

台湾シンポジウム

アジア太平洋地域の発展と科学技術

—21世紀への課題—

講演録

財団法人 本田財団

台灣シンポジウム

アジア太平洋地域の発展と科学技術 —21世紀への課題— 講演録

平成4年9月2日～3日



共催 財団法人 本田財団
亞太科学技術協会

当財団は、平成4年9月2、3日の両日台湾において『アジア太平洋地域の発展と科学技術－21世紀への課題』と題する二国間シンポジウムを開催いたしました。このシンポジウムは台湾の亚太科学技術協会（理事長・余傳韜）と共催で台北市の国立中央図書館で開催したもので、「科学技術の振興」、「技術革新と21世紀社会」、「科学技術と国際交流」、「21世紀のアジア太平洋」を各セッションとして、両国の歴史、文化、社会的背景を踏まえ、両国の科学技術の現状と展望、今後の東アジア地域の産業・経済の見通しや技術移転など広い範囲の問題について、講演及び討論を行いました。

この講演録は、このシンポジウムにおける日本側出席者の講演をまとめたものです。

目 次

講演録

21世紀のエネルギー問題

近藤次郎 …… 1
(日本学術会議会長)

日本における科学技術研究の動向

渥美和彦 …… 4
(東京大学名誉教授)

日本の科学技術政策と課題

川崎雅弘 …… 18
(新技術事業団・専務理事)

日本社会の技術革新の担い手—中堅企業

中村秀一郎 …… 33
(多摩大学経営情報学部長)

21世紀への材料革命

内田裕久 …… 42
(東海大学教授)

21世紀の情報科学技術と文化

西垣 通 …… 57
(明治大学教授)

デモグラフに現れた近代過程 —人口高齢化と就労パターンを解析する—

古川俊之 …… 62
(国立大阪病院院長)

留学生交流についての一つの試み —東京大学大学院土木工学専攻の例—

西野文雄 …… 76
(東京大学教授)

冷戦後のアジア太平洋情勢

山室英男 …… 94
(評論家)

21世紀に向けてのアジア太平洋経済の展望

下村恭民 …… 99
(埼玉大学教授)

閉会の言葉

中嶋嶺雄 ……107
(東京外国語大学教授)

出席者名簿

■日本側出席者

近藤 次郎	日本学術会議会長
渥美 和彦	東京大学名誉教授
内田 裕久	東海大学教授
川崎 雅弘	新技術開発事業団専務理事
下村 恭民	埼玉大学教授
中嶋 嶺雄	東京外国語大学教授
中村秀一郎	多摩大学教授
西垣 通	明治大学教授
西野 文雄	東京大学教授
古川 俊之	国立大阪病院院長
山室 英男	評論家
吉村 融	埼玉大学教授

■台湾側出席者

李 崇 道	中央研究院副院長
鄭 森 雄	国立海洋大学教授
劉 兆 玄	国立清華大学校長
阮 大 年	東海大学校長
施 顏 祥	經濟部中小企業處長
張 文 雄	国立雲林技術学院院长
張 亦 園	中央研究院院士
高 希 均	遠見雜誌社社長

プログラム

第1日（9月2日）

9：00 開会式

亜太科学技術協会余理事長挨拶

本田財団川島理事長挨拶

中華民国政府代表祝辞

9：30 基調講演

「21世紀のエネルギー問題」

日本学術会議会長 近藤 次郎

10：00 基調講演

「21世紀アジア太平洋地域の農業動向」

中央研究院副院長 李 崇 道

10：30 休憩

第1セッション：科学技術の振興

Chairman：埼玉大学教授 吉村 融

Co-chairman：国立海洋大学教授 鄭 森 雄

10：45 「中華民国の科学技術研究」

国立清華大学学長 劉 兆 玄

11：10 「日本に於ける科学技術研究の動向」

東京大学名誉教授 渥美 和彦

11：35 質疑応答

12：00 昼食

13：15 「日本の科学技術政策と課題」

新技術事業団専務理事 川崎 雅弘

13：40 「21世紀の全人教育」

東海大学学長 阮 大 年

14：05 質疑応答

14 : 30 休憩

第2セッション：技術革新と21世紀社会

Chairman：国立海洋大学教授 鄭 森 雄

Co-chairman：東京大学名誉教授 渥美 和彦

14 : 45 「日本社会の技術革新の担い手—中堅企業」

多摩大学経営情報学部長 中村 秀一郎

15 : 10 「中小企業と中華民国経済の発展」

經濟部中小企業處處長 施 顏 祥

15 : 35 質疑応答

16 : 00 休憩

16 : 15 「21世紀への材料革命」

東海大学教授 内田 裕久

16 : 40 質疑応答

17 : 00 第1日目の日程終了

第2日（9月3日）

第2セッション（継続）

9 : 00 「21世紀の情報科学技術と文化」

明治大学教授 西垣 通

9 : 25 「21世紀の科学技術の発展と東方文化」

中央研究院院士 李 亦 園

9 : 50 質疑応答

10 : 15 休憩

10 : 40 「台湾の高齢化社会対策」

中央研究院物理所教授 王 唯 工

11 : 05 「デモグラフに現れた近代過程」

— 人口高齢化と就労パターンを解析する —

国立大阪病院院長 古川 俊之

11：30 質疑応答

12：00 昼食

第3セッション：科学技術と国際交流

Chairman：国立大阪病院院長 古川 俊之

Co-chairman：国立雲林技術学院院長 張 文 雄

13：15 「国際交流・留学と人材」

国立海洋大学教授 鄭 森 雄

13：40 「留学生交流についての一つの試み－東京大学大学院土
木工学専攻の例－」

東京大学教授 西野 文雄

14：05 質疑応答

14：30 休憩

第4セッション：21世紀のアジア太平洋

Chairman：国立雲林技術学院院長 張 文 雄

Co-chairman：埼玉大学教授 吉村 融

14：45 「冷戦後のアジア太平洋情勢」

評論家（元NHK論説委員長） 山室 英男

15：10 「台湾海峡兩岸の経済発展」

「天下」「遠見」誌社長 高 希 均

15：35 「21世紀に向けてのアジア太平洋経済の展望」

埼玉大学教授 下村 恭民

16：00 質疑応答

閉会式

16：30 日本側代表挨拶 東京外国語大学教授 中嶋 嶺雄

17：00 台湾側代表挨拶 亚太科学技術協会理事長 余 傳 韜

17：30 シンポジウム終了

21世紀のエネルギー問題

日本学術会議会長 近藤次郎

現在、地球環境問題として世界中の関心を集めているものは、温室効果ガスによる地球の温暖化、フロンガスによるオゾン層破壊、酸性雨による森林喪失、開発に伴う熱帯雨林の減少、土壌喪失と砂漠化、海洋汚染、放射性物質や産業廃棄物の処理の問題、野性動物の種の減少、人口の過度な集中による生活環境の悪化、広範囲の有害な化合物による環境影響などである。

図1 地球環境問題

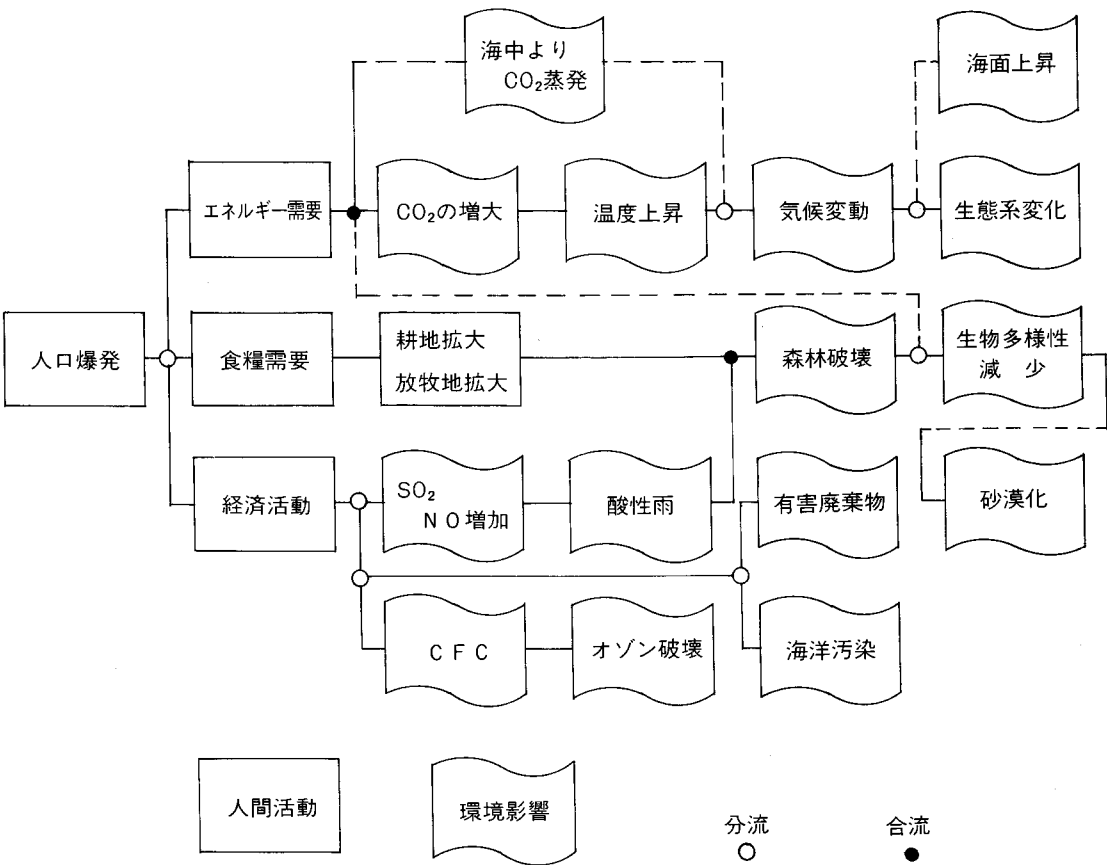


図1はこれらの地球規模の環境問題（旗印）の因果関係をPDPC図法で表したものである。これらはすべて人口爆発に端を発し、人為的要因（箱印）によって

発生するものである。また環境問題は相互に関連しており、それ等を解決するには総合的、同時的な対策が必要であることを示している。

地球規模の環境問題を解決するには国際的な協力が必要で、先進国だけで出来るものではない。次表はそのための国際協定や条約を示したものである。表の中で斜字体で示したものは、6月の地球サミットで合意された条約や協定で、(UNCED) と表示してある。

地球環境問題と国際的取組み

環 境 問 題	国 際 協 力
地 球 温 暖 化	気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 気候変動枠組条約 (UNCED)
オゾン層保護	ウィーン条約 (1985) モントリオール議定書 (1987, 1990)
酸性雨	長距離越界大気汚染防止条約 (1979) ヘルシンキ議定書 (1985) ソフィア議定書 (1988)
熱帯雨林	熱帯林行動計画 (TEAP) 熱帯木材機構 (ITTO) 森林保全の原則声明 (UNCED)
砂漠化	国連砂漠化防止行動計画 (1974)
海洋汚染	ロンドン・ダンピング条約 (1972) マルポール条約 (1978)
越境廃棄物	バーゼル条約 (1989-3)
動植物絶滅	国際湿地条約・ラムサール条約 (1971) ワシントン条約 (1973) 生物多用性条約 (UNCED)

産業革命と人口増加

さて、地球的規模の環境問題の基本的な原因は人口爆発である。いまから約200年前の産業革命の時代には、世界の総人口は約10億であった。そして100年後の今世紀のはじめは16億であったが、ついに1987年に50億に達した。国連の人口基金は最近、人口増加の見通しを修正して、今世紀末には64億、来世紀2025年には85億、そして2050年にはついに現在の約倍の100億に達すると予想している。いま毎日世界中で22万人ずつ人口が増加し、1年に約1億ずつ人口が増えている。

さらに、この人口増加は工業先進国ではすでに鈍化、またははなはだしいところでは減少の傾向さえ見せはじめているのに、途上国では爆発的にきわめて増加していることが注目される。現在中国は人口が12億、インド8億などと推定されているのである。

ジェームス・ワットの蒸発機関の発明に始まる産業革命は、一方では人類に非

常に大きな恩恵を与えた。鉄道や汽船が発明され、凶作の土地へは豊作の地域から食料を輸送することができるようになって、はじめて人類は飢餓の恐怖を避けることができるようになった。

この地球上の生物の中で、人類だけが約200万年前に発生して以来、単純に成長し、その数が増えている。人間よりもはるかに力の強い猛獣、象、トラなどはWWFなどの手厚い保護にもかかわらずその数が減少して、中には絶滅の危機に瀕しているものさえある。このような人口の増加は、結局人類がほかの動物が持っていない巨大な頭脳に恵まれているからといえる。ゆえに、最初に述べた地球規模の環境問題は、いずれも人類に対する大きな脅威である。たとえば、海面が上昇すれば人の居住地が失われ、オゾン層が破壊されて紫外線が直接地上に達するようになると、皮膚ガンが増える。そもそも生命が海の中で誕生したというのは、当時の上空にはオゾンが少なく、紫外線が直接地上に達していたためで、深い海水の中で紫外線が吸収されるので、そこに生命がはじめて生まれたものである。したがってオゾン層が破壊されてしまうと、人間だけでなく植物も動物もふくめて地上の生物は大きな影響を受けることになる。

したがって、現在いわれているこのような地球環境問題はすべて人間の行為が原因であって、これは一種の自家中毒のようなものである。

現在、中国の古い書物の中に「愚公山を移す」という話が載っているが、現在の文明国では人海戦術でなくても、機械力を使って山を削り取ったり、海を埋めたりして、地球の形を変えることすらできるようになってきた。そのためには機械力を必要とするので、ここにも大きなエネルギーが使用される。

日本における科学技術研究の動向

東京大学名誉教授 渥美和彦

ただいま劉先生から台湾のすばらしい科学技術の発展、経済発展、それから未来へのビジョンをお聞きしました。私は日本の現状をデータによって説明したいと思います。

図(1)は主な国の研究開発費の推移です。世界の各国において毎年研究費が増えています。日本は1989年で約13兆円、アメリカは27兆円です。

図(2)は主な国の研究費の対国民総生産費の推移です。1989年においてアメリカの2.91%に対して日本は2.8あるいは2.7%というところです。

図(3)は政府負担研究費の対総生産費です。国防研究費がアメリカ、フランス、イギリスでかなり大きな分野を占めていますが、日本では国防研究費が少ない。これを差し引くと、1989年で日本は0.52%、アメリカが0.53、ドイツが0.82、フランスが0.61となりだいたい同じレベルにあることになります。

図(4)は主な国の研究費の政府負担の割合です。各国とも負担の割合が年々減ってきています。1989年に日本では18.6%になっています。

また、日本における研究の主体別研究費の推移ですが、企業が平成元年では約70%と最も多く、大学は18%というわけで、企業の研究費が非常に多く伸びています。

すなわち、研究費を組織別、つまり政府、民間、大学、産業、民営の研究機関という具合に分けてみると、負担から言うと、つまり日本では89年の状態では80%以上が民間の負担で、政府はだいたい18%ぐらいです。ほかの国ではかなりの部分を政府が補っているというところが違います。使うほうから見ると、日本では産業がだいたい70%ぐらい、アメリカ、ドイツも70%ぐらい、フランス、イギリスが60%というわけで、日本の特色は民間の負担が非常に多いということです。

それで日本における科学技術関係の予算がどんな省で使われているかということですが、平成3年は全体で2兆226億円、文部省がいちばん多く9300億円、46%、科学技術庁が5200億円、25%、通産省が2500億円、12%というのが大きな部分を占めています。

科学技術研究の予算の使われている部分を分類してみますと、図(5)は、横の数は1兆円のオーダーですが、年々増えています。最も多いのが大学に使う研究、その次に多いのがエネルギーです。ほかでは民生用の宇宙とか、防衛とか、研究

の推進とかに使用されています。

大学の研究費の国際比較をみますと、図(6)の如く、1989年における研究者一人当たりの研究費は、日本では決して多くありません。日本では一人当たり1540万円、アメリカが3000万円、イギリスが2000万円、ドイツが2000万円、フランスが1400万円ということになっています。

日本の大学の研究費がどのように配分されているかを交付分布について、研究費の採択件数で見ると、最も多いのが医学で5899件、工学が3530件、理学が2383件、農学が1400件、文学が1300件、つまり大部分が医学、工学、理学、農学というような自然科学の分野に配分されているということになります。

これを大学と研究機関、企業、会社と性格別研究費として分類してみると、図(7)の如く、大学では基礎研究が53%、つまり半分以上が基礎研究ですが、応用研究が38%、開発研究が8.7%です。これに対して会社になると、大部分の72%が応用研究であるということです。つまり大学と企業では研究の方向が違います。

従来より、わが国は基礎研究が少ないということが指摘されています。基礎研究費の日米比較を図(8)でみますと、1990年ではアメリカは3.11兆円、日本は1.39兆円ということになります。この中で、アメリカは大学の基礎研究費が非常に多い。つまりアメリカの基礎研究は大部分が大学でやられているということになります。全体の基礎研究費は、日米の人口の比率から考えてみると、決して日本も少ない数ではないと思います。

次に研究者の数ですが、世界各国で増加の方向にあります。1989年でアメリカは95万人、日本は1990年のレベルで約50万人ということになります。

これを人口1万人あたりに分けてみると図(9)の如く、日本ではかなり多い数になっていて、88年で43人とかなり大きな数で、日本は、ほかの国よりも人口1万人当たりの研究者の数は多いということになります。

主な国の研究者数を組織別に日本、アメリカ、ドイツ、フランス、イギリスと比較してみると、図(10)の如く、日本の大学には36%とかなり多い研究者がいて、産業では56%になります。それに対して、アメリカでは大学は14%の人数ですが、産業には75%と、かなりの研究者が産業にいることになります。フランスでは政府の研究者が30%と非常に多いのが特色です。つまりわが国では、大学の研究者の比率が多いことになります。

リュウ先生から論文の生産、あるいは引用の話が出ました。これを論文数を引用回数について国際的に比較してみたのが図(11)です。論文(生産)数では、アメリカが約10万から11万、それに対してイギリスが3万、日本が1973年のだいたい1万3千から年々増えていって、1986年には2万を超えている。1973年から86年の13年のうちに約2倍になっているわけです。これを引用数で見ると、1973年には、アメリカの50数パーセントに対して日本は3%という非常に少ない比率だったのが、最近だんだん引用されてきて、1986年には約10%と1割の論文が世界で引用されている、という状況にあります。

日本における研究者の分類を見てみると、大学、研究機関、会社と分けると、図(12)如く、大学では自然科学が67%、人文社会科学が23%、その他が10%です。それが会社になると99%が自然科学者です。ここが大学と会社との研究者の違いということになります。

それでは日本の研究開発技術を、たとえば未来技術で国際比較してみるとどうなるか。エレクトロニクス、環境対策、空間利用、運輸、交通、通信、自動化、エネルギー、生命科学、新素材といろいろな部分で比較してみると、図(13)のようになります。外側の大きな部分がアメリカです。中心の部分がヨーロッパです。そのあいだが日本です。すなわち全体的にアメリカが進んでいて、日本がそのあいだに入って、ヨーロッパがその次に来るというパターンです。エレクトロニクスの部分で日本がほかより非常に優れている。しかし運輸、交通、あるいは新素材では、やや日本が遅れていることがわかります。

さて、ハイテク技術の話が劉先生からありました。ここでは、ハイテク製品とは航空宇宙、事務機器、電子計算機、電子部品、医薬品などを含むとすると、図(14)の如く、日本は1970年には輸出の比率は12%、アメリカが28%、ドイツが16%、フランスが7%、イギリスが9.6%でしたが、年々日本は増加して、86年には約24%、約4分の1を占めるに至っていますが、アメリカは少しずつ減少の方向にあります。

次にパテントの問題です。先ほども劉先生から技術開発能力という話が出ましたが、これを特許出願でみてみたいと思います。世界の各国で日本人が出願した特許の比率の推移が図(15)です。アメリカに出願された日本の特許は、1970年にアメリカの5%にすぎなかったのが、89年にはアメリカの特許の20%、つまり20年で4倍の比率の拡大になっています。ドイツ、フランスにおける日本のパテントは、70年には5%から6%ですが、89年には14%ですから、だいたい2倍半ぐらいになっている。韓国では非常に面白い傾向が出ています。75年の韓国における日本のパテントは24%ですが、89年も26%というわけで、あまり変化がないということです。

ここで学術研究の話を少ししてみたいと思います。日本学術会議は去年、わが国における学術研究について、学術白書ともいえるべき報告書を発刊しました。それによると、表(1)の如く、全体として理念、概念というようなことから心理的、社会的、機能的というような方向に来ている。イデオロギーとか体制論から、実証的な現状の分析へ来ている。学際研究が多くなっている。電算機の導入が増えている。二極化が進んでいる。伝統的学問と新しい学問の開拓、基礎学問と応用との関係、巨大技術と小さな技術との研究といった二極化が進んでいるということです。

これを理学で見ると、表(2)の如く、著しい変化の分野としては、自然科学の体系的理解を深めて新しい概念を作ることです。重要なテーマとしては、宇宙、生命現象、社会環境の重視などがあります。

工学分野では、表(3)の如く、著しい変化としては、エレクトロニクス、電気、電子、情報、新素材、航空、原子力という分野があるし、将来重要な研究としては、高温超伝導、分子素子、自由電子レーザー、生命科学、人工知能、医用計測、光コンピュータなどです。

農学では、表(4)の如く、新しい変化としては農芸化学、育種を中心にして生命工学の技術を導入する。将来重要なテーマとしては、生命工学による育種、育種の素材、海洋牧場、蛋白工学などがあります。

医学、これは私の属している分野ですが、表(5)の如く、生理科学では生体情報の細胞への伝達、遺伝子の調節、重要なことは、研究が臓器から細胞、分子レベルへ移っているということです。病理科学ではがんとビールスと遺伝子と免疫の研究、内科では遺伝子工学、細胞工学、医療工学というようなものを利用して、がんとか動脈硬化、脳の問題を研究する。外科ではがんの診断と治療、臓器移植、人工臓器、レーザー治療などがあります。

社会医学では表(5)の5)の如く、医療計画、地域医療保健制度、健康管理、老人健康問題、病院の経営、労働衛生などがあるし、歯科学、薬剤学においても新しい研究が進んでいます。とくに薬剤では、東洋医学との関連を考えています。

医療保健、これは厚生省のプロジェクトですが、がん、老化、精神病、感染症、母性、小児疾患、臓器技術、遺伝子医療、薬を作る技術などが重点研究課題です。

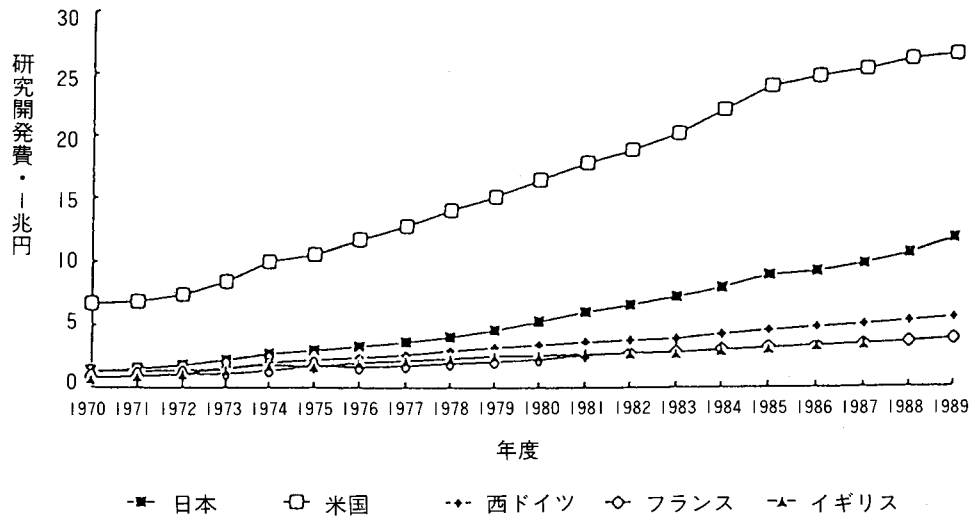
通産省では、大型国家プロジェクトが進んでいます。数年間にわたって100億から500億円の金をかけるものですが、エレクトロニクス、エネルギー、新素材といろいろなところでこういうデータがあります。

最近の特色は、生命科学の分野が最近非常に増えているということです。図(16)の如く細胞の培養、組み換えDNA、がん、福祉といったプロジェクトが通産省で行われています。

国際プロジェクトの一つとして、わが国より、ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラムという研究が進められていますが、これは表(6)の如く、生命科学の本体を解明することによって、新しい技術を作りだそうというわけです。たとえば人間の脳と神経、感覚器の関係を解明して、新しい情報処理システムを作りだすということです。

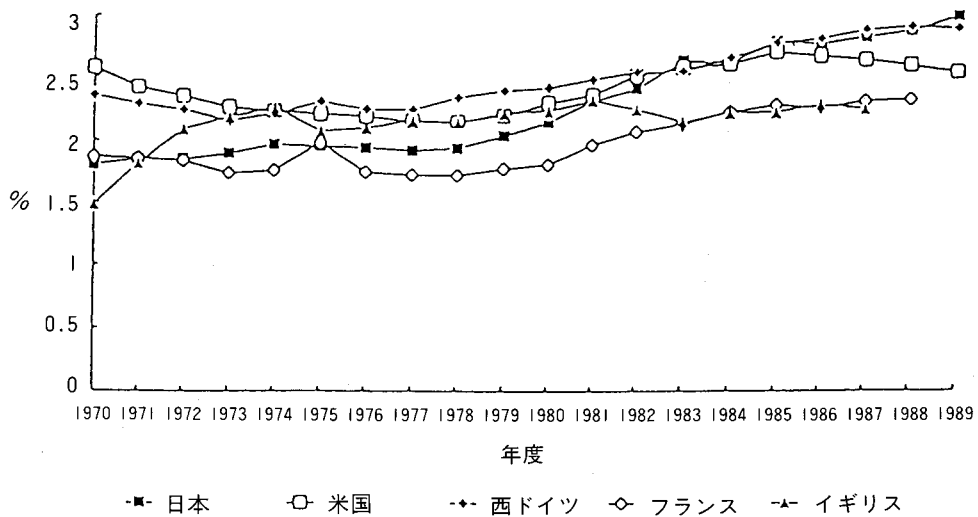
最後に、国際的にはわが国は、国際連合教育科学文化機関、世界保健機構、国際原子力機関、国際電気通信連合などといろいろなところで貢献しています。この分野は、アメリカの貢献が非常に大きいわけですが、しかし、わが国も努力しており、資金においてアメリカの半分ぐらい、人材においてアメリカの5分の1ぐらいの協力をしている状況です。

図(1) 主要国の研究開発費の推移



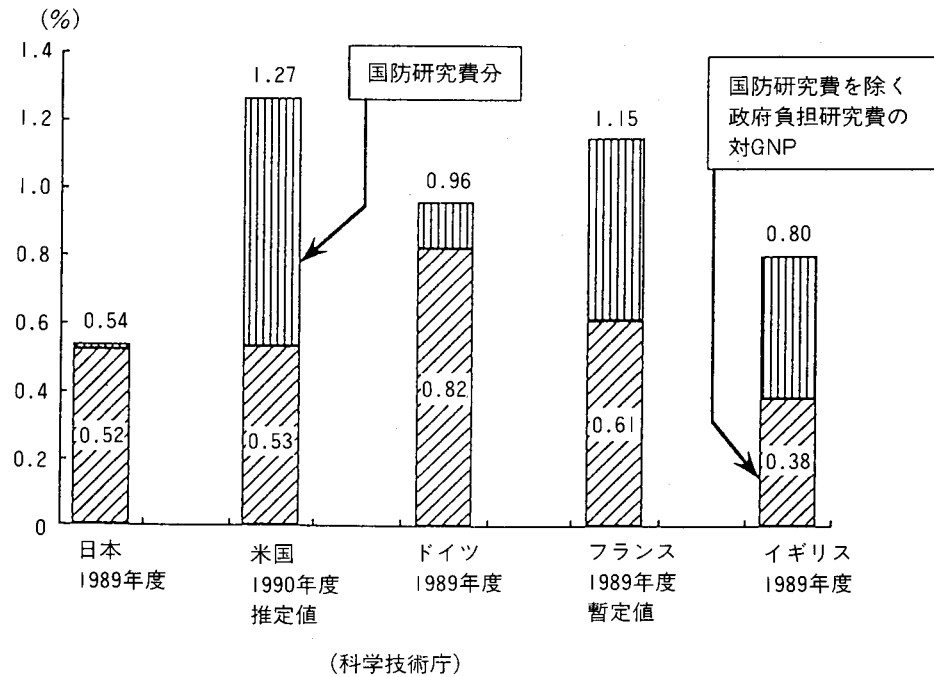
出典：科学技術庁，「科学技術白書」
 総務庁統計局，「科学技術研究調査報告」
 OECD，「Main Economic Indicators，」1989.
 OECD，「International Sectoral Databank，」1991.

