPA（国防高等研究計画局）です。アメリカというのは実際に戦略的な国だと思うのは、DARPA が 1958 年から予算を当時の金額で年間 2500～3000 億円を出しています。また、NSF は見込みの高い研究に戦略的に出資していたわけです。つまり、アメリカでは、ソビエトが人工衛星スプートニクをアメリカを差し置いて飛ばしてしまったために、戦略がより非常に重要であるという強い認識とともに、軍事研究や基礎科学のものに集中的にお金を出すという組織を作り、1958 年から多額なお金を出したわけです。

こういう例はたくさんあります、アメリカの会社のワークステーションで重要なサンマイクロシステムから始まって、シリコングラフィックス、シスコシステム、技術で言えば、インターネット、マルティックス、ユニックス、レイド、そういうものも全部、高等研究計画局の戦略に基づいて出来たということなのです。

それともうひとつ大事なことは、最初はこういう軍事的な戦略研究から出てくるのですが、これをいつ民間に開放するかということに関する経済戦略も、アメリカはちゃんと持っています。いいかげんにはやっていない。最初のコンピュータが出来たのが 1946 年ですが、それが商業化されたのは 1951 年で、ユニバックという会社が民間会社として最初のコンピュータを出すのです。これも当然軍の許可があったからやったことです。

インターネットは 1960 年代から研究されていたものなのですが、1991 年にソビエトの崩壊とともに民間開放するわけです。すべてがいわゆるプログラム化されている。いいかげんに場当たりにやっているわけではなくて、軍事開発で出来たものを、「一粒で二度おいしい」というのか、軍事的に使って十分だとなったときに経済戦略に転換させてやっている。このやり方は見事です。こういうものが日本にはないのです。

アメリカがこういうことに成功している要素となっているのは、軍事研究が軸にあるということだと思います。独創的な研究するには、このやり方は最適です。独創研究というのは失敗することもありますから、10 個やったら 9 個ぐらいは失敗しているかもしれない。軍事研究というのは失敗しても表に出てきませんから、失敗できるような研究の体制というのは重要なのです。

日本の場合、研究というのは全部成功しなければいけないと考えますが、これは大きな勘違いで、全部うまくいく研究などというものはありません。だめなものなかからうまくいくものが出てくるわけで、試作機を作ったりしたなかからいいものが生まれてくる。投資したものは全部回収できるなどという話はどこにもないです。

ベンチャーが出てくるのは、そういう研究が全部終わったあとで出てくるのです。どうやって商品化するか、どうやって儲けるかという話ははじめて、そこから出てくるわけで、マイクロソフトがまさにそうです。マイクロソフトがゼロから作った製品などというものはありません。全部、軍事研究の成果から派生してきているわけです。

### 日本で嫌われた日本製のパソコン

そういう意味でいうと、ヨーロッパにも戦略がありますが、日本には戦略がありません。ヨーロッパではエスプリが最近話題ですが、これはヨーロッパの連合体がやっています。私は十数年前に、日本でパソコンを作るべきだと言って、情報教育の重要性を強調したのです。では教えるときにどういうコンピュータを教えるのかといったときに、BTRON と

● いう名前のコンピュータを日本で作り、中のソースを全部公開して教えようと提案したら、すごい妨害に遭ったのです。

だれに妨害されたかというと、一に孫さんで、二にアメリカのソフト会社や日本でパソコンをたくさん売っていた会社ですが、なぜかというと、全部をただにして公開するなどといったら儲からないということでした。日本のベンチャーのよくないところは、アメリカで成功したものを日本を持ってきて売るというイメージです。これはいちばん儲かる方法です。商社みたいなことをするだけで、あとは何もしないのですから。技術開発もないで、アメリカでヒットした商品を日本を持ってきて、アメリカ人がやったぞというと、ただでさえ白人に弱い国ですから、ビル・ゲイツという天才少年がやったとなるとみんな飛びつく。

日本人が作ったものは良くないというイメージをマーケティング的に作っていますから、そういうものでやろうというときに、そんなものを日本で作って、しかも open architecture でただなんていったら商売にならないと、イージーに商売をする人たちが邪魔をする。しかも、10年ぐらい前にそういうことをやったので、私のパソコンはひどい目に遭ったわけです。当時、日本はバブルの真っ最中で、長期戦略を持っていない国ですし、10年前はパソコンもポピュラーじゃなかったから、そんなものは売り上げはないのではないかという国の判断によって、アメリカの言う通りにしたほうがいいよということで、やめましょうということになってしまった。

