

No. 58

April 30, 1996



Information

講演

1995年12月18日（月）・第77回談話サロン（東京・弘済会館）

講師・題目

生駒俊明：「産業構造の変化と日本のエンジニアリング・カルチャー」

日本工学アカデミー

THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

産業構造の変化と日本のエンジニアリング・カルチャー

生駒 俊明



1963年 3月 東京大学工学部電子工学科卒業
1968年 3月 同 大学院工学系研究科博士課程修了
1968年 4月 東京大学助教授、生産技術研究所勤務
1982年 4月 同 教授
1994年 3月 東京大学生産技術研究所教授退任
1994年 4月 ㈱テキサス・インスツルメンツ筑波研究開発センター
取締役社長兼研究所長
1994年11月 東京大学客員教授を兼任
1995年 4月 ㈱テキサス・インスツルメンツ筑波研究開発センター
代表取締役社長 現在に至る。

工学博士。電子通信学会論文賞、同会著述賞、科学技術庁注目発明、
服部報公賞等受賞。米国電気電子学会 (IEEE) フェロー。

司 会 (淵 一博広報委員) お忙しいところをお集まりいただきましてありがとうございます。私、司会をやらせていただく渚でございます。

まず、生駒さんのご紹介をさせていただきます。つい、生駒先生と言いたくなるのですが、先生は、昭和38年に東京大学工学部電子工学科をご卒業されまして、六本木にあります生産技術研究所にお勤めになり、教授を長くやっておられました。電子物性というか、電子デバイスのほうで大活躍をされてこられたわけですが、その間も技術開発の問題、大学と産業界のかかわりとかでも論陣を張ってこられました。平成6年4月に東京大学から、㈱テキサス・インスツルメンツが筑波につくっております研究開発センターの社長、研究所長を兼務されていると思いますけれども、そこに移られました。先ほど卒業年次を申し上げましたが、60歳定年退官後移るとというのが常道なわけですが、生駒さんは定年までまだまだある中堅にもかかわらず、新しい職に転じられたということで、新しい時代の生き方を身をもって実践されているのではないかと思います。

学問的なことでは電子通信学会、科学技術庁、米国のIEEEの賞とか、名誉ある資格をお持ち

でいらっしゃると思いますが、本日のお話は専門的なことは多分間違いないとは思いますが、主体は技術開発における問題点で、国のプロジェクトから始まって、いろいろな研究開発の問題点等もご指摘いただけるのではないかと思います。豊富な体験をまじえてお話をいただければ、と期待しております。

では、早速お話を伺わせていただきたいと思います。よろしくお願い致します。

はじめに

生 駒 ご丁寧な紹介をいただきましてありがとうございます。

本日は、日本工学アカデミーの会合でお話をさせていただける光栄に浴しましてありがとうございます。私は工学アカデミーに入ったばかりで、新人でございます。多分今回のきっかけは、社会生産性本部で少人数の方にお話ししたときに馬場さんがおられまして、そこからというのが桜井さんのお話でございます。それでは仕方がないということで、まいったわけでございます。

昨年、私がT Iに移ると時を同じくして、『日本

の技術が危ない』という本を翻訳出版いたしました。日本の技術が危なくなったから日本を見限ってアメリカに行ったのではないかと等と言う人がいるのですけれども、それは全くの偶然なのです。実はこの本は、フライとファイナンという私の友達が日本のエレクトロニクス産業の経営を調査して、日本がなぜ成功したかという成功物語をアメリカのワシントン政府に報告していました。私もずいぶんお手伝いをしました。多分ここにいらっしゃる先生方もいろいろとインタビューを受けたと思います。その中で彼らが、どうも日本のエレクトロニクス産業、ハイテク産業はちょっとおかしいのではないか、ということを出していたのです。ちょうど私と雑談をしておりましたので、日本の読者を対象に本を書いてみたらどうかとすすめました。アメリカではつい最近出版されたと聞きましたが、まだ確認しておりません。私は東大を94年3月いっぱい辞めたのですが、93年の12月に彼がドラフトを送ってきて、ドラフトの段階で私は翻訳しました。その間いろいろ意見を交換しました。

こういうのが出たものですから、昨年から今年にかけていろいろなところで、この種の話がさせられました。特に工学アカデミーというのはある意味ではエンジニアリングの最高府でございまして、今後の日本に影響力が強い機関だと思っておりますので、僭越とは思いますが、私の考えていることをまじえて、ここでいろいろと問題提起をさせていただけたらと思っております。

最近『半導体産業のゆくえ』という西村吉雄の本が出まして、基調はこの本と全く同じでございます。西村さんはご存じのように『日経エレクトロニクス』の初代の編集長でして、私が学生時代からよく知っている仲間でございます。彼といろいろな委員会で一緒になるのですけれども、意見が不思議なぐらい一致して、お互いにブラインドで話をしても一致します。『半導体産業のゆくえ』というのも実証的に書いてあって、私の意見もかなりの部分反映していただいているという感じがいたします。この辺を下敷きに、今日はお話しさせていただこうと思っております。

さらに、私が東京大学を辞める前の昨年の1月

に、国際シンポジウム「大学の教育と研究—21世紀へ向けた展開—」というシンポジウムをやらせていただきました。これは、その前に3年間、「理工系大学の評価に関する研究会」を文部省の人と一緒にやりました。それは今、児玉文雄先生にバトンタッチして続いています。その研究会の一種の締めくくりということで、昨年1月に国際シンポジウムを開かせていただきました。有馬先生に強くバックアップをいただきまして、東大副学長の久城先生が委員長ですが、私が実行委員長をやらせていただきました。特に、日本人でアメリカの大学で活躍している先生をお呼びして講師をお願いし、全部で約200人出席しました。企業の方や日本の理学部・工学部の学部長の先生、総長では京大、阪大、筑波大、東大からご出席いただきまして、理工系の大学の教育と研究をどういうふうに改革していったらいいか、いろいろな問題点を出しました。そのまとめとして、「七つの提言」という簡単な冊子を出したわけでございます。この国際シンポジウムは、大学の改革の一つの大きなきっかけになったと私自身は思っておりますし、そういうふうに評価している方もおられます。

聞きますと、この続きが生命科学について来年ぐらいに行われるそうでございます。京大総長の井村先生が我々の試みに共感して下さいまして、東大の黒川先生を中心になさっております。そういう意味で、日本の産業界と大学が、経済活性化を含めて日本全体を今リストラクチャーする必要があるのではないかと思っております。私もそういうことを常日頃考えているものですから、今日はその辺のお話をさせていただきたいと思っております。

日本経済の停滞

90年代になって日本経済がおかしくなっています。70年代半ばから80年代は日本がすばらしい成長をして、失業率も非常に少なく、不景気が全くない国というふうに持てはやされていたわけですが、90年代になって日本の経済は停滞している。数値で見ますと、91年はまだ3%ぐらいの経済成長率ですが、92年が0.6%で、93年が-0.4

%、94年が0.5%、ほとんどゼロ成長である。95年はちょっと上向いていると言われますが、これも主として諸外国の景気に引っ張られたものである。

それに対してアメリカは、少し前に2~3%を回復している。ヨーロッパも、昨年あたりから2~3%を回復している。私は外資系に移りまして、トップマネジメントの経営者といろいろ話す機会がございまして、先週もアメリカから帰ってきたばかりですが、大変威勢がよろしい。

それから、中国を除きましても、アジアがこのところずっと8~10%の経済成長を続けている。これは元が小さいわけですから、日本が20年ぐらいい前に行った経済成長と非常に似ていると思います。非常に好況です。去年は中国は10%以上で、これは少しスローダウンと言われていました。

このような対比で考えますと、日本の不況が際立っているわけです。先ほど言いましたT Iのトップマネジメントは、ベンチマーキングをよくやるのですが、比較の対象に日本の企業はほとんど入ってないのです。これは私が入社して驚いたのですけれども、5~6年前は、日立、東芝、NECなどが比較の対象にあったそうです。今は韓国が製造業のモデルになっている。日本が引き合いに出されるのは利益率です。利益率がコンマ何%出た、我が社は20何%だ、この引き合いに出てくる。これも非常に驚きでして、そういう意味では明らかにアジアに目が向いていて、日本が出てなくなっている、そういうことが感じられます。

T Iというのはアメリカ企業の中でも日本を大事にしている会社でございます。T I ジャパンは28年前に操業を始めて、日本の社長が2代目で続いております、すべてを日本に任せている。インテル、モトローラとはちょっと違った会社ではないかと思えます。工場も4ヶ所にありまして、約5,000人の従業員で2,700億円ぐらいいの売り上げを上げています。半導体の売り上げは国内7位ぐらいいに入ります。そのように日本を大事にしている会社であっても、現在では目はアジアのほうに向いています。

もう少し数値を申しますと、今年(1995年)は半導体は非常に好景気でございまして、世界で見ますと40%ぐらいいの成長率になるだろう。アジア

が53%の成長率ですが、日本は22%で世界の半分ぐらいいです。アメリカは非常によろしいですし、ヨーロッパは通信を中心に非常に好況になっている。これも非常に驚きでございます。

コンピュータ売り上げの統計を見ますと、日本は-0.6%なのです。この数値は私はまだ確認しておりませんが、つい最近のデータを見ますと、0.6%のマイナス成長です。コンピュータはアメリカではものすごい成長なのにもかかわらず、日本はマイナス成長だと、これも非常にびっくりしました。これはちょっと怪しいと思うので、もう一回確認してみます。コンシューマーは日本は11%の減少でございます。これは生産拠点が東南アジアのほうにどんどん移っていますからうなずけますが、こういうのを見て、日本の経済の停滞の要因は一体どこにあるか。

いろいろな要因があると思います。金融不安というののももちろんあると思いますし、円高というのもあります。円高は、100円に戻ってもあまり回復しません。80円台の場合には非常に厳しいですが、100円台に戻ってもそれほど景気回復のテコ入れにならない。しかし、不況の原因が円高にあると言われる方もいる。これはどうもそういうことではなくて、産業構造そのものが変わりつつあるというのが私の見方というか、我々の仲間の見方でございまして、産業構造が日本のカルチャーに合っているときには、70年代から80年代に見せたように日本は非常に強くなるのですけれども、それがずれてきたのではないかと、というのが今日申し上げたい趣旨でございます。

産業構造が変わったことに対して、日本のエンジニアリング・カルチャーが適応できなくなっている。エンジニアリング・カルチャーはフライとファイナがつけた名前ですけども、「技術経営風土」と呼べるものですが、産業技術をマネジメントしていく上での風土、エンジニアそのものが持っている習性、そういうものが産業構造の変化とずれてきたということとございます。

少し掘り下げて、どういうふうに変ったかということを経典エレクトロニクス産業で見てもいいでしょう。私の専門は半導体ですから、半導体産業の内部はかなりよく分かっています。大学にいるとき