図(2) 主要国の研究開発費の対GNP比の推移

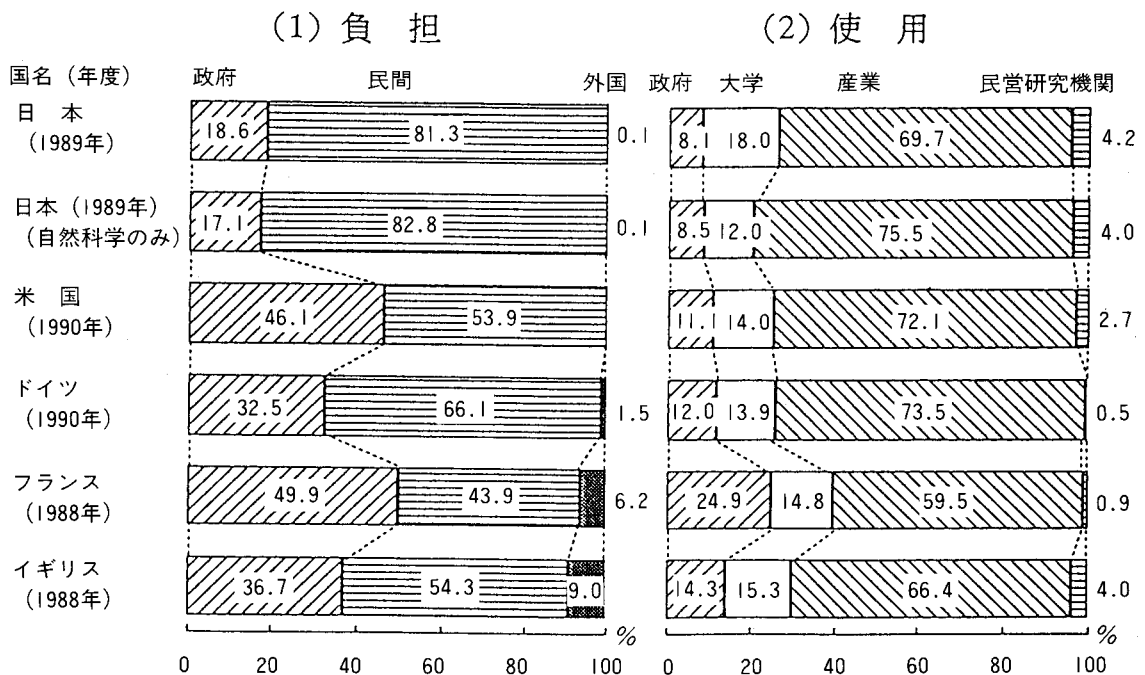


出典：総務庁統計局，「科学技術研究調査報告」
 科学技術庁，「科学技術白書」

図(3) 政府負担研究費の対GNP

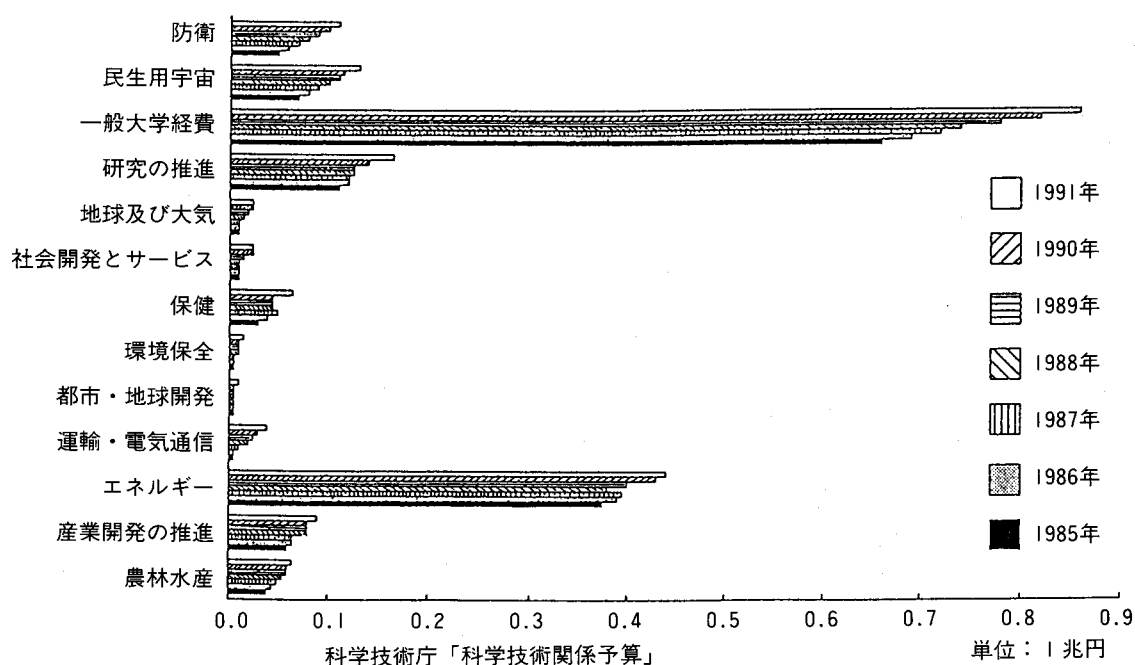


図(4) 主要国の研究費の組織別負担割合及び使用割合



注) 1. 国際比較を行なうため、各国とも人文・社会科を含めている。

図(5) 社会・経済目的別の科学技術関係予算の推移

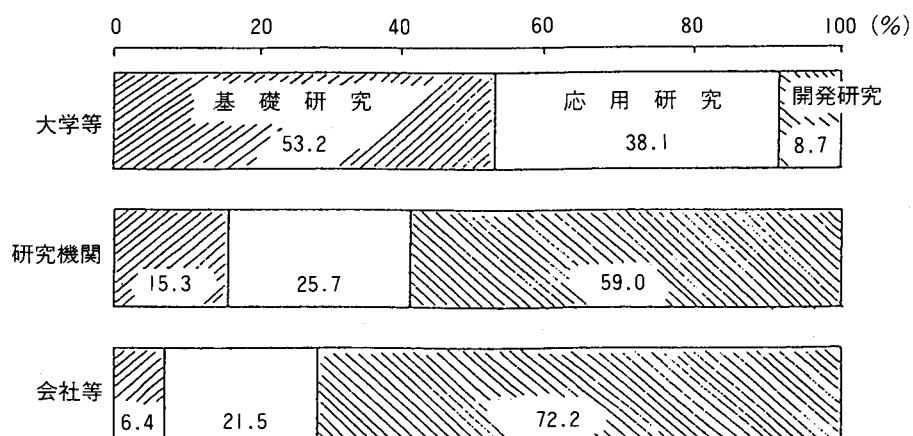


図(6) 大学の研究費の国際比較

区 分	研 究 費	公費負担割合	研究者一人 当たり研究費	研究費の対 G N P 比率	公財政支出に 占める公費負 担研究費割合
日 本	10,600億円	58.0%	1,540万円	0.30%	0.66%
アメリカ	38,900億円	86.7%	3,080万円	0.40%	1.00%
イギリス	5,100億円	78.4%	1,980万円	0.33%	0.68%
ド イ ツ	7,200億円	93.7%	1,970万円	0.41%	0.90%
フランス	5,200億円	94.8%	1,430万円	0.34%	0.67%

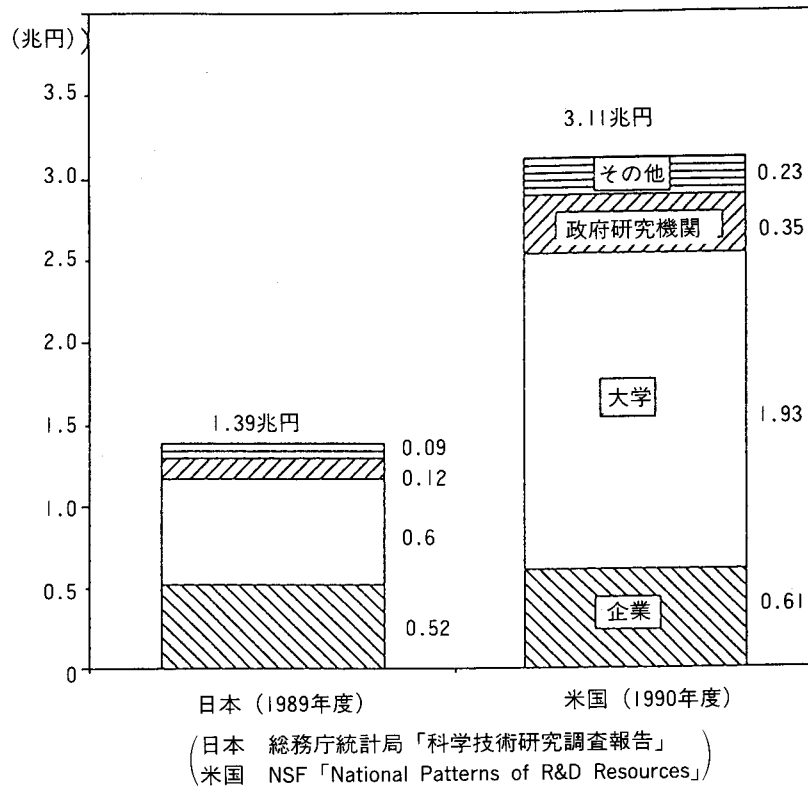
(総務庁・OECD)

図(7) 性格別研究費の割合（平成元年度・自然科学部門）

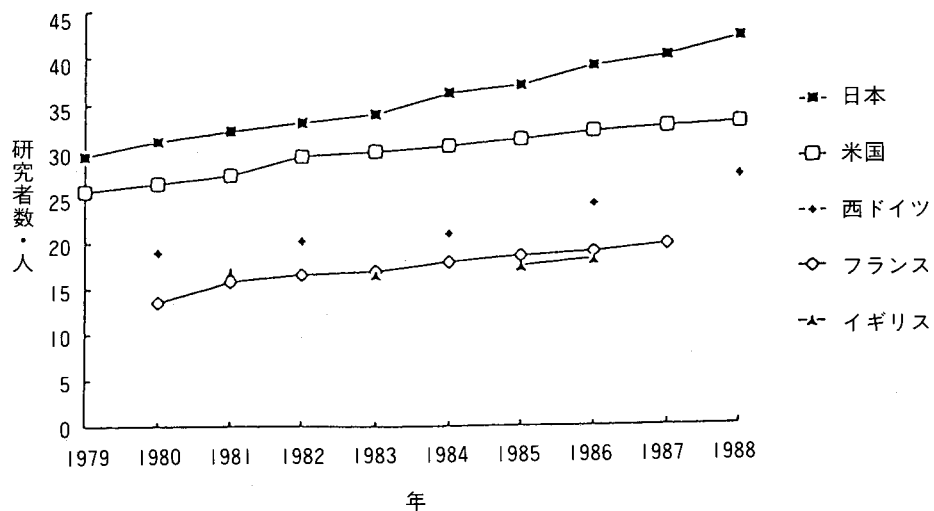


(資料) 総務庁「科学技術研究調査」

図(8) 基礎研究費の日米比較

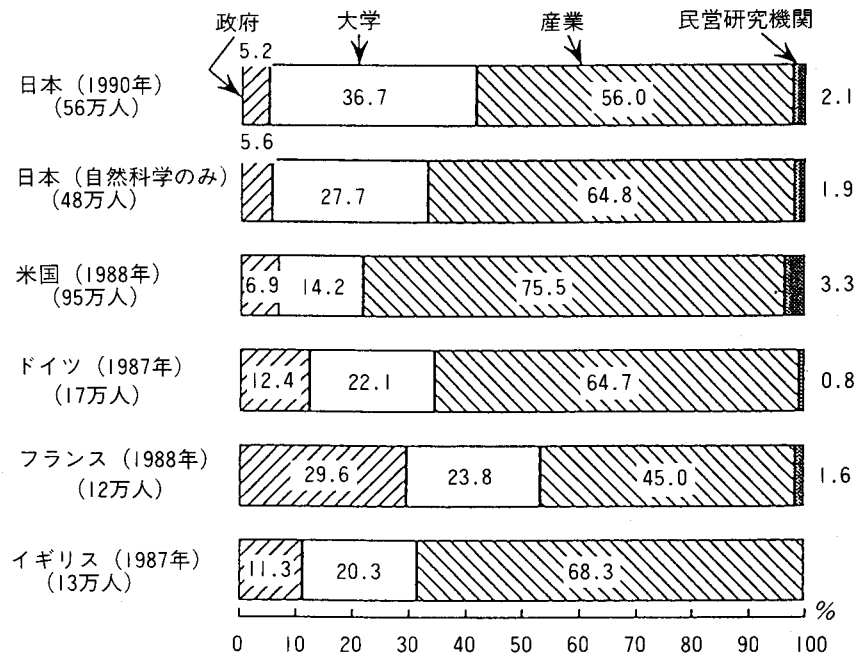


図(9) 主要国の人口一人当たりの研究者数



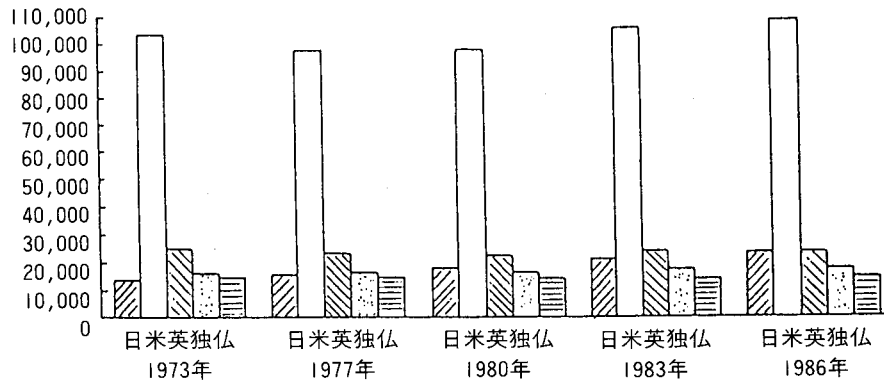
出典：総務庁統計局,「科学技術研究調査報告」
OECD, "Main Science and Technology Indicators," 1989.

図(10) 主要国の研究者数の組織別

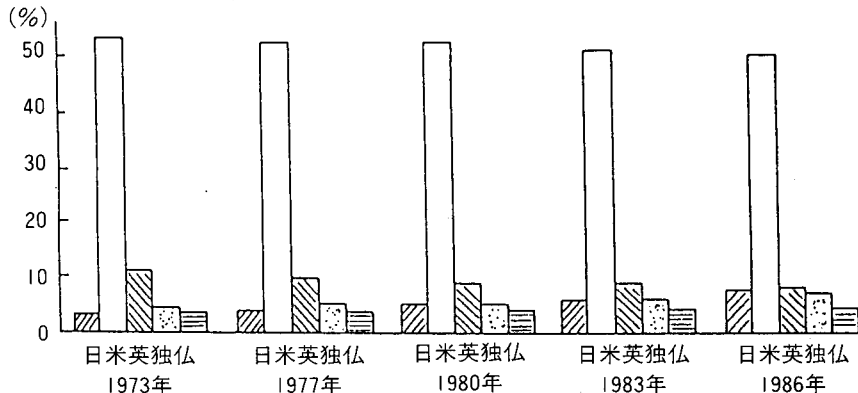


図(11) 各国の全分野における年別論文数、引用回数

① 論文数

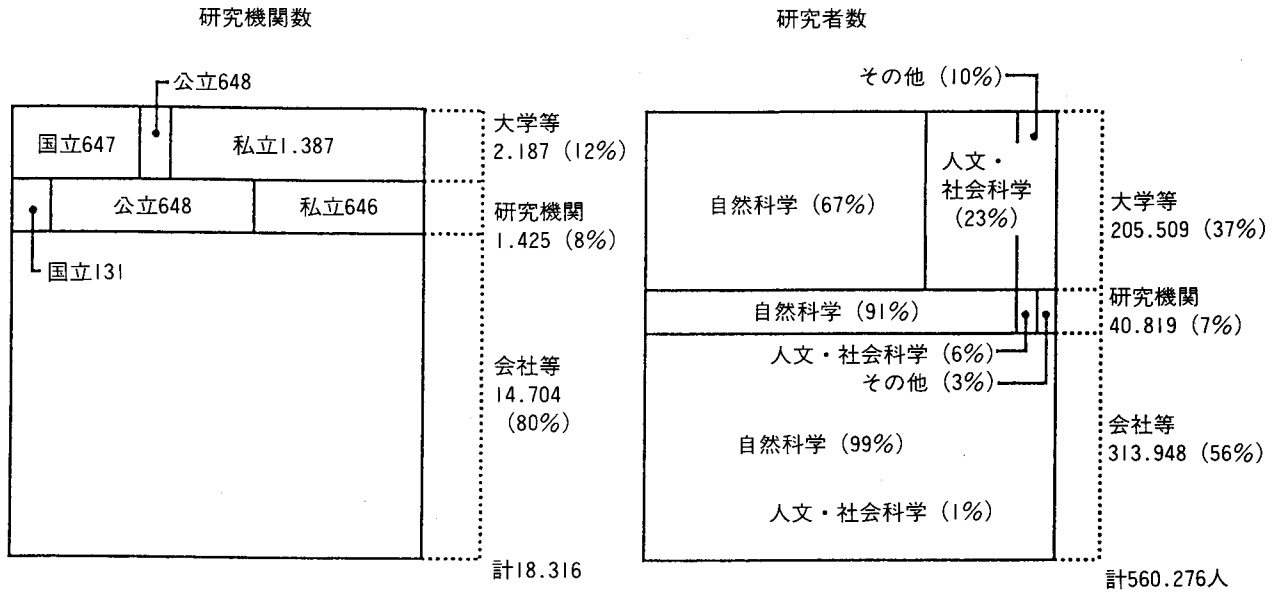


② 引用回数 (%)

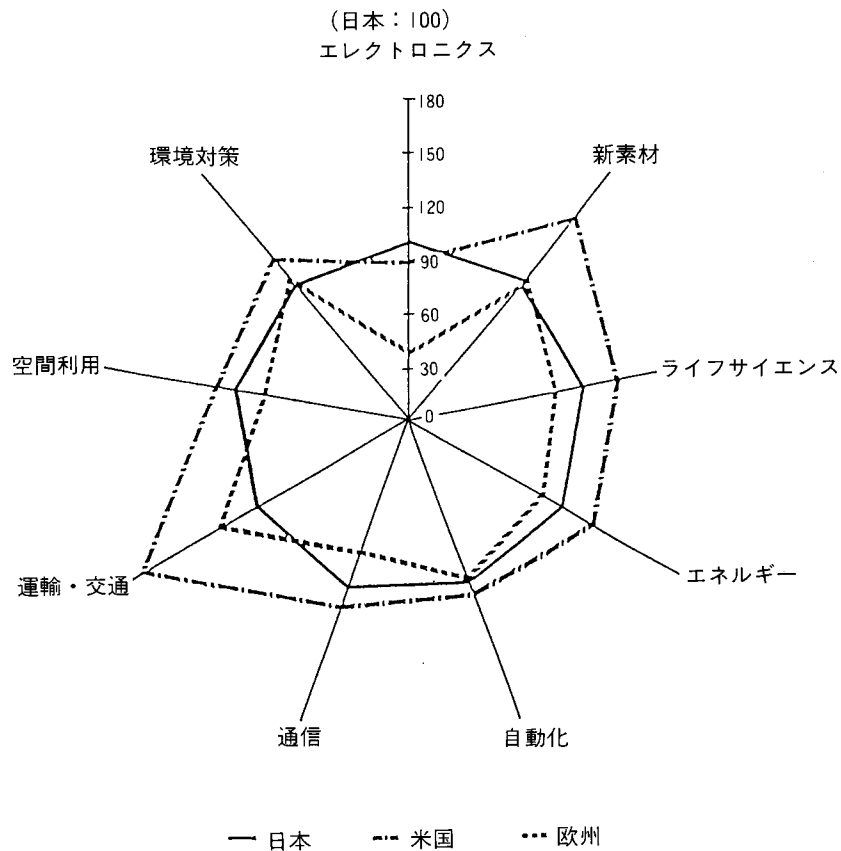


(注) 引用回数は世界の引用回数に占める割合 (%)。
 (資料) 「学術研究成果調査」(昭和63・平成元年度)

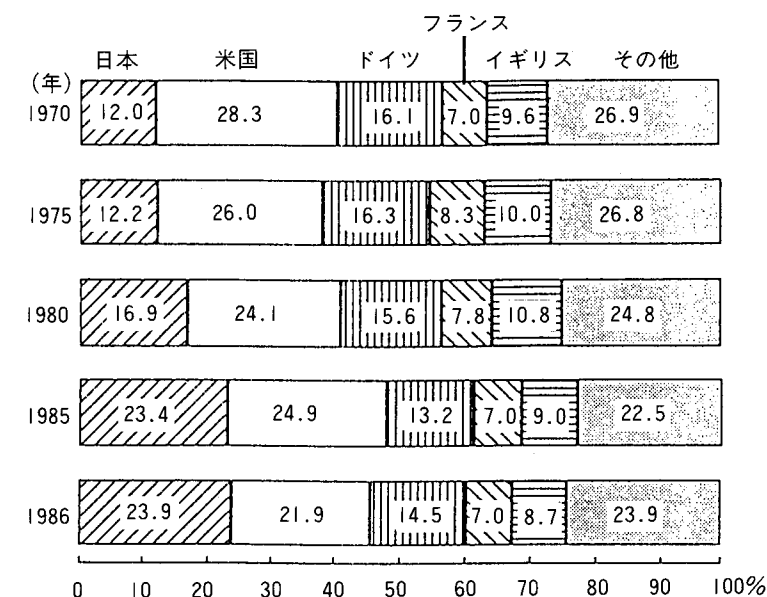
図(12) 日本における研究機関と研究者の分類



図(13) 未来技術の研究開発レベルの国際比較



図(14) 主要国のハイテク製品輸出シェア



注) ハイテク製品とは、航空宇宙、事務機器、電子計算機、電子部品、医薬品、電気機器を指す。

・米国科学審議会「SCIENCE & ENGINEERING INDICATORS 1989」

図(15) 主要国における特許出願（登録）件数のうち日本人の占める割合の推移

(単位：%)

	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989
米 国	5.1(4.1)	8.5(8.8)	12.4(11.6)	18.9(17.8)	18.7(18.6)	19.1(20.0)	20.1(20.7)	20.5(21.1)
ド イ ツ	5.8(3.2)	7.2(9.5)	10.3(11.4)	12.5(14.4)	12.0(14.6)	12.5(15.1)	13.4(15.5)	14.1(16.3)
フ ラ ン ス	5.3(3.8)	6.0(6.0)	8.9(6.7)	12.6(11.7)	11.8(12.6)	12.6(12.2)	13.7(12.5)	14.4(13.1)
イ ギ リ ス	5.8(5.6)	6.8(9.0)	9.6(9.4)	12.6(17.2)	11.9(16.7)	12.5(16.8)	13.5(17.0)	14.3(17.6)
オ ラ ン ダ	6.5(3.9)	6.4(9.5)	8.3(11.8)	9.3(9.9)	8.0(9.7)	8.6(10.0)	9.1(9.8)	9.5(10.0)
ス ウ ェー デ ン	3.2(1.5)	3.9(3.7)	4.5(4.6)	5.9(6.3)	5.5(6.6)	6.4(6.3)	7.2(6.5)	7.4(6.4)
ス イ ス	3.4(2.4)	4.1(4.6)	5.6(6.2)	6.4(7.9)	6.0(7.0)	6.8(7.0)	7.1(6.5)	7.3(6.6)
韓 国	—	24.2 —	32.0(44.4)	30.1(35.8)	26.6(44.5)	27.7(41.6)	27.2(35.1)	26.0(35.5)
カ ナ ダ	5.8(3.4)	6.8(6.5)	8.1(7.8)	11.1(10.9)	11.2(11.3)	10.9(10.7)	11.8(11.9)	11.6(12.8)

注) 1. ()は登録件数。

2. PCT及びEPC出願による指定国件数（登録件数）を含む。

(世界知的所有権機関「Industrial Property Statistics」)
(1980年のみ欧州特許庁資料を併せて使用。)

表(1) わが国における学術研究の総括的動向

- 理念・概念の定立や体系・構造の探究から、心理的、社会的、機能的特質ないしは運用、行動の認識へ。
- イデオロギー・体制論から実証的現状分析へ。
- 特殊なもの、後れているものという日本のとらえ方から独自のもの、他と比肩しうるものというとらえ方へ。
- 学際的研究への傾斜。
- コンピュータ導入による計量分析、数理解析の盛行。
- 二極化
 - 伝統的学問体系の深化と新領域の開拓
 - 基礎への沈潜と応用への飛躍
 - 専門文化、精緻化と横断的統合・境界領域の拡大
 - 巨大技術装置依存型研究と小規模自立型研究

表(2) 理学分野の学術研究の動向と様相

1) 著しい変化の分野

自然科学の体系的理解を深め、新しい概念を導き、自然のふるまいを解明することを目指す分野。

2) 将来重要な研究テーマ

宇宙空間や生命現象の研究を指向し、社会、環境との関連を重視。先端的観測、分析・測定機器の開発によって極限を極める方向。

表(3) 工学分野における学術研究の動向と様相

1) 著しい変化の分野

エレクトロニクス（電気、電子、情報工学）

新素材（金属工学、応用科学）

航空宇宙、原子力工学

2) 将来重要な研究

高温超伝導のメカニズム、バイオ素子、自由電子レーザー、分子デバイス、生命科学、人工知能、ロボットの知能化、光コンピュータ、医用計測、人工格子、超微粉末、経営活動の人工知能化、マンマシン、インターフェイス

表(4) 農学分野の学術研究の動向と様相

1) 著しい変化の分野

農芸化学や育種学などを中心に、バイオテクノロジーの技術の導入

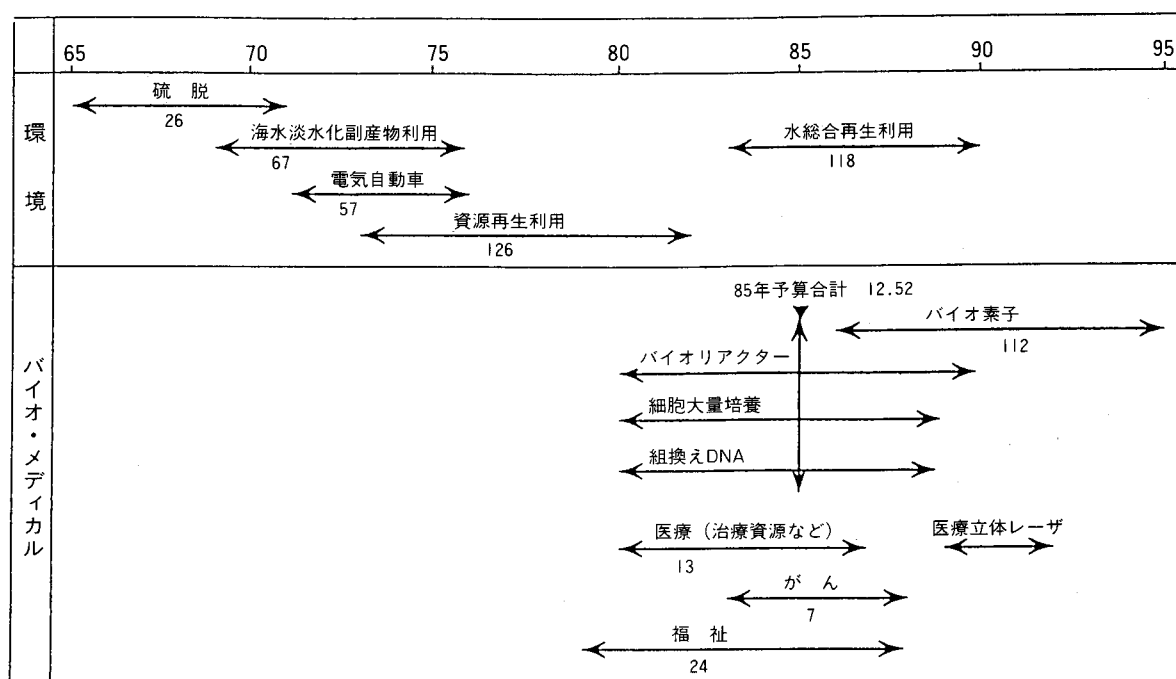
2) 将来重要な研究テーマ

バイオテクノロジーによる育種法、育種素材・品質の生理生態、早成樹の超育成、ウッドケミカルスの実用化、バイオセンサーの開発、疾病検査のシステム化、海洋牧場計画、生体機能類似物質の合成、蛋白工学、バイオエレクトロニクス、高度選択性農業、水質保全を含めた環境保全、リモートセンシング技術

表(5) 日本学術会議の第7部の各部門の研究動向

- 1) 生理科学 : 生体情報の細胞への伝達受容、遺伝子の発現調節機構、免疫学に関する研究などが行われ、研究が臓器レベルから細胞レベル、分子レベルへ移りつつある。
- 2) 病理科学 : 細菌や寄生虫に関する研究は軽減され、悪性腫瘍とウイルスに関する研究がその病因、宿主の要因の面から遺伝子、免疫に関する研究などを利用して行われる動向にある。
- 3) 内科系科学 : 遺伝子工学、細胞工学的な研究や、医用工学の臨床応用への研究が盛んである。主要テーマは、がん、動脈硬化、脳の異常、代謝の異常、自己免疫などである。
- 4) 外科系科学 : がんの早期診断と手術療法、先天性奇形の成因と外科療法、臓器移植、人工臓器、内視鏡による診療、レーザー治療。
- 5) 社会医学 : 社会的背景を反映した医療計画、地域保健医療制度、健康管理、救急医療、老人健康問題、医療保険、病院経営管理、労働衛生学、がんや脳卒中の予防
- 6) 歯科学 : 歯の発生分化、成長発育、老化、虫歯の免疫学、MEによる診断、診療、人工歯根などの医用生体材料
- 7) 薬剤学 : 合成医薬品、天然物の検索、イムノアッセイ、生理活性物質、薬物の安全性、東洋医学

図(16) 大型国家プロジェクト（通産省関連）



表(6) Human Frontier Science Programの研究

- 1) 生体内の物質の変換機能（消化、吸収など）を解明し、その仕組みを生体外で実現するとともに、これにヒントを得て新しい化学プロセス、新規物質を創造するための基礎研究を行う。
- 2) 人間の脳・神経系と眼、耳などの感覚器の機能およびその相互間の関係を解明し、それにヒントを得て新しい情報処理制御系を実現するための基礎研究を行う。
- 3) 生体の筋肉などの運動機能・調整機能の解明。

日本の科学技術政策と課題

新技術事業団 専務理事 川崎雅弘

大変過分なご紹介をいただきました川崎でございます。本日このような立派なシンポジウムにお招きをいただきまして、発言させていただくことを大変光栄に思っております。OHPで示してあるような順序で、私なりの考え方を、あるいは見方をお話しさせていただきたいと思います。ある意味では過去の、あるいは将来の日本の科学技術政策について、若干危惧と批判めいたことも入ろうかと思っています。そういう意味で私が申しあげることのすべては、私個人の見解ということでお許し願いたい。日本政府の見解を代弁するものではないというふうにお考えいただきたいと思います。

与えられた時間が限られているので、すでに予稿集の中に入っている一部についてはスキップさせていただきます。私がこれから第1のパートで申しあげたいのは、第二次世界大戦後47年を経過する間に、日本の科学技術政策の骨格が作られ、さらにそれが発展をして、今日の科学技術政策、あるいは今後の科学技術活動全体を規定するような枠組みを作り上げているということです。現在から未来へ向かって考える時に、過去のおよそ半世紀にわたって作り上げてきたこの全体の枠組みが、将来の課題に 대응するかどうかなというところに問題の出発点をおきたいと思うからです。

非常におおまかに戦後の日本が取ってきた科学技術政策の歩みを通観してみたものが、予稿集にある大変複雑な表です。上欄については、いわゆる社会経済の動向をポピュラーなキャッチフレーズで表現したもので、戦後を私は本当は五つの期に分けるべきかと思うのですが、あえて四つの期に整理をしています。とくに1945年から1960年というところで、ひと区切りあるべきではないかと思っています。

(第1表) 日本における科学技術政策の変遷

45年から64年というのは復興から始まった大経済政策時代というか、経済成長のみを目指す政策の時代でして、科学技術政策はまさにその経済政策を支援する性格を非常に強く持っています。

(第2表) 日本の経済・国土開発政策の変遷

第1表 日本における科学技術政策の変遷

	1945 — 1964	1965 — 1970	1971 — 1980	1980 —
社会・経済 動向	- 戦後復興 - 経済高度成長 (経済成長優先)	- 開放経済体制への移行・輸出振興 - 公害問題 (成長優先への反省)	- 国際摩擦の拡大・ドルショック - 石油危機・為替レートの変動相場制移行 (安定成長・内需主導経済)	- 構造調整 - 地球環境問題 (グローバルゼーション)
産業の特色	鉄鋼、造船、化学、合繊 (重厚長大型)	家電、自動車 (量産型)	- 電子・機械工業 (軽薄短小型、知識集約・情報化型) - 新素材産業	高度情報産業 (微細加工型、FMS化)
化学技術の 特徴的な動 き	- 技術導入 (近代化、技術格差解消) - 第一次研究所ブーム (中研) - 重化学工業の技術革新	- 自主技術開発 - 公害防止技術開発と普及 - ビッグサイエンスの本格化	- 新エネルギー、省エネ技術開発 - メカトロニクス技術革新 - 遺伝子工学の産業化	- トウェアの導入 - 新たな技術革新への期待 - 第二次研究所ブーム (基礎研)
科学技術政 策の重点 (科学技術 会議等)	- 第1号答申 (1960) - 科学技術水準の全般的向上 - キヤッチ・アップ (技術導入) - 理工系学生の2万人増募計画 - 研究費の国民所得比 2%目標	- 意見 (1966) 102重要技術開発課題提示 - 研究環境の整備 (筑波、人当研究費、情報) - 研究の大型化とシステム技術 - 研究費の国民所得比 2.5%	- 第5号答申 (1971) - テクノロジイ・アセスメントの実施 - 変化への技術的対応力の強化 - 環境・ソフト・ライフサイエンスの振興 - 国際協力の拡大 - 研究費の国民所得比 2.5% - 第6号答申 (1977) - 危機・変化への対応力強化 - 社会と科学技術の調和 - 新エネルギー技術開発 - グローバル・長期的視点のR&D - 研究費の国民所得比 2.5% (3.0%)	- 第11号答申 (1984) - 基礎的・創造的科学技術振興 - 人間・社会との調和・融合 - 国際相互依存関係構築への貢献 - 国際的水準のR&D - 研究費の国民所得比 3.5% - 第18号答申 (1992) - 地球と調和した人類の共存 - 知的ストックの拡大 - 安心して暮らせる潤いのある社会の構築
共通政策 (制度等)	- 科学技術行政協議会 ('49) - 科学技術庁発足 ('56) - 日本原子力研究所 ('56) - 理化学研究所改組 ('58) - 科学技術情報センター ('57) - 新技術開発事業団 ('61)	- 国立研人当研究費制度 ('63) - 動燃事業団 (PNC, '67) - 増加研究費税額控除 ('67) - 宇宙開発事業団 ('69) - 筑波研究学園都市法 ('70)	- 海洋科学技術センター ('71) - 科学技術庁研究交流センター ('78)	- 科学技術振興調整費 ('81) - 創造科学技術推進制度 (事業団, '81) - 研究交流促進法 ('86) - 関西化学術研究都市法 ('86) - 科学技術庁フューゼーション制度 ('88) - ヒューマンフロンティア国際計画 ('88)
産業政策 (通産省)	- 傾斜生産方式導入 ('46) - 商工省工業技術庁設置 ('48) - 工業標準化法 (JIS) ('49) - 通産省資源庁・特許庁設置 ('49) - 総理府産業技術審議会 ('51) - 鉱工業研究組合法施行 ('61)	- 産業構造の基本的施策 ('63) - 大型工業技術開発制度 ('66) - 国産技術振興融資制度 ('68)	70年代通産産業政策ビジョン ('71) - 電子・機械工業振興法 ('71) - 電子計算機開発促進補助金 ('72) - 技術導入の自由化 ('72) - 新エネルギー技術研究開発制度 ('74) - 超LSI技術開発費補助金 ('76)	80年代通産産業政策ビジョン ('80) - 一次世代産業基盤技術研究開発制度 ('81) - 産業技術開発政策のあり方 ('84) - 基盤技術研究センター発足 ('85) - 第五世代コンピュータ計画 ('87)