### 強い態度を貫いたヨーロッパ勢

● 実はヨーロッパにもアメリカの商務省が同じようにやっていたのです。ヨーロッパも、教育は自分たちでやったほうがいいと考えていました。アメリカのものを民間が使うのはしようがないとしても、教育ぐらいは自分たちでやるべきだと考え、とくに中身のわからないコンピュータを教えるわけにいかないというので、ヨーロッパもやったのです。そこで、ヨーロッパにもアメリカは文句をつけました。

ところが、フランス人やイギリス人がそれに「ハイ」なんて言うわけはありません。アメリカを追い返してしまって、教育用コンピュータをイギリスのメーカーがエスプリ系統で作ったのです。そのときに使ったマイクロプロセッサのアーム（A R M）というのは、いまでは逆に育ってインテルが買っています。

ですから、独創技術とは何なのか、独自技術は何かといったときに、戦略とか国の考え方が必要になってくるんで、民間だけでは出来ないことがある。そういうときにどういう考えでこちらが戦っていくのかということは大事なことです。国もバックアップまでしてくれなくてもいいのですが、アメリカと一緒に自国でやった技術開発をつぶさなくともいいと思うのです。いまになって何で日本にはマイクロソフトしかないのかといいますが、それはそういう戦略を取らなかった日本の国のやり方にあるわけです。

### IT が与える最大の影響は情報流通の効率化

結局、IT が与える影響は何かというと情報流通の効率化なのです。社会のフィードバックが速くなって、どんどん動いていくのですが、当然のことながら限界というのはありますし、直接の物理的影響力というのは持っていない。インターネットでピザは注文できたとしても、ピザが画面から飛び出ることはないと、そういう意味では直接的経済効果はないし、インターネットでピザを注文したら 2 倍食べられるという話もありません。

つまり、インターネットが発展したからといって、経済状況が高度成長期に戻る話などいうのはどこにもないということです。いま世の中全体が急激な経済的な変化は起こりえないということは、真っ当な人だったらだれでもわかることです。とくに先進国といわれるところでは、必要なものはほとんどの人の手に渡っている。

普通一般の人で、ステーキを何年来ずっと食べたいと思っているのに食べられないという人はいないと思うのです。私の子供のころはそうでした。牛肉などは特別な日にしか食べられませんでした。私も戦後生まれではありますが、戦後すぐ生まれたというのは、親が草を食っていて生まれた子供ですから、小さいころはけっこう悲惨な状態を味わっています。親と一緒に食べ物なども十分なかった時代です。ところが、いまはそんなことはない時代になっている。

そういうことからいうと、欲しいものがないのに無理矢理買わせるということは難しいことです。ものすごく欲しいものがあって、それが手に入らないからストレスが溜まってしまうというケースは少ない。何十カラットのダイヤなどというのはみんながみんな欲しいものでもないですから、食べ物にしても大体は充足している。そういう状況のもと

にインターネットを持ち込んだからといって、消費欲がいまの2倍、3倍になるということは根本的になさそうだということはわかります。

そうなってくると、日常のもので増やそうというのは無理ですから、消費を増やすのだったら、パーティをやったり、功労者に勲章を差し上げることで盛り上げる。私よりも年配の方というのは、頑張って日本経済をここまで引っ張り上げてきたわけですから、この人たちをだれかが偉いと言わないと昇天しないと思うのです（笑）。

本田財団もどんどん功労者には賞を出したほうがいいと思うのです。勲章を授与されたご本人はおそらくパーティを開くでしょう。パーティをやれば消費が上がる。それで一石二鳥の効果です。パーティをやれば食べ物も豊富に出されるし、お祝いに対してはお返しの品を出すから、そこでも消費が生まれる。

そういうようなアイデアがないと、ただインターネットで注文出来た、e-Commerceでやったら売り上げが倍になったなどといつても、ちょっと難しいのではないかという感じがします。そういう意味でいうと、与える影響の限界というものを考えなければいけない。

### 知識創発の社会への移行に伴う問題

ここで注意したいのは、ITで儲かるという発想はやめたほうがいいということです。情報の流通がよくなるということと儲かるということは別問題です。儲かるのは間違いなくコンピュータ屋です。これだけインターネット、インターネットと騒がれ、国は光ファイバーで基幹整備するぞといったら、少なくとも電線は売れるわ、パソコンは売れるわ、コンピュータは売れるわとなるでしょう。こういうところはいいのですが、普通一般の人が儲かるかというと、なかなか儲からない。