にはほとんど分からなかったのですけれども、企業に入ってみますと、いろいろな統計数値が出てまいりますので、それを眺めてみますと良く分かる。現在はヨーロッパ圏、アメリカ圏、アジア圏、日本という4極構造で動いているのです。ヨーロッパというのはヨーロッパ連合ですから非常にたくさん国がある。アジアはNIESプラスASEANです。ASEANというのはまだまとまっておられませんけれども、NIESと言われる経済新興国を中心にこれも複数。特に華僑が非常に強い力を持って牛耳っている。それから、アメリカ圏はご承知のようにNAFTAで、カナダ、メキシコを含んだ北アメリカ圏・中央アメリカ圏を形成している。それに対して日本の一国が対抗しているのです。我が社の統計はみんなこの4極で出てきまして、今のところはアメリカがダントツにいい。アジア、日本、ヨーロッパが大体同じ数値で推移しているのですが、少しずつアジアが上昇してきている。

成長の核の技術

最近よく言われていますが、日本の頭越しでアジアに移行している。これが危惧の一つになっている。日本のエレクトロニクス産業の停滞を見ますと、一番重要なのは成長の核の技術で成長が停滞している。成長の核というのは半導体とコンピュータとソフトウェアを挙げています。コミュニケーションはこれらのコンビネーションだから核としては挙げてない。半導体、コンピュータ、ソフトウェアは1980年の統計ですと全エレクトロニクス製品の約20%を占めていたのですけれども、1993年で50%以上を占めるようになった。すなわち、この三つが急速に成長しているのです。それに対して日本はどれも出おくれた。

出おくれたと言うと変ですが、半導体はもちろん出おくれたわけではなくて、逆転されたわけです。これは93年にシェアが日米で逆転しまして、コンマ何%ですがアメリカが日本を逆転した。94年はその開きが多くなって、95年にはさらにアメリカのほうが半導体のシェアが大きくなっている。当然、韓国と台湾が追い上げてきているわけだ

けれども、日米の再逆転が起こった。

日本のコンピュータ業界は、メインフレームに力を入れて、通産省のプロジェクトが走ったわけですが、実はメインフレームというのが時代おくれになってしまった。ご承知のようにPCは非常に伸びているのですが、PCは日本の会社のシェアは非常に少ない。NECは国内では大きなシェアを持っていますが、アメリカへ出ていきますと、システムが違ったものですからなかなか使ってもらえなかった。統計的に見ますと、PC市場に日本の占める割合は非常に少ない。それから、ワークステーションに至ってはほとんど皆無です。スーパーコンピュータはまだ頑張っています。一時期はシンキングマシン社などの新しいベンチャーが出てきて活躍しました。あれは今はなくなっているようです。一番重要なPCとワークステーションの部分で日本は完璧に出おくれちゃっている。この原因は何かというのが重要なポイントだと思います。

もう一つはソフトウェアです。ソフトウェアが弱いということはよく言われています。ソフトウェアが弱いと言ったときに、任天堂があるではないかと必ず言われる方がいる。ここで言うソフトウェアというのはそういうアプリケーションではなくて、いわゆるOS、基本ソフトに相当するものでして、ハードウェアをいかにうまく利用するかという技術です。

最近のハードウェアは、スイッチを入れただけでは動かないようになっていまして、大抵のものは、コンピュータに結びついていっているわけですから、プログラミングしたりして使う必要がある。そういうハードウェアをどうやってうまく使うかという技術をソフトウェアといっています。任天堂のゲームとか、メディアだとか映画産業というのはインフォメーション・コンテンツ産業という名前で呼ぶべきだと思っているのです。アメリカはそう呼んでいるのですけれども、コンテンツ産業とソフトウェアは区別して考えなくてははいけない。このソフトウェアというのは大学の情報科学、情報工学科で教えているものですが、日本ではその数が非常に少ない。講座数が少ないですし、学生数が非常に少ない。これはフライとファイナンが

調査してびっくりしていたのですけれども、そういう意味でもソフトウェア技術がアメリカに比べて非常に弱い。

この三つの成長の核の技術で失敗したというのが、日本のエレクトロニクス産業がいま苦境に陥っている原因です。

日本のエレクトロニクス産業の弱点

その辺をつぶさに見てみましょう。エレクトロニクス産業の主力製品は、半導体にしろ、コンピュータにしろ、スタンドアローンからシステムへという変化が起こっています。ネットワークでつながった非常に複雑なシステムが主要な製品になっているわけです。スーパーコンピュータというのはもともとシステム的な動作をしています。もう一つはアナログからデジタルへの変化です。

ここではこの二つの変化だけ取り出して述べたのですが、これらは技術の不連続的な展開が今起こっているということです。アナログからデジタルへの変化の不連続性というのは、例のハイビジョンで明白です。ハイビジョンはアナログのテレビ技術をいかに高性能にしていくかという、アナログ技術の究極を追求しようということにあります。それに対してテレビをデジタル化しますと、全く違った技術を用いて、非常に高品質で、しかも多チャンネルのものが送れるということになります。これは非常に大きなインパクトがあるわけです。

現実には、ビット当たりの値段がすごく安くなっています。指数関数的に安くなっている。ですから、1ビット当たりの値段が安くなるということを考慮して、デジタル技術がよくなるということは多分見通せたと思うのです。しかし技術が不連続的に展開することに対して、日本人はうまくついていけないから、アナログ方式にこだわったとも言われる訳です。

日本はシステム技術が弱い。何故かよくわからないのですが。システムというのは、複数の要素技術を複雑に組み合わせて、それを有機的に働かせて我々が必要な機能を提供するものと言えます。ここで重要なのは、複数の要素技術を組み合わせ

るということ。日本是个々の要素技術は強いと思うのです。それを複雑に組み合わせて全体像を構想するというのは、余り強くない。いわゆる構想力に欠けているのではないか。これは実は「設計」という言葉にあらわれているのです。アメリカのデザインというのは、最初から製品をイメージして、それがどういうふうに使われるかというのを考えて、どうやってつくるかというプロセスから全体を構想することを言う。今アメリカでは、産業界は大学に設計を教えろということを盛んに要求するらしいです。

その意味で「デザイン」という言葉は、「設計」と訳すよりは「構想力」と訳したほうが良いのではないかと思っています。アメリカではデザインする人と現場が離れていて、現場を知らない人がデザインをしたから物がつくれなかったというのがあった。これがかつての弊害だったと思うのですけれども、逆に今はそういうのが強みになっている。一方、日本はシステム技術が非常に弱い。高付加価値の製品がどんどんシステム化されていて、単独の要素技術でつくれるものは海外へ移転されている。

それに追い打ちをかけて国際競争力を低下させた原因はコスト高です。資金調達コストを見ますと、1980年代は日本はアメリカの1/2~1/3だったようです。93年にクロスオーバーしまして、94年、95年にはアメリカのほうが資本コストが安くなっている。ですから、1980年代に日本の会社がどんどん設備投資できたのは、リターン・オン・インベストメント（投資回収率）を計算に入れないで投資できた。今韓国がそれをやっています。また逆に、アメリカは資本コストが下がったわけですから、半導体関係で一番たくさん投資しているのはインテルでして、95年には3,000億円ぐらい投資しているのではないのでしょうか。ここでも日米の逆転が起こっているわけです。

労働コストは日本は非常に高くなったのはご承知の通りです。このことはT Iのような会社にありますと如実に分かります。だいたい3~5割ぐらい日本が高いというのが実感でしょう。

それから内外価格差です。経済審議会の報告では電力が1.72倍、石油が3.3倍ぐらいです。そうい

うインフラのコストが高いところで、製造業が戦うというのはほとんど不可能であって、海外移転していくのは当然です。

海外移転について技術の面から見ますと、すべての技術が海外移転してうまくいくかというと、必ずしもそうではない。海外というのは主として開発途上国ですけれども、インフラのないところではできないものがある。特にLSIは技術の集積度が非常に高く、ノウハウがたくさんあるから、開発途上国はなかなかできないだろうというのが我々専門家の見方だったのですが、実は、逆に技術が非常に進歩するとそうではなくなる。私はそれを「技術のパッケージ化」と呼んでいるのです。製造装置を買ってくれば、それにすべてノウハウがついてくる。しかもそのノウハウは、その端末をコントロールするPCに入っているわけですから、熟練工が要らなくなってしまうのです。

実は一昨日、ある調査団が来ました。彼らは技術アナリストなのですが、日本の製造業を訪問しても余り教えてくれない、製造装置メーカーに行くと全部教えてくれる、と言っていました。こういうのは、製造装置を買って、クリーンルームを買って、歩留り幾つまで保証しなさい、というようなことをやれば、開発途上国でできてしまうわけです。そういう意味では韓国がD・RAMで世界一の品質を誇って、コストも安い、資金コストも安く設備投資できる。今D・RAMでは日本の企業を抜いて世界でトップに立っているわけです。やがて中国が出てくるのではないかとやっている人もいます。そういう意味では、技術のパッケージ化ということが、実はコンピュータの発達によって可能になっている分野は文句なく開発途上国へ出ていくだろう。

付加価値の高いものは日本で、ということはほとんどの会社の社長さんがおっしゃっているのですが、多分、付加価値をどうつけるかというのが設計力・構想力だと思うのです。これは情報に関連した技術でして、その分野でも日本は弱い。情報に対してお金を払うという習慣がありません。私も大学にいたときに、大学の先生の話はただで聞こうという企業の方ばかりでして、

いろいろ教えても何もお金はくれない。当然そういうのは当たり前だという感覚が日本にはある。ハードを買ったときに、その使い方はただでついてきた時代の慣習がまだ残っているわけです。アメリカでは携帯電話は本当に1セントで売っているわけです。いま日本では何万円か出さなくてはいけないようなものがです。サインをして、何年間かはこれを使います、と言うと1セントで受話器がもらえる。会社は使用料のほうでお金を儲ける。そういう時代です。ハードはただだとアメリカ人はよく言っているのですが、これは極端な話ですが、日本は依然としてまだそうならないと思います。

ソフトウェアが大事

このようにソフトウェアが重要になってきている。半導体をつくるステッパーは50%ぐらいがソフトウェアの値段だそうです。先ほど言いましたように、ソフトというのは情報コンテンツとは違って、その機械（ハード）をどうやってうまく使うかという意味のソフトウェアですが、その比重が非常に大きくなっている。

こういうことを考えますと、成熟した産業では、「いかにつくるか」ということから「何をつくるか」という方向に重点が移っている。私はこれはエレクトロニクス産業の特徴だと思うのです。エレクトロニクス産業は非常に範囲が広いわけですから、西村吉雄さんの話ですと、エレクトロニクス産業は将来全部情報産業になる。私もそのとおりだと思いますけれども、この特質のような気がします。