第2表 日本の経済・国土開発政策の変遷

	1945 — 1964	1965 — 1970	1971 — 1980	1980 —
全国総合開発計画	「全総」(1962) ・地域間の均衡ある発展 —工業の分散立地 —拠点開発方式	「新全総」(1969) ・豊かな環境の創造 —開発可能性の拡大均衡 —新幹線・高速道路	列島改造ブーム (1972) 「三全総」(1977) ・人間居住の総合環境整備 ・限られた国土資源 —地域特性に応じた開発 —定住圏構想	「四全総」(1987) ・多極分散型国土の構築 —地域間交流ネットワーク —地域整備のための国の指針 —全国民の定住の場
経済・社会計画	・経済安定九原則('48) ・外国為替・貿易管理法('49) ・外資法('50) ・日本開発銀行設立('51) ・自立5カ年計画(1955) ・新長期経済計画(1957) ・国民所得倍増計画(1960) —社会資本の充実 —産業構造高度化 —人的能力・科学技術振興	・中期経済計画('65) —貿易振興・産業構造高度化 —人的能力・科学技術振興 —生活の質・生活環境整備・公害の排除等 ・経済社会発展計画('68)	・新経済社会発展計画(1970) —国際化における経済の効率化 —物価安定、社会開発、成長の維持 ・経済社会基本計画(1973) ・昭和50年代前期経済計画('76) ・新経済社会7カ年計画('79) —不均衡是正 —産業構造転機・エネルギー制約 —日本型福祉社会	1980年代経済社会の展望と指針('83) —行政改革と財政改革 —産業構造高度化 —民間活力活用 —国際協力推進

もう一つ表をご覧くださいと、全国総合開発計画がありますが、これは一種の国土の開発計画であると同時に、社会経済全体のインフラストラクチュアをどのようにするかという大きい意味での総合開発計画です。その下が経済社会計画です。これと科学技術政策というのは、ある意味で非常に整合性が取れすぎるぐらいに取れていると思われるわけです。このような関係は、この中で科学技術行政体制として科学技術庁を閣議のメンバーとして設けるというような行政機構の整備も含めて、表からも明かなとおり、以後の冬期においても基本的にはほぼ踏襲されてきていると思われます。

(第3表) 戦後の科学技術政策の特徴

特に、その中でも産業政策との一体性に注目して、あえて独断と偏見で示すと、第3表のように特徴づけられるのではないかと思います。午前中に渥美先生からも少しお話がありましたが、戦後のわが国の科学技術政策のスタートポイントは技術輸入ですが、戦後早々の経済復興期にこの技術輸入に関する政府の二つの規制、あるいはスクリーニングをオーソライズする法律の枠組みが作られています。その枠組みの中で、技術輸入が主として産業と貿易政策の観点からの厳しいスクリーニングによって促進されます。そのようなスクリーニングを受けて導入された科学技術、あるいは新しい技術が活発な民間の設備投資へとつながっていくわけです。このような新技術と設備投資、さらに商品開発というメカニズムの中で、戦後いちばやく日本にはイノベーション、いわゆる技術革新が起こってくるわけです。さらにこのような企業の設備投資を支える政策手段として一つは日本開発銀行による政策金融である低利な融資があります。当時、このような政府の低利融資が非常に意味があったのは、日本が三無の時代だったからといえましょう。一つは資源がない。2番目はキャピタル、資金がない。3番目に技術が陳腐化していて、新しい技術がない。そういう三無の時代の産業政策として、技術輸入、政府資金を低利で融資するということが極めて有効であったと思われます。

併せて技術を具体的に具現化したものとして、いちばんてっとり早いのは最新の機械ですが、そういう最新の機械を輸入するに際して関税を免除するという重要機械関税免除制度がこの時代に作られています。さらに新しい産業、当時はまだ化学では化学肥料、ソーダ工業などがありますが、主たる原料は石炭系のタールを出発点とする石炭化学工業を中心とした有機化学工業と無機化学工業をベースとしたものです。この化学工業の近代化を図るために、新しいいわゆるペトロケミカルを導入するということで、石油化学工業の育成5カ年計画が策定されました。あるいは極めて重要な工作機械、マザーマシンと言いますか、そういう工作機械を中心としての機械工業の振興、そして早くも1957年には現在のエレクトロニクスである電子工業の振興という枠組みがここに準備されています。これらはいずれも新技術、特に輸入技術を軸とした産業政策であると言えます。

第3表 戦後の科学技術政策の特徴

外国為替・貿易管理法 (1949)

外資法 (1950)

復興需要

＝ 産業・貿易政策上のスクリーニング
(戦略的技術輸入・選別設備投資融資)

朝鮮動乱

- ・ 日本開発銀行 (1951、長期・低利融資)
- ・ 主要産業重要機械関税免除令 ('52)
- ・ 石油化学工業育成5カ年計画 ('55)
- ・ 機械工業振興臨時措置法 ('56—'71)
- ・ 電子工業振興臨時措置法 ('57—'71)

公共事業による需要創出

- ・ マイクロウェーブ回線 ('54—'57)
- ・ 国鉄全線電化 (—'56)
- ・ 新幹線 (東京—大阪、'59—'64)
- ・ 自動車国道建設法 ('60)

技術輸入の自由化への対応 ('64—'72)

(ビジョン産業行政への転換—国際競争力強化)

- ・ 新技術開発事業団 ('61—)
- ・ 科学技術会議102重要技術 ('66)
- ・ 通産省大型工業技術開発制度 ('66—)
- ・ 増加試験研究費税額控除制度 ('67—)
- ・ 研究所建設融資 (開発銀行、'67—'74)
- ・ 電子工業と機械工業振興法の統合 ('71)

環境政策による規制

- ・ 公害対策基本法 ('67)
- ・ 大気汚染防止法 ('68)
- ・ 水質汚濁防止法 ('70)

資本・技術輸入の完全自由化 ('72—)

- ・ 電子計算機開発促進助成金 ('72—)

公害防止・エネルギー対策

(産業構造転換—情報化・ハイテク化)

- ・ 新エネルギー技術研究開発制度 ('74—)
- ・ 超LSI技術開発補助金 ('76—)
- ・ 省エネルギー技術研究開発制度 ('78—)

石油危機下での

競争力維持・企業存立

経済安全保障・ストック充実・ハイテク化

(創造性発揮による産業構造の知識集約化)

貿易摩擦から構造摩擦

・ 「基礎研究タダ乗り論」

- ・ 創造科学技術研究開発制度 (新技術事業団'81—)
- ・ 次世代産業基盤技術研究開発制度 ('81—)
- ・ 第5世代コンピュータ計画 ('82—'93)
- ・ 産業技術基盤研究センター (通産省、'85—)
- ・ 生物系産業技術研究推進機構 (農林省、'86—)
- ・ 医薬品副作用被害救済・研究振興基金 (厚生省、'87—)
- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (通産省、'88—)
- ・ 「さきがけ研究 21」 (新技術事業団、'91—)

- ・ 産学共同研究制度 ('83—)

したがって通商産業省の政策体系で行われています。こういう技術プッシュ型の産業政策の枠づけの一方において、社会資本の充実という観点から、公共事業としてインフラストラクチャの整備が現在と言う公共企業体、即ち国有鉄道公社あるいは現在民営化されたNTTというような公営企業を中心として進められています。

このような新しいインフラストラクチャの中核というのは、たとえばマイクロウェーブだとか、あるいは現在一般化している東海道新幹線といった当時では、かなり高度の技術を集合した新しい一つのシステム技術です。このようなインフラストラクチャを作るということが新しい技術開発に新たな需要を喚起して産業、とくに企業に刺激を与えています。したがってこのようなインフラ整備に関連して、当然のことながら企業独自の研究開発なり、あるいはさらに技術を輸入するなりというような二つの技術ソースが求められるという動きになっています。

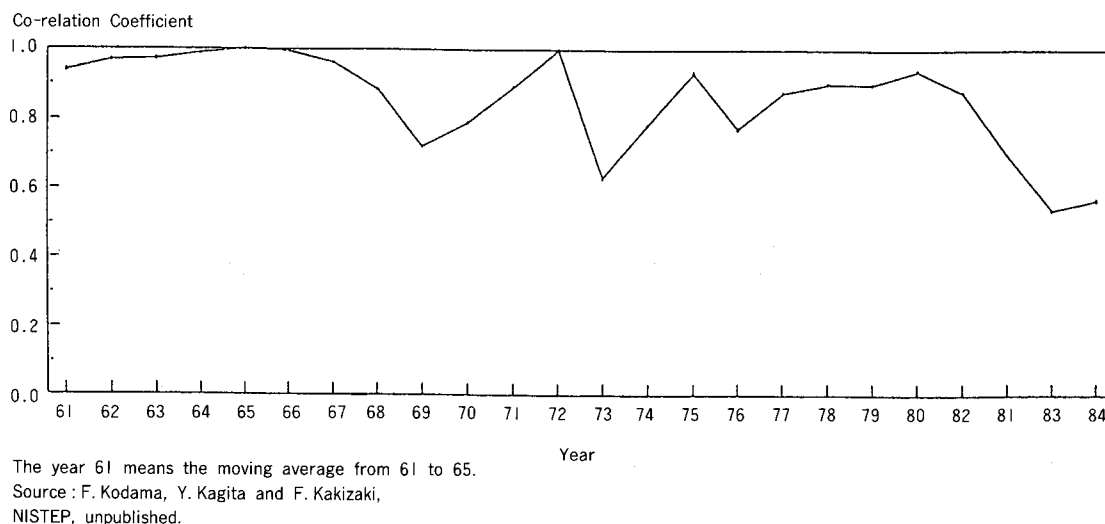
その次の技術輸入の自由化への対応というのが第2の節目です。これはそれまでに強いスクリーニング体制から、いわゆるIMF 8条へ移行するとともにOECDに加盟することになり、国際収支上の理由から外貨の持ち出しを規制しない。あるいは貿易の規制を行わないという政策に転換します。また、この1964年に資本と技術の輸入についても、1972年には完全に自由化をするという約束をします。したがって64年から72年というのは、いわゆる所得倍増計画のあとを受けた経済成長である程度産業のキャパシティが育ったことを基礎として、開放経済体制への移行を目指して、産業行政の方向が規制からいわゆるビジョン行政、あるいはガイドライン行政、誘導行政に変換をしていく時期にも当たります。その時のスローガンが国際競争力の強化ということです。現在私の所属している新技術事業団も、この1961年に新技術開発事業団ということで、大学とか国立研究所の試験研究の成果を民間産業に円滑にトランスファーするための、開発のリスクマネーを供給する機関として設立されていますが、これもまさに国際競争力強化のための自主技術開発へとつながる流れです。そして72年に資本及び技術の完全自由化が行われています。最近のハイテクの日本的造語にメカトロニクスという言葉がありますが、実は1956年、57年に作られた電子工学と機械工業に関する二つの法体系を1971年には一本の法律に統合しています。まさに今日の電子技術と機械工業の融合という象徴的な動きを先取りした政策の提示であったと思われます。

このように、いわゆる産業のハイテク化が国際競争力強化を目指す中で少しずつ進められてきますが、一方において60年代後半から70年代にかけては、全世界的に技術に対する反対というか、技術の発展に対してやや悲観的な運動が広がった時代です。一つは原子力発電に対する問題もあったでしょう。もう一つはいわゆる公害と言われた、現在のような地球規模でないローカルな環境汚染の問題、さらには最初の石油ショックというようなことが、このようなアンチ技術の動きを顕在化させたと思われます。戦後一貫して発展してきた日本の場合も、世界の他の先進諸国と同じように大量生産型の技術体系に対する一種の反省の時期であっ

たと思われます。

このような中で、とくに環境政策による規制は、自主技術開発に大きなプラスの影響を与えたと思われます。この評価は私の独断ですが、環境政策による規制の一例を挙げれば、自動車の排出ガスのコントロールでいち早くアメリカのマスキー法の基準をクリアしたのは日本の車、本田のCVCCというエンジンの新システムがその例です。こういう規制という法律によるアクションが、技術に新たな目標を与えることになり、この解決に対して、一種のハイテク化というか、精密なプロセスの制御という新しい技術開発を促したわけです。このようなプロセスの制御が次の時代のエレクトロニクスと合体をして、いわゆるフレキシブル・マニュファクチャリングというシステムへ、あるいは現在のFAと言われているようなシステムへと次々と展開する素地を作っています。他方もう一つの流れは、エネルギーをセーブする、あるいは資源投入量を減少させるという、いわゆる省エネルギー、省資源というプロセス技術の精緻化を指向しますが、先程の公害対策とともに、これがエレクトロニクス技術によるプロセス制御につながり、エネルギーショックに際してのわが国の産業の足腰の強さの要因となつたと見ることができます。

(第1図) Co-relation Coefficients of Technology Import and R&D Expenditure

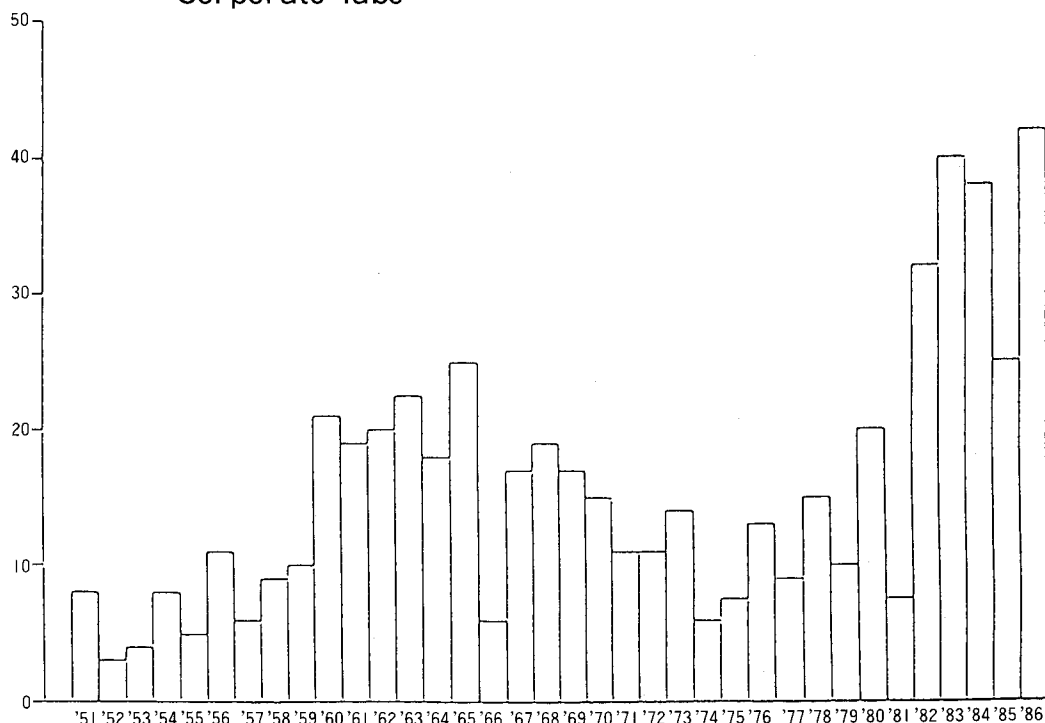


先ほど技術導入と研究開発との関係について言及しましたが、この図は技術導入に払った対価の支払い額と、産業界が支出した研究費との相関を取ったものです。1967、68年に至る間の技術導入の旺盛な時期に、やはり研究開発投資も極めて旺盛に伸びてきて、技術輸入と相関の強い関係を示しています。それが70年代以降やや乖離の現象が見られますが、これは技術輸入と企業の研究開発の内容とが乖離してくる傾向を表しているとみられます。

(第4表) The Trend of Loans for Promotion of Science and Technology by the Development Bank of Japan

開銀融資のあとを若干振り返ってみます。大変複雑な図表ですが、スタートは1951年から新技術の商業化という融資がスタートして、これは1974年まで続きます。すでに二十数年にわたって同じ制度が生き残っているわけです。その次に中央研究所を作るという動きが1960年代に併せて出てきますが、それに対する融資が67年からスタートします。その後、その時の新技術、あるいは技術輸入に伴う新産業の創出に関連して、10項目にわたる政府の低利融資の制度が確立されてきています。8番目にあるデベロプメント・オブ・ホームメイド・テクノロジーというのがスタートするのは1975年で、技術導入の自由化の直後からスタートするというあたりも、先ほど私が申し述べたような事実関係を若干証明してくれるのではないかと思います。

(第2図) The Trend of the Annual Number of Establishment of Corporate labs



Source: "Kigyou Kenkyuujo no Ritchi Doukou", Takeshi Ishigami, "Chousa" No.90(Feb. 1986), Nippon Kaihatsu Ginkou, "Kyuzousuru Kigyou Kenkyuujo to sono shutoken eno Shuuchuu", "Gijutsu to Keizai" (Aug. 1986). Takashi Ishigami

先ほど中央研究所への融資というのがありましたが、日本の民間の企業の研究所設立の動きを各企業の研究所設立の数で追いかけてみると、こういう二つの山があります。一つは1960年代の第1次中央研究所設立ブームです。先ほどの開銀融資はこれに対応し、これをてこ入れしたことになります。それから80年代に入って起こっている第2の研究所ブームがありますが、これは企業のいわゆる基礎研

第4表 The Trend of Loans for Promotion of Science and Technology by the Development Bank of Japan
Unit : 100million Yen

Loan Items	Year	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966															
	1.8	2.3	5.9	0.5	0.7	4.3	4.5	6.9	5.4	12.2	4.0	5.5	20.5	16.3	12	12																
1) Commercialization of New Technology																			1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987						
2) Establishment of Laboratories				17	75	102	122	168	145	199	207																					
				4	11	5	10	15	10	2	2																					
				25	28	27	17	41	24	14	5																					
4) Production of Synthetic Rubber				10	13																											
5) Development of Computers ^{*1)}				70	90	155	215	402	150	215	325	574	449	385	553	471	554															
6) Ocean Development							3	2	13	18																						
7) Electronic and Machinery Industries																				120	134	168	240									
8) Development of Home-made Technologies																								247	659	512	265					
9) Development of the Information-Oriented Systems																			451	509	540	571	971	835	1104							
10) Development of the Industrial Technologies																			390	461	574	750	663	635	816							

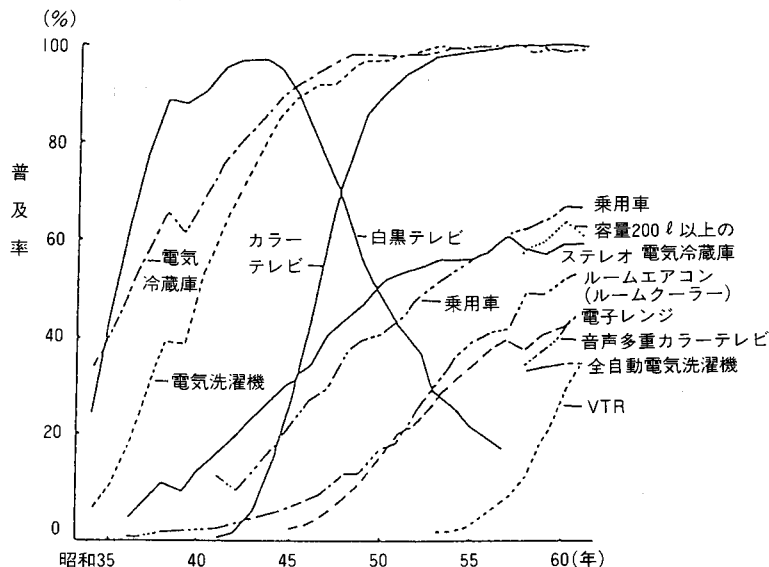
Note : The source is the same to Reference 5).

*¹⁾ means that the amount of 1971 includes the loan for the software development (12million yen)

究シフトを反映した基礎研究所ブームといわれています。

非常に大雑把に歴史的推移を述べてきましたが、日本の現在の主力産業になっている電気機械とか自動車等について家庭電化製品の普及度を見てみると、だいたい1970年に現在の家庭用の電気製品は普及度100%に達しています。別の見方をすれば、このような家庭電化製品の普及を通じて、現在の電子工業の母体である電気機械工業なり、あるいは自動車産業が国内での大量の販路、あるいは市場を前提として大きい成長を遂げ、そして実質的な体力、とくにその間に技術力をつけることが可能になったわけで、このような家電製品その他一般の大量消費財のベースの上に、現在のハイテク化への技術の蓄積が徐々に進められたと見る事ができようかと思えます。

(第3図) 主要家電製品の普及率



注) 昭和38年以前は人口5万人以上の都市の非農家、昭和39年以降は全世帯における普及率である。

資料：経済企画庁「家計調査の動向(消費動向調査)」「消費と貯蓄の動向」

それでは、現在わが国の研究開発はうまくいっているのではないかということになりますが、私としては、以下のような点が問題ではないかとあえて申し上げたいと思います。一つは現在わが国の研究開発投資額は約12兆円です。そのうちの約9兆8000億円が大企業を中心とする民間産業の研究投資です。先ほど吉村先生が数字を出されましたが、いちばん新しい1990年の統計で見ると、公的資金、この12兆円のうち政府が負担をしている資金の量はわずか16.5%ということで、これは1970年以降年々低下しています。ちなみに1970年代では25%程度を日本政府が負担していたわけです。そこで2番目の問題になります。この政府のR&D投資のGNP対比は0.5%ということで、現在の西欧諸国、あるいはアメリカの約半分になっています。このような公的資金の使途は主としてどのようなところに

向けられるかを考えれば、当然わかるわけですが、3番の問題につながります。いわゆる基礎研究、あるいは大学というパブリックなファンドを要する部門の活動が相対的に低下していることです。本来基礎研究、あるいはアカデミアの殿堂である大学においてさえ、基礎研究の比重が徐々に低下して、ついに現在では大学の使用研究費の53%程度が基礎研究に向けられているにすぎません。残りの47%はそれ以外、応用とか開発のセクターに向けられた研究になってきています。

さらにもう一つも問題点は、このように民間産業が中心になると、技術の内容はかなり知的所有権としての商品価値を考えてきます。そういう意味では、特許としては出願率も高く、先ほど渥美先生からお話があったように、アメリカの特許取得総数のうちのシェアが20%を超えて、いちばん新しいデータだとたしか25%ということで、現在アメリカの登録特許の4分の1が、日本人の発明にかかわる特許になっているわけです。電子部門はたしか35%を超えていると思います。それに対して国際学会等への情報の発信は、現在全世界に発表されている論文総数の中の報告件数の7%程度という数字になるかと思っています。細かい数字を割愛して、いまお話ししたことをかいつまんで表にしたものでご覧いただければと思います。

(第5表) 主要国の研究開発構造 (1990年)

	日 本 * ¹⁾	米 国	西 独	仏 国	英 国
G N P 兆円	437.6	791.4	217.4	131.9* ²⁾	141.9
人口 (百万人)	123.6	251.4	62.0* ²⁾	56.2* ³⁾	57.2* ²⁾
研究開発費 億円	120,896	217,200	47,565* ²⁾	41,215	23,593* ³⁾
対 G N P 比 %	2.76	2.74	2.89* ²⁾	2.33* ²⁾	2.19* ³⁾
政府負担率 %	16.3	46.1	33.2* ²⁾	49.3* ²⁾	36.7* ³⁾
同上 (除国防)	15.5	25.8	29.9* ²⁾	33.9* ²⁾	21.6* ³⁾
予算 (億円)	19,209	92,397	13,721	21,366	11,387* ²⁾
同上対G N P比 %	0.44	1.17	0.63	1.23* ²⁾	0.98* ²⁾
* ⁵⁾	(0.42)	(0.42)	(0.49)* ²⁾	(0.69)* ²⁾	(0.57)* ³⁾
研究者数 万人	48.4	94.9* ³⁾	16.6* ⁴⁾	11.5* ³⁾	10.2* ³⁾
同上人口一万人当	39.2	38.5* ³⁾	23.5* ⁴⁾	20.5* ³⁾	17.9* ³⁾
国際文献シェア * ⁶⁾	7.7	35.6	5.8	4.9	8.2
特許出願件数 * ⁷⁾	317,609	82,956	43,265	15,468	24,031
特許登録件数 * ⁷⁾	54,743	50,185	6,904	8,301	4,234
ノーベル賞者数 * ⁸⁾	5(5)	159(140)	58(22)	22(6)	65(40)

注 *¹⁾ 日本は会計年度、*²⁾1989暦年、*³⁾1988暦年、*⁴⁾1987暦年

*⁵⁾ ()内は国防関連予算を除いた比率

*⁶⁾ 1986年総文献数387,027件 (科学技術政策研究所「体系科学技術指標」)

*⁷⁾ 同国人による1989年出願及び登録件数 (「科学技術白書」平成3年版)

*⁸⁾ 1990年末現在。()内は1946年以降 (「科学技術白書」平成3年版)

最初は経済規模ということでGNP。日本のGNPは、これは西ドイツになっていますが、現在東ドイツを入れても、人口だけが違いますが、経済量とするとだいたいドイツ、フランス、イギリス3国を足した和が日本のGNPとなります。研究開発費の総額においてもしかりです。ただ政府の負担比率というあたりが全く違ってきます。研究者の総数もドイツ、フランス、イギリス3カ国の総計をややオーバーする数になります。ただしそのような規模を誇る日本ではありますが、質の点というか、先ほど言ったような情報の発信量という点での国際文献におけるシェアは7.7%ということで、ドイツ、フランス、イギリスを足すと20%近くになるわけですから、相対的な投入総量に対する国際学会への発信総量は比較的低いという結果が出ているわけです。

ほかにたくさんデータはありますが、省略して、では現在どういう政策を展開しようとしているかということです。今日司会をしておられる吉村先生も参画された日本科学技術会議、近藤次郎先生もそのメンバーですが、そこで一昨年に「21世紀を展望した新しい日本の科学技術政策の基本的枠組みについて」という答申を総理大臣に対してしました。その答申を受けて、本年の4月に「日本の今後取るべき科学技術政策大綱」というかたちで閣議決定をしたものです。閣議決定されているものは文章になっていますが、私のほうで勝手に図解的に示してみました。

(第4図) 日本の科学技術政策体系

ゴールはさておいて、科学技術政策の直接的な目標としては三つが掲げられています。とくに地球と調和した人類の共存と、知的ストックの拡大と、安心して暮らせる潤いのある社会の構築となっています。とくに、私が強調したいのは、2番目の知的ストックの拡大です。これまでに、歴史的推移の中で述べましたように、これまでの科学技術政策の中心は、どちらかというと経済成長至上主義、あるいは産業の発展を目的とするということが至上課題であったと思われます。1970年代には環境問題、さらにエネルギーショックの時代には、エネルギーに対応する対抗力ある日本経済を作るといったようなことが目標に入ったりしましたが、経済的効用を重視した科学技術政策であったと見られます。この新しい大綱では、初めて知的ストックということで、まさに基礎研究を中心に引き上げ、科学の発展を目的とする方向に政策の転換を迫ろうという内容になっています。

このような科学のための政策へという流れは、これに先立つ1984年に出されている答申にも、創造的な基礎研究へというようなことで一つの目標として引き上げられていますが、5年経過した今日、さらにこのようなかたちで基礎研究の質を一層グレードアップするという方向へ踏み出したのが、現在の日本の政策の大きい特徴になっています。しかしながらこのような知的ストックの拡大というのは、もちろん企業内部においてもできるわけですが、もっぱらパブリックなファ

(第4図) 日本の科学技術政策体系

(1992年4月閣議決定「科学技術政策大綱」より)

(国のゴール)

地球社会との共存による
我が国社会の物心両面の
豊かさの実現

(科学技術政策目標)

1 地球と調和した
人類の共存

2 知的ストックの
拡大

3 安心して暮らせる
調いのある社会の構築

(政策の展開)

1) 科学技術と
人間・社会
との調和

2) 国際的な科学
技術活動の強
化

センター・オブ・
エクセレンスの育
成
(活性化・創造性)

地域における
科学技術振興

(施策の重点)

- イ) 既存技術の安全性向上／人間・社会との適合性の向上
- ロ) 新技術の人間・社会への影響の多面的評価(TA)
- ハ) 科学技術者の自覚と国民への働きかけ
- ニ) 科学技術の普及・啓発、学習機会の充実

- イ) 主導的・主体的な国際共同研究開発の推進(HFSP、メガサイエンス協力)
- ロ) 開発途上国等との科学技術協力の拡充(窓口機能、各種協力の調整、研究協力等)
- ハ) 環境の整備(開かれた研究体制、情報等)

- イ) 研究者の流動化促進(研究交流促進法、大学院との連携等)
- ロ) 研究資金源選択の環境整備(国研の制度・運用改善、多様な資金供給)
- ハ) 研究者の能力発揮条件の整備(支援業務の強化、研究管理、サパティカル)
- ニ) 研究開発施設・設備の整備・充実(大学国研の整備、共同利用、情報、研究資材のサービス機能等)

- イ) 研究開発環境等の整備(地公体による政策策定、研究機能強化等)
- ロ) 研究開発の推進(大学・国研の先導、コーディネート機能等)

(政策基盤の充実)

科学技術系人材の
充実
1) 高等教育
2) 人材登用
3) 公的部門の
人材確保

研究開発投資の
拡充
政府投資の
早期倍増

(重点分野)

人類共存のための
科学技術
・地球・自然環境
・エネルギー
・資源の開発・リ
サイクル
・食料等の持続的
生産

基礎科学

基礎的・先導的科
学技術

・物質・材料系
・情報・電子系
・ライフサイエンス
・ソフト系
・先端基盤科学技術
・宇宙、海洋、地球

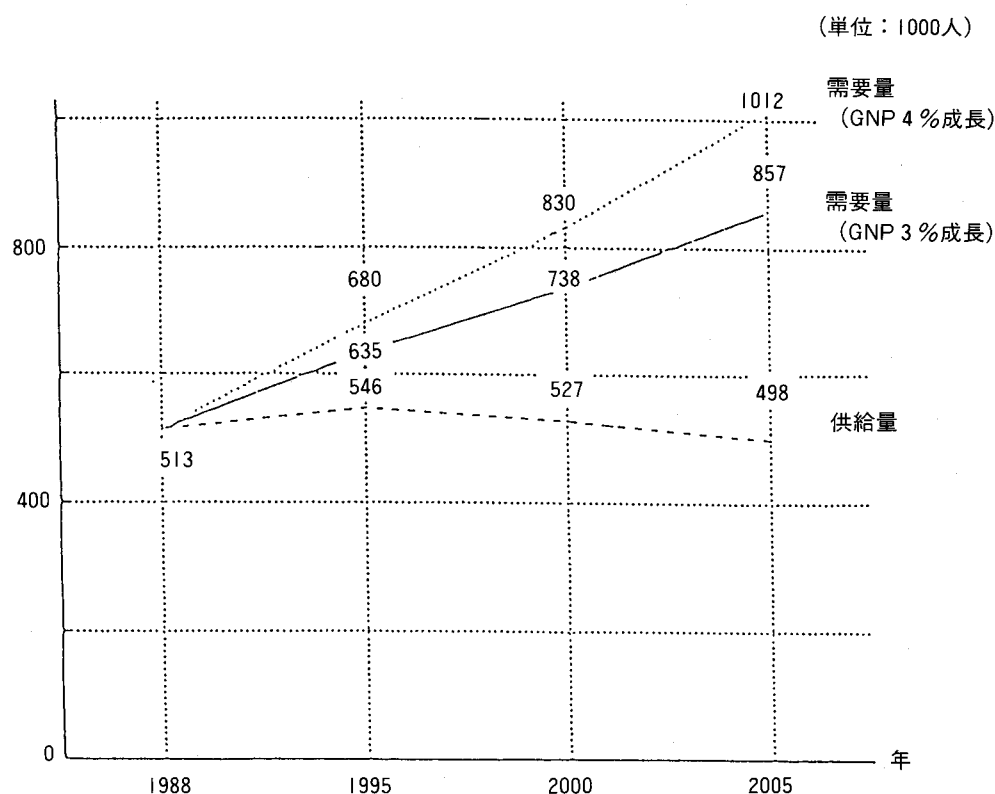
生活・社会の充実
のための科学技術
・健康の維持・増進
・生活環境向上
・社会経済基盤整備
・防災・安全対策