ITの光と陰というのがあります、IT革命という言葉はあまり好きではないですが、「IT革命が知識創発社会への移行」と言われます。そうすると、マイナスの影響というのも出てくるわけです。知識創発社会などという難しいことを言いだすと困ってしまうんで、革命ですから血も流れます。要するに、ITが目指すものは効率化ですから、これはリストラにつながる。そこで、効率化を生かすには、人員削減ということとセットにしないかぎり、絶対に効果は出ません。

したがって、政府がこれだけITが重要だと言って何か手を打つのだったら、やはり国

家公務員は半分にするということを言わなければいけない。しかし、そういうことはなかなか言いません。そうすると、そこからは何もうまくいかない。それではリストラをやつたら別の職業に転換すればいいじゃないかという話も出てくるでしょう。ITが重要で、今までやったことと違って組織も変えるのだから、別の職業に変わればという話でしょうが、そんなことは無理な話です。

本当は「無理」という言い方はよくないのですが、私はコンピュータを大学で何十年も教えていまして、携帯電話をコンピュータで使うのは簡単です。これはだれでも使えるように設計しているわけなんですが、この中の回路を設計することができるかというと、それは出来ない。いま日本でいちばん足りないといわれているプログラムを書くような人間がどんどん出来るかといったら、それは無理でしょう。コンピュータのプログラムというのは、だれでも書けるようなものではないのです。

### 画一的な人間をつくるのはやめるとき

これは英語も同じで、だめな人は一切だめです。おかしいのは、インターネットの時代で英語が出来なければいけないというと、みんなが英語をやらなければいけないと錯覚してしまう。国際社会だ、これからは英語だと騒ぐ。英語はたしかに大事ですが、今までだって、本田がなぜこれだけ世界で日本を代表する有名企業になったかというと、だれか英語をしゃべる人がいたからでしょう。べつに本田の社員が全部が全部英語をしゃべれるわけではないと思うんです。ソニーにしても、松下にしても、世界的に活躍している会社にいる人で英語をしゃべれない人をたくさん知っています。昔から英語をしゃべれる人はいたし、しゃべれないからといって問題はなかった。

語学というのは、10歳ぐらいまでに英語で考えるかたちを徹底的にたたき込まないかぎり、年取ってからいくら一生懸命英語を勉強しても、ネーティブと対等に感情までわかって話せるなんていうふうには絶対なりません。私は、いまアメリカの学会の学会誌の編集長をやっていて、スタッフはアメリカ人が5人ぐらいなんですが、業務には困らないし、学会で発表することも困らない。日常のことは何も困らないが、やはり英語は徹底的にはわかりません。コミュニケーションがとれるという意味では英語が出来ることは必要ですが、心の底から通い合う英語を使うなどということは無理です。

私は学生に対しても、英語がだめな人間には無理して英語をやらなくてもいいと言って

● います。それならプログラムを書いていたほうがいい、キミはそっちのほうが得意なのだからと言っています。

そういう意味で、戦後からやってきた平均的な人間をつくろうということはいいかげんやめたほうがいいというのが、私の考え方です。「アメリカ追いつけ追い越せ」もそうなのですが、みんな同じに IT をやらせて、英語が出来るようにさせたいと思う。英語は出来ない、IT もわからない、けれども力があるという人がいてもいいのではないか。違う特質の人たちが集まってゆるやかに分散していく。そういう分散協調型の社会というのが、これからの中ではないかと思うのです。そのときに、みんなが英語が出来て、みんなが IT を駆使するといったら気持ちが悪いと思います。そんな社会は必要ないのです。

## ● 21世紀の日本は文化戦略で展開をはかる

知識創発社会というのは、オタク人間の稀少化ということなのですが、戦後、日本では世界でもまれにみる「平均的みんな同じ社会」というものを作ってしまいました。この特質を殺してしまって、アメリカ型に移行するのも逆に難しいと思います。アメリカという国では、一人の変な人間に給料 10 億円払うけれど、あの何百人の人には年収 300 万とするということが出来る国です。

本田もそうでしょう。社長だけが年間の給料 50 億円取って、ヒラの社員は 100 万円なんていうことをやっていませんが、GM やフォードはそれに近いようなことをやっている。つぶれそうな自動車会社でも、社長だけはものすごい高給を取って、あとはどんどんクビを切っていくということが平気で行われている。日本はそういうことは出来ないし、やらないでいいように日本は国をつくったのだから、その特質を生かして何かやったほうがいいと思うのです。