というのは、自動車産業はつくるものは自動車しかないわけです。ですから、付加価値としてはいろいろなエレクトロニクスを入れたり、オプションをつけたりして付加価値を高める産業です。鉄鋼もそうです。鉄鋼もつくるのは祖鋼と鋼板などであって、ユーザーによって鋼板の仕様はいろいろあると思うのですが、エレクトロニクス産業のように「何をつくるか」ということが決め手になっている産業は、過去あまりなかったのではないかな。一種のファッション産業に似てきて

いる面もある。こういう「いかにつくるか」というのは日本は非常にうまくいったのですが、産業が成熟化してきますと、あるいはプロセス技術が成熟化してくるような産業は、何をつくるかが決め手になってくる。

良い例がインテルだと思うのです。インテルが1970年代にD・RAMから撤退した。これは資金が大変だということで、やむなく撤退した。インテルの話を読みますと、トップ3人が激論を交わした末に決定したと書いてありますけれども、もてる人材を設計のほうに向けたわけです。それでマイクロプロセッサというコンピュータの心臓部になるようなロジック用のチップ、非常に複雑な回路をつくって成功した。インテルのプロセッサは今70～80%のシェアを持っている。

そういう意味で、「何をつくるか」ということに重点が移っているのにもかかわらず、依然として、日本はエンジニアリング・カルチャーで言う横並び方式で、人と同じものを作っている。これを是とするところからは新しいものは出てこない。このエンジニアリング・カルチャーが日本の産業が四苦八苦している一つの大きな原因だと思います。

全体を見ますと、産業技術のパラダイムは明らかに20世紀の「もの」から「情報」へ移っていく。これは皆さんご異議がないと思うのです。しかし、世界には技術先進国、開発途上国、経済新興国、また未開発国がある。「モノから情報へ」というパラダイム・シフトは技術先進国で起こっている。私の考えでは、世界的なパラダイムのマップで見る必要がある。欧米や日本では、「見える技術」から「見えない技術」へ価値が移っている。これが「モノから情報へ」ということなのです。他の国々では必ずしもそうではない。

この前、NEDOの会合で堺屋太一さんの話を聞きました。ご出席された方もいらっしゃると思うのですが、「この50年間は技術が最も進歩しなかったときだ」ということを冒頭におっしゃいました。これは逆説的でおもしろい話でした。その例として挙げられたのが、日清戦争のときに日本が拿捕した戦艦は、日露戦争では使えなくなっていた。ところが、湾岸戦争を見ると、第2次世界大戦の空母を使っているではないか、したが

って50年間技術は余り進歩しなかった、ということをおっしゃったのです。これは非常におもしろいことだと思うのです。

当然、わざと言ったと思うのですが、その論調は、今までの50年間は社会が変化を求めなかった。しかし、これから社会が変化するのだから技術も変わるのだ、というものだった。しかし違いはその中身でして、湾岸戦争でピンポイント爆撃をやったのに対して、朝鮮戦争では絨毯爆撃をやった。この違いは私の言うソフトの部分がものすごく進歩したことを意味している。見えない技術の価値は非常に重要になってきたわけです。これも日本はあまり得意とするところではないのではないかと思います。

明らかに技術先進国ではそういうことになっているのですが、東南アジアを中心とする経済新興国では、今の経済成長はモノ作りです。ですから、世界リソース地図で、ヨーロッパからアメリカに量産技術が移って、それが日本に来て、NIESに行く、この流れは一つの大きな流れとしてあるわけです。ヨーロッパはその後をどうしたかというのは私はよく分かりませんが、多分、サービス産業、ファッション、フランスのワイン、ああいうような人間の生活を豊かにするようなものが残って、経済的には確かに落ち目になった。アメリカは量産で一時頑張って、それが日本に移ったときに、アメリカは知的財産（IP）のようなもので生き残ったわけです。あるいは逆に強くなった。これから、日本から東南アジアの新興国に製造技術は移っていくだろう。そのときに一体日本はどういうもので、1億2,000万人が食っていくかという問題は重要です。そういった産業パラダイムの世界地図を書く必要があるのではないかと思います。

多分、アフリカ等の未開発国は今でもエネルギーだと思うのです。いまだにエネルギーが足りないのです。そういう意味では、ヒューマン・リソースを含めて、資源リソースの世界マップの時間変化というのが研究課題ではないかと思っております。私は、資源調査会の委員をおおせつかっています。そこでこういうようなマップをぜひつくっていく必要があるのではないかと。

これからの日本の立場は情報の価値だと思うのですけれども、この情報の価値というのを日本が本当に認識していけるかどうか。これはまさにソフトウェアです。この目に見えない技術の価値というのは個人に属している面が大きい。ですから、集団から個への変化が今起こっているのです。強い個性の確立が今求められています。日本は集団でのトータル・クォリティ・コントロール、あるいはクォリティ・マネジメントという品質管理が成功した訳ですが、今は逆に裏目に出ている。

実は、TQC、TQMというのでも世界に拡散しまして、ISO-9000という世界標準ができて、工場全体が認定を受けるようになった。また、日本のデミング賞に相当するアメリカのボルドリッジ賞は最高の賞ということになっています。ヨーロッパも似たような賞を出して、品質管理ということはアメリカやヨーロッパで今盛んになっている。確かに品質では差がなくなった。D・RAMの欠陥にしてもサムスンが一番良いということ、サムスン自身が宣言しています。日本のいままでの持味だった、集団で改善をして歩留りを上げて品質管理をするというのは、世界に拡散された技術になっているということでもあります。ですから、日本は今後どうやって強さを発揮していくかという、やはり情報に絡んだところではないかと思っています。

垂直統合型から水平競合型へ

そういうことを受けて、エレクトロニクス市場の構造が大きく変化したのですが、垂直統合型市場から水平競合型市場へ移ったということです。これは少しご説明する必要があると思います。

垂直統合型というのは、メインフレームに代表されるように、シリコンのウェーハーからチップをつくって、それを組み立て、ソフトウェアに至るまでの要素技術をすべて自社でつくる。しかもカスタマイズソフトをあわせて売る。一回売ったら、独自のものですから、お客さんはそこから離れない。銀行のシステムがそのいい例です。使っているとデータが蓄積されるから、もう変えられない。これが垂直統合型で、IBMが成功して世

界市場を独占した。日本はそれを見習って、1970年代から官民挙げて産業の復興を行ったわけです。これは非常に成功しました。

ところが、今は水平競合型に移っている。これはどういうことかという、PCが良い例でして、今までつくったことがないメーカーがPCをつくれる。それは技術のレイヤーごとに、コスト・パフォーマンスの一番良いものを持ってきて組み合わせる。例えば、マイクロプロセッサだったらインテルのもの、D・RAMだったらTIやサムスンのもの、キーボードはどこ、マザーボードはほとんど台湾の会社とか、液晶でしたらシャープとか、そういうものを組み合わせてつくる。ですから、技術のレイヤーごとに競争が起こってくる。これが水平競合型です。その中で重要なのは構想力です。どういう製品をつくろうかというシステム・インテグレーションの考え方がキーポイントになる。さらに使いやすさ、すなわちソフトウェア技術に競争が移ってくる。

水平競合型市場への移行というのはいろいろなことを教えてくれるのです。その一つは、「百貨店型の製造業から名店街型の製造業へ」です。名店街には一番暖簾の古くていいものが並んでいる。一方百貨店型ではすべて自前のプラントでやる。この違いです。この場合には技術の階層構造を見たときに、階層間でインターフェイスが標準化されていなくてははいけないのです。どこの会社のを買ってきて、中身は違ってもインターフェイスはぴったり合わなくてははいけない。そこでは世界標準が重要となる。

この考え方は日本人は不得手なのです。その失敗例がトロンだということです。日の丸ソフト、日の丸何とかというのは結果として意味がなかったわけです。水平競合型では技術は国際的な標準、だれもが使っているものでなくてははいけない。ですから、技術を隠すのではなくて、技術を見せましょうということです。自分の得意なところを見せて、みんなを引きつけておいて、自分は質の高いものをつくる。質の高いところが先ほど言ったソフトに入るわけです。それが今の競争力なのです。

そこで重要なのが、世界標準をどうやってとる

か。これも通産省の、飯田庸太郎先生の委員会で、工業標準に関する日本の長期ビジョンを作っておられて、私も委員をさせられていたのですが、いわれる昔の標準や規格というのは全く違っていて、今は製品が出る前に標準を決めるわけです。例えば、今DVDで東芝陣営とソニー陣営とで合意に達しましたが、製品が出る前に規格を決める。これは国が関与すると遅くなりますから、国の関与はない。デジタルテレビの分野は今民間を中心にして先に規格を決めてしまう。これは技術力とポリティックスの問題です。ですから、研究・開発の段階で世界標準をどうするか、これは話し合いの標準です。

もう一つはデファクト・スタンダード。これはよくご存じだと思うのですが、例えば、インテルは世界標準をどうするかという研究に非常に多くの人間を割いていると言われています。日本はこういうものは下手でして、だれかがやっているのを見て、後からついていく。そのほうが効率はやかったわけです。昔のハードの開発は明らかにそうでした。アメリカから全部技術を買ってきて、ライセンスを買ったほうがよかった。今はそういうことができない時代になっている。

世界標準をとることとインテレクチュアル・プロパティ（IP）というのは裏と表みたいなものでして、IPで隠してしまうと標準にならないから、だれも使ってくれない。そうすると製品が売れない。ですから、水平型の市場は今までの戦略と全く違った戦略になってくる。アップル社の戦略的失敗もここにある訳です。

これはオープンシステムということで、今では盛んに言われています。コンピュータをお使いの方、ここに何人いらっしゃるかわかりませんが、エンジンを変えたとお互いのインターフェイスが全然合わなくて、ものすごく苦労するわけです。実にばかげた話でして、一見全部よさそうなものをカタログどおり買ってきて、例えばプリンターが動かない。プリンターが動くと、今度はネットワークがつかない。まだ標準は全然だめですね。その辺のオープンシステム化は今後おいに進んでいくと思います。これは何も技術の世界ではなくて、国際社会に置かれた日本その

ものも、世界標準をもっと考慮する必要がある。社会的インターフェイスの標準化というのが必要ではないか。そういう意味でも今はまさにオープンシステムの時代です。

西村氏が言われているように、このような水平競合型の時代は設計と消費とが接近し、設計と製造が分離する。消費者の欲しいものをどうやってデザインするかということで、そこが一体になってモノをつくっていくのです。製造技術というのは実は設計から離れてしまう。これは明らかに半導体では起こっています。ファウンドリーサービスというのでつくるだけの商売が成り立つのです。設計だけの会社がある。この設計だけの会社というのは、当然消費者と連合を組んでやるわけですし、これが標準を決めていく。消費者と設計者は一つの船に乗ってスタンダードを決めていくわけです。作るほうは作るほうで作り方の標準を作る。例えば、半導体製造装置の標準化などということまで今言われています。