ンドに依るところが大きいわけで、必要十分な人材とパブリックな十分なファン
ドがなければ、このようなゴールは達成できないということになるかと思いま
す。したがって、このような政策体系の下で実効を挙げるためには、以下に述べ
るようないくつかの課題があり、これらの解決こそが政策の成否を決定すると思
われます。

いろいろあろうかと思いますが、私自身は以下の四つが大きい課題ではないか
と思います。一つは科学技術系人材の問題です。センター・オブ・エクセレンス
構築にしる何にしる、研究開発とか科学技術活動というのは、もっぱら人間の活
動にかかわるものですが、そういう意味で科学技術系人材の養成と確保が本当に
間に合うかどうか。あるいは要請されている状況にマッチするかどうかというこ
とです。これは先般の科学技術会議の議論の際に使われたある予測値です。

需要サイドから見ると、2005年には約1000万人というような需要量ですが、供
給サイドから見ると101万人ということで、理工系人材にはこのように大きい需
要ギャップが予測される状況になっています。そういう意味でお金の面もさること
なが、人の面でも日本にとってはこれからかなり厳しい時代になっていくので
はないかと思われます。

(第5図) 研究者数の将来予測値



資料: 科学技術庁委託調査 (財)未来工学研究所「基礎的・先導的
科学技術推進のための研究人材に関する調査 (平成2年3月)」

その次は高々16%程度の政府資金の比率をどのように高めるかということで、政策大綱では政府の予算額を早く2倍にするということを言っていますが、仮に2倍になっても、現在の予算が2兆円程度で、うち1兆円が大学の研究費ですから、4兆円になっても、そう急には総合的な日本の科学技術活動費における政府のシェアは回復しない。そういう意味でCOEを作るゴールは結構だけれども、政治資金をどうするのかというのが2番目の問題になります。

3番目は、過去の日本のキャッチアップ時代を含めて、戦後培ってきた47年の伝統と歴史が重みと同時に重荷になっていて、かなりリジットな縦割りの組織社会ができあがっていることと、年功序列制度が牢固として定着をしています。労働基準法でそのようなことをはっきり指示しているわけですので、契約労働というかたちで簡単にやるのが、なかなかできにくい状況ができていて、という社会的インフラの問題があります。そういう中で創造性を豊かにするために、研究者同士が多くのかねあいの場を持つような研究者のモビリティをどのように高めることができるか。またこのようなモビリティあるオーガニゼーションというのがCOEにつながる重要な要素でもあるわけですが、そういう意味で制度上の壁をどうするかという問題です。

4番目は技術内容そのものです。これまでの技術というのは消費者に製品が渡るところまで、使い易さあたりまででだいたい技術のスコープは終わっていますが、これからの地球環境問題等を考えれば、全体として使い終わってからあとのことまでも生産段階の技術体系で考えていくというような、技術のパースペクティブを変えなければならない。そういう技術パラダイムをどう変えるかというところについては、現在なおまだ研究は緒についた段階で議論されているにすぎない。このようなことができない限り、いつかはわれわれは地球とともに沈むのか。あるいは地球の中に埋もれていくのか。そういう運命をたどらざるをえないのではないかと悲観的に考えざるをえない。そういう技術の概念を新しい概念にどのような切り替えることが可能かということが、COEともからんでこれから重要になってくると思います。このような四つの課題を十分にこなしきることが、現在の日本がかかえている新しい科学技術政策の課題であると思います。以上で私のとりあえずのプレゼンテーションを終わらせていただきます。どうもご静聴ありがとうございました。

日本社会の技術革新の担い手—中堅企業

多摩大学経営情報学部長 中村秀一郎

はじめに

報告者が、大企業にはなっていないが、中小企業の枠を超えて発展している第三の企業グループを中堅企業と規定し、その特徴づけを行い、それが日本の産業社会に定着し、今後も存続・発展するという仮説を提起してから、ほぼ30年が経過しようとしている。今日、この仮説は基本的に検証されたということができよう。

だが、本来この概念規定が「大がよくて小はだめ」といった規模の偏見に対する挑戦として提起されたために、中堅企業論には「大と中小との中間の規模」といった規模の概念が強調されている。しかし今日の時点で考えると、規模の要素よりも、それと並んで強調されていた質の規定の方を重視すべきであろう。

ここで質というのは、第一に独立企業、つまり経営者自身が、自らの意思決定を企業の運営に貫けるということであり、第二に製品開発、製造技術、マーケティングなどで独創性を発揮していることであり、第三に資本調達力、機械設備といったハードウェアとともにソフトウェアの優位を実現すること、その担い手としての人材の獲得と、その活性化を実現していることである。このようなイノベーターとしての企業は、差別化された市場で高い占有率を確保することができ、一般の中小企業にはないこの質によって、規模の面でも中小企業の枠を、結果として突破することになるのである⁽¹⁾。

だが、中堅企業がイノベーターとして果たす役割は、時代とともにあきらかに変化している。日本経済の発展段階に対応して、この役割の変貌過程を検討することがここでの課題なのである。

1. 1960年代 — イノベーターとしての中小企業群の発展

中堅企業が群生した時代は、まさに高度成長のもとで、産業構造高度化(重化学工業化)と市場の急激な拡大の時代であった。それは、導入型技術革新の全般的開花をもたらし、市場構造を変化させ、社会的分業の深化による生産の専門化を進め、さらにそれと並行して進展した労働力過剰経済から労働力不足経済への移行が、1950年代までの低賃金・低付加価値生産性・過当競争をもって特徴づけられていた中小企業のあり方を根底から変化させたのである。このような状況の

もとで、もともとわが国中小企業のなかに、広く潜在していた企業家才能は大きく開花した。イノベーターとしての中小企業がすべての産業で群生したのである。

これらのイノベーターのあり方は多様であるが、「需要があるからものをつくるのではない。技術をもって需要を創造する。つまり企業は技術と研究開発を軸とすべきだ」という発想から社名を本田技研と名付けたという本田宗一郎。会社設立の目的として、「真面目なる技術者の技能を最高度に発揮せしむべき、自由闊達にして、愉快なる理想工場の建設」と、技術重視をうたい、「経営規模としてはむしろ小なるを望み、大経営企業の大経営なるがために進み得ざる分野に技術の進路と経営活動を期する」ことを銘記しているソニー創立者井深大に象徴されるように、既成の企業をモデルとせず、まったく異質の企業を創造しようとする意欲が貫かれている点に共通性があった。

それは既に、1950年代の初めの混迷の時代にあって、「欧米製品を凌ぐ国産プレスを生み出そう」という創業の精神を掲げて、新機種の開発に着手した会田鉄工(現アイダエンジニアリング)、多くの工作機械メーカーが他部門に転業していった時期に、安売りに出た優秀機を購入し、池貝鉄工をはじめとするトップ・クラスの工作機械メーカーで、人員整理の対象となった熟練工を積極的に招き入れていた牧野フライス、簡易な食料粉碎機ブームに目もくれず、高級粉碎機一筋に生き、次の時代の基盤固めとなる技術の蓄積に努めた専門メーカー細川鉄工(現ホソカワミクロン)、の企業行動にあらわれている。国際水準の高性能機種を国際競争力のある価格でつくることが、これらの企業の基本的目標だったのである。

この時期までわが国の中小企業界には、規模を拡大すると、「大きくなるとデキモノと同じように潰れる」といわれ、その生産規模が小工業に止まっていた分野が多かった。だが高度成長のもとで、消費財市場の拡大と消費水準の平準化は、これらの分野で品質向上を伴う量産・量販全国ブランドの確立を可能とする条件を成熟させていたのである。

この状況をいち早くキャッチし、既成の中小企業業界に本格的な量産体制の確立によって衝撃を与える企業群が、たとえば既製服、ランジェリー、レインコート、ストッキング、味噌、ハム・ソーセージ、パン、家具、ベッド、筆記具、といったふうなさまざまな分野で群生したのである。このような企業は、ほとんど大企業の多角化からは生まれなかったのである。

さらに、1955年以降の家電・自動車工業などの、大型組立型機械工業における本格的な量産体制の確立は、必然的に旧来の下請型とは違った新しい中小企業の発展を促した。なぜなら本格的量産体制は、部品の、精度向上と均質化、互換性の確保、納期の確実性に加えてコスト・ダウンを要求するが、それは生産の専門化に伴う大規模生産による専門的な技術と製造経験をもち、本格的な設備投資による大量生産を遂行しうる専門メーカーの発展を不可欠としたのである。これらの企業は、脱下請けを目標とした中小企業の中から、輩出したのである。

これらの企業家たちは、従来の中小企業経営者とは異なる資質と能力を持った

経営者であった。すなわち、狭い視野から目先の利益を追い、個人的な資産追求に終始するような資本家とは異質の企業中心主義に徹した産業の指導者、つまり革新的な企業のオーガナイザーとして、既成業界の通念に挑戦してゆくような経営者をリーダーとしている。これらの経営者は、それぞれの業界での新人が多かった。中堅企業経営者は、中小企業における経営者革命の担い手であったのである。これらの企業の成長戦略は、第一に、独自の製品選択、成長性ある商品選択に基づいていた。第二に、さまざまなイノベーションの導入によって、その商品の量産化と品質向上を達成し、市場を開拓していち早くスケール・メリットを実現し、中小企業に対してはもちろん、現実的、または潜在的競争者としての大企業に対しても比較優位を確立している。第三に、積極的な設備投資、新加工技術の導入とともに、現場における能力主義と、平等主義とを両立させることによって、従業員の活性化をはかり、これを効果的に統合していることがあげられる。これに関連して、決め手となる生産工程の思い切った優秀機種の導入と、生産上のノウハウを活かした整備内製化は、コスト競争力の面で決定的な意義を持っていた。

1960年代の中堅企業が担うイノベーションの特徴は、基本的に既成の中小企業のイノベーションであったことである。これらの企業は、多くの中小産業で規模の経済性を実現し、その高生産性によって低賃金を打破し、中小企業の枠を突破する企業成長を実現することになった。それはそれぞれの業界で一業に徹底し、新しい市場条件の形成を、逸早く察知した企業家才能の持ち主によって遂行されたのである。

それは単なる中小企業のイノベーションに止まるものではない。大規模加工組立産業の規模の経済性を下支えする存在として、また大規模新素材産業の加工ユーザー(需要家)として、大企業の規模の経済性実現を可能とすることによって、日本産業構造高度化に寄与したのである。

2. 1970年代 ― 規模の経済性から範囲の経済性追究へ ―

日本経済は、70年代に入ってオイル・ショックを契機として成長減速、不安定成長の段階に突入した。同時に重化学工業化の成熟、また、先進国水準への到達によって、従来のような国際環境を条件とし、自国の行動が他国に影響を与えないという「小国の仮定」は消滅して、先進国・後進国双方に対する経済摩擦が表面化してきた。これらが経済成長に対するエネルギー・資源制約、環境制約の表面化、国民のニーズの多様化などの諸要因とあいまって、産業構造転換の課題を提起したのである。

だが、日本産業の国際競争力強化は、輸出拡大を可能としたために、1960年代型のイノベーションの延長線上での企業成長が、一定の範囲で可能となっていた。その反面、当時産業構造の知識集約化という問題が提起されていたように、既成産業分野の成熟化に対処し、知的経営資源の投入による新製品、新分野の開発が必要となってきたのである。

それは1970年代における独創的な研究開発成果をもつ研究開発型企业(例、IC・LSI用セラミックス多層パッケージの京セラ、光電変換素子の浜松ホトニクス、無公害化学合成技術による磁性粉の戸田工業)、またデザイン開発力をよりどころに、製品の実質的差別を基礎とするデザイン開発型企业(例、スポーツ用品のアシックス、アパレルのワールド)の新しい台頭に現われている。

また60年代型イノベーションの担い手であった中堅企業が、その本業の成熟化に対応して、新分野開発による“脱”本業戦略を展開しはじめたことが注目される。

それは、一見多角化であるが、そうとらえることは、この段階での中堅企業成長戦略を平板化してしまう危険がある。

この段階での成長中堅企業に特有な脱本業戦略の第一の型は、主製品の開発と生産を通じて、蓄積された技術と人的経営資源によって、新しい領域に挑戦するというやり方である。たとえば、写真製版用のスクリーンの専門メーカー、大日本スクリーンは固有のガラス彫刻、金属腐食、エッチングの技術と写真製版用技術とをシステム化して、カラーテレビ用ブラウン管のシャドウマスク、IC・LSIの基板製作など、電子工業における超小型精密加工技術に展開し、さらに設備そのものと生産ノウハウの発売へと進んでいる。

また高分子化学系製品のファインケミカルに特化したタイホー工業が、重油などの燃焼を容易とする添加剤、助燃剤、プラントの洗浄剤、パルプの廃液などによる燃焼障害防止剤などの開発と生産から出発し、その開発成果を鉄鋼の表面スケール処理剤、鉄鋼原料の防塵剤、土木ベントナイト工法のための泥水の脱水剤などの分野にすすめ、消費財としては、自動車フロントガラスの油膜取り兼曇り止め(商品名・クリンビュー)の生産に展開している。(それは1980年代には、メカトロニクスと有機的な連関を持つ新製品 ― 新工業素材としての磁性流体、高能率・高精度を実現する液体砥石、さらに液晶ディスプレイの輝度均一化を実現する新塗料など ― 開発へと展開されている。)

さらにチェーン・ブロック(揚重機)専門メーカー鬼頭製作所(現キトー)が製品の電動化とともに、クレーン生産に進出、ついで鋼製棚の部材(アングル)を製品構成に加え、その総合化による荷役機械・物流機械の製品化とともに、これら製品群のシステム化による立体自動倉庫の開発を達成している。これらの展開は、専門メーカーらしさ ― 大企業の多角化とは異なり標準品生産に止まることなく、応用設計によってユーザーのニーズに密着・対応し、製品群の安全性のかなめとなるチェーン生産についてその強靱性・耐摩特性の向上にこだわり続けていること ― に裏付けされていることは注目に値する。また、船舶用造水装置の専門メーカー笹倉機械がその熱交換のエンジニアリングのノウハウを陸上用の石油精製プラント用熱交換機、海水淡水化装置に展開しているなどもこの例にあたる。

この型の脱本業戦略は、新領域に進出した企業の技術が、その領域での既成技

術では達成困難な問題の解決を果たし、革新技術として機能することに特徴をもっている。つまり新領域への進出は、そのユーザーとの間に、あるいは競争企業との間に技術格差があるときに達成されるのである。

脱本業戦略の第二の型は、他産業で展開された技術を積極的に導入して、自分の分野の新技术とし、これを既存のノウハウと結合させて新製品開発に成功する場合である。1980年代のファミコン開発につながる任天堂の光線銃と複写機の開発、それによる脱玩具化はこの典型例であろう。これらいずれの場合にも、技術展開のイニシアティブをとることが、比較優位を獲得するカギとなっていることを見落としてはならない。このような脱本業戦略は、市場の共通性、生産設備の利用、材料・部品在庫の活用、生産技術の利用のために行われ、とにかく安易な二番手商法と模倣に陥りやすい多角化とはあきらかに異質である。

脱本業戦略は新分野を対象とした新しい緊張と飛躍を必要とし、したがって新分野における創造的イノベーションの達成なのであり、上向的な転換能力の発揮を意味するからである。

既成産業のイノベーションを超えて、新分野の開発による企業成長が不可欠となってきたこの段階では、企業のドメイン設定がその創造性発揮のための決め手となる。それは、同業他社にない企業個性を確立しうる方向で設定されなければならないのである。

たとえば、精密画像技術(大日本スクリーン)、膜面構造(太陽工業)、粉体処理(ホソカワミクロン)、金属酸化物の焼結・結晶構造(京セラ)、磁気テープを使ったメモリー(オタリ)といった分野設定はその例証といえる。これらの企業は、そのときどきの主製品による写真製版用機器、テント、粉碎機、電子部品、テープ・デッキといった即物的な分野設定ではなく、開発ノウハウの蓄積と展開を可能とする開発範囲の設定を行っている。

では1960年代の中堅企業の担うイノベーションが中小産業の規模の経済性実現に集約しうるとすれば70年代のそれは、80年代に入って登場したコンセプトである、範囲の経済性実現に集約しうると思われる。

筆者は当時、大型市場の飽和化という条件のもとでの新市場開発の方向は、それが生み出したすき間であること、ただし個々のそれではなく、深部でつながっているすき間市場の連結であることを強調しているが、それは、範囲の経済性追求と共通するコンセプト提示だったと思う。

それは、研究開発力、デザイン開発力による新産業の開発に、他の分野へのテクノロジー・トランスファーによる既成産業の高度化に、単純なマス・プロとは異質の多種少量生産の省力化技術開発を生み出したのであり、先進国よりの導入型イノベーションから創造型イノベーションへの移行期を演出することになったのである。

このような状況は、中堅企業経営者の質を変えている。すでに述べたように1960年代型中堅企業経営者は、なによりもまず、中小企業における経営者革命の

担い手であったのに対し、70年代のそれは、知識・技術集約的なインプットに基づく、新しい事業を創造する企業家精神の発揮に迫られる。60年代型の中堅企業は、中小企業における家業型・所有者型資本主義のアンチテーゼであったのに対して、70年代型の中堅企業は、産業構造変化への適応に遅れがちな、硬直的な経営者支配型の大企業にインパクトを与える存在となっていたのである。

3. 1980年代 — 新しい産業社会における組織創造

1980年代に入って日本の産業社会は、脱産業化の段階に突入したといえよう。

ここで脱産業化とは、第一に、重化学工業化を達成した先進産業社会が、情報と通信の持つ戦略的重要性を著しく増加する。それによってモノとエネルギー中心の産業社会よりも、より高度な段階への移行期に入った側面をいう。

第二は、マス・プロ、マス・マーケティング、マス・カルチャーといったマスとして捉えられる財への飽和感が強まり、多様化する新しいニーズ開発の課題が生まれていることである。

これまで日本の産業構造は、あらゆる業種を完備するというワンセット主義を維持してきた。これが今日の貿易摩擦の根源をなしている。それゆえ、これから本格化する経済活動の国際化の中では、日本産業は、日本で生産することが最も有利であり、高い効率を実現するような分野に特化し、他国が品質を犠牲とすることなく、低コストで生産しうる分野は、それぞれの国に委ね、水平的国際分業の拡大の中で、生産と雇用の維持増大を図るべきなのである。その意味でワンセット主義の解体は不可避である。日本産業にとって、その空洞化を未然に防止するためには、新産業・新市場の開発が不可避となっているのである。

大量消費市場の成熟化のもとで、すき間市場の開発こそが新しい市場開発の道とする見方は多い。それは既成産業のすき間にある1.5次とか、2.5次産業こそ、ニュー・ビジネスの目標とする考え方に通じている。

だが、すき間を狙うという発想は、中小企業ならばともかく、それを超えようとする中堅企業の戦略目標とはなり得ない。新しい産業社会における成長機会は、情報化・国際化への洞察に基づく新しい市場の切り口を発見し、今まで存在しなかった事業を開発することに求められる。その切り口は、既成の産業分類の修正、再編に求めることはできず、全く新しい産業の創造を目指すことによってのみ見出されるのである。

情報化社会はしばしばメインフレームを核とするコンピュータの時代ととらえられてきた。だが、コンピュータ産業における価格構成のハード対ソフト比率の逆転を背景とするコンピュータ通信システム時代の到来は、コンピュータ・メーカーのアーキテクチャーと、そのマーケティングとは全く異質の、コンピュータとその周辺機器をパーツとみなすユーザーサイドからのシステム設計・構築の可能性を開いている。それはユーザー固有のノウハウのドッキングにより実現可能となる。

また、マイクロコンピュータとLSIの普及は、それぞれ産業独自のハード技術と、コンピュータとの接点技術・ソフト開発により、シンセサイザー、マイコン応用システム、ネットワーク・プロセッサ、全自動写植システムといった多様な周辺機器の自立可能性を強めている。

さらに単純大量生産から多種少量生産への、大量消費から多様化する消費への移行は、その技術的基盤としてのFA(ファクトリー・オートメーション)、OA(オフィス・オートメーション)、SA(ストア・オートメーション)、RA(レストラン・オートメーション)の本格化を不可欠とするが、これらのメカトロ機器の開発は、メーカーとユーザーそれぞれの固有のノウハウの結合なくしては達成できない。つくり手の論理と使い手の論理との融合によってのみ、フレキシブルなオートメーション産業が生まれるのである。

1960年代の規模の経済性実現を目標とした中堅企業とは全く対照的に、70年代の中堅企業よりはきわめて明瞭に、80年代成長中堅企業群は、投入を共通に、産出を多様にすることによって、相乗効果を狙う範囲の経済性発揮によりその成長を達成している。

自動車用ゴム部品と競技用ボールといった外見上では全く関連ない分野を、素材開発・設備開発の共通性により結合し、部品メーカーであることにより、価格・品質・納期の面での優位性を、ボール・メーカーであることにより、営業・市場開発・プレゼンテーション能力を実現し、双方あいまって第三のマーケットである工業用ゴム部品の市場を開拓しているモルテン。

電子楽器とともに技術の核心部分の共通性のあるCAD・CAM関連機器を開発・生産し、それによって電子部品の先端情報の獲得と、エレクトロニクス専攻の新卒採用を容易にしたローランド。

それらは範囲の経済性追求の教科書といってもよいのである。だがすでに述べたように、範囲の経済性追求によるイノベーションは、70年代の成長中堅企業においてもみられたところである。まさに80年代中堅企業固有のイノベーションは、連結の経済性追求に基づいているのである。すなわち、それは系列化などとは全く異質の、自立した主体性ある企業の緩やかな連結による相乗効果に基づく、外部資源の積極的活用による経済性追求なのである。

システム・ハウス、ソフト・ハウスを軸として、幅広い異業種企業との提携により、パッケージ・ソフト流通、FA、流通・金融VAN、AIチップ、CNCマシンコントローラ、さらに地方自治体との提携によるコンピュータ専門学校と、製造から流通サービスにいたる事業機会を開発しているコアグループ。

ユーザー・ノウハウと自社技術との結合によって特注型パソコン開発を進め、またネットワーク・プロセッサの開発を拠点として、ユーザー・サイドに立つ通信・情報システムの設計・構築のノウハウを蓄積し、さらにユーザー・ノウハウを活かすシステムの高度化に取り組むために、NTTを含む幅広い異業種企業と新しい連合会社インフォネックスを設立し、その核となる技術・営業陣をすべて

新会社に移すことによって、そのリーダーシップを確立しているLSI社の戦略は、まさに連結の経済性追求そのものである。そしてLSI社本体そのものは、システム形成の要となるハードウェアの開発能力と、幅広いソフトウェア開発能力を持ち、かつその技術評価力によって、独自の新しい商社機能の発揮を目指している。そこには情報・製造・流通産業の新結合が実現されようとしているのである。

さらに80年代に至って急成長する専門部品メーカー群、たとえばプリント配線基板世界一メーカーとなった日本シー・エム・ケイ、自動車、OA機器、医療機器などのゴム部品総合メーカー興国インテック、精密流体制御をめざす半導体プラントから宇宙ロケットまでのセラミックスを含めた新素材を活用する特殊バルブ・メーカー、フジキンなどは、そのユーザーに対して、また素材メーカーに対して、製造ノウハウに加うるに、独自の設計能力によって自立性を確保する反面、これらの取引先との共同開発の事例を多く持つ。また他産業ユーザーとの取引によって、既成産業の枠を超えたノウハウを蓄積し、それによって高品質とリーズナブルな価格を実現している。そこでは、これらの企業が資本系列に属さない独立メーカーとしての強さが発揮されている。すなわち最終製品市場で、相互に競合しているメーカーからも受注可能であり、幅広いユーザーとのネットワークを実現しているのである。

それはまた50対50の資本比率によるローランドの海外合弁販売会社、モルテンの海外製造会社の展開にみられるように、国際的に広がっている。

これらの連結の経済性追求は、既成産業の枠組みを超え、既成産業間のネットワークを創造することによって、新しい産業組織を創造するに至っている。1980年代中堅企業のイノベーションの特徴は、新市場、新業態、新産業組織の創出にあるといえよう。

ここに登場した経営者を、高度成長の時期に群生した1960年代中堅企業経営者と対比すると、ともにシュムペーターのいう新結合をつくり出した企業家であるとしても、両者の間には違いがあるようだ。すなわち後者にそれぞれの既成業界のイノベーターが多く、かつ強烈な個性を持つ一匹狼型の経営者が比較的多いのに対して、前者はユーザーの欲求を発見し、力づくでなく、すんなり新しい市場を創造する新産業のパイオニアが多いこと、かつその人間的魅力によって、ヒューマン・ネットワークを広げ(ノウハウよりノウフー)、そのよりどころとなる新しい情報を創造するとともに、その企業内部に専門的ノウハウを持つ人材を蓄積し、その重合による情報創造をもよりどころにしていること、が目立つ。

4. 新しい大企業を志向する中堅企業群

戦後の日本で中小企業としてスタートし、世界的な大企業に成長した著名な企業として、ソニー、ホンダがある。

既成の大企業にはない独創を追求することで世界のブランドを作りだしたこの二つの企業は、しばしば「大企業の時代」の例外的存在と見なされている。だが、

中堅企業論からすれば、経営者の企業家精神、また企業が達成した成果において、ソニー、ホンダは決して例外ではなく、それに続きうる多くの企業が中堅企業群として日本の産業社会に定着し、その中から新しい大企業が生まれることは当然のこととして理解しうるのである。

このことを端的に示すものは、国内市場のみならず、世界市場でのトップ・メーカー群の座を占める企業が、その中から輩出しているという事実であろう。

例えば、電子部品の分野では、マイクロスイッチのオムロン、チューナーのアルプス電気、抵抗器の村田製作所、コンデンサのニチコン、コネクタのヒロセ電機、フロッピー・ディスク用のバネの加藤スプリング、磁性粉の戸田工業、マイクロモーターのマブチモーター、音響機器メーカーではパイオニア、ケンウッド、電卓のカシオがある。自動車部品ではバネの日本発条、照明部品の小糸製作所、ブレーキの曙ブレーキ、ダイカスト技術を多角展開したリョービ、自転車部品では変速機のシマノ、精密機械の分野では超小型ベアリングのミネベア、直動ガイド軸受けのTHK、タイプライターのシルバー精工、工業用カメラの大日本スクリーン、真空技術の多角展開を達成した日本真空技術、工作機械では金属プレス機械のアイダエンジニアリング、フライス盤・マシニングセンターの牧野フライス、NC旋盤の森精機、NC木工機械の庄田鉄工、NCニットマシンとそれと結合する画期的なコンピュータ・グラフィックスの開発を達成した島精機などがある。

また消費財産業では、スポーツ用品のアシックス、プラモデルの田宮模型、玩具のトミー、プラスチック容器の吉野工業、ビニール製品の明和グラビヤ化学、レジャー用品のダイワ精工、ファスナーの吉田工業、サインペンのぺんてるなどがそれである。

日本産業の国際競争力は、大企業の技術と経営力のみでなく、これらの中堅企業に支えられることによって、実現されていることを強調しておきたい。

21世紀への材料革命

東海大学教授 内 田 裕 久

1. はじめに

今日ほど科学・技術が個人の日常の生活の中で、また国家の経済発展の推進力として意識された時代はなかった。古代から、一民族あるいは一国の影響力は主として植民地化を進める軍事力であり、その支えはより効果的な武器をつくりだす技術力であったといえる。第二次世界対戦後の東西関係の中でも、高い技術開発力をもつ国家が軍事力または経済力をもって国際的に大きな発言力と影響力を行使してきたわけである。

東西冷戦というものがなくなっただけで、技術力というのは21世紀にむけてやはり国際関係の中で中心的な役割をはたしてゆくだろうか。現代、われわれはこれまであまり目を向けることのなかった人口、食料、エネルギー・資源といったグローバルな問題に直面しはじめた。こういった問題には科学・技術がかなり問題解決に大きな力を発揮できるものと考えられる。しかし一方では、旧ソ連、バルカン半島にみられるような民族や宗教に絡んだ紛争を解決する手段として科学・技術は殆ど役割をはたすとは思えない。こういった人間の価値観に深く関係した問題でも、科学・技術をわれわれがどのように使うかといった、人間の判断に大きく依存した新たな問題も生じつつある。それは臓器移植、遺伝子操作、男女生みわけ技術といった科学・技術の進歩により発生してきた問題である。

21世紀を間近にひかえたいま、科学・技術の在り方、人間との関わり方といった問題が大きな注目を集めている。この講演では、科学・技術に決定的な影響を与えてきた物質・材料に視点をおいて、代表的な新素材の研究開発をみながら、現在から将来への科学・技術と人間との関わり方について考え、いくつかの問題点を指摘してみたい。

2. 科学・技術の構成要素

科学・技術というものを考えるとき、いろいろな構成やパラダイムが考えられるが、この講演では科学・技術の構成を

- ①物質・材料 (M : MATERIALS)
- ②エネルギー (E : ENERGY)
- ③情報・通信 (I : INFORMATION & COMMUNICATION)

④生命 (L : LIFE)

という4つの構成要素にわけ、各要素を頂点とする4面体空間を科学・技術の枠組みとして考えてゆくことにする。

M、E、I、Lという4つの構成要素はそれぞれが互いに密接に関連しながら人間生活とかかわり合ってきたと考えることができ、人間中心の文明というものを考えるならば、古代から現在までの人類の活動乃至は文明とは切り離せない要素として存在していると考えられる。

その意味でも5番目の要素として

⑤人間 (H : HUMAN)

という要素を4面体空間の中心において、この講演ではM、E、I、L、Hという5つの要素をもって科学・技術の枠組みの構成要素と呼ぶことにする。

3. 古代から19世紀産業革命以前の時代

科学・技術というと、一般的に我々はキリスト教的世界観に基づく西欧の科学・技術を思い浮かべる。しかしながら、古代中国、エジプト、インドなどの例にもみられるように、古くから文明の栄えていた地域には固有の世界観、哲学、文化が存在していたことはよく知られている。後で述べることになるが、西欧の産業革命以降の物質文明に偏重した科学・技術パラダイムよりも、むしろ古代の自然観に基づいた文明の方が、21世紀の科学・技術パラダイムに近いものと考えられるのである。その理由は常に主体として思考し、実行する人間が中心に位置づけられた文明であったといえるからである。

ここで、上で述べた5つの要素からなる科学・技術の枠組みという概念を古代文明にあてはめて考えてみたい。

先ず要素として、物質・材料(M)としては、木、土、金属や油であり、木や油の燃焼という酸化反応により生ずる熱をエネルギー(E)として利用していた。エネルギー源としてはこの他にも風力、水力といった基本的には太陽エネルギーが変換された自然エネルギー源が利用されていた。