要するに、アメリカと同じことをやる必要はないのです。本田の二足走行ロボットを見て感激したのですが、日本はいま、アメリカと違う道を行くという自信と誇りと決断をすべきときであって、アメリカの影を常に気にして、なんとかこれに追いついて、追い越さなければいけないというキャッチフレーズ自身を改めるべきなのです。21世紀は日本は違うということを見せなければいけない。

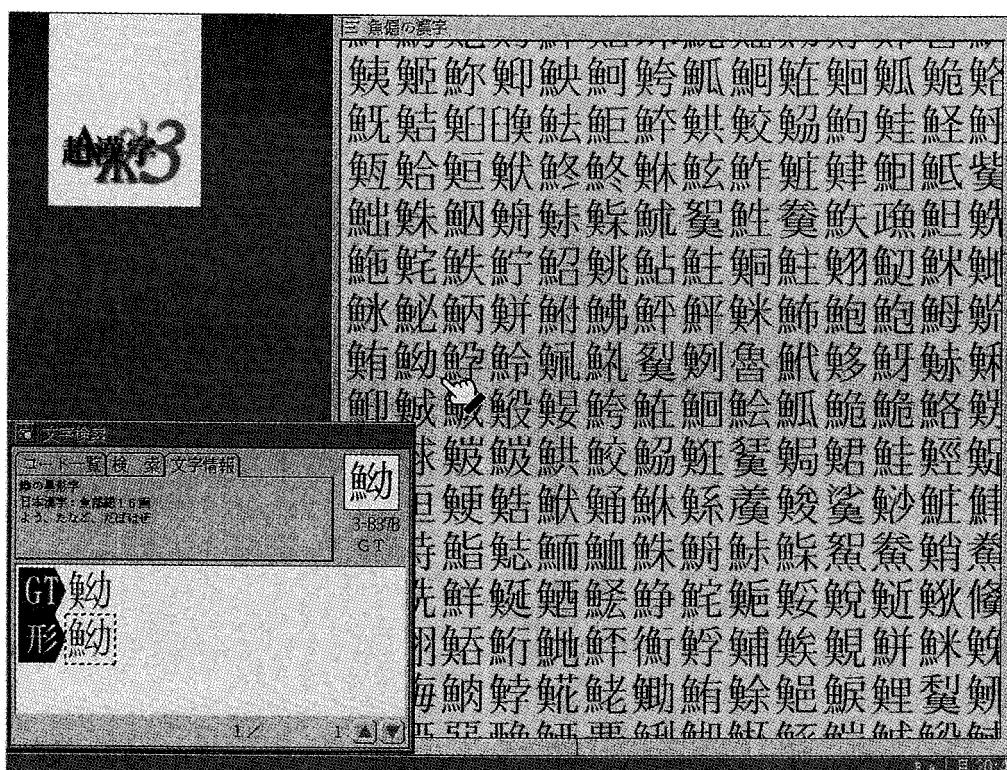
私は最後に重要になってくるのは文化戦略だと思うのです。アメリカはこれから先も軍事戦略を中心に出していくことができる国です。世界でアメリカが軍に金を投入するとい

っても怒る人はだれもいません。ところが、日本ではそんなことは言えません。いまさら軍事研究するなんていうことは言えないだろうし、そういうことをやることが適當とも思われません。軍備もここまで来たのだからずっと持たなくともいい。戦争放棄ということをずっと言いつづけることも、ここまで来た日本だから正しいと思うのです。そうなると、研究開発をする際に、軍事戦略に対して文化戦略しかないと思います。しかも、21世紀、最後に残るのは文化です。文化がもっと認識される時代が21世紀だと私は考えます。