それから、研究開発の方法も非常に違ってきます。自分はこういうことをやるというのを先に出示してしまう。これも西村氏の意見ですが、私もそのとおりだと思うのです。自分のところはこういう研究をやる。モトローラが提案した「イリジウム」というシステムが良い例です。とにかく構想だけおち上げて、それに必要な技術を持っている会社を集めて研究開発をする。これはデジタルビデオの世界もそうです。従来のように、製品になるまで黙っているというのでは間に合わないという時代です。そういう意味からも、日本の縦社会が大きな弊害になっている。

日本のエンジニアリング・カルチャー

以上が日本の経済を停滞させ、産業の国際競争力を低下させている一つの原因分析でございます。

それに日本のエンジニアリング・ソサエティが対応できるかが、我々に課せられた大きな課題だと思います。今までの強さだった集団で考えてみんなで改善していこう、少しずつよくしていこう、品質をよくして歩留りを上げて、シェアを拡大していこうというのが、今は通用しなくなってい

る。我々のエンジニアリング・ソサエティはそういうものに向いていた社会だと思います。突出を防いで、みんな平均値が欲しい。ワーカークラスもレベルが高い。いまのような産業構造の変化についていけるかどうかというのが最大の課題です。そこで日本のエンジニアリング・カルチャーが問題になる。これはアメリカ人から見たものですが、日本の小中学校教育に始まって、高校、大学受験でこれが強化され、大学教育で完成する、OJT、企業内教育でさらに深化される。

このエンジニアリング・カルチャーは一言で言うのはなかなか難しい。大体皆さんもお分かりだと思いますが、非常に保守的な体質で、変化を恐れる。これは受験勉強をやっていたらそうだし、小中学校教育での横並び教育は、突出する者は良くて悪くても置いていかれるし、あるいはいじめに遭うとか、そういうようなことが一つ。

蛇足ですが、アメリカの世界はもともとばらばらの人間をまとめるために、デモクラシーという言葉を使っていると思います。星条旗を置いて、デモクラシーという言葉は皆の意見をまとめるのに使われている。ところが、日本でデモクラシーというのは、ディクテーターシップに対して使われる。むしろばらばらにしよう、個人の意見を聞こうというときにデモクラシーを使う。それに対してアメリカ人は、個々の意見を一つにまとめるときに使うのではないか、こういう議論をアメリカ人に吹っかけたことがあるのです。ヨーロッパ人はもともと日本的な発想なのですが、アメリカ人というのはどうも逆ではないかというのが私の感想です。そういうことを踏まえて、日本のエンジニアリング・カルチャーというのを理解されているのではないかと思います。

日本のエンジニアリング・カルチャーについて断片的に思いついたことを書いてみました。まずは直線的思考です。思考を不連続的に発展させられない。次は改善です。この改善という言葉が世界を席卷したわけですが、実は先ほど申し上げましたように、不連続的な変化が起こっているときには、改善思想は逆に弊害になっている。これはエボリューションはできてもリボリューションができない。もう一つ、私がつくづく感じる

ことは、クリティカル・シンキング（批判的思考）をする機会がないのです。批判的に物事を考える時代は小・中・高・大学を通じてない。会社でもあまりないと思います。

オックスフォード大学では、複数の論文を先生が学生に与えて、それを批判的に読ませ、間違いを指摘させるという授業を行っているそうです。ですから、クリティカル・シンキングというのがイノベーションのもとであると思うのですけれども、そういうことを許さない日本の教育体制、あるいは社会のシステムがあります。批判的思考は教育で培っていく必要があるのではないかと思います。

それから、柔軟性のない研究開発—通産省のプロジェクト。沢先生がいらっしゃるのでこれは非常に言いにくいのですが、私ではなくて彼らが例に挙げているのは、沢先生がやられた「第5世代コンピュータ・プロジェクト」です。周到に計画をして、そのとおりの結果を出す。これではいけませんということを彼らは言っています。最近はずいぶん通産省のプロジェクトも変わってきて、3年で見直すとか、目的を決めないというようなアトム・プロジェクトのようなものがあると思うのですが、確かに我々が見ていても、通産のプロジェクトは最初に計画したものをつくってみせて、成功したと言う。では、どんな新しいものがそこから生まれたのかというと、あまり生まれない。実は研究開発というのは、当初の計画とは違った、むしろ派生した技術で次々に発展していかなくてははいけない。私は一昨年、ある国際会議で、各国のプロジェクトの比較をやるランブセッションをやりました。アメリカのウルトラというプログラム、これはアルパのプロジェクト、それから日本の量子化機能素子、ECのブライトのプロジェクトから担当者を引っ張り出して議論したのですが、アメリカのウルトラというアルパのプログラムは実に多様でして、ほとんど統一がとれてないのですが、新しいアイデアをどんどん拾い上げられるシステムになっている。量子化機能素子は極めて計画がはっきりしていて、一つのデバイスを何年かできちんとつくりますというプロジェクトなのです。この対比は非常に

つきりしていました。このように最初に決められた通りの研究をやる、あるいは、しかやらないというのをトンネルビジョンリサーチと呼びます。これもエンジニアリング・カルチャーの一つの現象です。技術の不連続的な展開にはついていけないということ。

さらに権威に弱い。ここにいらっしゃる先生方はみんな権威ですから、こういうことを言うと叱られるかもしれませんけれども、江崎さんの「ノーベル賞をもらえない五つの方法」というのに書いてあったのですが、権威に弱い人はノーベル賞をもらえない。まさにそのとおりだと思います。

今の学生は100%より70%をねらうというのは、私が大学にいて経験したことなのですけれども、学生に研究をやらせてみると、とことん満足いくまでやる学生はほとんどいなくて、70%でほとんど満足してしまう。これは多分受験勉強の弊害です。受験で、一つの問題に時間をかけて100点とるより70点とれる問題を二つ解いたほうがいいのです。140点もらえるわけですから。ですから、時間内に7割ぐらいで全部をなめるというようなことを勉強してくるわけです。これは研究者にとっては非常にマイナスになっている。

こういうのが日本のエンジニアリング・カルチャーでして、こういう話を有馬先生の前でお話したところ、これはエンジニアリングではなくて日本のカルチャーだとおっしゃったのですけれども、まさにそうだろうと思います。

ソフトウェアの弱さ。これは先ほど申し上げましたけれども、幾つかの要素がございます。これは特にアメリカ人が指摘しているのですが、ソフトウェアの出身者で大企業の重役陣がいない。これは今でもそうかどうか知りません。見回したところ、多分そうではないかと思います。総合重機メーカーではずっと重電出身の方で、最近やっとエレクトロニクスや半導体ということになったようですが、まだソフトウェアまで行ってないと思います。そういうことから、会社がソフトウェアを重視してない。重視できない。特に彼らが指摘していましたのは、ソフトウェアを子会社にやらせているケースが非常に多い。これは事実かどうか私はあまり知りませんけれども、多分そういう

ことはあるのではないかと。ですから、子会社でソフトウェアをやらせているから、本当のことがトップ経営者にフィードバックしてこないと言っています。

それから、日本のソフトウェアは垂直統合型で発展してきたがために、カスタムソフトのほうに偏重して、パッケージソフトという概念が出てこなかった。日本語ワープロ「一太郎」はパッケージソフトですけれども、その他の表計算とかデータベースは全部輸入物です。これは日本のソフトウェア産業が育たなかった一つの大きな原因です。アメリカに行きますと、ソフトウェアの安売り店はアメリカ中にネットワークを張りめぐらして、大きな倉庫みたいところで安売りしているわけです。これは日本の活気とは雲泥の差だと思います。パッケージソフトの重要性を見落としたということ。

それから、非常に重要な問題はやはり大学にソフトウェアを教えるような講座数が少なく、情報工学科・情報科学科の数が少ない。そういうことをやっている先生方があまりいらっしゃらない。これは非常に大きな問題だと思います。東大の電子系に電子情報工学科ができたのが、4年前ですが、驚くべきことではないかと思います。

また、ソフトウェア産業と情報コンテンツ産業をはっきり区別して議論する必要があるのではないかと。ソフトウェアが弱いと言ったときに、ほとんどの方が必ず任天堂を持ち出します。任天堂があるから日本はソフトが強いと言われる。ソフトがいろいろな意味に使われていて、本質を見失う恐れがある。この辺はジャーナリストの方にも、私は盛んに言っているのです。

そういうような諸々のことが産業構造の変化、特にエレクトロニクスを中心とするハイテク産業の構造変化に対応できるように、日本のエンジニアリング・カルチャーを変えていけるか、ということが次の課題でございます。

大学の問題

情報とかソフトウェアのような目に見えない技術は、元来国土が狭くて人口の多い日本には向い

ているはずなのです。日本でモノ作りの工場をやって公害を流すよりは、ソフトウェア産業をやってスマートに付加価値をつけるほうがずっといいはずなのです。しかも日本は教育程度はすごく高いわけです。ですから、まさにこれからは日本の時代だろうと思うのです。そこで、根本は大学教育だと思います。大学だけとは言いませんで、小・中・高の教育制度の問題です。これは本当に重要な問題だと思いますけれども、残念ながら改革はおくれていると思うのです。特に大学が大衆化されたのに対して、日本の大学の諸制度がついていない。

私は大学を辞めましたが、まだ客員教授として残っています。大学批判をラディカルにやるものですから、この前だれかに「評判悪いよ」って怒られたのです。自分が26年間も大学にいたわけですから、大学の先生の弱いところは全部知り尽くしてしまっていて、いろいろ言いたいことがあるのです。その意味で冒頭に申し上げましたシンポジウムをやったわけです。実はこの第2回をやろうと思っていて、来年の11月ぐらいに、「大学改革はどこまで進んだか」というのをやろうと思っています。

幾つか私の考えたことを申し上げますと、まず第一に、教育を研究の上位に置くような社会的認識が必要ではないか。いま大学の先生は研究は非常に熱心にやられます。教育を負担だと思っている先生が多い。これは特にトップクラスの大学です。大学と言っても全部で数百校ありまして、工学系を持っているところだけでも100校近くあるんですか、ですから一概には言えませんが、トップクラスの日本の大学の中では教育よりも研究を重視しています。例えば、大学の設置基準は「マルゴウ」論文の数で先生を評価します。教育に対するコントリビューションは評価してない。私自身もそうだったのですが、講義はできれば逃れたいと思う傾向があります。アメリカを見ますと全くこれは逆です。教育を第一の義務と課している。教育の考え方は同じと思うのです。研究費をたくさんとってくる先生は教育負担が少ない大学が多いです。研究費をたくさん持ってきて大学に納入していると、講義は1コマだけやれ