太鼓により音を、あるいは木を燃やして煙や火、光を使って遠方と通信を行ったところには、物質・材料(M)と情報・通信(I)の関連が、また音と光のエネルギーを通信手段として利用したところに、エネルギー(E)と情報・通信(I)の関連がみてとれる。

耐火性粘土により溶鉱炉をつくることができた中国では紀元前には鑄鉄が盛んに造られ、農業生産用の刀、斧、料理用の釜がつくられていた。木や石炭をエネルギー源として農作物や手工業製品がつくりだされ、物々交換といった取引へと発展していったところには、物質・材料(M)とエネルギー(E)という2つの要素間のみの関係から、物の加工・生産、物と人との交流という物質・材料(M)、エネルギー(E)、情報・通信(I)という3つの要素間への関係へと発展していった様

子もみてとれるのである。

文字や記号を相互理解や表記に使用していた文明社会では、石盤や木板、紙といった素材が情報・通信媒体の役割をはたし、物質・材料(M)と情報・通信(I)が結びついていたことも理解出来る。また「飛銭」とよばれる手形に近い紙幣が8世紀には中国にあり、これは物と人との流れを促し、情報・通信による経済活動を活性化したという点も、物質・材料(M)が情報・通信(I)に影響を及ぼした例であろう。

西欧では16-17世紀にかけて人間の血液循環の発見があったのに比べ、中国では紀元前2世紀には体液循環の原理が確立されていたという。ひとつは血液であり、もうひとつは生体エネルギーとしての気という概念であった。紀元前1500年までも逆上るといわれる鍼治療は、人体の経穴(つぼ)を鍼で刺激することにより、体内の内臓や神経系をネットワークのように結んでいる経絡とよばれる部分を通して血液と気の循環を促進させる方法である。経絡は体の他の部分に比べ電気伝導性の高い回路であり、システムとしての生体あるいは生命を活性化させる発想には、生命(L)と情報・通信(I)の関係をみてとれる。西洋医学に相当する食物や植物性薬物を使った体調バランスに関する研究も、さらには鉱物を利用して長寿薬を探る練丹術の研究も行われた記録があり、既に物質・材料(M)と生命(L)との関連が追求されていたのである。

また中国ではすでに数千年前に麴を利用して酵母醗酵反応により酒をつくっていたといわれ、現代のバイオ素材工学の発祥ともいえる。

キリスト教的世界観に基づいて発生した近代科学では、人間を自然と対立させて考え、だれでも理解できるように現象の法則性、普遍性を見出そうとする方法が取られるわけであるが、古代中国の自然観では、人間も自然も相互に不可分の関係にあるという考え方である。人間は自然の一部であり、むしろ自然をそのまま受け入れるという古代中国の考え方こそ、人間(H)を中心として、物質・材料(M)、エネルギー(E)、情報・通信(I)、生命(L)の自然の中での調和を原理として捉えたものであり、未来の21世紀に向かうエコ・テクノロジーの発想につながるものと考えられるのである。

4. 産業革命から現代：物質・材料(M)とエネルギー(E)から情報・通信(I)へ

4-1. 産業革命の特徴

【エネルギー(E)消費量の急激な増加と情報・通信(I)要素の発芽】

産業革命以降の西欧では、技術を駆使した工業発展こそ人類の幸福と文明の発展に直結するものだという考え方が主流であったといえよう。産業革命の象徴でもある蒸気機関の発明は、石炭という化石エネルギー源が燃焼により熱エネルギーに

変換され、熱エネルギーが機械エネルギーに変換されるエネルギー変換システムの発明であった。蒸気機関による製鉄業、化学工業、輸送業の目をみはる発展は、はじめのうち人類にはユートピアと映ったかもしれない。

社会は農業から工業社会へと転換し、物質・材料(M)とエネルギー(E)を基盤として、物、人、カネの急激な流れが発生し、サービス産業、即ちダイナミックな情報・通信(I)要素の必要性が発生した時期ともいえるであろう。19世紀後半には現代の情報・通信(I)の基礎となる電気通信技術の発明があった。電気信号による有線通信技術が開発され、電気エネルギー(E)が情報・通信(I)へ変換されるようになり、また発電機の発明による電気エネルギーの利用は、モーターや電球の発明により電気―機械エネルギー変換、電気―光エネルギー変換というようにエネルギー変換の多様性をもたらし、ここに現在の情報・通信(I)の幕開けがあったといってもよいであろう。

前で述べた古代中国の発展においても同じように物質・材料(M)とエネルギー(E)の展開から、情報・通信(I)が発生したが、産業革命以降の特徴は、物質・材料(M)とエネルギー(E)の消費量が桁違いに大きくなったことである。まさに化石エネルギー源、石炭、鉄という資源も含めた物質・材料(M)と熱エネルギー(E)に支えられた革命的な科学・技術文明ともいえる時代が19世紀後半には現れた。

4-2. 20世紀の科学・技術

【物質・材料(M)―エネルギー(E)直接変換】

19世紀から20世紀現代の文明は、科学・技術の構造からみると、物質・材料(M)とエネルギー(E)を結ぶ軸を中心に発展してきたといってもよいであろう。物質・材料(M)とエネルギー(E)の関連でこの時代の特徴的なできごとは、第一に石油の大量消費、そしてウランの核分裂反応と水素の核融合反応により、僅かな質量変化が莫大なエネルギーに変換できるという事実が確認でき、核分裂反応の制御技術を確認し、直接的なM→E変換による原子力エネルギーを利用しはじめたことである。

【人間性の再認識：エネルギー(E)と人間(H)】

第2次世界大戦後の日本を例としてみるならば、安価な石油資源と鉄を主役として、特に60年代は鉄鋼産業を中心とした重厚長大産業による飛躍的な経済発展がみられた。この時代には1バレル(約159ℓ)あたり2ドルという安価な石油を湯水の如く使用し、産業用エネルギー源や素材原料として大量に消費した。その結果は経済発展のみならず、60年代後半からは、大気汚染、工業排水による河川の汚染といった公害問題が顕在化したことはよく知られている。この時点でようやく人間(H)の存在が重要であったという再認識が行われるにいたった。

【バルクから薄膜材料へ、量から質への転換】

物質・材料(M)のみをとってみても20世紀には革命的なできごとが生じた。それはトランジスタの発明である。これにより産業革命以来、物質・材料(M)とエネルギー(E)を基盤とした機械文明から情報・通信(I)要素が膨張したエレクトロニクス文明へと突入してゆく。

1970年代には日本の産業構造の中核は、鉄鋼・造船業のような重厚長大産業からエレクトロニクス製品を中心とした軽薄短小産業へと、産業の重点も量から質への転換がみられた。50年代には芽を出していたトランジスタの実用化により、60年代後半に入ると、真空管を使った白黒テレビ等の電気製品はトランジスタを使ったカラーテレビや小型ラジオ等の小型製品へと変わり、エレクトロニクス製品も単一的な大量生産の電気製品から、高機能をもつ電子デバイスが種々の工業製品に利用されるようになり、最終製品も付加価値の高い少量多種生産へと移行する。

通信技術も真空管を主体としたアナログ信号からトランジスタ回路によるデジタル信号へと移行し、信号処理量の増大と高速化にともない、大量のトランジスタは集積回路(IC)して、さらにLSI、VLSIへと変遷してきた。情報・通信を運ぶエネルギー媒体は、真空管中の金属フィラメントから放出される熱電子の制御から、半導体を組み合わせたトランジスタ中の電子またはホールといったキャリアの拡散制御へと変化し、信号処理技術が高容量、高速化するに従い、半導体物質はシリコンからガリウム砒素へ、材料はバルク(量)から薄膜(質)へと移行してきた。

半導体素子の記憶容量の増加に対応して、大量のデータを高速で通信するためにグラスファイバーを使った光通信が高速通信へ大きな寄与をしており、情報信号を運ぶ電子や光の流れはエネルギー(E)媒体という考え方でみれば、古代のたいまつやのろしによる通信と同じことといえるのである。

【情報・通信(I)と人間(H)】

情報・通信(I)技術の発展により、情報量と通信速度において20世紀にもっとも大きなインパクトを人間(H)に与えたのはコンピュータの普及であろう。物質・材料(M)とエネルギー(E)を基盤として発展してきた二次産業は、物、人、カネの流れの急速な成長による経済発展とともに、情報・通信(I)要素が20世紀後半にきて信じられない勢いで発展を続けている。通信手段は高機能電子素子の出現により、アナログからデジタル信号化により、衛星通信や無線小型携帯電話機にみられるように、通信距離、移動性、回線数の増加の伸びが著しい。

大量の情報・データを記録できるようになった背景にも半導体と磁気材料(物質・材料(M))の開発が決定的な役割を果たしている。高密度磁気記録材料の開発はVTRやコンピュータ用記録ディスク、CD、LD等の製品として身の回りに出回り、情報・通信(I)の発達とともに労働・生活形態のみならず、これまでは無縁と思われていた芸術や文化にまで影響を与えはじめている。

コンピュータが急速に日本に導入されはじめた頃、日本から漢字やひらがな文字は消えて日本もアルファベットを使うようになるのではないかといわれたことがあ

る。しかしその後の日本語ワードプロセッサの出現は日本語文化の消滅を防いばかりか、かえって促進している印象すら受ける。

情報・通信(I)はローカルからインターナショナルへ、さらにグローバルになった。近年起きた東欧の共産主義国家やソビエト連邦の解体において、情報・通信(I)は決定的な役割を果たしたものと考えられる。情報・通信(I)がいまやこれまでとは逆に、エネルギー(E)や物質・材料(M)を刺激し、新システムや新物質・材料の開発をも促進しはじめている。

【物質・材料(M)と生命(L)】

19世紀には、エネルギー(E)と物質・材料(M)の大量消費による経済成長が優先され、生活の快適性が増したものの、人間(H)という要素が軽んじられる傾向にあったことを指摘した。ただし20世紀に入り化学工業の発展や生命科学の進歩により農業や畜産業において著しい食料増産が可能になったこと、戦後ペニシリンや抗生物質といった医薬品が大量に生産できるようになり、またさらに医療用電子工学機器の進歩はガンをはじめ多くの病気予防や治療に威力を発揮し、科学・技術の進歩は生命(L)と人間(H)、科学・技術と生命(L)といった新しい問題を提起しながら、人間(H)というものを明確に科学・技術の枠組みのなかに認識させるようになってきた。

近年は微生物を利用したセルロース、磁性材といった新素材の研究開発が盛んに行われており、生命(L)という要素を積極的に物質・材料(M)と情報・通信(I)へと結びつける動きがでてきている。生命(L)という要素の人間(H)とのかかわり合いはむしろこれから将来にかけて、文化、民族、伝統といった文明というおおきな枠組みの中で大きな問題となろう。脳死、臓器移植、DNA操作、試験官ベビー、男女産み分けといった生命(L)というものの概念に関する科学・技術では可能であっても、人間には容易に判断のできない問題にわれわれは直面しはじめている。

5. 新物質・材料(M)からみた21世紀への展望

古代から現代にいたる科学・技術の変遷または転換を考えると、一番大きな特徴は新物質・材料(M)の革命的な発見・開発と、その結果生じた情報・通信(I)技術の革新であろう。その過程ではエネルギー(E)というものの概念が化石燃料のように物質としての資源というものだけではなく、電子、光または電磁波、フォノンといった量子の運動も情報を運ぶ媒体としてのエネルギー(E)という新概念もでてきた。

また生命科学という分野の展開は物質・材料(M)でもなく、エネルギー(E)、情報・通信(I)という物質・材料(M)を発生源とする各要素からみてもまったく従来とは異なった生命を最小要素とする独立した科学・技術パラダイムの構成要素としての位置をとりつつある。

物質・材料(M)に視点を置くと、例えば新物質の超伝導素子により可能となっ

た生体磁場測定はさらに生体を科学的に研究する領域を拡大しつつあり、新たな物質・材料(M)と生命(L)との関連性を強めつつある。またバイオ素子のように、生命(L)と情報・通信(I)もつながりつつある。

21世紀を迎えるいま現在、こういった新物質の発見と関連する新現象のエネルギー(E)、生命(L)、情報・通信(I)分野における応用、または超微細加工技術の進歩による高密度・高速半導体素子といった新材料開発、そして新しい情報・通信(I)システムといったものは、まさに材料革命によりもたらされつつある結果とあってよいであろう。

以下に新物質・材料(M)に関するいくつかの例をとりあげ、将来の科学・技術と人間(H)との関係について考えてみたい。

5-1. 物質・材料(M)と情報・通信(I)

近年の材料微細加工技術の発展には目ざましいものがあり、超LSIの作製技術にとって不可欠な要素技術として、紫外線露光技術、電子ビームやイオンビームを用いた微細加工技術ならびに超高真空技術が特に重要であるといえよう。特に超高真空技術の工業段階での普及こそ高品質の薄膜の作製を可能とし、2次元から高速画像処理用3次元回路素子の作製も実現している。

64メガビットDRAM (10mm×20mmの面積に約1億個のパーツを形成した素子で、アルファベット800万字の記憶能力に相当) から1ギガビットレベルへと進展を予想させる半導体素子の開発について議論されるとき、一般にはその記憶容量のみが取り上げられることが多い。しかし容量が大きくなっても、その中に入っているデータを高速で取り出せなければ、なんらの情報も得られなくなってしまう。データ処理速度が高速化してはじめて高密度記憶容量が生きてくるのである。しかし従来の大きいトランジスタ中の1 μ m程度の比較的厚い接合領域を動く接合型トランジスタ中のキャリアは拡散方程式で扱えたが、高速処理用素子の場合、0.1 μ m以下という非常に薄い半導体層を運動するキャリアを扱うことになり、このレベルでは電子は粒子から波動としての量子効果を示し始める領域である。電子ビームを用いた微細加工技術による新たなデバイス開発による高速化を狙った研究開発が行われつつある。

情報信号の高速通信に対しては、光信号を利用した方法が急速に実用化されている。10 μ mという人間の髪の毛ほどのガラスファイバー中に光信号変調して送受信し、光の波長が電波の1000倍以下と短いため、大量の情報を高速で伝送できる。

こういった材料加工技術の飛躍的発展によりデジタル通信化、光通信化による通信システムのハードウェア面での高度化が急テンポで進展しており、将来の画像・映像情報量の処理に対応して、日本のデジタル総合サービス網 (ISDN: Integrated Services Digital Network) は、最大2.5ギガビット/秒の狭帯域網 (N-ISDN) から、2015年までに最大1テラビット/秒の高速広帯域網 (B-ISDN) へと構築が予定されている。

高周波信号の処理デバイスとして、表面弾性波(SAW)を利用した素子が圧電体を主として広く使われるようになり、回路中の電気抵抗(R)とコイルインダクタンス(L)に相当するフィルター回路が大幅に小型化され、現在の小型携帯電話機や小型ビデオカメラなどの商品化にはきわめて重要な影響を与えている。

5-2. 物質・材料(M)とエネルギー(E)

【エネルギー関連新素材】

日本では1960年代の高度経済成長を安価な石油エネルギーを大量消費することで成し遂げたが、その二次的結果として環境汚染問題が発生し、またオイルショックによりエネルギー資源を海外に依存する脆弱な産業構造が指摘されるようになった。その結果、エネルギー源の多様化、省エネルギー技術、クリーンエネルギーシステムの開発といった課題が大きくクローズアップされるようになった。例えば、1974年にサンシャインプロジェクト、1978年にムーンライトプロジェクトといった石油代替エネルギーや省エネルギー技術に関する大型研究プロジェクトが発足した。

資源・環境・エネルギー問題に関連した技術開発プロジェクトは産学官の各セクターで活発に展開されている。最近再び注目されてきたものに、燃焼しても二酸化炭素を発生しない環境に調和するような自然エネルギーや水素の利用というクリーンエネルギーやエネルギー高効率利用変換に関する新素材研究開発テーマがある。

【水素吸蔵合金】

重厚長大産業が盛んな時代には、水素脆性に代表されるように水素は鉄鋼材料の加工技術上厄介な不純物という認識が強かった。1970年にオランダのフィリップス社で磁性材料の研究開発中に、液体水素以上に高密度で水素を貯蔵でき、また水素吸収・放出が容易に行える希土類系金属化合物が発見された。エネルギー資源と環境問題に対する危機的認識という社会的背景と水素貯蔵合金の出現が重なり、1970年代には水素エネルギーに関する研究開発が一気に加速された。

しかしながら、その後の石油価格の安価安定傾向は再び安易な石油依存へと引き戻し、水素エネルギーや太陽エネルギーといった自然エネルギーへの研究開発投資を手控えさせてしまった。理由は新エネルギーシステムのコストが高すぎるということだけで、コストを下げるような研究投資は行われなかったのである。ここにはエネルギー政策というものが国家や大企業の利害関係に基づいて決定される側面もあることは否定できない。

ところが昨年の中東湾岸戦争は再び日本の目をさまさせたといってよいであろう。また地球温暖化、海洋汚染といった環境問題が国際政治の材料となった段階で、いま再び石油代替エネルギーに関する研究開発が見直されつつある。石油代替新エネルギーが日本のエネルギー供給量の中で占める割合は、1.3%(1989年度実績)から、3.0%(2000年)、5.3%(2010年)と21世紀に向け増加する予定である。

70年代にくらべ、最近の環境問題の議論の内容の際立った違いは、具体的デー

タに基づき、以前に比べエネルギー、資源と環境との関連性が具体的に認識されるようになった点であろう。例えば、水素エネルギーがクリーンであるといっても、燃焼時に二酸化炭素の発生をとまなわないという意味であるが、水素を石油、火力、水力、原子力もしくは太陽エネルギーといった加工の必要がない一次エネルギーを使って製造しなければならない。したがって、もし水素を製造する過程で著しい二酸化炭素やその他の排ガスや廃棄物が生ずるのであれば、水素エネルギーシステムがクリーンであるとはいえなくなってしまうのである。

現在はカナダや東南アジアの安い水力発電、あるいは太陽光発電、風力発電で水を電気分解して発生させた水素を液化して、あるいはメタノールやアンモニアの水素誘導体にして海外に輸出し、発電、輸送、化学工業へ利用しようとする水素エネルギー関連技術の積極的利用計画が実施されつつある。

【新型ニッケル・水素二次電池】

昨年商品化された水素貯蔵合金を利用したニッケル・水素電池は、カドミウムを使ったニカド電池よりも1.5～2倍程度大きな電気容量をもち、携帯用電源の小型化が促進され、また将来の普及が予想されている電気自動車用に従来のニカド電池とならび、候補となっている。利用状況からみるとスウェーデンの何箇所かの都市ではニカド電池の使用は禁止され、スカンジナビア航空のように業務用トランシーバーに既に数千個のニッケル・水素電池を使用しているところもあり、北欧やドイツといった地域での環境に対する意識の高さが感じられる地域がかなり進んでおり、環境問題へ取り組む政府の姿勢からみると、今後ヨーロッパでの普及が早いと思われる。

二次電池の研究開発は電気自動車の研究開発とエネルギーの高効率貯蔵という観点から今後かなりの進展をみせるであろう。

【太陽光エネルギーと太陽電池】

近年のソーラーカーレースなどにみられるように、太陽電池の利用開発が促進されつつある。太陽光発電は約¥71/kWhと石油・LNG火力発電や原子力、水力発電の約6～7倍、また燃料電池の約2倍という発電コストである。しかし太陽電池を使った太陽光エネルギーの利用は、離島や山奥、あるいは砂漠等のエネルギーが独立して補給されなければならないような地域には最適である。ただし自然エネルギー全体についていえることであるが、エネルギー密度の希薄性、変動性、電力供給の限界という自然エネルギーの特性を十分に認識した利用方法が考えられるべきである。

例として太陽エネルギーを使って水を電気分解し、発生した水素をエネルギーとして利用するシステムも考えられており、ドイツが最大のプラント試験を行っている。このように希薄な自然エネルギーを貯蔵することによりエネルギー密度を上げ、エネルギーの変動性の影響をなくす方法として、水素貯蔵合金を用いた水素貯蔵

や電池による太陽光エネルギーまたは自然エネルギー貯蔵システムの検討が考えられる。

また太陽エネルギーを利用して冷房用電力消費のピーク時に補助として組み合わせるシステムも開発されつつある。

【超伝導材】

超伝導物質そのものの発見は20世紀初期に逆上るが、この研究分野を再活性化させたのは1986年に発見された酸化物系超伝導材である。約125 K (マイナス148℃) という従来の金属系超伝導材 (約20 K) に比べ比較的高い温度まで超伝導を示す物質である。この物質をバルク、薄膜、線材と加工し材料化する研究が盛んに行われている。

多くの応用が考案されているが、そのうち実用化までこぎつけた例はまだ少ない。電気抵抗がゼロという現象は巨大磁場発生へと応用され、磁気浮上列車、電磁推進船、電力貯蔵、核磁気共鳴 (MRI) 等への実用化が進んでいる。

またジョセフソン効果を利用した超伝導量子干渉素子としての高感度磁気センサー (SQUID) は微弱な生体磁場や環境磁場の測定に利用されている。磁気浮上列車の開発では、車内の磁場が生体に及ぼす影響についての研究も行われており、心臓ペースメーカーを埋め込んだ人以外の乗車には問題のないという磁気遮蔽が行われている。

電磁波公害といった言葉は、電子デバイス制御の自動車のみならず、磁気浮上列車の実用化にともない人体への影響も含めて今後検討されるであろう。

【新磁性材料】

強力磁場や高磁気エネルギーの発生は大型電磁石コイルに大電流を流したり、大がかりな低温装置を必要とする超伝導コイルによりつくられるが、近年は一切余計な設備を必要としないで超強力磁場をつくる新磁石の開発が盛んであり、磁石材料の研究開発と市場は希土類系合金により特徴づけられている。

2年ほど前、磁石としてははじめて窒素を希土類系合金金属に反応させた窒化磁石という一種のセラミクス磁石が発見された、その磁気エネルギー密度はこれまでの最強のネオジウム鉄ボロン磁石を凌ぐともいわれている。実用化にはある程度見通しができたものの、理論的解明は殆ど未解決であり、希土類系合金の強磁性理論には超伝導発生機構に関与する可能性も指摘されており、今後の材料学的研究成果がまたれる。

超強力磁石の開発は、超小型強力モーター、移動型MRI診断装置などに広く利用されている。

信号情報を記録する方式の中でも、磁気記録方式は近年もっとも一般的に広く利用されるようになった。0.1~1 ミクロン程度の厚さの薄膜磁気記録媒体は殆ど真空蒸着やスパッタ法により作製されており、今後さらに記録密度の向上が期待

されている。薄膜磁気材料に磁気信号として磁化させて情報信号を記録させるもので、磁気記録密度は指数関数的に伸びている。

磁気記録薄膜は切符、クレジットカード、テレホンカード、VTR、コンピュータ用記録ディスク等、日常生活の中でも多種多様に利用されており、クレジットカードによる金銭の授受やコンピュータ化された金融取引はキャッシュレスの時代を加速度的に導入しつつある。磁気記録媒体とコンピュータを利用した未来社会の芽はここにも出つつあるといつてよいであろう。

電子スチールカメラは磁気フロッピーディスクを従来のカメラのフィルムの代わりに用いるもので、撮影後すぐにVTR同様の画像処理ができる。これはかつて8ミリ撮影機がVTRにとって代わられてしまったのと同様に、写真撮影というものに大きな革命をもたらすものかもしれない。

強磁性体に外部から磁場をかけると、その形状が変化し、この現象を磁歪という。交流磁場をくわえ超音波を発生させる原理は従来からも超音波洗浄器など広く応用されてきた。最近その歪みが従来の1000倍以上もある超磁歪材が希土類系合金に発見され、バルクとして深海艇用超強力ソナー、高層ビル耐震用アクチュエータ、精密制御アクチュエータとして試験がはじまっている。また薄膜としては従来の圧電素子薄膜を用いた周波数制御用表面弾性波 (Surface Acoustic Wave : SAW) デバイスを周波数可変型にする超磁歪薄膜SAWデバイスの研究開発がおこなわれている。これが成功すると高周波変換処理を必要とする携帯電話機や通信機器の小型化がいつそう加速されると予想されている。

【ファインセラミックス】

メタノールはセラミックスエンジンの研究開発が展開するにつれます実用化へと近づいている。セラミックスメタノールエンジンの研究開発も資源・環境汚染の観点からまさにオイルショックの影響を受け、石油燃料代替車として登場してきた。このセラミックス材の開発ブームも、石油安定安値の過去10年間に冷めてしまった事実は否めない。現在日本では唯一社が進めているこのエンジンは断熱構造であり、極寒冷から赤道直下の地域まで冷却水を必要としない構造に大きな期待がかけられている。ターボチャージャー、ピストン等に窒化珪素 (Si_3N_4)、カムシャフトにアルミナ (Al_2O_3) やジルコニア (ZrO_2) といったセラミックスが使われている。大きな特徴は10万rpmで回転する超高速発電機(現在10kW)を備え、エネルギーの高効率利用を図っている点である。

5-3. 物質・材料 (M)、エネルギー (E)、情報・通信 (I) と資源・環境

グローバルな情報・通信 (I) 技術の成果が、人間の物質・材料 (M) とエネルギー (E) を大量消費した結果生じた地球環境問題へ大きな寄与をしているという例を、通信衛星によるリモートセンシング技術を利用した地球モニタリングシステムにもみられる。

例えば、東西冷戦時代には米ソ両国の大陸間弾道弾の基地の特定を行い、最近では中東湾岸戦争時の兵力の分布観察や核兵器工場の発見などで話題にもなっていたが、熱帯雨林の減少状況や原子力発電施設の運転状況も監視できる。ここにはエレクトロニクスデバイスの開発により可能となった高感度センサーの開発と、地上から放射・反射される電磁波エネルギー(E)を観測し、衛星通信により得られたデータをコンピュータで処理し、資源・環境状況、海洋汚染、気象、災害に関する情報として得て、地球を監視するという物質・材料(M)、エネルギー(E)、情報・通信(I)が組合わさって人間(H)にフィードバックをかけている例であろう。

今年1月にハワイで北太平洋の大学が協力して、衛星データと海洋実施調査を行い、太平洋上に浮かぶ浮遊物の流れと堆積状況、海流の変動とプランクトンの分布変動等の調査を行うことを決定した。観測データの分析にはセンサーと海上での実施調査との照合から、海水の化学成分の分析も行われつつあり、上空からミクロな微生物の生態調査も将来は正確に得られるようになるといわれている。物質・材料(M)、エネルギー(E)、情報・通信(I)、生命(L)、人間(H)の各要素がうまく組み合わされている例であろう。

6. 物質・材料(M)に起因する21世紀の問題点

6-1. エネルギー(E)と資源・環境問題

材料資源の再利用や再資源化ということが、最近よくいわれるようになった。例えばアルミニウムの再利用は新地金製造(1トンあたり Al_2O_3 1.95トン、石油コークス、ピッチ0.55トン、その他 Na_3AlF_6 -氷晶石等0.4トン、電力12000~15000 kWh)に必要なエネルギーの約数%というエネルギーで回収(1トンあたり95kWhの電力と重油174ℓ、石油換算9250kcal/ℓ)でき、エネルギー節約と環境保護に役立っていえよう。しかし資源の再利用を考えるときには、再資源化する際のエネルギー消費と発生する環境汚染物質の処理コストについても充分考慮する必要がある。

1990年に発売されたホンダのスポーツカーNSXはオールアルミ外板・骨格一体構造型をもつ車種としては世界初であった。この自動車の特徴は、軽量化による省エネルギー化のみならず、材料学的立場からみると、アルミ材料の再資源化を設計当初から図られた将来の環境調和型自動車を試みた例といえ、また環境を考慮した材料設計というエコマテリアルの概念を先取りしたものといえよう。ただし軽量化により従来の鋼板車に比べ燃費がよくなり、エネルギー節約になるという説に対して、ある鉄鋼メーカーが行った試算によると、1400kg鉄鋼板車と1200kgアルミ構造車の比較シミュレーションでは、新地金アルミを造るには鉄の6~10倍のエネルギーが必要であり、アルミ構造車の場合、素材生産プロセスから10万km走行時までに排出される炭素量(水力換算で320kg、火力換算で420kg)が約20%節約できる分であるという説もある。もしこのシミュレーションが正しければ、再生アルミを利用したアルミボディーをつくれればさらに省エネルギーが促進されるというこ

とになる。

この議論で重要なことは、省資源、省エネルギー、環境といった問題が独立ではなく、相互に密接に関係しているという事実、そしてこの認識がようやく社会一般にも広がりつつあるということであり、またエネルギー利用と環境問題を定量的に扱うことの難しさを示す一例といえよう。

6-2. 物質・材料(M)の機能性と脆弱性

ミクロンからオングストロームと、微細加工技術が発展し、機能や記録・処理情報量が飛躍的に増加する一方では、こういったデバイスを利用した巨大システムが将来さらに構築されることは容易に予想される。しかしこういったデバイスの脆弱性について、またシステムが巨大になるほど進行するブラックボックス化について、われわれは充分認識しておかねばならないであろう。确实性や耐久性よりは機能優先という傾向が近年のコンピュータ化されたシステムにはみられないだろうか。微細加工技術や薄膜作製技術を駆使して作製された緻密な半導体素子は、特別な耐熱型素子を除けば、せいぜい200℃までで破壊してしまう。あるいは強力な外部電磁波や放射線の影響を受けても機能しなくなってしまう。高機能化に伴いハイテク機器の使用説明書はより厚みを増す傾向にあることは周知の通りであり、ハイテクは人間(H)にやさしいなどといえるのだろうか。

最新型の航空機のパイロットの中には、飛行機を操縦する技術を伸ばすことよりも、新しく追加されるコンピュータ用語を暗記したり、分厚いマニュアルを抱え込んで勉強の方が定期試験をクリアーするためには重要だと嘆いている者もいる。

集積回路が高密度に搭載された巨大システムは専門の技術者ひとりでは完全に理解できないようになってきた。故障原因不明で修理をすることも不可能な最先端大型装置もある。こういった状態は担当技術者および利用者という人間にストレスを与えるばかりでなく、場合によっては情報がある限られた少数の人間のみに限られてしまうような問題も生じかねない。

遺伝子操作では生命倫理の、原子力利用では環境保全という観点からネガティブフィードバックがかかっているが、21世紀には人類文明への革命的な影響をもつといわれるエレクトロニクス材料の脆弱性とシステムの巨大化に伴うブラックボックス化という問題についても、情報・通信(I)と人間(H)との調和という観点から生命倫理同様に情報倫理とでもいうようなネガティブフィードバックをかける時期ではないだろうか。先端材料の研究開発に携わるひとりの研究者としての私の率直な危惧である。

7. 21世紀の物質・材料(M)

近年の材料科学の発展の特徴は、新素材開発の探索研究からはじまり、さらに材料の複合化や加工により新機能を材料から引き出そうとする積極的な研究開発の姿勢であろう。エコマテリアル(環境調和材料: ECOMATERIALS)、インテリ

ジェントマテリアル(知能材料：INTELLIGENT MATERIALS)、傾斜機能材料(Functionally Gradient Materials)といった表現は、材料をより目的に合致させるように積極的に新材料を創成しようとする概念や発想を意味している。

エコマテリアルと呼ばれる新しい概念は、材料が人間生活の中で、地球環境、人間生活に害を及ぼすことなく、生活を快適にさせ、未来の夢を実現する観点からみた場合の材料の捉え方であると定義されている。その内容は、従来のエゴイスティックなテクノロジー：EGOISTIC TECHNOLOGY=EGO-TECHNOLOGYから、環境を考慮したエコテクノロジー：ECO-TECHNOLOGY(ECOLOGICAL TECHNOLOGYまたはECOLOGY CONSCIOUS TECHNOLOGY)へと科学・技術の発想を変えるものであらうと予想されており、5つの具体的な分類が示されている。

- ①新材料プロセスの開発：省エネルギー、廃棄物の発生低減、リサイクル、クリーンエネルギー製造プロセス等
- ②新輸送手段の開発：高強度材料、超耐熱材料、超伝導材、耐腐食材等
- ③フロンティア・極限材：超高圧、超高温、超高速船・飛行体、宇宙・深海・大深度探索開発関連、超高層ビル建設、超清浄環境、極高真空、超微細構造利用等
- ④アメニティ(快適)材料：低発信音、防音、断熱、防震、磁気遮断、老人福祉、スポーツ、レジャー、景観(色の調和)等
- ⑤生体材料：人工歯骨、人工臓器等