### 超漢字を駆使してアジア文化圏をリードする日本に

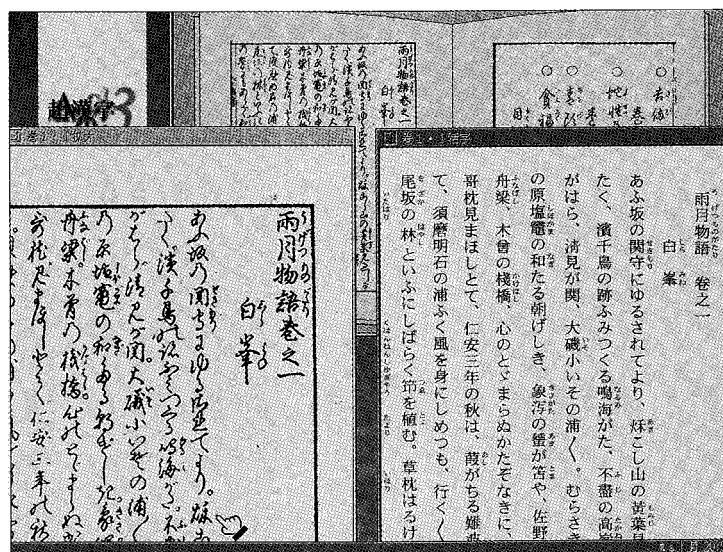
今まで、コンピュータは軍事的なものや工場制御にもたくさん使っていましたし、オフィスにも投入されていました。コンピュータが投入されていない唯一のところが文化領域です。文化といったら文字です。ここで超漢字が登場するわけです。

アメリカのコンピュータは日本の文字に対しては冷たいのです。26文字で十分なアルファベットは当然楽なのですが、現在の日本のパソコンで出る字は約7000字です。漢字はどれだけあるかというと、日本だけでも10万字ぐらいあります。中国でも韓国でも10万字です。古字などを入れたらもっと増えますが、こういうものをコンピュータで扱えるようにする必要があると思うのです。魚偏だけで1000個ぐらいの字がある。アワビだけでも山ほど字があるということがわかります。



最後は文化戦略だと言いましたが、いろいろな文学作品も、デジタルアーカイブしてコンピュータで読めるようにしてみる。たとえば東京大学が持っている『雨月物語』という江戸時代に書かれた怪奇小説の元本にもっとも近いものをこの中に入れています。その一文を読んでも「あふ坂の関守より……【アキ】（日偏に禾）こし山の……」とあります。が、このアキという字が日偏に禾と書く。このころ秋という字もあったのですが、粹な遊びとして偏と旁を引っ繰り返したようで、そういうことが文献にきちんと残っている。

こうして見ると面白くて、こういうフォントまで入っていないとつまらないわけで、そういうことをやりたいと思うのです。芥川の『羅生門』なども自筆で書いたものが電子ブックになっていますが、芥川龍之介は龍という字も特別な字を自分で作ってしまっている。皆さんが漢字を勝手に作られると迷惑ですが、芥川龍之介ぐらい偉い人が作るとなると、これは許そうという話になってきます。



こういうものはアメリカ人の作ったコンピュータにはとても入っていないわけで、アメリカはけっこうひどいことをやっていて、中国と台湾と日本と韓国について、経済戦略の一端として、どれも象形文字でみんな同じだということでコンピュータのなかで区別できないようにしている。そうすると、「骨」という字一つ取ってみても、中国と日本と台湾では微妙に違っているのに、区別ができないようになっていて紛らわしいことが起こっているのです。

われわれは、漢字だけでなく、アジアの文字を入れようとしているわけで、アジアの中の日本ということを強く打ち出して、ヨーロッパ文化圏、アメリカ文化圏があるのですから、日本がアジア文化圏をリードし、コンピュータの中にデジタルアーカイブして、世界の人にアジアを知ってもらうようなすることに手助けが出来ないかと考えています。そういう意味で、漢字だけでなく、世界のいろいろな文字をコンピュータに入れることが重要であると考えているのです。21世紀はとくに文化にどうやってコンピュータを使い、文化戦略がどう打ち出せるのかが、かなり重要なファクターになると思います。

## 21世紀の究極の課題は文化の違いを楽しむこと

アメリカでも、数年前から「アメリカンメモリー」という計画で、建国200年以来の情報をすべてコンピュータに入れて、インターネットで見れるようにしています。リンク一の時代からの手書きのものまですべて入れて、それも全部データ化することをやっているわけです。日本は3000年からの歴史がありますから大変なのですが、層の厚い文化でなんとかアジアをリードしていきたいと考えています。

インターネットの時代だから英語だと言われます。たしかに英語も重要ですが、日本文化を広めるべきだと思うのです。現在、アメリカはアニメブームで、日本の最新のアニメを見たいというので日本語の勉強熱が高まっています。単に漫画を読みたいというだけで、そういう運動が起こっているので、それも素晴らしいことだと思います。英語を勉強しようと日本のなかで政府がやかましく言うなら、それと同じように外国にも日本語の学校を作るべきだと思うのです。人類のハイテクが最後まで行ったあかつきに来るのは、文化の違いを楽しむだけです。これがまさに21世紀の課題ではないかと私は思っています。どうも長いあいだありがとうございました。