ばいいというのがあります。それから、リサーチプロフェッサーというのもあります。

今、大学を離れてみて思ったのは、教育を研究の上位に置くような姿勢が必要であるということです。もちろん研究と教育が可分か不可分かという問題はございます。多くの教育はやはり不可分だと思っているのですけれども、ある意味では教育をするために研究するということが必要ではないか。大学の研究では2種類あると思うのです。本当のフロンティアをやるのと、体系化する研究です。日本では体系化するための研究がほとんどないのです。体系化した研究の成果は良い教科書に反映される。システマティックな教科書を書く。非常に良い教科書を書いて学生を教えるということです。

つい先週、私はアメリカへ行ってポスト・ドクをインタビューしてきました。東大の博士課程在学中で、今UC（カリフォルニア大）にいる学生です。彼は、日本の大学では何も教えてくれなかった、UCでは非常に丁寧に教えていて授業がものすごくおもしろい、教科書を読むのが楽しい、日本では某先生—これは名前を上げたのです—の授業はろくなことをやってくれなかった、ということを書懷していました。アメリカの教科書を見ますと、中高生程度の足し算から始まって、高度な微分方程までスムーズに理解できる教科書があるわけです。日本ではそういうのが一つもないのです。これは、私は大学を辞めたから勝手なことを申し上げられるのですけれども、今こそ系統的に体系化した教科書づくりをする必要があって、しかも教育を上位に置くような大学の評価システムを、ぜひつくっていただきたいと思います。

私自身もまだ大学の改革問題に関する研究会に入っておりまして、大学を訪問していろいろ話を伺うことに時間をとっております。工学アカデミーとしても、むしろそういうところに対するキャンペーンを張っていただきたいと思います。

今は多くの大学で学科単位でカリキュラムをどうするかという検討をやっているのですけれども、カリキュラムと教科書の問題は学会レベルだと思うのです。しかし、学会にはほとんどそういう動きはありません。情報関係では文部省の草原さん

が専門教育課長のときにそういうことを委託して、情報処理学会に頼まれたようだけれども、結論は出なかったというのです。一つにまとまらなかった。報告書が出ていることは出ているのですけれども、それに基づいて教科書とか体系化したカリキュラムが組まれたということは聞いておりません。

私が学生を雇う立場になると、いろいろな問題が見えてきます。日本のドクターを出た学生のインタビューでは、1時間プレゼンテーションさせて、1時間ディスカッションします。そうするとその人の能力はすぐ分かってしまいます。インタビューで、だれにも負けない自分のものの技術は何だと聞いても、博士出身者が答えられない。指導教官をインタビューしたいくらいなのです。聞いてみますと、細切れの仕事をいろいろとやってくる。先生のお手伝いの仕事です。少なくとも私が大学のときはそういう授業をしたつもりはなかったのですけれども、ほかの人を見てみますと、そういうことが多いのでびっくりいたしました。

産学協同

もう一つは、大学における「基礎研究」と「的外れ研究」。これもやはりアメリカの先生が言っているのですけれども、基礎研究と称して全く的外れの研究をやっている。これは大変難しい問題だと思うのです。確かに産業界に身を置いてみますと、産業界はいろいろな面で将来予測をやる。これは特に半導体産業は非常にはっきりしてしまっていて、半導体の2010年までのロードマップができています。その中で大学がやらなくてはいけない仕事がすごくあるわけです。これはアメリカのSRCあたりがそれを切り分けして、大学と産業界の分業をかなり行っています。そこから全く新しいものは出てきませんから、それだけではよくないし、アメリカの大学は逆に基礎研究が弱くなっていると思います。日本の場合にはあまりにも産業界の目指す方向と違っているのです。同じ土俵に上がっていない。

これはある意味では仕方のないことだと思います。大学ではやれることしかやれなかったのです。

私はそれは痛感しています。今までは、やらなければいけないことができる大学ではなかったのです。人間の数と研究室の面積と研究費が決まりますから、やれることしかできない。それで論文を書けというわけです。しかし、今やらなくてはいけないのは、やらなくてはいけないことをやることです。大学も多分これからはできるようになります。

今大学には順風が吹いていまして、補正予算でたくさんお金がついています。設備費もついていると思いますし、通称ベンチャービジネスラボラトリーで第1次で147億円ついて、第2次がまたついたのです。100億ぐらいついたのです。11の大学にベンチャービジネスラボをつくって、さらにサテライトベンチャービジネスラボが第2次の補正で10校ぐらいついたのです。それからCOEの予算がつかしました。これは18億ですから大した額ではない。それから通産省のほうに大学連携推進室ができて、今度通産からも大学にお金が出るようになって、NEDOに100億出ています。東京大学へ行ってみますと、あっちこっちでビルが建っている。補正ですからいつ何ときなくなるか分かりませんが、お金がないというエクスキューズができない状態になってきています。そういう意味では今、産業界と大学との共同研究は第2フェーズに入ったのだと、私は定義しています。

第1フェーズは民活です。中曽根氏が首相のときに行った民活思想で、企業からお金をどうやって入れるか、それで研究費の援助をしてください、と。私もたくさん援助をいただきました。ここにおられる方々にお願いして、頭を下げていただいたのですけれども、今はもうそういう時ではなくて、産業界からむしろ大学を援助し、また注文を出す時ではないか。こういう分野は非常に困っている、こういう分野の研究をやってくれ、あるいは学生にこういう教育をしてくれ、と、教育と研究両面に対してコミットメントをする時ではないか。

特に新しい分野のカリキュラムの編成。これは大学よりは企業のほうが今は早めにイメージングフィールドに対処できるわけです。エレクトロニクス産業でもバイオをやっていますし、境界がな

くなっているわけです。それに対して大学の講座はそう簡単に変化できないわけです。人を入れかえなくてはいけない。ですから、イマージングフィールドにおける教育カリキュラムとトランスディシプリンには、学会レベルの対応が必要です。インターディシプリンという言葉ではなくて、私はトランスディシプリンという言葉を使っています、学際ではなくて、「汎学」と呼んでいるのです。この言葉は私の専売特許でないらしい。私は最初に使ったつもりだったのですが、昔の経済学者が使っているようです。私のあとに西部邁さんが使ったのですが、彼は「超学」と言っています。私は「汎学」ではないかと思うのです。要するに、トランスディシプリンの分野では産業界も教育のカリキュラムにタッチすべきではないかと思っています。そういう意味で産学協同というのは、第2フェーズに入った。今は産業界に出ていますから、そこから産学協同を応援しています。特に、田中英彦先生のPDC (Parallel and Distributed Computing Consortium)は非常によろしいのではないかと。まさに研究テーマに関して産学が一体になって考え、日本の比較的弱いところを強化しようということです。私も文部省に田中先生を紹介しました。これはぜひ成功させたいと思っています。

個の時代の到来の日本の役割

以上の状況変化から、今の産業構造の変化というのは集団から個の時代に入ったと言えます。個性をどういうふうに出していくか。もう一つ、堺屋太一が言っていたのですが、生産者と生産手段とが一致した時代がきた。産業革命の前はそうだったのです。つくる人は自分の道具を持っていて、手づくりで一つのものをつくっていく。それが量産技術が導入されたことによって、すなわち部品ごとに大量生産をして組み合わせる。生産者と資本家というのは分かれたわけです。機械を導入できるようなお金を持っている人は機械を導入して、その所有者になる。生産者はそれを使う者である。それに対して、ここの情報革命によって生産者と生産手段とがもう一回一緒になったのだというこ

とを堺屋太一が言っています。ソフトウェア産業というのはまさにそうです。ネットスケープをつくったのは大学院生です。彼がすぐ億万長者になってしまった。ですから、まさに情報がパラダイムになると、生産者と生産手段とが一致している。これは個の問題でして、大勢でワイワイやる時代ではない。

一体どうやって強い個性を確立していくかということが日本の大きな課題です。そういう意味からも、今日本は世界から置き去りにされつつあります。まだされてはいないと思いますが。まだ経済力は強いですし、日本という一国で頑張っているという点では……。ですが、いろいろな面で日本の頭越しが起こる可能性はある。

特に幾つかの問題がございます。インターネットの時代になって情報が飛び交うときに、英語が共通の言語です。日本人は英語が不得手です。東南アジア、NIESは、アメリカで教育された人が大量に戻っていますから、トップの層は英語がペラペラです。この前韓国で国際会議をやって、科学技術庁の副大臣が来まして英語で演説をされました。極めて流暢な英語で一同驚きました。イェール大学の経済学博士なのだそうです。このように日本は言葉が問題です。

そういう意味からも、日本の今後を非常に心配しています。一体日本は世界の中でどういう役割を果たしていくか。外国に行くと『インターナショナル・ヘラルドトリビューン』を必ず見るのですけれども、経済欄でしか日本はリファーされていません。社会欄とか政治欄でリファーされたことは一回もない。サミットのときですら、日本のことは一言も書いてないのです。そこで、経済がだめになって世界から注視されなかったら、全く日本は無視されてしまう。これが非常に恐ろしい。しかもODAでは世界で一番というのに、開発途上国から全然慕われてない。一体どうするか。これはすごく重要な問題でして、このようなことを世界に訴えていくことに、この工学アカデミーの役割があるのではないかと思います。

工学アカデミーというのは、昨年から入っていたいたのですが、残念ながらまだ社会に対するインパクトが少な過ぎるのではないかと思

っています。提言をどのくらいされているのかよく知りませんが、社会に対して大きな提言をしていく団体ではないか。それも一つ入っていたのではないかと考えています。

一体日本はどうするか。私は国益よりも世界正義を行うということが大切だと思います。世界正義という言葉はいろいろな使われ方をするので怖いからあまり使いたくないのですが、要するに尊敬される国になろう。国益優先でやっているから、せっかくODAをしても有り難く思われない。尊敬される国というのは非常にいい言葉だと思っています。グローバルジャスティスという言葉は児玉先生にもかなり気に入ってもらったのですけれども、特に南北問題の解決に日本の技術力とか学問が役に立てられるのではないかと。

経済だけでは南北問題は解決できないと思っています。前に、科学技術庁主催の科学技術フォーラムの委員をやらされておまして、そのときに、人間の幸福とは何かということにまで立ち入って南北問題を解決する必要があるのではないかと考えたのです。近藤次郎先生がまさに新聞で同じようなことをおっしゃっていたのですけれども、ということから、一体日本が国際的にどういう役割を果たしていくか。特に、他国から尊敬されることをやることだろうと思うのですけれども、それがもう一つの問題。

それから、真の国際化への働きかけ。真の国際化というのはいろいろな意味で言っているのですけれども、ここにも先ほどの世界標準という考え方が成り立つのではないかと。国際化を言いますと、日本の文化を曲げるのか、というようなことを言う議論が必ず出てくる。これは、アメリカのここがいいからそこを取り入れたらどうだと言うと、日本は日本の文化があるからそんなことをやってもだめだ、こういう議論が必ずあって衝突する。国際問題は国内問題でもあることは事実なのですが、インターフェイスを標準にそろえましょう、お互いの文化はそのまま持って、それが接する部分では国際的なルールを取り入れようではないか、というのがインターフェイスの標準化だと思うのです。それで中身は全然変わらない。これはまさにいまの市場構造と同じなのです。市場