金色を呈する窒化チタン(TiN)はファインセラミックスコーティング材として超高真空装置内部壁、耐磨耗コーティングやアクセサリとして広く利用されている。この色は純金とほぼ同じ反射率と色相をもち、不純ガス添加により色合いを大きく変化させることも可能であり、ダイヤモンドのように硬くて丈夫でしかも色合いが美しいというアメニティー材料としての発想も考えられる。

インテリジェントマテリアルとは、自己診断、自己修復、自己調節といったインテリジェンスをもった材料を指す。具体的にはセラミックス、半導体、高分子の複合材料が考えられるが、まだまだ新しく登場したばかりの概念であり、今後さらにいろいろな材料が登場してくるものと考えられる。例えば半導体セラミックスの中でも、温度が上昇すると電気抵抗が初め減少し、ある程度で急激に電気抵抗が増加する特性を示すものがある。こういったセンサーが部屋の壁にあれば、ヒーター用電流制御センサーとして利用できる。

こういった新しい概念はどれも人間に優しい、人間の感覚に調和した材料やシステム構成をねらったものであり、人間と科学のインターフェースとして存在する技術の在り方を明確に意識して捉えようとする21世紀に向けた新しい発想や概念といえよう。科学・技術と人間(H)との関係は、21世紀には今まで以上に意識せざるえなくなるようになると思われる。それは人間(H)を中心とした発想、思想になる

と、多様な価値観、人生観、文化、民族、宗教といった科学・技術では判断のできない要因に絡んだ問題が多く発生してくると思えられるからである。

21世紀の情報科学技術と文化

明治大学教授 西 垣 通

1. 情報科学技術の転機

19世紀から今世紀にかけて、もっとも著しい発展をとげた科学技術分野のひとつとして情報科学技術があげられます。電信は19世紀半ばには実用化されていましたが、Bellが電話を発明したのは1876年のことです。そして70年後の1946年、世界最初のコンピュータENIACが誕生し、1950年代にはすでに商用のコンピュータが出現しました。われわれアジア人がこれらの情報科学技術を導入し、その改良や発展につとめてきたことは周知のとおりであります。

さて、20世紀末の今日、情報科学技術は大きな変革期を迎えております。そしてその変革によって、情報科学技術は各国の文化といっそう深い関係をもつことになると考えられます。しかしながら、この点について明瞭に理解している人は非常に少ないのです。そこで本日は、情報科学技術のなかに生じつつある変革とはいったい何か、またそれがいかに文化とかかわってくるかについて述べさせていただきます。

電信も電話も、システムに入力される情報とシステムから出力される情報はもちろん同一です。システム内部では言葉が様々な記号や電流に変換され、複雑な処理が行われますが、記号のあらわす意味、つまり情報の内容は不変に保たれます。古典的な情報科学技術が対象としたのはまさにこういうシステムであって、そこではいかに効率よく誤りのない情報を送るかという点だけが問題となります。Shannonの情報理論は、こういうシステムに関する研究に他なりません。

古典的情報科学技術においては、情報の形式処理 (syntactical processing) が行われ、ふつう唯一の正解が存在します。この意味では、電信電話だけでなく、1960～70年代までのコンピュータの処理はほとんどこれに含まれると言えるでしょう。大規模な科学技術計算も、銀行オンライン・システムのファイル処理も、情報の形式処理という点ではまったく同じです。そこでは効率と信頼性だけが問題で、東洋でも西洋でも、文化による差異は比較的小さいと考えられます。

第1世代から第4世代までのコンピュータは、真空管、トランジスタ、IC、LSIなどは、ハードウェア素子の種類で世代が分類されてきましたが、それも情報科学技術がおもに形式処理を対象としてきたからです。しかし、1980年代以降、事情が変わってきました。新しい情報科学技術は、情報の内容処理 (semantical

processing) をめざし始めたのです。

2. 人工知能と第5世代コンピュータ

情報の内容処理を目的とするコンピュータ技術は人工知能 (Artificial Intelligence) とよばれます。これは1950年代から米国で研究がはじめられていましたが、世界的に注目を集めたのはFeigenbaumが提唱する知識工学 (Knowledge Engineering) が産業界で実用化された1980年代以降のことです。

こういう人工知能がそれまでのコンピュータ処理と違う点は、言葉であらわされた「知識」を組み合わせ、論理的な「推論」をおこなうことによって結果をえるところにあります。知識とはたとえば「waterは日本語では水という」とか、「自動車のエンジンがかからなくて、ライトもつかなければ、バッテリーがあがっている」などといったものです。一般に知識というのは全ての人が持っているわけではなく、法律知識、医学知識、工学知識などはそれぞれ専門家が分担して持っている専門知識です。ですから、コンピュータのなかに専門知識をたくさん貯えておき、質問が与えられたらその知識をもとに推論をおこなって答えを導けば便利だろうということになります。これがエキスパート・システムです。また、辞書の知識と文法の知識とをつかって、外国語の文章から自国語の翻訳文をつくったり、逆に自国語の文章から外国語の翻訳文をつくったりすることも考えられます。これが機械翻訳です。

エキスパート・システムや機械翻訳などでは、必ずしも唯一つの正解が存在するとは限りません。明かな誤りは別として、意味解釈に幅がゆるされる場合が多い。つまりそこでは、情報の内容処理がおこなわれ、入力情報とはちがう新しい情報が出力されてくると見なすことができます。ここが古典的情報科学技術とまったく違う点なのです。外国語の文章を分析し、自国語に翻訳するシステムでは、文化的背景を考慮せざるをえません。さらに、こういうシステムは「思考する機械」という印象をあたえます。— ただし、後に申し上げますように、実はこれが重大な問題をはらむのですが、ひとまずそう言うっておきましょう。

さて、人工知能では、膨大な知識のなかから必要なものを検索し、それらを組み合わせて推論するという処理を高速度で実行しなくてはなりません。知識の量がふえてくると従来のコンピュータでは効率がおおきく低下します。そこで、人工知能に適したハードウェアやソフトウェアを開発することが必要となります。人工知能向きのコンピュータをとくに「第5世代コンピュータ」とよぶことがあります。第1～第4世代の変化は情報の形式処理をいっそう高速におこなうための量的な世代交替でしたが、いまや量から質への世代交替がおこなわれているわけです。

日本で1982年から開始された第5世代コンピュータ開発プロジェクトも今年で完了の予定です。その成果の主なものとして、大規模な並列推論マシンの開発があげられるでしょう。知識を検索して推論をおこなう処理のなかで、かなりの部

分は独立に並行して実行することができます。処理を一つずつ順番に実行する逐次方式では効率に限界があるので、複数のプロセッサを同時に動作させる並列方式で性能を上げようというのが並列推論マシンです。64台のプロセッサによる実験機で現在の最高速の大型コンピュータなみの性能がえられるとか、この秋に完成予定の256台の並列推論マシンではさらにその20倍以上の性能が期待できるとか言われています。まだ応用ソフトウェアができていないので産業界で実用化されるには至っていませんが、1990年代後半あたりから色々な分野で第5世代コンピュータの技術が生きて来るのは多分まちがいないでしょう。

3. コンピュータと生物

しかし、第5世代コンピュータが本当に「思考する機械」なのかと言え、違うと答えざるを得ないのです。マクロに見れば情報の内容が処理されているようなのですが、ミクロに見ると実はすべて形式処理をおこなっているにすぎません。機械翻訳も、ただ文字の列を数学的規則にしたがって操作しているだけで、意味内容を理解した上での処理からはほど遠いのです。

理論的にはこれは、情報の意味内容の処理を形式的な処理に分解できるかどうか、という問題になるでしょう。これは興味深い問題ですが、簡単に答えがでるものとは考えられません。とりあえず困るのは実用的な問題です。下手をするとエキスパート・システムが妙な答えを出したり、機械翻訳がとんでもない誤訳を出力したりする恐れもないわけではありません。その理由は大ざっぱに言えば、言葉であらわされる知識は必ずしも普遍的な真理ではなく、その意味内容は文脈、状況、さらに広く文化的背景などにも依存するからなのです。たとえば「water」の日本語は、「水」ですが、「hot water」なら「湯」、「cross the waters」のときは「海」と訳した方がいいでしょう。論理的には誤りのない解答が適切でない場合もあります。たとえば「冷蔵庫のなかに水はありますか？」という問いにたいして「はい、ナスの細胞のなかにあります」という解答はふつう不適切なのです。

このように、一般に知識を組み合わせて推論をおこなうときは文脈を考慮しなくてはなりません。ところが文脈というのは明確に示されないのが普通ですし、限りなくたくさん種類があるので困るわけです。知識の量がますと、知識の組合せの数やありうる文脈の数も天文学的に増加していくので、推論の効率をあげても追いつかない恐れがあります。

第5世代コンピュータを実用化するときは、文脈がきわめて限定された場合（たとえば技術製品のマニュアル文書の翻訳など）に用いるなど、うまい使用法を工夫していく配慮が必要です。皮肉な言い方をすれば、第5世代コンピュータは「思考する機械」をつくることの難しさを教えてくれたと言えるかもしれません。

ここで一つ疑問が生じます。いったいなぜ、人間は文脈に応じて言葉を使い分

け、情報の内容进行处理することができるのでしょうか？――これは難しい問題ですが、私は「人間が生物だから」と考えています。生物は、生きて子孫を残すために、さまざまな行動をします。人間という生物は共同体をつくりますが、共同体のなかで行動を調整する一つの手段が言語なのです。人間同士が互いに行動を調整する状況はかぎりなく多様なわけですが、その様子を第三者がながめたととき、あたかも文脈に応じて情報の内容処理をしているように見えるのだと考えられます。

このことから、一つの研究方向が生まれてきます。それは「生物のようなコンピュータ」をつくろうというものです。今のコンピュータとは構成原理も動作原理もまったく異なる、生物のようなコンピュータをつくれば、それは本当に情報の内容処理をおこなえるだろうという考えです。こうしてバイオ・コンピュータの夢がでてまいります。現在、ニューラル・ネットワークやカオス理論の研究が盛んにおこなわれていますが、これもバイオ・コンピュータの基礎検討とみなすことができるでしょう。

バイオ・コンピュータが21世紀の情報科学技術研究の一つの柱となることはおそらく確かです。ただし、その研究はきわめて長期にわたるでしょう。ここ10年や20年で本当のバイオ・コンピュータがあらわれるとは、まず考えられません。

4. マルチメディア・コミュニケーション

けれども、情報の内容処理をめざすコンピュータの進むべき方向はバイオ・コンピュータだけではありません。もう一つの方向について最後に述べておきましょう。これが21世紀の情報科学技術のなかで当面もっとも重要であり、またわれわれの文化と深く関わって来るものだと私は考えております。

第5世代コンピュータを含めて現在のコンピュータは、単独では生物のように情報の意味内容进行处理することはできません。しかしそれは、人間と適切な間隔で相互作用をくりかえすことによって、人間が情報内容进行处理する能力を高めていくことはできます。つまり、人間とコンピュータとが一体になって、これまでにないほど高度な情報処理をおこなう可能性が生まれるわけです。コンピュータが単独で「思考する機械」をめざすことも興味深い研究テーマですが、21世紀に大きな役割をはたすコンピュータはむしろこのような「開いたシステム」と言えるでしょう。

とくに注目されるのはマルチメディア・システムです。これまでのコンピュータはおもに文字や数値だけ进行处理対象としてきましたが、これからは、さらに画像、音、映像などをあつかうシステムが普及してくるでしょう。文字情報だけのシステムに比べ、画像、音、映像もあわせて駆使するマルチメディア・システムは、はるかに豊かな情報を伝えることができます。マルチメディア情報の特徴は多義的、象徴的、感性的なことです。21世紀の国際コミュニケーションを考えると、機械で言語を翻訳することも重要ですが、マルチメディア情報で言葉の壁

を乗り越えていく努力も意義があるのではないのでしょうか。

われわれの用いる漢字というのは、もともと象徴的で画像的な情報伝達方法です。われわれアジア人は、相手にこちらの気持ちをつたえ、行動を調整していく際に、象徴的な方法を発達させてきました。記号をたくさん使って論理的に情報を伝達するというより、むしろ一種の共鳴的な空間をつくって、少ない記号で象徴的に多くのものを伝えるというのが、東洋の伝統的な情報処理の姿だったと思います。いま情報科学の変革期をむかえ、われわれアジア人が21世紀の世界に貢献できることは実に多いのではないのでしょうか。

デモグラフに現れた近代過程

— 人口高齢化と就労パターンを解析する —

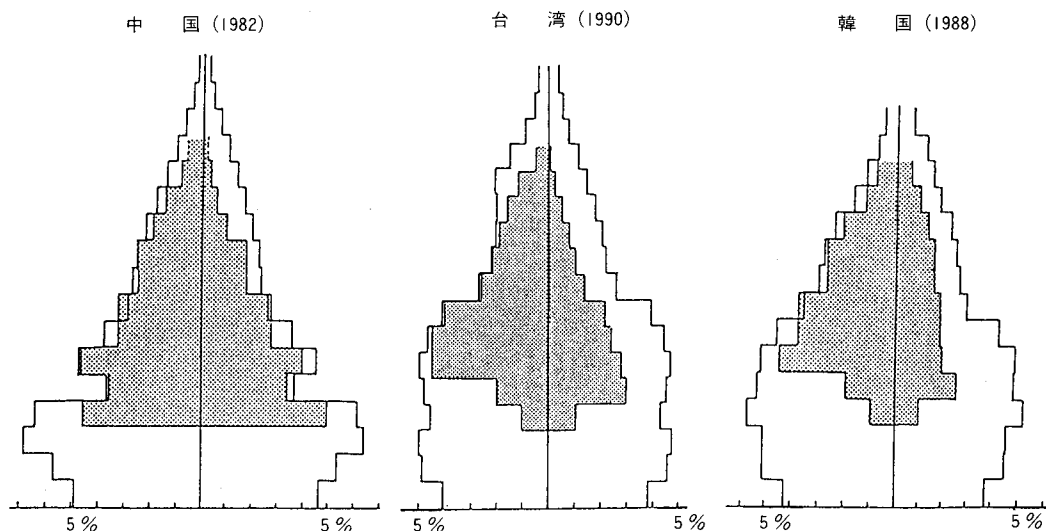
国立大阪病院長 古 川 俊 之

社会構成員の年齢的な特徴をデモグラフ（年齢階級別人口分布図）から読み解くとさまざまな情報を引き出すことができる。デモグラフとは字義どおり国民の実態統計である。それに経済活動人口の割合を重ねる表示は、演者の創案した手法である。

【台湾のデモグラフ】

台湾のデモグラフは、今回の会議のために資料の提供をうけて作成した。それは結論的にいって典型的なNIESのパターンであり、全人口の41.6%が生産に従事していることが分かった。これに常備兵力の43万8千人を加えると、2.1%増の43.7%となり、韓国の生産人口比率40.2%、常備兵力60万人1.4%を加えた41.6%をわずかに凌ぐ。

図1 各国の年齢階級別人口構成と生産人口構成



先進工業国のパターンは後述するが、それらの国々ではすべて人口の約半分が生産に従事している。NIESの諸国はそのレベルに限りなく接近しているのが明らかである。

【日本のデモグラフの変遷】

日本のデモグラフの変遷を辿ると、先進化段階の構造の興味深い変化が読み取れる。昔の1920年のデモグラフは、完全な途上国型のピラミッド状で、率直に言って未開国であった。いわゆる多産多死で、子供は続々と生まれるがあっけなく夭折する。小学生も中学生も、高等教育課程に進んだ青年も、志を遂げずに死ぬ。社会人になって職に就いても、若くして死ぬ。結婚して赤ん坊が生まれても、若い父親や母親が — 時には両方が — 死ぬ。中壮年で豊富な知識を蓄えた働き盛りの人々も死ぬ。年を取って引退生活を楽しむつもりの人も、ポックリ死ぬ。これが実相である。第5回生命表（1926～1930）では、小学校に入学するまでに、生まれた子供の5分の1が死んでいた。40歳に到達するのは60%、50歳では半数であった。

考えようによっては、ピラミッド型の人口構成は、少数の指導者の支配を強化するのに適している。したがって開発段階にとって好条件となることもあるが、反面独裁主義を醸し出す条件でもある。その弊害から逃れるために、今日の先進国はデモクラシーという社会機構を導入したと考えられる。

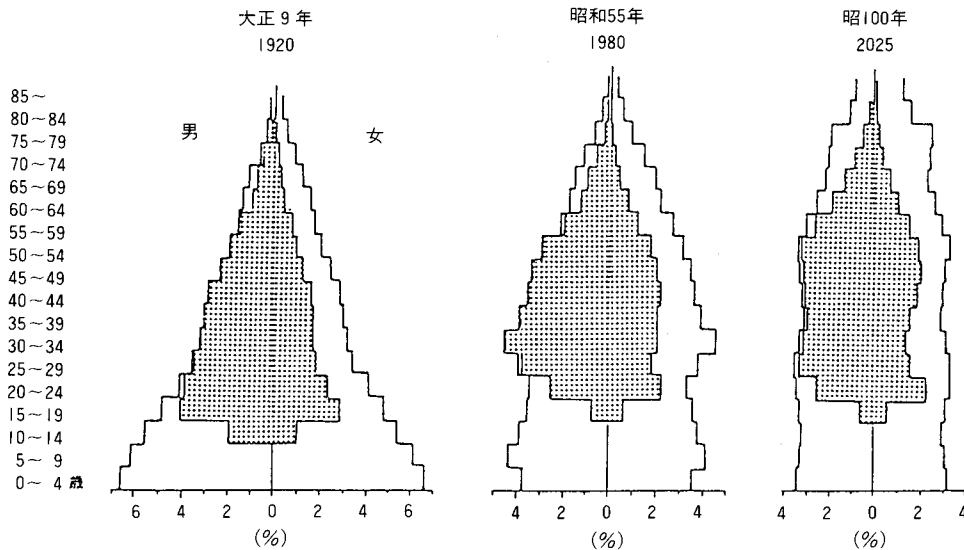
ところが、1980年デモグラフをみると、完全に先進国型の釣鐘状パターンが見られる。その結果、小学校に入るまでに死ぬ子供は、出生数の0.9%となり、40歳に到達する人口も96%を越え、50歳93%、60歳86%、70歳70%となるから、同世代の競走や淘汰圧は減らないことになる。その結果、働き盛りの壮年層が増えすぎて、社会機構の中でポストの数に比べて、構成人員が多すぎる実情に対する新しい仕組みが求められるようになった。この要求に対して、デモクラシーという200年続いたシステムが、うまく機能する保証はない。未来はさらに高齢者人口の比率が増えるが、それに適した社会システムの提案が間に合うか、否かは時間との競争となろう。

ひとつ強調すべき事実がある。1920年の日本は完全な農業国で、労働人口の51.3%が農業に従事していた。1980年の資料では、農業人口は9.7%である。しかも兼業農家を含めてのことであるから、この間の産業構造変革は革命的という以上の性質であったに間違いない。ちなみに現在の世界の農業人口は45%、アジアは60%である。このことは議論の本質ではない。その間に変わらなかった数字に、注意を向けるべきである。

【日本のデモグラフの就労人口比についての分析】

重要なのは全人口に対する就労人口の比率である。生産人口は単なる年齢階級区分であって、実は就労人口の方が意味がある。1920年、1980年、2025年（推定）を比較すると、農業国であった大正時代の就労人口は46.2%、重厚長大から軽薄短小のハイテク産業へと転換した現代のそれが47.7%と、ほとんど同一である。未来の2025年の就労パターンが、現在とほぼ同じ年齢構成と仮定して、予測デモグラフを重ねてみると、就労人口比は現在と全く同じと予測される。

図2 日本の労働人口ピラミッド



日本の巷間を賑わす危機到來說がある。高齢者を誰が扶養するかの議論で、65歳以上の高齢人口と15～64歳のいわゆる生産年齢人口の比を取り上げて、現在は1人の老人を7人で扶養しているが、2025年には僅か3人で養わなければならないというものである。高齢人口と生産年齢人口比に誤りはない。データを盲信すると日本の未来は真っ暗である。

実は、この議論は二つの単純極まる落とし穴が隠されている。ひとつは労働分配率と高齢者に帰属する資本の取り分についての完全な誤解か無知か胡麻化しである。つまりすべての生産人口が、高齢者を養うためだけに働いているという前提でなければ、何人でも何人の老人を養うという計算はできない。第二の落とし穴は生産年齢人口である。これは一定の年齢層に輪切りにして生産能力があると定義したに過ぎず、この人口が実際に生産に従事しているわけではない。就労人口と総人口の比率は、日本の例で説明した通り、簡潔にいうと先進工業国では総人口の約半分が働くと、全人口の暮らしが成り立つという基本的な枠組みがあるように見える。最も高齢化が進んだスウェーデンから日本までの六カ国はすべてそうである。

【世界各国の就労人口とデモグラフ】

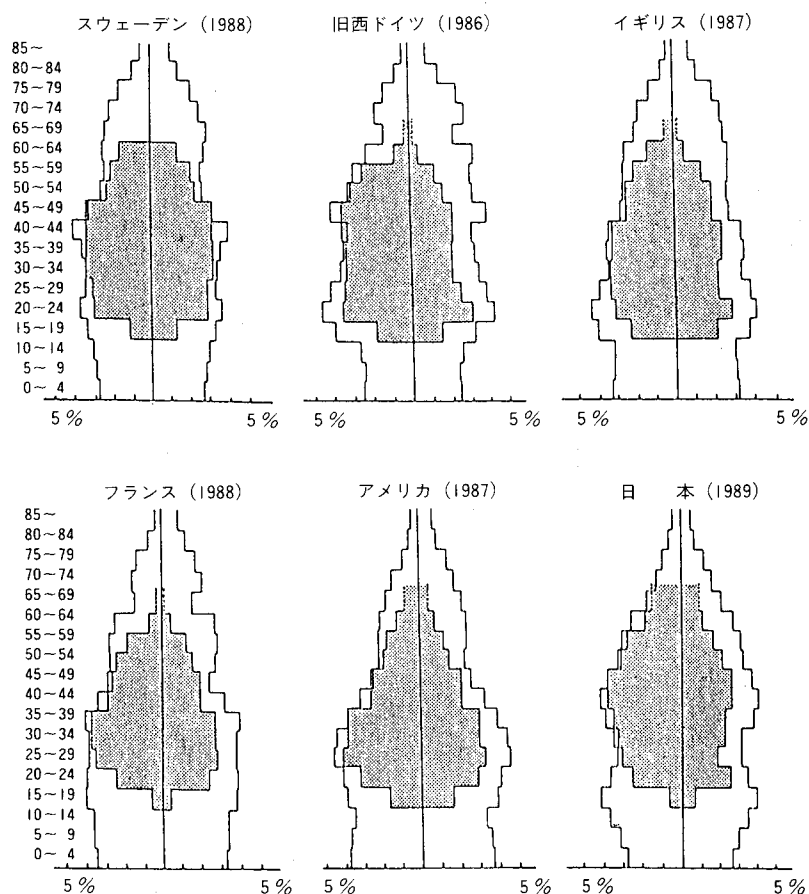
就労年齢分布を観察すると、その国の人々がどのような生涯像で働いているかがわかる。もちろん高齢者の就労実態もわかる。この手法は先述したように演者の着想で、経済学者と社会学者は、なぜ専門家が思い付かなかったかと、互いに不審がる。

就労人口のデモグラフを、以下でもう少し仔細に点検してみる。

- ① スウェーデンでは全国民が65歳で年金生活に入る。したがって高齢者は建前上はひとりとして働いていない。若者は早くから手に職をつけており、就

労年齢はその分だけ低い。つまり受験競争や無用な高学歴志向はない。また女性の職場進出が顕著で、ほとんどの世帯が共働きという実態を反映している。

図3 先進国の年齢階級別人口構成

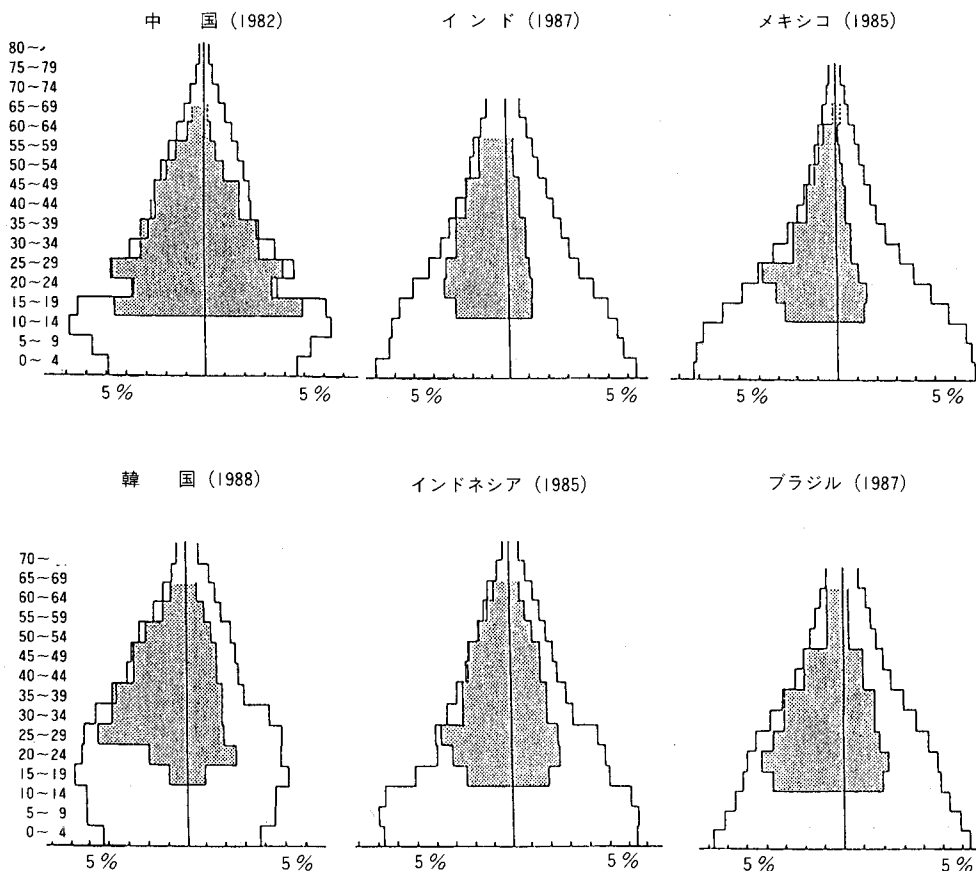


- ② 旧西ドイツはスウェーデンに最も似たパターンである。しかし65歳以上でもわずかに就労しているし、若者の就労開始はスウェーデンよりまだ低年齢である。おそらくドイツ文化圏の伝統的なマイスター制度と徒弟の観念が、色濃く残っているのではないかと想像される。女性の就労率は意外にも低く、父権家族的な雰囲気が見られているようである。ついであるが60歳を越した年代、とくに男性のこの年齢層に、第二次大戦の終幕を本土で戦った犠牲の跡が、人口減となって刻まれている。
- ③ イギリスもドイツと変わらない。若者の就労開始年齢はドイツよりもさらに低いので、こちらは階級制度の強い名残りとも考えられる。
- ④ フランスも西欧の標準パターンから外れていない。ただ若年層の進学志向が上記の諸国より顕著で、15歳で就職率ははなはだ低い。これはフランスの中央集権志向と関係がありそうに見える。西欧ではただひとつ、高学歴志向が見られる国である。

- ⑤ アメリカは多民族国家であるにもかかわらず、あまり特異なパターンはない。高齢者の就業率は明らかにヨーロッパ諸国より高いが、概略はイギリスに近い。
- ⑥ 日本のデモグラフは1980年の分をすでに示したが、新しい1989年のデータも、青少年の就職は少なく、一方60歳以上でも就労者は多い。わずか9年間の間に女性の職場進出が進み、結果的に全人口の51%の就労率である。若者の高学歴志向はフランスに近い。

以上の先進国共通の特徴は、出生率の低下とそのためのデモグラフの変形である。デモグラフは釣鐘型から、さらに進んで椎の実型もしくは弾丸型になっている。これは子供の養育に必要な負担が増大して、いわば投下資本に見合わない状態になりつつあるためのようである。しかし見方を変えると、19世紀以後の国力至上主義から来た人口増加策の終焉と、生活の質の向上に対する国民の要求拡大が、人口規模の最適化をめざして収斂してきた結果であるとも考えられる。

図4 途上国の年齢階級別人口構成



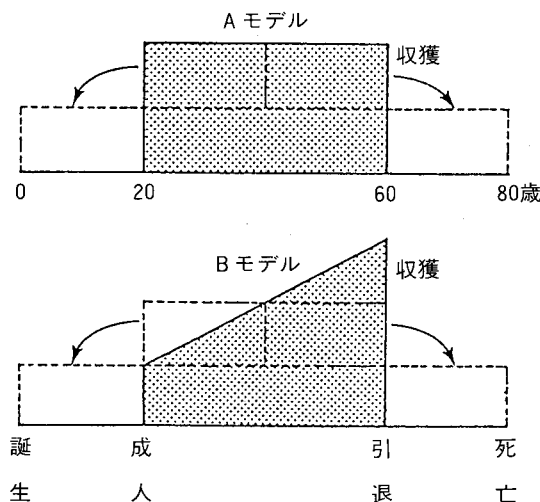
- ⑦ 韓国のデモグラフは極めて興味あるパターンを示す。30歳以上の階層がピラミッド型の開発途上国の姿であるのに、青少年より年少の層では、早くも先進工業国なみに少産少死になっており、短い期間に先進国に脱皮したことが窺われる。青少年の高学歴志向は高い就労年齢となって現われ、日本より厳しいと伝えられる受験戦争の影響がわかる。もっとも韓国の統計には義務兵役の数が入っていないが、常備兵力が600.1千人で、人口の1.43%に過ぎない。これと男女の就労比から見て就労年齢が高いのは受験準備のためかと思われる。女性の就労率ははるかに低いが、高齢者の就労率も低いので、いわゆる経済活動人口比は41.6%とやや低い。
- ⑧ 台湾は今回の検討会のために、とくに資料提供をうけた。デモグラフは驚くほど韓国に似ており、両国の近代化がほぼ同じ速度、同じ過程で進行しているものと考えられる結果である。なお40年前に人口の急増が認められるのは、大陸からの移動である。
- ⑨ インドネシアもデモグラフで見ると、開発途上国型のピラミッドである。現実には10年以前には失業率が高く、海外資本の進出も見べきものがないためか、若者が昼間からぶらぶら暇つぶしをしている有様であった。しかし現在の就労人口のデモグラフは、限りなく韓国に近くなっている。このことから少なくとも産業構造も韓国や台湾に似ていると推定できる。インドネシアは工業化に向かって、離陸したといえることができる。
- ⑩ 中国ははなはだ特異な就労形態である。デモグラフ全体の信頼性もどこまでか分からないが、かなり歪みがある多産多死のピラミッドである。資料は国連統計なのであまり若年労働者があるとは報告されていないのであろうが、男女ともほとんどの人口が就労していることから見て、子供も働いているに違いない。もちろん高齢者も大多数が働いている。それにもかかわらず経済的發展は進まず、「老弱男女すべてが働いてやっと食える」状態と推定される。ただこの勤勉は、今後の工業化政策にとって有利な国民性である。文化大革命の影響も、20年前の人口層の数に明らかに刻まれているし、一人子政策は歪んだ形で椎の実型のデモグラフを形成している。
- ⑪ ブラジルは西欧型の近代国家に近いが、なおデモグラフは大きな違いがある。多産多死の人口ピラミッドはインドなみである。ただし就労機会はかなり高く、経済活動人口比は40%であるから、工業化の程度はNIES諸国に接近しているとはいえ、やや低過ぎる観がある。
- ⑫ インドのデモグラフは、すさまじい多産多死のピラミッド型である。男女の就労比は極端に偏っているが、おそらくカースト制と不可分の男尊女卑があると推定される。就労人口比は33%で、生産性の向上は容易には期待できそうにない。
- ⑬ メキシコの状態もこれらの開発途上国と変わらない。ただし条件はインドよりもなお悪く、就労人口比は30%を下回る。