構造もインターフェイスはみんな一緒に、中身がディファレンシエーション。中身で勝負する。やはり国際化を言ったときには、世界のマジョリティにインターフェイスを合わせていくということが必要だと思うのです。

すごくつまらない話ですが、成田空港に行きましてエスカレーターに乗ると、右側が歩く人で左側が止まっている人というのは、他国とは逆なのです。どっちがどっちだったか忘れちゃったけれども、そのつもりで止まっていますと怒られるのです。あんなものはものすごく簡単な話で、ルールを決めるときにちょっと周りを見て決めてくれればスムーズなのですけれども、ああいうことは一番ひっかかりますね。向こうから帰ってきて、違うのです。これは車の右通行、左通行と似た面もあると思うのですけれども、そうした本当につまらないところでも、国際化の標準インターフェイスという考え方を取り入れた方が良いのではないかと。

幾つかの問題点を申し上げたのですが、一般講演では悪いことばかりは言わないのですけれども、工学アカデミーは、非常に世の中に影響力のある先生方ばかりですので、私の拙い意見を申し上げました。いろいろとご意見を賜って勉強させていただきたいと思います。どうもご清聴ありがとうございました。(拍手)

司 会 どうもありがとうございました。内容的には重要な問題点等をソフトタッチでご指摘いただいたわけですが、若干の時間を使ってご質問とかコメント等をいただければと思います。いろいろな論点がございまして、何時間でももちようなテーマかと思いますが、いかがでしょうか。

私と世代が近くて、声の大きい人の意見として、柏木さん、いかがですか。

柏木 寛 大変興味深いお話を伺わせていただきました。大学を辞められてわずかの間にこれだけ変貌するものか、大きく変化されている生駒先生を拝見して、驚いています。

見えない技術に関しての価値観というのが果たして日本になかったかということ、私の目から見ると、そういう価値観はあったような気がするのです。というのは、夜になると高いお金を平気で

使いになるというのは、見えない技に対して払っているような部分もありますし、古来そういうことをやってこられた方はかなりあると思うのですが、その精神が受け継がれなかったからと言いたいのか、別種の見えない技術を見なければいけないのか、その辺のところを生駒先生を感じを聞かせていただけると分かりやすいと思います。

生駒 もう官官接待はいけないそうですから、夜、お金を払って情報をとることは、これからはないんじゃないでしょうか（笑）。まさにいい例だと思うのです。情報に対してお金を払うのではなくて、別個のところにお金を払おうという考え方だと思うのです。違うものに。直接情報に対してお金を払えばいいのです。ですが、情報をとるために別のところにお金を払っているから、官官接待はだめだったのではないのでしょうか。

森 英夫 イマージングフィールドは企業から出てくるというようなご説明があったと思うのですが、それこそ大学から出てこないとおかしいので、例えばカリキュラムを見ても、アメリカと比べると新しいのが少ないですし、コンピュータサイエンスなどはおくれてきて数が少ないというような状態です。ですから、大学のカリキュラムがもっと早くたくさん新しい珍しいのがどんどん出てくるようなことがあって、企業も気がつくというような形のほうが自然ではないかと思うのですけれども、その点いかがでございましょうか。

生駒 学問の形成過程を見ますと、産業界などの現場にあるいろいろな問題から、学問が演繹して出てくるというプロセスだと思うのです。まずは人間のオブザベーションがあって、その現象がいっぱい並んでいる。そのオブザベーションがいろいろあって、そこから一つの法則なり何なりを導き出そうというのが一つの学問分野でして、私の言ったのは、産業界から出てくるというのではなくて、製造の現場とかそういうところにいろいろな問題があって、それを学問的なところに引き落とすことによって新しいイマージングフィールドが出てくるだろう、こういうことで申し上げたのです。

多分、一つの学問分野に入ってしまった人がイマージングフィールドを出すというのは、非常に

才能のある方がパツと思いついてやるということはもちろんできると思うのですけれども、やりにくい体制です。ですから、どちら側からというよりは、むしろ現場にいろいろな問題があるところから新しいイマージングフィールドが出てくるのではないかと思っているのです。

森 そういう面もあると思うのですが、非常に簡単に言ってしまうと、日本はサイエンスが少な過ぎるのです。ですから、アカデミー・オブ・エンジニアリングで頑張れと言われても、アメリカのようにアカデミー・オブ・サイエンスがずっと続いている、あるいはサイエンスとメディシンとエンジニアリングが一緒にやっている、このような体制がないと、エンジニアリングだけ幾ら頑張ってもできないと思います。

生駒 多分私の頭の中では、エンジニアリングとサイエンスというのは、あまり隔てなくつながっているつもりではいるのですけれども。

森 研究費の出方とか、出る量とか、研究者のいる分野とか、例えば今までNSFがずっとやられていたとか、いま問題になっているインターネットなんてアルパですが、そういうのを積算するものすごい金が出ているし、ライフサイエンスとかバイオメディカルでも癌研究から始まってものすごい金が出ているわけです。そういうのを比較すると、額が全然桁違いであるし、そこに日本の研究者はあまりいなかった。1/1000ぐらいしかいなかったと思うのです。そういうところから出てくるものが少ないのが一つの原因で、現場からはかなり出てきます。企業が隠しているところちょっと問題ですが、出せると思うのですが、その質が違うのではないかということを申し上げたのです。

生駒 それはそのとおりだと思います。アメリカは研究費においてNIHが一番多いと思うのです。エンジニアリングが非常に少ないです。日本は逆にエンジニアリングが非常に多くて、ほかの部分非常に弱いです。

司会 どうもありがとうございました。生駒先生が最後まで食事ができないというのも申しわけないので、お食事の後でまた議論したいと思います。

(休憩)

司 会 それでは、コメント・ご質問等を再開させていただきますと思います。

柏 木 先ほど急なご指名だったものですからまともな質問ができなかったので、改めて伺いたいと思います。

一番気になったのは、ソフト有償・ハードただ、そういう概念です。これは今いろいろなところで情報化革命とか情報化社会云々と語る先生方はみんなおっしゃるのです。そうすると、ハード屋はやる気を失うわけです。日本の製造業のやる気を失わせることが先生方のねらいであるのか、それともバランスある展開を本当に望まれているのか、その真意が分からない。それを一つお伺いしたい。

もう一つは、市場構造の変化の中で水平競合型に移るというお話がございました。これも同じように、部品のリライアビリティは問わない、香港の技術屋がやっているように、歩留りの悪い部品を集めてその中からマキシマムな機能を引き出せば俺たちの役割は十分達しているという概念が一方にあると思うのです。それは今まで製造業を営んできて、歩留りのいい部品を積み上げて、それでシステムをつくろうとしていた皆さん方の努力を全く否定することになるのか、そうではなくて、それを生かす道があるとお考えなのか、その2点についてお答えいただきたいと思います。

生 駒 すばらしい質問をいただきましてありがとうございます。こういう話をぜひディベートしたかったのです。

私の言っているソフトウェア産業が重要というのは、サービス産業だけをしろということとは違うのです。今の製造業で非常に重要な部分はソフトの部分です。ハードの部分は、技術がパッケージ化できるような分野は、当然コストの安い国に行くだろう。これは一つの会社で考えたら当然そうなるはずです。一番コストの安いところでハードをつくる。ソフトをつくらなくてはいけない場合、これは別に先進国とは限らないのです。今インドがソフトに強い。むしろインドをソフトウェアの工場的な使い方をする。しかし、デザインの部分はやはりヘッドクォーターがやるだろう。こういう分業は必然的でして、当然日本の企業もそ

うやっていますし、そうやらざるを得ないだろう。これはむしろ企業の経営者の方に伺ったほうがいいだろうと思うのですけれども、それは必然的な方向です。

私がT Iに入ってつくづく感じましたのは、T Iは最も古くからワールドワイドに展開しているところですから、アメリカのD・RAMがだめになったときに日本T Iの製造技術でT Iは生き延びたわけです。今は、T Iはシンガポールとか台湾、タイ、イタリアのアベザノというところにD・RAMの工場を持っている。しかし、製造の立上げは日本の部隊がやるわけです。日本人の製造技術がものすごくかかわっているわけです。ですから、日本が製造業を放棄しようというのではなくて、製造業の重要な部分がソフトウェアになる、それを考慮して製造業を考えなさい、ということを行っているわけです。日本の中でハードをつくることは、利益を考えるとそれはできないのです。

二番目の水平型競合は、安くて悪いものを使うということではなくて、その水平の中で競争が起こる。コスト・パフォーマンスはそこで追求するわけです。それもやはり技術のパッケージ化の問題です。どこでつくっても同じぐらいの品質のものができるような状態になった部分ではそういうことが起こるだろう。もう一つ水平競合でおもしろいのは、それに関連して言いますと、その分野では寡占が生じると思います。それはマイクロドミナンスという現象が起こる。だから、悪いものを安くつくっていった場合は淘汰されていくだろうと思います。

柏 木 寡占状態が起きた後はどうなりますか。

生 駒 どうなりますかね。インテルの将来を見るとよく分かるんじゃないでしょうか。確かにコンパックなんていうのはものすごく伸びていますが余り信頼性がない。ですから、コンパックは落ちましたね。トップの座を明け渡しました。やはり品質というのが決め手です。ただ、言いたいのは、品質が日本の専売特許ではなくなったのです。

司 会 関連してお聞きしたいのですけれども、例えば、半導体技術もパッケージ化されて、製造

業のノウハウはコンピュータのソフトになる、製造装置と一式で、ということなのですけども、私は現場を知らないのでお聞きしたいのですが、その観点から日本の産業は過去の蓄積からすると可能性があると思うのですが、いわゆるハードで、もちろんソフトのパッケージ込みですけども、そういう製造システムのパッケージみたいなもので日本の産業はさらに生き延びるか、あるいはさらに発展する可能性はあるのでしょうか。それとも、そこもだめになってきている、こういうご診断なのでしょうか。

生 駒 それはむしろ私よりもよく知っている方がたくさんいらっしゃると思いますけれども、そこは日本の製造業はやっていけるところだと思います。しかし、1億2,000万人を食わせていくGDPを出すには小さ過ぎる産業ですね。もう一つは、事実としては、アメリカ系の企業の製造装置産業がもう一回強くなっています。そこはやはり良く見ないと分からないですね。それと、当然経済新興国が上がってくるでしょうね。

柏 木 空洞化したとしても、企業としては海外投資して海外で生産するわけですね。ハードはただではないのです。労働賃金もかかれば、そこにコストはちゃんと生まれるのです。ですから、そこをただにするということが大変センセーショナルに聞こえるわけで、ただで働く人が世界中どこにいるんだろうと、そういう目で考えたときにどこにいると考えたらよろしいですか。

生 駒 ハードがただというのは、センセーショナルをねらったキャッチフレーズだと思うのです。コストは当然かかりますけれども、プライスはただにすることは可能なわけです。現にアメリカのセルラーフォンはプライスは1セントです。プライスとコストは違いますから、ハードウェアのプライスはただだと言っているわけです。コストはもちろんかかります。現に本当に1セントで売っているのです。これはどういうふうに考えたらいいか分かりませんがね。

米田幸夫 お話を承ってよく分からないところがあるので伺いたいと思うのですが、要するにソフトとハードの問題です。特に日本はソフトがおくれているというのはよく聞く話ですけども、将

来の問題として、ここ20〜30年を見て、マーケットから言ってソフトはそんなに大きな産業になるのでしょうか。というのは、これは古い古い話ですけども、終戦直後に日本はスイスになれば、時計をつくって大いに外貨を稼ごうという話があったのです。時計なんていうものは、あつと言う間にその当時の人口の40億ぐらいつくれちゃうんですよ。そこでサチってしまうわけです。

ソフトの場合は、ただの産業と違うのは、合法的にコピーすればコピーのコストは非常に安いわけです。もちろんオリジナルをつくるのに非常にたくさんの人間が要するということは分かる。例えば、それを独占的にやれば、ゲイツさんみたいに大きなビジネスになることは分かる。しかしながら、どうなのでしょう、ここを教えていただきたいんですが、将来の問題として、当然ソフトは重視しなければならないけれども、日本の生産ということになってみると、エレクトロニクス関係に限定しても、ハードの生産量とソフトの生産量、もしくは日本の場合には消費量と言ったほうがいいかもしれませんが、それはどのような割合になるような見通しでしょうか。

生 駒 ソフトの定義によってその規模、数値を出すのはすごく変わってくると思うのです。例えば、ニコンのステッパーのソフトの値段、これはコストの問題ですが、ソフトが50%以上になったという調査がございます。そういう意味で、付加価値の点から言えば、ソフト産業のほうはずっと大きくなります。しかもどんどん経済新興国が上がってきますから、そのコストは逆に減っているわけです。そういう意味でのソフトにかかる産業基盤はものすごく大きなものになると思います。これは統計数値に少し出ているのはありますけれども、どこで切り分けるかですね。

それから、コピーの問題は、まさに先生は大変古い考え方のご発言をなさったと思います。これは本当に象徴的だと思います。コピーをとればただじゃないか、と。

米 田 正当なコピーですよ。例えば、ステッパーを10台つくっても100台つくってもそのソフトは同じ金額でできる。そういう意味の正当なコピーをすればコストは同じ。ところが、ステッパーを

10台つくるのと100台つくるのではどうしても10倍かかる。そういう意味です。そういうのは古いのですか。

生 駒 そうではなくて、コピーをとればただだと言ったのが非常に象徴的だったものですから(笑)。

米 田 だから、私は「正当に」と言ったでしょう。

生 駒 正当と言う場合、例えば今、市販のソフトはコピーはとらせませんね。皆さん買わなくてはいけない。それはコピーをとって使えるわけです。いろいろな仕掛けがあって、何回かやると壊れるとかいうのがありますけれども、これはまさに日本のモラルの問題だと思います。後進国はまだそういうものがないわけです。ですから、自分のところだけで使っているからいいだろうと思って、よその人のコピーをとって使うということがあるということは大変問題で、その辺がまさに社会の一つの習慣みたいなものがきいてくると思うのです。

司 会 今ご質問で言われたコピーのコストというのは、別にユーザーが勝手に、あるいは正当にコピーするというのではなくて、メーカー自身がコピーするのについても安いというご指摘だったように思います。

生 駒 ですから、利潤がものすごく上がる産業になるわけです。プロフィットが。

米 田 これは私の名誉のために言っておかなければいかんが、今、司会者がおっしゃったような意味だから、別に不法なり正当なりという意味ではない。先ほど言ったように、ステッパーが10倍売れてもソフトのコストは同じはずなのです。そういう意味から言って、ステッパーというものが今日の話の中で一般的なものの代表になり得るのか、あるいは特殊な例であるのか。あなたのおっしゃるのは、エレクトロニクス製造産業の一部をおっしゃっていれば分かるのだけれども、先ほど話がいったような、携帯電話だとかそういう諸々のものを考えた場合に、果たしてソフトを重視すればそれで日本は安泰なのかどうか、そういう点を再度伺いたいと思います。

生 駒 私は、まさにソフトを重視しなければだ

めだと思います。ソフトを重視したから安泰ではなくて、ソフトを軽視したら日本はだめになるということは、はっきりしています。例えば、MPUというのをご存じですか。マイクロプロセッサ。インテルが強い。あれはソフトが大部分なのです。非常に大きな金をかけて、何百人という開発部隊がデザインをしているわけです。デザインという意味ですね。要するに、アルゴリズムを考え出してアーキテクチャーを設計し、マスク落としのところまでをソフトというふうに言いますとね。その後が製造になりますね。そうすると、頭の部分はどんどん大きくなるばかりなのです。例えば、D・RAMですと比較的それは少なくてできるわけです。

だから、何をつくるかという「何」を考える部分というのが私の言っているソフトでして、その部分はますます大きくなって、そこに付加価値がついてくるのです。コストが少なくなってプライスは高く売れるから、プロフィットが出るわけです。ですから、ビル・ゲイツはあれだけ金が儲かるのです。そこのところをよくご理解していただいて、ソフトでは食えないということは確かに昔の人はおっしゃっていたのです。しかし、実はそれは違っていたのです。それはまさに非常に大きなポイントだと思います。

杉浦 賢 先生のお話は大変おもしろく伺いました。ソフトは個、発想は個が大切だというお話はそのとおりだと思います。しかしながら、今もちよっとおっしゃいましたけれども、ソフトは発想も非常に重要ですけれども、それに対する日本の社会の問題点、いろいろお話がございました。しかしながら、今ソフトも非常にお金をかけて実用化する、実際の物にするというお話がございましたけれども、発想を実用化するときにはやはりべらぼうな金がかかるだろうと思います。そのときに、今日のお話の引き合いによく出されたのはアメリカですけれども、アメリカの場合にはハイリスク・ハイリターンというカルチャーがありまして、それがこういうものを育てることのできる一つの要因だったような気がいたします。しかもその場合に、ハイリスクを個人の責任で負えるような仕組みができていますね。したがって、アメリカで

はベンチャーが育ち、そういうところが個の発想を育んできたのだらうと思います。

ところで、先生のお話の中で、個を伸ばせない理由として、産業構造であるとか教育その他いろいろな指摘がありましたけれども、ハイリスクを許容できるような風土は、何かそういうメカニズムが育っていきませんか、ソフトのもとになる発想がこれからいろいろな努力で出てきても、それも外国へ行って、やはり同じような空洞化が出るのではないかという危惧を持っておりますが、いかがでしょうか。

生 駒 おっしゃるとおりだと思います。そこが私の一番強調したいことでして、いい人がいても日本ではなかなか頭角をあらわせないというので、外国へ行ってしまうというケースがありますし、もう一つ心配しているのは、日本の企業は、ソフト関係の研究所をどんどんアメリカにつくっているのです。企業内では分業化が可能だと思うのです。ソフトの部分はアメリカに頼んで、日本はファウンドリーサービスでつくるところだけをやっていく。しかし、つくるところといってもNIESのほうに行きますから、その部分がうまくいかないというのは私は心配です。

今の我々の課題は、そういうソフトをどうやって重要視する風土をつくっていくか、突出をどうやって許すようなエンジニアリング・カルチャーをつくっていくか、若い人をどうやってどんどん上へ上げていくか、というメカニズムをつくらないと日本の将来は暗いのではないかと思うのです。今、規制緩和を言っていますけれども、今までの既得権益がある人たちは必ず反対するわけです。多分規制緩和するとともに乱暴な社会になるわけです。規制というのはある意味では保護政策ですから。そういうものを全部壊していかないと、日本の経済力、産業競争力は当然落ちていくだろう。ですから、ソフトを重要視して、個をどんどん上へ上げていくような社会をどうやってつくっていくかというのが、まさに工学アカデミーの仕事の一つではないかと私は思っているのです。

野口正一 新しいソフトのカルチャーを作る上で、大学の情報処理教育の問題は重要です。このカリキュラム問題は、数年前から情報処理学会が文部

省の委託を受けまして、大学における情報処理教育はいかにあるべきかというのを、産業界から15名、大学人20名ぐらいでつくったのです。このカリキュラムのガイドラインは、形としてはまあまあよかったのではないかと考えていますが、この作業で二つの問題ができました。一つはカリキュラムのミニマムエッセンシャルに対するいわゆるカーネルの講義に対して、その教育をしてくれと言ったときに、多くの大学にそれをする人がいないのです。

もう一つの大きな問題は、今生駒先生のお話にあったように、ソフトウェアに関するものです。現在この分野は劇的な変化があるのに、大学人は殆ど気がついてない。それではやはりだめなのです。新しいコンピュータ分野の申請に関して、情報というのは残念ながら日本の場合はまだマイノリティなのです。このカルチャーを変えない限り、日本は良くなりません。

別の問題として、大学の先生の意識が日本の将来の技術開発に対して非常に低い。自分の分野の深い穴を掘って研究をして論文は書けるけれども、それが将来日本のインダストリーにどれだけインパクトを与えるかというコンセプトがあまりないのです。一つの希望は、産業界から本当にいい人が大学に来てくれないか。しかし、我々がこの人を産業界にくださいと言ったときに、多分産業界は出さないでしょうね。それが問題なのです。いろいろ制度的な問題はありますけれども、ベーシックなカルチャーを変えていかない限り、なかなか大変ではないかという気がいたしますが、いかがでございますか。

生 駒 私はまさにそのとおりだと思います。大賛成です。雇用で言いますと、行きつきりというのはだめだと思うのです。産と学の間を10年ぐらいで行ったり来たりするのがいいと思うのです。ですから、私も10年たったらどこかへ戻らせていただきたいと思いますので、よろしくお願いします。(笑)

司 会 先ほどのお話でソフトウェアが大事だということですが、日本ではソフトウェア出身の大企業経営者がいないとか、大企業経営者のソフトに対する比較ですけれども、今論じられているソ

フトウェアの問題の主力になっているアメリカの連中は、ビル・ゲイツにしたってやっと40歳ですね。だから、40、50、60ぐらいまでが現役かもしれませんが、その辺ではなくて、やはりソフトの担い手は20代・30代だとすると、日本の社会のあり方というのは大変な問題で、私はその辺を強調したいような気がするのですが、いかがでしょうか。

生 駒 そのとおりだと思います。ですから、ここで大企業の経営者という言い方をしたのですけれども、当然もう一步進めば、30代ぐらいで会社を興して、どんどん新しいソフトを売っていくような風土が必要で、少しずつそうなりつつありますね。土地担保でなくてもアイデア担保で金を貸そうというのが、日本総合合同ファイナンスですか、そういうようなことを考えていますし、日本もそういう風土にはなりつつあります。経済審議会でもそういう議論をされていると思いますので、少しずつよくなると思うのですけれども、相当急テンポで変えていく必要があると思います。