これらの国々は統計をどこまで信頼してよいかの問題があるが、働こうにも働く場所がない実態が窺われる。したがって女性の就労は差別されているというより、進出する職場すらないようである。高齢者については、ゆとりのない社会では働かなければ生きる権利を失うものと想像される。

【高齢者扶養のための資本分配機構】

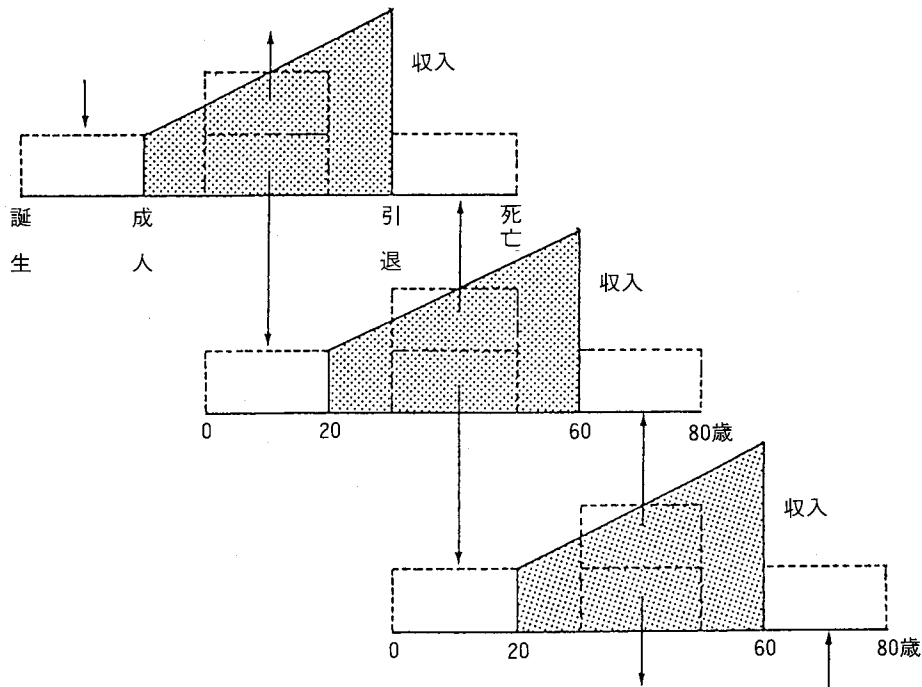
生産性の向上と富の蓄積は、長寿化の重大な要因である。NIES諸国も早晩、高齢化社会の扶養問題に遭遇する。すでに述べた通り、人口の約半分が就労すると社会全体の経済基盤は堅固と推定される。その点から考えて、すべての先進国に高齢者扶養の経済上の不安はない。しかし社会全体の生産や所得は充分でも、資本再配分の具体的な仕組みを確立するのは極めて難しいという反論もある。つまり高齢者の扶養が可能なのは認めるが、そのために若い世代に進んで金を出させる仕組みは困難という。

図5 極度に単純化したロビンソン・クルーソー・モデル



そこで政府も含めた国民全体を一個の人格と仮定する。自分以外に頼る者がなくなると、日々の暮しのための食物を集めるか栽培するか努力とともに、雨期や冬の到来、あるいは不時の病気に備えて備蓄にも配慮する必要がある。これは生涯孤独なロビンソン・クルーソーと同じ状態で、生まれたときは仕方がないから先代のクルーソー一世が残した遺産か神様からの恵で育つと仮定する。やがてクルーソー二世もなにがしかの蓄えを三世に託してこの世を去る。近代社会ではこのロビンソン・クルーソー・モデルの備蓄機能を、国家や行政が肩代りして国民が拠出した原資で遂行しているのである。公的機関がこの役割りを担うことによって、若くして疾病に侵され、倒れる不運な人に対して、本人や家族が困窮しないような救済措置が実現可能になったのである。

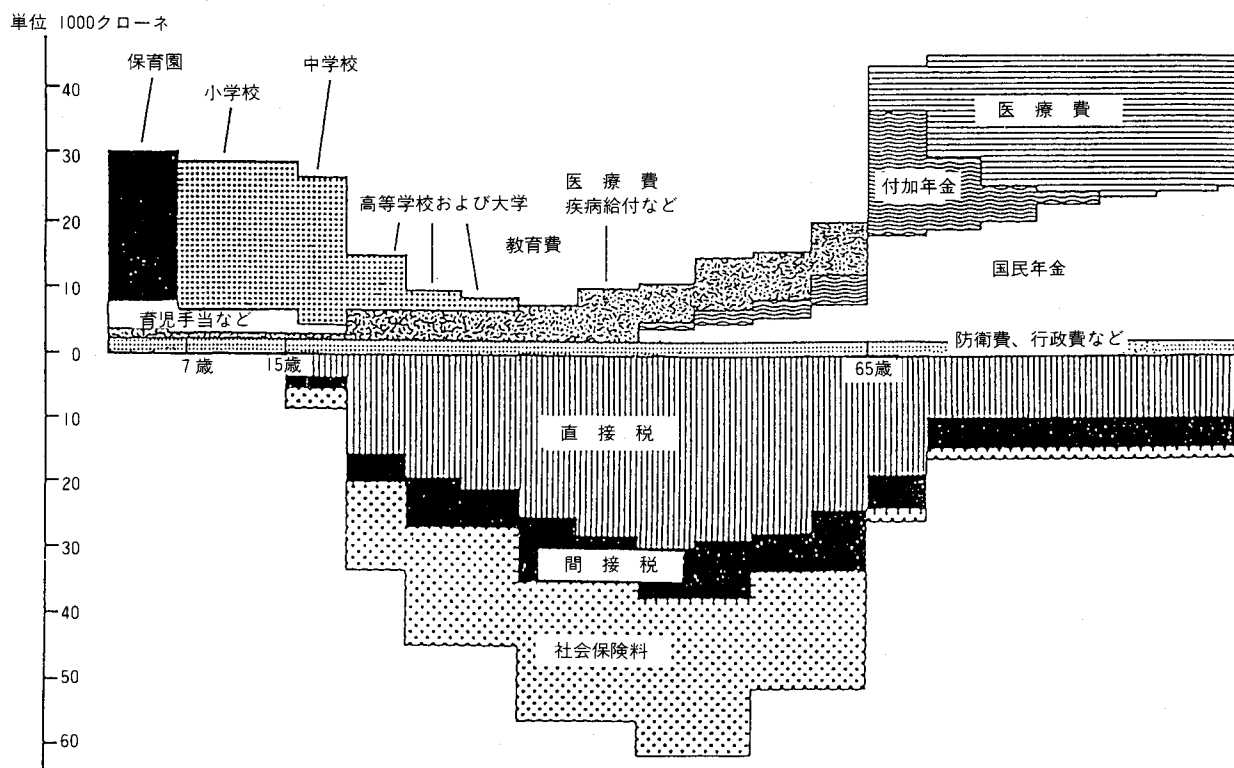
図6 親子3世代のゼロ・サム・モデル



ロビンソン・クルーソー・モデルでは、自分が自分のために積み立てるのであるから、もし20歳から60歳まで40年間働くとすれば、誕生から成人までの20年間と、理想平均寿命の80歳までの20年間と、働く期間と同じ年数を暮す工夫が必要である。もし生活水準が生涯全く同じなら、収入の半分を常に蓄えれば勘定が合う。この目標を自分で達成するのも可能であるし、社会保障制度が充実していなかった頃は、すべての人がそうしていた。ただし個人の自助努力の肩代わりを政府に期待するなら、平準収入の約半分は拠出する覚悟が必要である。もちろん高齢者と幼若年層は、生活の規模が大きくないから、必要な経費は勤労者世代の40%と見積もると、先進諸国はおおむねこの「構図」を実現していることが資料などから分かる。ただ資本の分配を高い税負担と引き替えに公的財源に頼るのが北欧型やイギリス型で、その他の諸国は国民自身の直接支出の割合が大きい。理論上は前者の方がすべての人に平等であるが、そのかわり福祉財源は物価に転嫁される上に、消費税もEC諸国が平均15%、スウェーデンでは30%弱とはなはだ高い。

ここにスウェーデン国民が生涯に受け取る公的扶助額とその原資支出額を比較した興味深い図がある。それをみると筆者のロビンソン・クルーソー・モデルが、この国において実践されていることが分かる。徹底した福祉、教育の公的扶助と引き替えに、税金が高いことは知られているが、生涯を通じて社会に拠出する資金は、直接税・間接税・年金積立金である。これの総計と、個人が受け取る公的資金は等しい。生涯を追って受け取る公的資金は、保育費、義務教育費、高等教育費、医療費、国民年金および老人医療費、さらに国防費+行政費である。

図7 各種の税金などの社会サービスへの移転 個人の生涯にわたる分布の模式図



このように徹底した扶助システムが国民の支持を受けている事実が、福祉国家の条件を見事に具現しているように思える。

【社会指標のクラスター分析—先進・途上国を含む分析（1975）】

国民の健康は平均寿命に反映する。長寿社会は扶養負担で貧困になるという説は、因果関係の順序を間違えている。反対に富の蓄積があってこそ、長寿社会が実現したと考えるべきである。そこで平均寿命の延長と社会指標の関係を、情報科学的分析手法から推定するために、クラスター分析を応用した。この手法は多次元情報の因果関係を解きほぐし、可能な法則性を推理するのを助ける数学的手法で多変量解析に属するが、平均寿命に医学が貢献したかという疑問にも少しは信憑性の高い合理的推論の手がかりが得られる。

この分析は1975年度に行った予備実験である。分析の結果を見ると、平均寿命と関係がある社会指標は、富と情報量であることが分かる。たとえば、在学率、ラジオ・テレビジョンの台数、新聞発行数、それに教育・文化費などの意味する共通項は、情報量である。もちろん見方を変えるとこれらは豊かな社会でなければ実現できないことでもある。国民所得、所得税、社会保障費などは、富の直接的指標であり、発電量、エネルギー消費量、摂取カロリー、摂取蛋白なども富を反映する。水道や水洗便所普及率は衛生指標であるより、富の指標と考えられる。いくら衛生思想を鼓舞しても、ない袖は振れないのは誰でも知っている。ついで

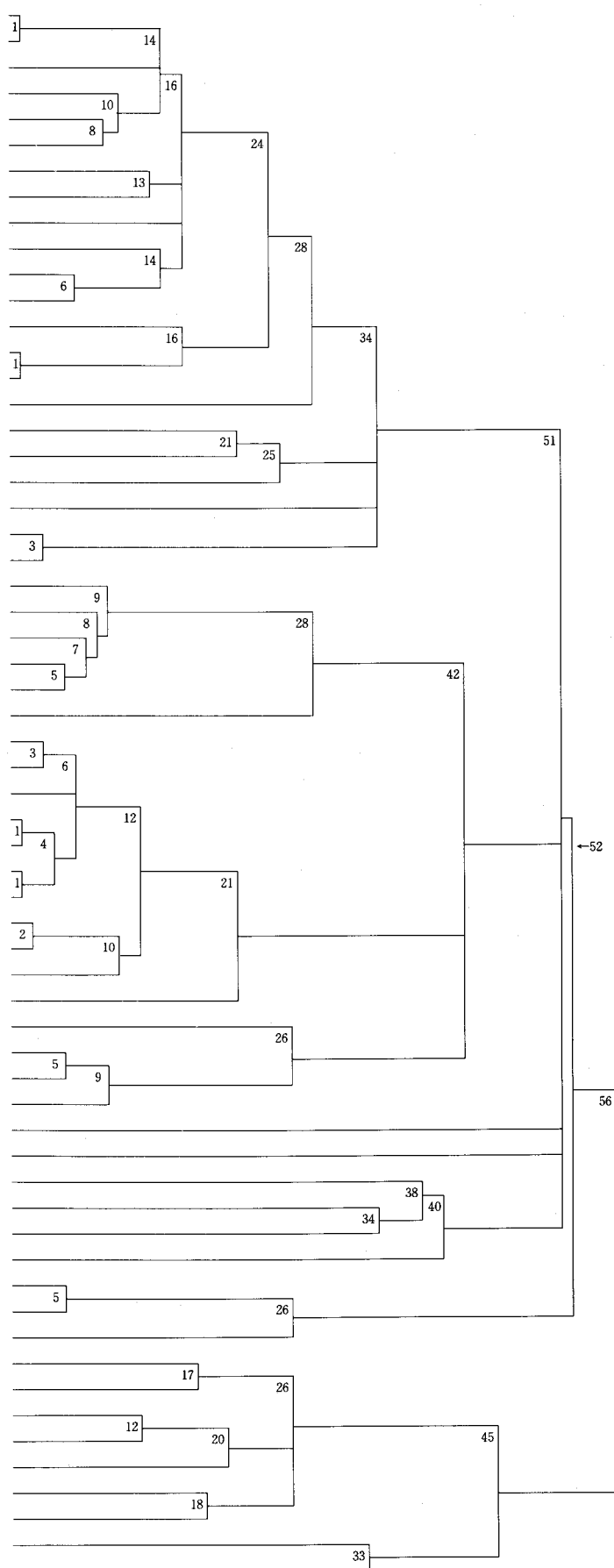
図 8

寿命・富・情報のクラスター

経済・技術水準と近代化指標のクラスター

保険・医療のクラスター

平均寿命（男）
 平均寿命（女）
 新聞発行部数
 社会保障費／国内総生産
 死亡率（脳血管疾患）
 死亡率（心臓疾患）
 国民所得／人
 発電量／人
 水洗便所普及率
 ラジオ台数／1000人
 テレビ台数／1000人
 エネルギー消費量／人
 水道普及率
 摂取カロリー
 摂取蛋白質
 犯罪総数
 社会保障／歳出
 所得税／歳入
 教育・文化費／歳出
 教育費／国民総生産
 在学率（男）
 在学率（女）
 国土面積
 経済活動人口（女）
 科学技術研究者数
 科学図書出版数
 鉄道輸送量（貨物）
 鉄道輸送量（旅客）
 商業人口
 サービス業人口
 新聞種類
 航空輸送（旅客）
 航空輸送（貨物）
 郵便便量
 電話機台数
 輸出入額
 海上輸送（揚荷）
 映画製作本数
 人口
 経済活動人口（男）
 第1次産業人口
 失業者数
 映画観賞回数
 人口密度
 国民総生産（指数）
 結核罹患率
 国防費／歳出
 エンゲル係数
 貿易依存度（輸出）
 貿易依存度（輸入）
 海上輸送（積荷）
 出生率
 文盲率
 死亡率
 人口／医師
 人口／ベッド
 第1次産業／国内総生産
 人口／乗用車
 乳児死亡率
 結核死亡率



ながら犯罪数が関係しているが、これは皮肉にも、近代化の指標である。ニューヨークの魅力は、対極に犯罪都市のイメージを持っている。

平均寿命そのものも考えて見ると富の指標のひとつで、命の沙汰も金次第といえるのかもしれない。しかし平均寿命と最も近い関係を示すのが、心臓疾患と脳血管疾患による死亡であるから、やはり平均寿命は富より健康を反映すると言うべきであろう。現代人の恐怖の的の癌死亡は平均寿命に関係しない。このことは別の寿命の数理分析でも推定されていて、いまもし日本人の50歳以上の癌が完全に克服されたとしても、平均寿命の伸びはほゞ1年しか期待できない。癌死亡が増えたのは癌が発生するまで長生きする人の割合が増えた結果である。

それでは医学・医療はなんの役にも立たないのかという疑問が出るにちがいない。実は、クラスター分析で、平均寿命と離れた場所に健康指標が集まったクラスターが見付かっているが、これには死亡率、医師当たり人口、病床当たり人口、乳児死亡率、結核死亡率、出生率、文盲率などが属している。ここでようやく医療の力は、もっぱら死亡率を引き下げることに関係すると推定される。医師は死神に取り憑かれた不運な人のもとに駆け付けて死神と戦うのである。これは多分に臆負目に見た表現で、本当の実力は死神と取り引きするとか、劣勢をごまかす程度かもしれないが、とにかく医学は生命を救う手段である。

仔細にみると、もうひとつ出生率と文盲率が近い関係を示すことも興味深い。貧乏人の子たくさんというが、真相は眼に文字無ければ子たくさんというべきなのである。これがなぜ重要かというと、人類と自然の調和ある未来を考えると、地球規模での家族計画はいまや一瞬の遅滞も許されないところに来ているからである。第三世界の人口爆発と慢性的な飢餓の存在は、オゾンホール、酸性雨、地球温暖化などとともに、人類が直面するメガロ・クライシスの要因に挙げられている。いずれの対策も正確な情報の提供が重要であり、とくに途上国に対する協力ではわれわれの体験した「無知と貧困の追放」の導入を再優先すべきである。

【社会指標のクラスター分析－最新データに基づく分析】

上述の分析を先進国に限ると、富も情報ももはや寿命に影響しないように見える。EC諸国のデータを見ると、富も情報も等しく豊かなはずなのに、平均寿命にかなり差がある。そこで1989年のデータに基づき、社会指標を平均寿命・富・情報のクラスターに限って試みた。これによって国の数と社会指標の種類のアンバランスによる、理論上の制約を析を逃れることができた。

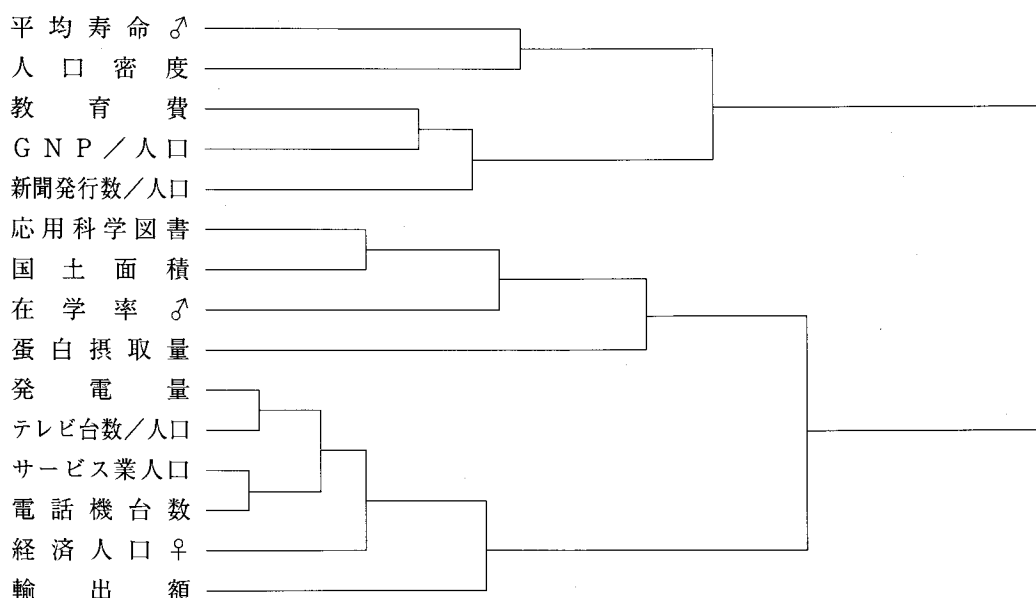
1. 先進国の社会指標のクラスター分析

まず当面の関心事である先進国に限ったクラスター分析の結果をみると、意外なことに予想に反してクラスターの構造に大きな変化は見られなかった。つまり平均寿命が延び、社会資本投資が充実し、個人の収入は高く、情報メディアが満ち溢れている国々でも、これらの社会指標すなわち「平均寿命」「富」「情報量」

の3要素が依然としてひとつのクラスターを構成していることが分かった。

しかしながら蛋白摂取量、発電量、経済活動など、豊かさの直接的指標と平均寿命とは距離が生じている。また平均寿命に関係した諸社会指標のマハラノビス距離も大となり、いわば関係が緩やかになっていると解釈される。また寿命への影響因子は分析に使用した指標以外にあると推定され、たとえばベルギーは国民当りGNPで日本の1.7倍ながら平均寿命は短い。ライフスタイルの中で、動物脂肪の摂取量が3.5倍であるが、こうした要因の影響を今後分析する必要がある。

図9-1 先進20カ国の社会指標のクラスター分析



2. 途上国の社会指標クラスター分析

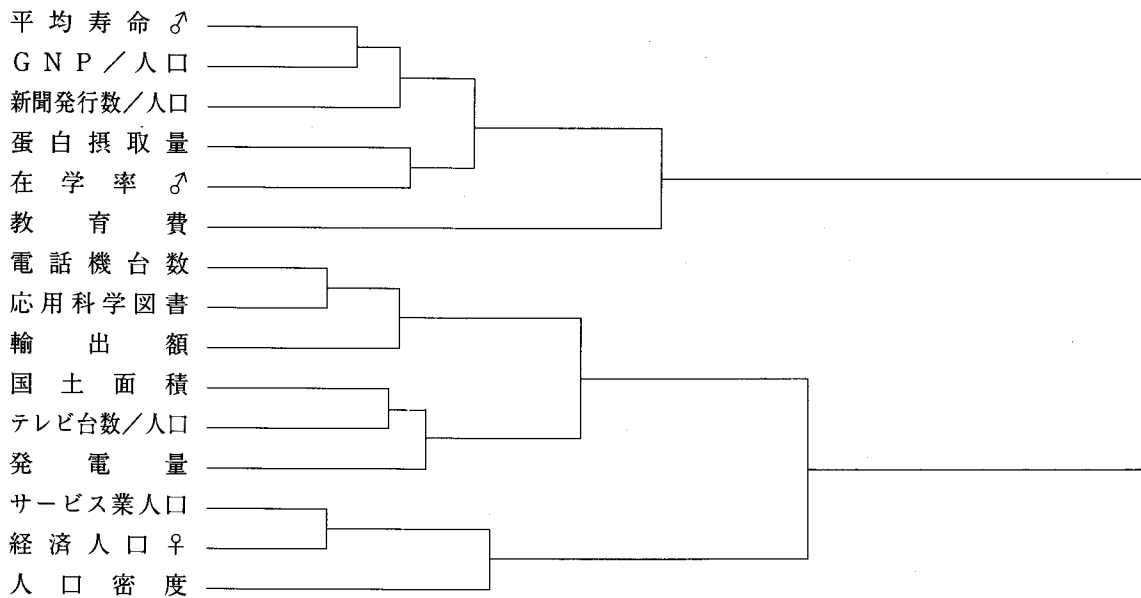
反対に典型的な途上国のみを選んで同じ分析を行うと、ここでも先進国についての分析結果と大局的には一致したクラスターが得られた。

ただし、先進国では平均寿命と社会指標の間のマハラノビス距離が大きく、相関関係が粗であることが窺われたが、途上国では他の社会指標との距離が短縮し、また蛋白摂取量とGNPがかなり近縁の部位を占めた点が注目される。

【社会指標と平均寿命の重回帰分析】

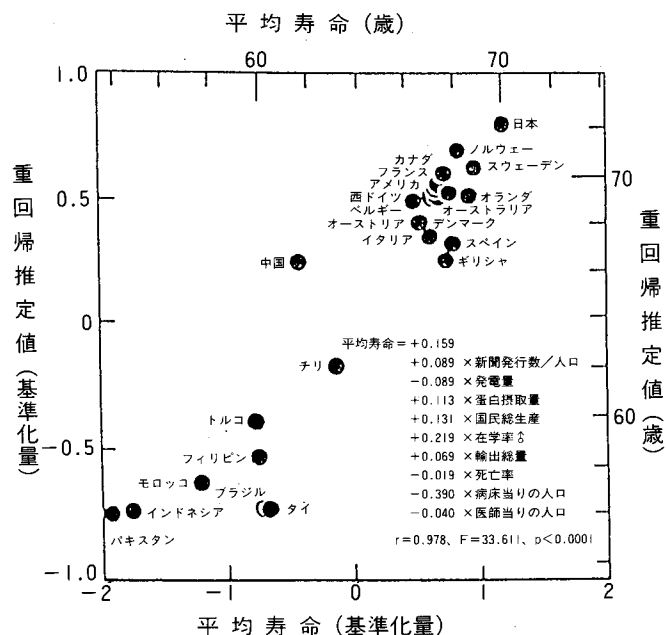
重回帰分析によって、平均寿命がこれらの社会指標から推定可能であることの傍証を試みた。まず平均寿命と各種の社会指標間の重相関計数は $\gamma = 0.888$ と十分高い。もっとも重相関値を眺めると、発電量、テレビ台数、電話機台数などの重相関係数は、いずれも驚異的な高値で0.999に及ぶ。これは社会指標なるものが、健康・衛生よりは経済レベルに重点を置いた変数群であるためと考えられる。

図9-2 途上20カ国の社会指標のクラスター分析



重相関分析の結果からいえるのは、平均寿命は表示した社会指標なるパラメータで充分説明可能な変数であるという結論である。そこで重回帰分析によって、社会指標から平均寿命を推定しようと試みた。得られた重回帰式は、先進国、途上国、先進国+途上国の3種類別であるが、ここでは最後の先進国+途上国の結果を示す。

図10 先進国+途上国についての社会指標と平均寿命の重回帰分析



平均寿命 = +0.159

+0.089 × 新聞発行数 / 人口

−0.089 × 発電量

+0.113 × 蛋白摂取量

+0.131 × 国民総生産

+0.219 × 在学率 ♂

+0.069 × 輸出総量

−0.019 × 死亡率

−0.390 × 病床当りの人口

−0.040 × 医師当りの人口

$\gamma = 0.978$ 、 $F = 33.611$ 、 $p < 0.0001$

以上の結果は、平均寿命がいわゆる社会指標なるものから推定可能であるという事実を証明するものである。

【人口問題と先進国群の使命】

今日の地球環境問題や資源の配分に関する地球規模での議論の根源は、要するに人口爆発である。人口は帝国主義的な膨張思想のもとでは「力」であった。また経済的側面だけに注目すると、農業社会では多数の子供を持つことは、農耕労働力の「力」であった。しかしそうした価値観はすでに過去のものとなり、地球上のすべての国々は適正規模の人類の総数に関心を向けるべき時に来ている。

人口爆発は西欧各国では19世紀に始まり、すでに多くのデモグラフに表れているように終息に向かいつつある。かわって途上国が医療やライフスタイルの近代化に伴って、大規模な人口爆発を来したのであるが、これもNIES諸国に見られるように、発展・近代化に成功した諸国では、出生率は急速に低下し、人口増加は収斂しつつある。われわれの歴史を知識として、後から発展してくる諸国に正確に伝達し、それぞれの国情に合った政策に育てるには、情報提供とともに各国の教育制度の充実が先決である。こうした客観的な分析に立って、国際協力を推進するのがわれわれ世代に課せられた責務であると考ええる。

留学生交流についての一つの試み

－東京大学大学院土木工学専攻の例－

東京大学教授 西 野 文 雄

1. はじめに

各国の人材が交流することは、各国間の相互理解、ひいては平和の維持、世界経済の発展に役立つことには疑いの余地はないであろう。単に交流するのみでなく、国際交流による人材養成ができれば、さらに大きな役割を果たすものと考えられる。国際交流による人材養成の中で、最も大きな役割を果たすと考えられるのは、各国の学生が他国に留学し、勉学することであろう。飛行機による国家間の交通が発達し、年とともに、その料金は相対的に低廉になっているものの、留学し勉学するのは容易でない。アジアの諸国の学生も、留学して勉学している学生の多くが、留学に値する優秀な資質を持ち、留学による勉学終了後、出身国を始めとし、世界の多くの国で、政治、経済、学問、技術の広い範囲で指導的な役割を果たしている。

ヨーロッパでは本1992年末の欧州共同体の市場統合を目指して、経済、政治問題を中心に多くの話し合いが持たれ、準備作業が行なわれてきている。市場統合後のヨーロッパにとって、お互いの国を理解する指導的な人材の養成が重要である、との認識のもとに、数年前から高等教育分野での人材交流制度が推進されてきている。その代表的な例の一つは、ヨーロッパ各大学の単位互換制度 (European Community Course Credite Transfer System) であり、他に学生交流制度 (European Community Action Scheme for Mobility of University Students) がある。ヨーロッパ共同体が直接推進母胎となっている単位互換制度、学生交流制度の他に、ヨーロッパの主要大学が、個々に各国の同じような性格を持つ、主要な大学との間で交流計画を推進している例もある。その1つに、フランスのパリ-中央工科大学 (Ecole Centrale Paris) が中心になっているTIME92 (Top Industrial Managers for Europe 92) がある。ヨーロッパ諸国の工科系の大学に呼びかけて、主として言葉の異なる国との間で学生の交流をし、学生が将来それぞれの国で指導的な役割についたときに、お互いの理解が容易にできるように、との長期的な計画に基づいた学生交流計画である。TIME92では5年制学部4年次を終えた学生を、言語の異なる国のTIME92加盟大学に送り、2年間の勉学の後、派遣先、派遣元の双方の大学のディプロマの学位を与える制

度である。TIME92プログラムが始まった段階で、加盟大学をヨーロッパに限定する必要はなく、他の大陸の大学にも呼びかけようとの話になり、北米とアジアの少数の大学に加盟の要請が行なわれた。アジアからは、東京大学の工学部に呼びかけがあり、この呼びかけに応じて、東京大学の工学部が参加している。

人材、特にそれぞれの国で将来大きな役割を果たす人材が、何らかの形で、出身国以外で勉学し、あるいは仕事をする機会が持てるのは好ましいものの、アジアにはそのような留学生を受け入れようとする積極的な動きはあまり多くない。工学の一分野の大学院教育をしているバンコック所在のアジア工科大学院はこのような活動をしている数少ない機関といえよう。経済学を勉強している学生を対象としているAISECや工学系の学生を対象とするIAESTEに代表される夏期休暇を利用し、他国で学習する国際的な実習制度も存在するが、アジアの学生の参加は数少ない現状にある。アジア各国の人材は米国に留学し、米国で知り合う機会が最も多い状態にある。次いで、日本の大学が留学生に相互を知り合う数少ない機会を提供している。

ヨーロッパ諸国の学生にとって、言葉の異なる他国で勉学することはそれほど大きな問題とならないのに対し、TIME92に参加して、私達が留学生の交流を推進しようとするとき、言葉が最も大きな障害になることを、改めて認識した。この点はアジアの諸国にとっても同じであると考ええる。

ヨーロッパの市場統合、あるいは北米地域の自由経済圏と対抗する意図は全くないが、アジアの近隣諸国が、留学生交流を通して、将来の各国の指導者の相互理解を推進しようとするとき、言葉が最も大きな障害になるものと考えられる。この障害を打ち破るには、アジアの場合、共通言語を選び、この共通言語を用いて、留学生交流を推進する必要があるのではないかと考えている。アジアの諸国が共通言語として一つの言葉を選ぶとすると、英語以外に適切な言語は考えられないといっても、多くの方には異論がないものと想像する。

本文では、日本全体での留学生交流の状況を簡単に述べ、日本語による留学生教育に問題があることを指摘した後、この障害をさけるために、東京大学大学院土木工学専攻で採用している、日・英両語による大学院教育の試みの状況と、その成果を報告する。この成果をもとに日本の留学生教育の改善に対する提案を行なう。この提案の大部分はアジアの諸国にもあてはまるものと考ええる。このような提案を実現することによって、アジア諸国で将来指導的な役割を果たす人材のアジア諸国内の留学生交流の推進をはかることが本文の趣旨である。

2. 日本での留学生の受け入れと送り出しの現状

1) 国別、段階別受入の状況

1991年5月1日現在の文部省の調べによると、日本で受け入れている留学生の総数は45,066名である。このうち、日本政府が準備している奨学金受領者数は5,219名である。日本で学んでいる留学生の出身国別の内訳をみると、中国、台湾、韓国の3か国で35,540名となり、全体の78.9%に達している。出身地を大陸別にみると、アジアからの留学生が全体の91.8%に達しているものの、漢字圏の留学生が80%弱に達しているため、経済的には日本と比較的密接な関係にあるアセアン諸国からの留学生の割合を見ても、全留学生の9.4%にしか達していない。