今井兼一郎 大変幼稚な質問で、先生からは笑われてしまうのではないかなと思うのですけれども、アナログからデジタルになるというお話がありました。その問題は一体だれが日本で決めてアナログでいいのだと言って、後で突然デジタルになるのか。そういうことが分からないわけです。アナログのことをよく勉強してから、デジタルのほうがいいのだと、どこか違うのだらうと思うのですけれども、そういう種類のことはかなり大きな方向づけではないかなと思うのです。日本の自動車で言うと、大型車や小型車でなくて中型車に行くのだということをどなたかが決められて、それはよかったと思うのです。そういう意味での、戦略的とまでは言えないのかもしれないのですけれども、本当はどこでだれがどういうふうに決めていくのかという中で、先生がマネジメントに行っておられる立場で言うと、研究所なんかはそういう方向づけというのは決定的な問題を持つのではないかなと思うのです。その辺のところはどんなふうにアメリカ的には動いていて、また、日本的には動いているのかという違いみたいなことをもし伺えればうれしく思います。

生 駒 大変難しい質問ですけれども、アナログからデジタルに体制が移るということは、アメリカも日本もどこもみんな持っていると思うのです。それはエンジニアである限りは見通せる。ただ、マーケットを考えて、会社のプロフィット、シェアを考えたときにはイナースシアがございますから、イナースシアによってアナログがずっと続くわけです。特に日本のようにコンシューマーがものすごく強い製品を持っていて、ラインを持っていると、戦略的にはすぐ変えられないわけです。逆にアメリカはテレビが全然ないわけですから、デジタルテレビと言ってダイレクトTVというのがものすごく成功しているわけです。ヒューズ社が。イナースシアがないというところが一つのはっきりした切りかえになって、日本はイナースシアがあるものですから、いいことが分かっているけど、いろいろポリティカルなものもあって、切りかえがきかないのではないかなという感じはしています。

今 井 そういう意味で申しますと、自動車産業の場合はむしろアメリカ化に反対した動きが全体としてよかったと思うのです。今のお話を伺うと、アメリカ化におくれたという感じでしょうか。技術的に見て明らかにそっちがいいということだとすると、日本は、先生のあれで言うと、日本の1億何千万かの独特のことでカルチャーを築いていこうという気概でいたのに、ある日突然気がついてみたら、これはもうとてもいいかんということできりかわった、というふうな感じでしょうか。

生 駒 それはデジタルとアナログではなくて、一般的な事柄でのご質問でしょうか。

今 井 一般的なことでいいし、今のかかなり特定の問題で、多分アナログでずっとやっていたことが、かなり大きな損失になったかどうかは知りませんが、なる可能性があるというふうに見ているのですが。

生 駒 日本もデジタルへの切りかえは進んでおりまして、アメリカよりはおくれていますけれども、デジタル化はどんどん進んでいます。ただ、時期が少し遅くなっています。しかし、デジタルの機器をつくるのはやはり日本メーカーですから、そういう意味ではあまり心配は要らないと思います。ただ、ハイビジョンでも企業は儲けなくては

いけませんから、当分ハイビジョンが続くと思います。

黒川兼行 先ほど、教科書をつくるという話が出ましたね。私、ちょっと暇になったものですから、日本の教科書を2〜3冊読んでみたら、まるで読めないのです。要するに、思考をたどっていくことができないように書いてあるのです。例えば量子工学は、昔、私は勉強したことがあるものだから、そういう本を見ますと、1ページぐらい抜けているのです。あるいは4行ぐらい。ですから、思考がそこで止まってしまうわけです。日本の教科書はどうしてああいうことになってしまったのでしょうか。

生 駒 私が答えなくてはいけないでしょうか（笑）。量子工学は知りません。私は自分で書いてまともに書けたと思ったのは、『岩波講座』の「マイクロエレクトロニクス素子」。私の部分はちゃんと思考ができるように書いたつもりなのですが、一般論では何ともお答えができません。

そういう意味では、大学の先生が時間をかけて、しかも複数で検証しながら体系的な教科書を書く必要があるのではないかと思います。私は全く同感です。日本の教科書で学生が読んでさっと分かったというのはほとんどないと思います。昔、私が勉強した山田直平先生の教科書とか、あれはすごくよく分かります。最近そういうのはないのではないのでしょうか。

司 会 教科書で言いますと、英語で書かれた教科書はこんなに分厚いですね。懇切丁寧に書いてあるわけですが、私自身も大したことは書いてないのですけれども、最近聞いた話では、日本の出版社はこんなに厚いのは書いてくれるな、せいぜい100ページちょっとぐらいで、かつ、やさしく書いてくれ、と。やさしいのはいいと思うのですけれども、そういうことで、仮に力作を書こうという方がいらっしゃっても、どこからも出版されないという傾向があるような気がするのです。一つは、本のマーケットが小さくて、その辺の問題が執筆側にも出版社にもあるのではないかと思います。何か抜本的な解決案・提言はないのでしょうか。

生 駒 私は電気教官協議会で提案したのです。全国的な常設委員会をつくって教科書をちゃんとシステムティックに各分野で書いて下さいと。ちょうど文部省の専門教育課長が来ていたので、彼が応援するという約束を取りつけたのです。ですから、資金的には公的な資金で援助してもらって、全国の先生がちゃんとそれに時間をかける。大学の先生は書くときに時間をかけないのです。私も書きましたけれども、研究をやりながら、雑用をやりながら、教科書を書くのはとっても大変です。何日も泊り込んでやりましたけれども、やはり思考が途切れてしまうのです。アメリカはサバティカルで1年間使って書けますからね。そういうような公的な援助のもとに書くということをやれば、すごくいいのができると思うのです。電気教官協議会でもスタンディングコミッティをつくるという約束をしたのですけれども、つくってないようです。

森 私、学校のことは全然専門でなくて、さっきから学校がしっかりしてくれと申し上げているのですけれども、今の教科書で門外漢で申し上げると、ヨーロッパの高校生が私のところへ遊びに来て、木更津の暁星とかいうのを出たのだそうですけれども、日本の学校だと、この教科書は終わったと言われる、終わるなんていうことはヨーロッパではない、いつまでも勉強するのだ、と。たしかアメリカの教科書は、全部やらないで、好きなところだけやっているわけですね。あれはリリースで、学校に置いておいて貸すわけです。日本のは終わらせるように、1年間でやるというのを文部省が決めるからおかしいので、これは終わって採点してどうするというようなシステムがおかしいのだと思う。

生 駒 今のは高校までの教科書の話ですね。
加藤榮一 先生の今日のお話はほとんど100%賛成でございまして、先生が挙げられた『日本の技術が危ない』という本も読ませていただきました。特に先生が最後におっしゃった大学の教育改革、これはおっしゃりたい大きなことだと思うのです。私、私立大学にいたので、私立大学は自由だろうと言うけれども、なかなか改革というのは難しゅうございまして、本当に悩んでいたわけでござい

ます。日本の大学の一つの問題は自由競争がないことです。その点につきましては、西尾幹二という電通大の先生がいらっしやいまして、いろいろ教育に対して発言されているのですが、その先生に言わせると、東大1位というのを支えているのは2位以下の大学である、早稲田・慶応クラスがそうであるという厳しいことをおっしゃっているのです。そう言われると本当に困ってしまうのですが、確かにそういう面があるわけです。

それはさて置きまして、今日はアメリカを引合いに出しておっしゃいましたけれども、大学のシステムで非常に違っていて、あまり日本の方がおっしゃらないことは、先生ご存じのように、アメリカの大学は研究費は先生が個人でとってくるのです。しかも大学はそれからオーバーヘッドをとれるのです。ですから、いい先生をそろえると大学そのものがどんどん良くなっていく。しかもアメリカは大学ランキングが雑誌に出ます。ああいうことが日本では行われぬ。これは今の体制の中で抵抗はあると思いますけれども、一つの突破口としまして、研究費を大幅に増やしてオーバーヘッドもとる、だから人件費も出せるというようにすれば、多少、また大学は動いてくる。

おっしゃるとおり、いま大学は少し動いていると思いますし、教育に力を入れるということも企業のほうでも声が挙がっております。例えば、この頃わりに評判がいいのは、慶応の藤沢キャンパスとか、文系ですと多摩大学が非常に努力されて、今度学長がかわられましたけれども、前の学長がいろいろなところで、どのような改革をなさったかを発表されておられます。もう一つアクセルを踏むためには、そういう形の制度的なことも、先生あたりの発言力の強い方が折につけておっしゃっていただきたいと思うのですが、いかがでしょうか。

生 駒 まさにそのとおりだと思います。私が東大を辞める前、2年間、大学の評価に関する研究会というのをやったのは、そういうようなことをやろうと思ったからです。いろいろな大学問題を掘り起こして研究しました。特に大学にランキングをつけることにチャレンジしようかと思ってやったのです。都合3年間やりましたけれども、ど

の軸で大学を評価するか。大学の評価というのは、個人、組織、教育、研究、この四つのマトリックスの評価なのですけれども、どれをどう評価するかというのはまだ分からない。しかし、おっしゃったようにいろいろなファクターでランキングをつけたり、教育改革や学生の評価をしたりする。私も藤沢キャンパスも見学してまいりました。学生による授業評価とか、そういうことに対する意見とかいろいろなことをまとめて、それで今年のシンポジウムをやったのです。

根本はやはり大学間の自由競争だと思うのです。それを完璧に開放したら、自然に良くなる面があると思います。大学自身のカリキュラムの自由化は、例の大綱化ということでもう可能になっているわけです。ですから、教養学部をいろいろ変えることによってそれぞれ個性を出して、これからは確かに変わっていくと思うのですけれども、教官一人ひとりの意識が変わってない。アドミニストレーションは変わっています。私は改革の実態を調査する研究会を続けて今やっています。この前、北大と阪大に行って学長先生に会ってインタビューしてきました。アドミニストレーターはものすごく変わっています。先生の意識、即ち普通の教官はどのくらい分かっていますかと伺ったら、まあ20%ぐらいでしょうとおっしゃるのです。ですから、各々の教官にそれをどうやって植えつけるかというのがすごく問題ではないかと思います。

司 会 いかがでございましょうか。

論じ出すと切りなく論じられる課題でございませうけれども、今日はこのあたりでお開きにさせていただきたいと思います。多数お集まりいただきまして、どうもありがとうございました。(拍手)

1996年4月30日

編集
発行 **日本工学アカデミー**

〒100 東京都千代田区丸の内 1 - 5 - 1

新丸ビル 4 - 007

TEL : (03) 3211-2441 ~ 2

FAX : (03) 3211-2443