この状況では、日本の留学生教育は全世界はおろか、アジア全体の人材交流・育成にもなっておらず、漢字圏の学生間の交流のみになっていると見て良い状況にある。

一般に、その国の国民としての帰属観を持つためには、中等教育の段階、場合によっては高等教育の初期段階までの教育を、母国で受けるのがよいのではないかと考えている。その段階までに受けた教育が、人格形成に大きな影響を与えるといわれているのが、その理由である。実際、先進工業諸国は当然として、発展途上国の多くの国においても、大学の学部教育はそれぞれの国で行われており、一定の教育水準に達している。わが国は明治の開国(1968年)以来教育に最も力を入れた国であり、その後の発展はこの教育に負うところが大きい事実は、わが国のみならず、世界の多くの国の認めることである。わが国からの留学生の著しい特徴は、教育制度が整備される前の明治の初期の極く一時期を除き、一貫して学部教育を国内で受け、その後、技術水準の優れた諸外国に留学したことである。人間の国境を越えての行き来は、それぞれの母国で学部教育を終えた人材に対して大学院水準の教育を中心にするのが良いと思われる。すでに述べたTIME92の学生交流制度は、欧州大陸諸国と英・米式の学制の差異はあるものの、大学院水準の学生交流と考えて良いであろう。

日本に来て勉学している全留学生の割合を、勉学している段階別に分けてみると、学部が41%、大学院が31%、専修学校28%、高等専門学校1%弱となっており、大学院生の割合が最も多いという状態ではない。同じ割合を、日本政府の奨学金受領者でみると、大学院が断然多く83%に達し、学部13%、高等専門学校2.5%、専修学校1.7%となっている。日本政府の方針は、大学院の留学生受け入れに重点をおいているのが明確に数字に表われており、好ましい方針と評価したい。富裕家庭の子弟が、その家庭、あるいは本人の意志で、どの段階で国外で勉学しようと全く自由であるのは当然であるが、大学関係者の一人として、留学生教育の重点を大学院に置くのが好ましい、と考えることに変わりないことを強調したい。

2) 日本から主要国への留学生数 (1991年)

日本から国外へ出て勉学している留学生数の多い国の順位とその数を表－1に示す。

表－1 日本の留学生が学んでいる主な国と日本人留学生数

順 位	国 名	留学生数	順 位	国 名	留学生数
1	ア メ リ カ	68,944	7	韓 国	3,553
2	イ ギ リ ス	12,061	8	香 港	2,846
3	中 国	5,882	9	ド イ ツ	2,637
4	カ ナ ダ	4,639	10	台 湾 (中国)	2,637
5	オーストラリア	4,277		そ の 他 合 計	10,021
6	フ ラ ン ス	4,252			

アメリカへの留学生が断然多い。留学を考える時期の英語能力、留学にともなって向上する英語力が留学後に国際的な活躍をするときに役立つことの重要性、学問・技術水準の高さ、それに国費による奨学金の他に、研究助手、教育助手奨学金に代表される多数の奨学金の存在が、アメリカへの留学生が多い理由と思われる。アメリカ以外の国でも、イギリス、カナダ、オーストラリアと英語圏への留学生が多い。次いで近隣のアジア諸国である中国、韓国、香港、台湾が多いのが、日本人留学生の特徴である。明治期以来、多くの留学生が学んだフランス、ドイツはそれぞれ、6位、9位にしか位置していない。同じアジアでも歴史的に関係が深い漢字圏への留学生に比べて、経済的には日本との関係が益々緊密になっているアセアン諸国への留学生は、日本政府が日本人の留学生派遣の奨学金を準備しているにもかかわらず、それほど多くない。

表－1の留学生数を見ても、日本人留学生にとって、西欧の言語の中では英語に比べて、フランス語、ドイツ語が留学意欲をそぐ障害になっているものと思われる。学問・技術の水準からみれば、カナダやオーストラリアに比べて、フランスやドイツは少なくとも対等の水準、一般には優れた水準にあるとみる人が多いことを考えると、言葉の障害が大きいことが想像される。カナダやオーストラリアは移民を多く受け入れる国であり、留学生にとって魅力を有する国といえようが、日本人は移住に対してそれほど関心を持つことは少なく、移民の受け入れが、カナダ、オーストラリアへの留学の動機になっているとは考え難い。

日本からみて好ましいと思われる状況は、漢字圏に限られるとはいえ、アジアの隣国に比較的多数の留学生が勉学に出かけている事実である。

3) 極東、東南アジアからの留学生数の日米比較

表－2に極東、東南アジアからの留学生数の日米比較を示す。1985年にアメリカで勉強している台湾からの留学生の数字が欠けているものの、中国、台湾、韓国の漢字圏から日本とアメリカに勉強のため留学している学生数は1対3～5の範囲にあるのに対し、東南アジア諸国からの同じ比は、少なくとも1対10、一般的には1対20前後になっている。これは漢字圏以外の国からの留学生が日本で勉強するとき、日本語による教育が障害の一つになっていることを示唆しているものといえよう。

表－2 極東、東南アジアからの留学生数の日米比較 (人)

国 名	日 本 (1987)	ア メ リ カ		日 本 (1987) アメリカ (1985)
		1985	1981	
中 国	7,708	32,400	19,903	1/4.2
台 湾 (中国)	5,693	—	6,605	
韓 国	4,854	16,012	6,457	1/3.3
マ レ ー シ ア	1,123	19,758	7,758	1/17.6
タ イ	763	—	5,388	
インドネシア	546	7,048	3,260	1/12.9
香 港	401	9,193	7,194	1/22.9
フィリッピン	237	—	8,727	

3. 主要先進工業諸国の留学生の受け入れ

1) 主要先進工業諸国と日本の留学生受け入れ数の比較

主要先進工業国の代表としてアメリカ、フランス、西ドイツ、イギリスを選び、日本を加えた上、それらの国で学んでいる留学生の数を表－3に示す。統計のものになる調査年次が異なっているが、日本を除く多くの諸国の留学生数は、ここ数年大きく変わっていないと考えられるので、比較する目的としては十分であろう。

表－3 主要先進工業諸国と日本の留学生受け入れ数

国 (調査年)	総 数	国費奨学金受領者数
アメリカ (1989)	348,745	7,860
フランス (1989)	143,640	8,230
西ドイツ (1988)	91,926	4,791
イギリス (1988)	63,223	2,411
日 本 (1991)	45,066	5,219

日本政府は21世紀初頭に、日本で学びたいとする留学希望者を受け入れるために、10万人の目標を設定し、受け入れ態勢を整えるよう準備を進めている。10万人の留学希望者を受け入れたときに、日本政府の奨学金授与者の目標をその10%と設定し、1万人の留学生が日本政府の奨学金で勉学できるよう準備を進めている。日本で勉学する留学生総数はここ数年急速に増えており、1980年には6,600名程度であったものが、1983年には1万名を、1987年には2万名を超し、その後は毎年5,000名近く増えている。2100年には政府の想定しているように、10万人の留学生が日本で学ぶという目標設定は実現する可能性が大きいものと考えられる。表-3にみられるように、日本で学ぶ留学生が10万人に達したときに、日本政府の準備する奨学金受領者数の1万人という数も、他の先進工業諸国の奨学金受領者数と比較して、現在の状況からは適切な数と思われる。

2) 主要先進工業諸国の受け入れる留学生の出身国

アメリカの受け入れている留学生の出身国のうち、上位10か国を選ぶとアジアの国が7か国をしめている。最多数を受け入れている中国と、10位に位置するインドネシアの留学生数の比は、4.5対1で、上位10か国の受け入れ数はなだらかに分布している。アジア以外で上位10か国にはいるのは、隣国カナダとイラン、ナイジェリアの3か国である。調査年はイランが石油収入をもとに世界の各国に留学生を送り出していた時期であり、イランの留学生はフランス、西ドイツ、イギリスでも上位10か国に入っており、留学生の出身国を調べる上では特異な国と考えるのが自然である。

フランスの受け入れている留学生出身国を見ると、上位10か国中6か国がフランスの旧植民地国である。旧植民地から多くの留学生を受け入れているのが、表-3に見られるように、フランスの受け入れている留学生総数がアメリカに次いで多く、また政府資金による奨学金を世界で最も多く準備している理由でもあると思われる。フランスの政治、経済、工業水準の高さにもかかわらず、アジアからの留学生送り出し国が上位10か国に全く無いのは、フランス語による教育が障害になっているものと想像される。

西ドイツの受け入れている留学生は、西ドイツへの移住民の多いトルコとギリシャが1位と3位をしめ、他にイランが2位に位置している。アジアの諸国からは、韓国が6位、インドネシアが9位に位置しているものの、上位10か国中の残る5か国のうち、4か国はヨーロッパの諸国で、他はアメリカ1か国である。韓国からの留学生が多いのは、西ドイツの工業技術・水準に魅力を感じてのことかと想像される。9位のインドネシアは西ドイツの工業技術・水準の高さの他に、西ドイツで教育を受けたハビビ科学技術応用省大臣の個人的な影響もあるのではないかと想像される。フランスほど極端ではないものの、経済発展の著しいアジ

アからの留学生が少ないのは事実であり、西ドイツでも、ドイツ語になじみの薄い国々からの留学生にとって、ドイツ語が障害になっているものと考えて良いであろう。

4. 日本の留学生教育の問題点

日本で学ぶ留学生の現状、日本から国外に出て学んでいる日本人留学生の留学先、日本と主要西欧先進工業諸国での留学生受け入れの現状を述べた。この現状から得られる結論の一つは、日本で学ぶ留学生にとって、日本語による教育が大きな障害になっているのではないかということであり、他方日本から送り出している留学生の場合には、英語で教育を受けられる国を選ぶ傾向が強く、英語以外の言語は勉学の障害になっているのではないと思われることである。

日本語も含めて、漢字圏諸国であれば、言語の障害は非漢字圏以外の学生程大きくないものと思われるが、留学生と接した数多くの経験からは、漢字圏の学生にとっても、日本語による教育は、英語による教育を受けるよりも困難なようである。

日本語による教育を除いても、日本で勉学しようとする留学生にとって、日本の留学生教育には問題がある。その一つは大学への入学許可の方法である。日本の大学では、留学生も含めて、一般に入学試験を行い、その結果にもとづいて入学を許可する。アメリカを中心とする英語圏の大学では書類専攻によって入学を許可している。このような状況のなかで、まず日本に来て、入学試験を受けて始めて入学が許可されるかどうかが決まるようでは、他国から入学許可を受けた学生は、本来の希望は日本での勉学であっても、他国に行く可能性がある。

世界で留学生を最も多く受け入れているアメリカでもその数は高々35万人程である。日本での目標は21世紀始めに10万人を受け入れようということである。この程度の数の留学生を受け入れて、世界の各国の相互理解や、お互いの経済発展に何らかの影響を与えるためには、留学生の選択にあたって、資質が高く、将来大きな働きが期待できる人材を選ぶことが最も重要である。留学生教育は量の問題ではなく、質に重点を置くべきであるのは自明のことといえよう。質に重点をおく限り、資質の高い留学生を受け入れ易い制度に改める必要がある。本国に居る間に、書類専攻をして入学を許可するよう入学制度を改める必要がある。

西欧先進工業諸国の多くでは、学部あるいは学部相当の教育を受けた後は親の扶養を離れ、独立して生活し、あるいは勉学するのが一般的である。これらの国から留学生を招くためには、何らかの奨学金を準備することが必要である。日本での生活費の高さを考えると、途上国からの留学生の場合、奨学金の必要性は先

進工業諸国の学生よりさらに増す。既に述べたように、日本政府の準備している奨学金の数は、他の先進工業諸国の準備している奨学金受領者の数と比べても遜色はない状態になっている。日本政府の奨学金をさらに増やせばこれに越したことはないが、米国の研究助手や教育助手奨学金と同じような奨学金制度を準備するのが、民間資金を活用する上で最も好ましいのではないかと考える。

アメリカを始めとする英語圏の大学では、研究を進めるには、研究を担当する人の人件費が必要だという、考えてみればごく自然の発想が社会に受け入れられている。大学が外部から受ける受託研究費には、担当する教員の人件費も含め、研究を担当する人員の人件費が含まれている。研究によっては人件費が80%にも達する場合も少なくない。人件費が含まれているので、本格的な研究の受託が可能となる。研究者の人件費を含めることができない日本の国立大学の受託研究の制度には、常々不自然さを感じている。

現実には教育、研究の義務を持っている教員が、研究者の人件費を含まない形の受託研究を受ければ、時間に余裕のあるときに、片手間に研究することにもなりかねない。1年間に数億円も要する本格的な研究の依頼があれば、これを受けるのを躊躇せざるを得ない事態になる。工学系においても、特別に多額の消耗品が必要な場合を除いては、数百万円程度の受託研究を受けるのが多い状況である。今どき、この程度の研究費で、工学系で本格的な研究ができると考える状況ではなく、受託研究に名を借りた寄付と考える方が自然ではなかろうかと想像される。受託研究に、ぜひ研究を担当する研究者の人件費を入れうるよう制度を変えるのが良いと考える。また人件費の単価も、学士号取得後数年を過ぎた優秀な人材に対して、その経験と能力に見合ったものであるべきであるのはいうまでもないことである。

米国の大学に研究助手の奨学金が多いのは、上記の受託研究の制度による、受託研究の中に、研究助手の人件費が含まれており、大学院の学生に、学業の進捗状況に応じて、全時間の内、2分の1の時間を受託研究に当てる（日本の場合週に20時間に対応）、あるいは4分の3を当てることを条件に、その時間数に見合った給与相当の金が奨学金として与えられ、同時に同じ受託研究費から大学に授業料が払われている。経歴、能力に見合った人件費の半額なり、4分3なりが支払われ、授業料も支払われれば、大学院生としての生活が可能になる。米国の大学に、奨学金を貰って勉学している大学院留学生が多い理由である。筆者も1960年代の始めに米国でこの研究助手の奨学金を受け、博士課程を終えることができた。1975年からの10年間に、筆者は東京大学で指導した学部学生のうち、英語圏の大学院で勉強したいという学生10人に、研究助手の奨学金を渡し、送り出した経験がある。大学の教育、研究水準の高さと、奨学金が受領できたことから全員が米

国の大学院に留学した。ほかに英語で教育しているバンコック所在のアジア工科大学院にも奨学金を頂き、10人の学生を送り出している。

上記の事実から、二つのことを強調したい。東京大学での優秀な教え子の留学先を考えたとき、工学系での世界での共通語としての重要性を考え、英語で教育する大学以外は考えなかったことが一つであり、二つめは奨学金が貰える大学を考えたことである。日本の大学院教育を国際化するとき、考えるべき最も大切なことであろう。

5. 東京大学大学院土木工学専攻での日・英両語による教育の状況とその成果

1) 日・英両語による教育を始めた理由

留学生を教育するにあたって留学生と日本人の学生の間に差があるのは好ましいことではない。留学生と日本人学生に異なった規準で学位を授与するような事態は問題外である、留学生を送りだした国の期待に沿うためにも、また教員の多くが留学生教育に熱意を抱いて取り組むためにも、資質の良い留学生を集めるのが第一である。留学生の資質が日本人学生の資質に劣るような事態は避けなければならない。このためには、すでに述べたように奨学金を準備すること、言葉の障害を取り除くために、英語のみで教育を受けることができること、書類専攻によって入学許可をすること、の3つが最も重要ではないかと考えた。

この3つの条件を満足させた上、1982年の10月から東京大学大学院土木工学専攻で大学院教育を始めた。日本政府の奨学金を土木工学専攻入学の留学生に対し、毎年10名頂くよう、文部省の了解を得ることができ、奨学金の準備に成功した。その後、日本政府の奨学金は毎年15名に増え、他にアジア開発銀行から常時8名分の奨学金を頂くことにも成功した。これらの奨学金受領者の他に、各国政府の奨学金受領者、世界銀行の奨学金受領者、日本の大使館で選考を受け、日本政府の奨学金を受領して勉学している留学生が居る。現在では毎年25人前後の留学生が世界の各地から新規に入学し、勉学している。新規入学者に対する語学力の条件は、日本語、もしくは英語力が十分にあることである。大部分の留学生は全く日本語ができない状況で入学してきている。

大量の留学生を入学させ、大学院に国際的な雰囲気を作り出すと同時に、大量の大学院生の存在によって大学の活性を向上させようとしたのも日・英両語による大学院教育を始めた動機の一つである。

日本人学生の英語力の弱さは定評のある事実である。英語に堪能な留学生を数

多く入学させることによって、日本人学生の英語力の向上を期待したのも日・英両語による教育を始めた動機の一つである。留学生にはせっかく日本で勉学するのであるから、希望者には日本語教育の場も提供することとした。留学生はほぼ全員が英語で勉学し、論文指導を受けるのにもかかわらず、日本語の英会話能力を身につけるのも早く、日本人学生との会話は日本語で行われる状態になった。残念なことであるが、動機の一つである日本人学生の英語力の向上は成功せず、完全な失敗に終わりそうなことが、日・英両語による教育を始めて、数年後には明らかになった。日本人学生の英語能力の向上には、留学生の存在のみでは十分でないと気付いたので、1991年から、土木工学専攻で英語教師を採用し、日本人学生を対象に英語教育を始めた。工学系の大学院で英語教師を採用し、専門の他に英語の教育を始めたのは、近年の日本の国立大学では始めてのことであろうと考えている。この英語教育によって日本人学生の英語能力の向上の成果を見守っているのが現在の状況である。

2) 具体的な教育方法

留学生と日本人学生の両者を土木工学専攻の学生として、全く区別せずに教育している。具体的には、土木工学専攻で行っている講義のうち、大まかに言って、全体の四分の一の講義は英語のみ、他の四分の一の講義は日本語のみ、全体の二分の一の講義は、学期によって日本語と英語の両方で講義が行われており、学生が自由に選択できるようになっている。従って、英語だけでも、あるいは日本語だけでも全講義のうち、四分の三の講義が聴講できる。日本人学生が英語の講義を聴講するのは当然として、留学生も一部の学生は日本語の講義を聴講している。各学期に、日本語の講義、あるいは英語の講義のどちらかが多くなるような事態を避けるよう努力しており、日本語、英語による講義の数が半々になるよう調整している。研究指導も本人の希望に応じて、日本語と英語のどちらでも行える体制を調べており、学位論文の発表、質疑も同様に行っている。

英語圏以外の国でも、留学生を受け入れて、英語で教育を行っている国がある。オランダや西ドイツがその代表的な国であろうが、現在のところ、自国語で教育を受ける学生と英語で教育を受ける学生を区別して教育しているのが一般的である。クラス編成や、カリキュラムをはじめとし、すべての面で別の教育をしており、英語で教育を受ける留学生と自国の学生との間の交流は、寮での私的な交流が少しあるだけで、学業を通しての交流は全く見られない状況にある。学位取得に対して要求している学業の基準が異なっている可能性もある。一方、米国や英国のように、留学生自身がその国の言葉の習得に抵抗の少ない国では、留学生を自国の学生と全く区別しないで教育している。土木工学専攻では前者の例は好ましくないと判断したうえで、米国や英国の留学生教育に近い形で留学生教育をしたいと考えた。その結果、一つの専攻内で、日本語を公用語としたうえで、学業

面では英語を準公用語として採用し、現在のような形で大学院教育をしている。学生数は、日本人と留学生がそれぞれ75名前後で、日本語、英語両方を使って教育するのに、丁度良い割合ではないかと思っている。

英語で講義をし、研究指導をする体制を作るうえで直面した最も大きな問題は、日本人はほかの日本人のいる所で英語を話すこと、あるいは講義をすることに心理的に大きな抵抗を感じることであった。日・英両語による大学院教育を提案した教員のうち、厚顔な数人の教員が英語で講義を始め、学位審査の席上、同僚教員多数の席で英語で質問せざるを得ない羽目になった。幸いにして、大部分の教員が英語に堪能であったことと、本プログラムがすでに発足していて後戻りできない事情になっていたこともあって、数人の教員が蛮勇を奮った後は、英語による教育、研究指導は比較的問題なく始まった。

3) 成果

日・英両語による教育の最も目に見える成果の第一は留学生の国籍分布の広がりに現れている。表－4に1991年11月の土木工学専攻の学生の国籍別在学者数を示す。総数149名の大学院生中、留学生が75名で50.3%に達しており、博士課程に限れば57人中50人が留学生であり、留学生の割合は90%弱に達している。台湾からの学生は過去存在したことはあるものの、常に少なく、現在は1名も在籍していない。既に述べた、日本全体の留学生の国別分布とは大きく異なっており、世界の多くの国から留学生が集まってきている。

表－4 在学者の国籍別人数

人 数	国 名
74	日本
17	中国
6	韓国
5	インドネシア、パキスタン、スリランカ、タイ
3	バングラデシュ、ネパール、フィリッピン、ユーゴスラビア
4	インド、エジプト、ブルガリア、フランス、ペルー
1	マレーシア、ベトナム、トルコ、イラン、チェコスロバキア、ハンガリー、ポーランド、チリー、エクアドル、ケニア

留学生の入学が多くなれば学位取得者も増えるのは当然の帰結である。表－5に1982年に日・英両語による教育を始めて以来の修士、博士課程を終了し、学位を取得した人数を示す。

表一 5 修士、博士号取得者数の変化

年 度		1982	83	84	85	86	87	88	89	90	91
修士	日本人	24	23	25	26	30	26	31	29	29	19
	留学生	0	2	4	11	9	6	12	10	12	14
博士	日本人	3	2	2	2	2	4	2	0	2	4
	留学生	0	1	1	3	14	5	9	14	14	22

留学生の修士終了者が1985年以降急増しており、同じく博士終了者が1986年以降に急増している。博士課程の留学生の研究活動にはまことに目ざましいものがあり、日・英両語による教育を始める前と比べて、現在では土木工学専攻の教員、大学院生が関係した論文の発表数は50%近く増えている。この50%は留学生の寄与による論文であり、英語論文が多いのは当然として、質の高い論文も多い。

土木工学専攻に入学が許可される条件の一つは日本語、あるいは英語のどちらか一つに堪能で、来日と同時に大学院生として勉学できることである。土木工学専攻の場合、TOEFLに代表されるような英語の条件は課していない。学部時代の成績を中心に選考を行っている。本教育が始まって以来、200人弱の留学生が入学したが、学部の成績と英語の能力との間にある程度の相関があるようで、英語の能力不足で勉学に困るという留学生は一人も居なかった。勉学にはついていけないものの、タイやインドネシアの学生の英語能力は必ずしも十分であったとはいえない。東京大学で勉学している内に、英語能力が必ずしも十分でない学生の英語能力は目ざましく向上した。帰国後に、仕事で対外折衝をする上でほとんど英語を使っているとのことである。英語で教育を受けたおかげで、日本で勉学し、日本の最新の学問・技術を取得した上、英語を使って仕事をするときにもまったく英語に困ることはなく、日本に留学した仲間の中で特異な存在になっているとの便りを受けている。工学系のように英語が世界の共通語として使われている状況のなかでは日・英両語による教育の利点の一つではないかと考える。

定量的には測れないものの、日・英両語による教育を始めてからの最大の変化は、留学生の質が極端に向上したことである。現在、土木工学専攻で学んでいる留学生の質は世界のどの大学の大学院にもひけを取ることはないものと確信している。このことは、筆者と筆者の同僚がアメリカの大学でPh. Dを取得したときの学生仲間の状態、またアジア工科大学院の経験を通して、十分に確信できるものと考えている。

4) 日本語教育とカウンセリング

日本で勉学し、生活するには、学業面は英語だけですむとしても、日本語がで

きないと、何かと不便である。留学生自身も、せっかく日本に数年滞在するのであれば、日本語を覚えたいと思うのも自然の成りゆきである。日本の大学では、留学生に対して、日本語を集中的に教えるのが一般的である。時間割の組み方も、専門の授業の時間割を考慮せずに組まれている。土木工学専攻では、あくまでも専門の教育を中心に考え、日本語は希望者にのみ教えるのを基本としている。東京大学として行なっている日本語教育に留学生が参加して勉学すると、日本語教育の時間割と専門の教育の時間割との整合が悪いという、広い大学のキャンパス内の移動にも時間がかかる。語学の勉学には少人数クラスが不可欠ということもあって、土木工学専攻独自で日本語教育を行っている。日本語を全く知らない留学生に日本語を教えるため、外国人に日本語を教える教育を受けた、日本語教育の専門家を専攻独自で雇っている。日本語教師全員が英語にも堪能なため、日本語教育の他に、留学生の悩み事のうち指導教員に相談にのってもらうのをためらうような問題について、日本語教育の先生方には留学生のカウンセリング役もはたしてもらった結果になった。日本語を全く知らないで来日したものの、日常生活に不便を感じなくなる程度の日本語を習得するのに要する日数は約3か月程度である。

大学院での教育は、大学に戻り教員になる人や研究職につく人を除いて、実務に直ちに役立つものではないといって良い。大学院での教育・研究の水準の高い大学ほど、大学院での教育、研究内容が実務と離れる傾向があるといえる。途上国からの留学生は、帰国後実務につくことを希望する割合が多く、これらの人たちの場合、大学院教育のあと、何らかの形で実務を経験するのがよい。実務面での日本の工学技術の水準の高さは世界の認めるところであり、折角日本の大学で勉学したのであれば、帰国前に日本企業で実務を経験したいというのも自然である。日本政府もこの考え方を支持しており、学位取得後、日本での実務経験を積んでから帰国することを奨励している。日本企業で実務につくには、読み書きは別として、日本語で論議される専門分野の仕事の会議に参加できないようでは採用してもらえない。このことも励みになり、学位取得後、および帰国後、日本語を全く必要と考えない留学生を除き、大部分の留学生が日本語も熱心に勉学している。土木工学専攻では大部分の留学生が英語のみで勉学を続けるものの、学位取得時の日本語能力は、留学生10名中2～3名を除けば、日本語で教育をしてるプログラムで勉学している留学生と比べて、ひけを取らない水準に達している。日・英両語による教育を始めるにあたって予想しなかった成果である。

5) 東京大学大学院土木工学専攻以外での日本の大学での日・英両語による教育課程

日本の大学の全てが職業人の養成を教育の目標としているわけではない。1982年に東京大学大学院土木工学専攻で日・英両語による教育を始めたのは職業人養成を目的とする日本の大学では、明治以降始めてのことではないかと思われる。

土木工学専攻が英語を用いて教育を始めて以来、英語のみを用いて教育する大学院プログラム、および日・英両語を用い、その選択を学生に任せている教育プログラムが発足している。東京大学では土木工学の他に、都市工学、原子力工学が日・英両語による大学院教育を行っている。土木工学の分野では、東京大学の他に、名古屋大学、横浜国立大学、埼玉大学で同じ大学院教育が行われている。社会科学の分野では、埼玉大学の政策科学研究科で、他に国際大学の国際関係学研究科、国際経営学研究科で英語による大学院教育が行われている。日本での英語による大学院教育は以上で全てであり、学部水準では一部の私立大学で、主として教養教育を対象として英語による教育が行われている状況に過ぎない。

6. 日本の留学生教育に対する提案

ここでは日本の大学の留学生教育の改善策を提案する。この提案はアジアの大部分の国にもあてはまるのではないかと考える。このような提案を実現することによって、将来指導的な役割を果たす人材の、アジア諸国内での留学生交流が推進できるものと考ええる。

1) 大学の教育・研究水準の向上

留学の主たる目的は、出身国との異なった社会環境のもとで若い一時期を過ごし、異文化に触れることによって、人間としての器の成長にあるのではないかと考える。留学は同時に勉学の大きな機会であることも当然のことである。時間距離で測れば世界が小さくなってきていることは間違いの無い事実である。しかし、世界の各国の人々は異なった伝統、文化、宗教のもとで、生活しているのも事実であり、この状況が近い将来変わるとは思われない。将来それぞれの国で指導的な役割を果たすであろうと思われる資質を持った人材が、大学院の修士、博士といった水準の勉学をするとすれば、教育の全てを自国で受けるのは必ずしも良いこととは思われない。既に述べたように、自国民としての人格形成を考えると、大学の学部水準程度までの教育を自国で受けることはむしろ好ましいことと考えられるが、その後の教育は、むしろ環境の異なる他国に留学して受けるのが好ましいと考える。しかし、教育を受ける以上、留学先の教育・研究水準が自国の大学に大きく劣るようでは、本来の目的に対して意味が無くなる。他国から留学生を受け入れようとするとき、その大学の教育・研究の水準を高めることが最も重要である。

東京大学の物理学の水準を有馬総長自身が調べた報告がある。論文数で世界の大学、研究所を比較すると、1位がマックスプランク研究所、2位が東京大学、3位がAT&Tのベル研究所、4位にマサチューセッツ工科大学（MIT）と続く。論文の数だけで比べることには問題があり、質も加えた評価も重要である。質の加え方には種々の問題があろうが、有馬総長ができる範囲で客観的な判断を加え

て評価した結果では、1位がAT&Tのベル研究所、2位がマックスプランク研究所、3位がMITとなったが、この評価でも東京大学は6位に位置し、東京大学は14位のスタンフォード大学、16位のハーバード大学、30位のオックスフォード大学を上回っている。ケミカルアブストラクトにも化学分野の論文の大学別の数が毎年集計されて発表されている。東京大学を始め日本のいくつかの大学が常に上位を占めている。研究成果についての報告であるが、学問水準の高い大学で始めて、水準の高い大学院教育が可能だと考える。この意味で高い研究成果を維持することは留学生を受け入れる上で最も重要なことといえる。

工学分野でこのような調査をした結果を知らないが、留学生を受け入れようとする日本の各大学に取って、教育、研究の水準を高く維持する努力が最も重要である。教員個人のたゆまざる努力が必要である。

2) 大学院中心の留学生教育

自国民としての人格形成を考えると学部教育はそれぞれの出身国で受けたうえ、留学生としての教育は大学院水準で受けるのが良いとの考えをすでに述べた。発展途上国においても多くの国で、国外に出て最新の学問、技術を学ぼうとする少数の優秀な学生に対する学部教育は十分な水準に達している。東京大学土木工学専攻の例でも、出身国の学部の教育水準が低いために、大学院の教育を受けるのに困ったという留学生はいない。大学院で勉学できない程学部の教育水準の低い国も存在すると思われるが、これらの国では高等学校の教育水準にも問題があり、留学して学部教育を受けるにも困難が伴うものと想像される。発展途上国からの留学生の場合、限られた財源を有効利用したいと考えている為政者が、留学生に期待するのは水準の高い教育であり、大学院教育であろうと考えられる。国際交流、技術移転を考えたとき、教育段階が高い程、必要な費用に対し、効果が大きいのも事実である。

3) 高等学校段階からの留学

留学生の主たる目的は、出身国と異なった社会環境のもとで、高度な学問を学び、技術を習得するのが主目的であるのは疑いの余地がない。その反面、世界の国々がそれぞれの伝統、文化、宗教のもとで運営されているのも事実であり、それぞれの国が相互の交流無しに存在し得ないのも事実である。このような状況を考えると、数は必ずしも多く必要としないものの、ある特定の国の生活、文化をその国の人々と同じ程度に身につけ、新聞や論文集、あるいは白書に代表されるような政府の施政方針を述べた文書が自由に読め、理解できる人材も必要である。このためには少なくとも、高等学校段階で留学し、留学先の言葉になじみ、気のおけない友人を多く作ることに努力したうえで勉学に励む留学生の存在も必要であろう。日本政府は中等学校卒業生から優秀な人材を選考し、日本の奨学金で

日本の高等学校で勉学できるような制度を実施していないが、一考に値しよう。この留学生に対しては、高等学校での成績が良ければ、奨学金を延長し大学、さらには大学院に進学させるのがよい。

4) 奨学金制度の充実

留学生の教育は量ではなく質が重要なことはすでに述べた。質の良い留学生を受け入れるには奨学金の準備が何にもまして重要である。税金から直接支出される日本政府の奨学金受領者数は、すでに他の先進工業諸国と比べてもひけをとらない適切な水準に達している。国費による奨学金が増やせれば、これに越したことはないが、自ずから限界があるであろう。

日本人学生、留学生をとわず、大学院生そのものを対象とし、米国での研究助手に対応する奨学金を制度的に整備するのが良いと考える。このためには受託研究費や科学研究費に人件費を含めることが第一に必要であり、会計年度を越えて連続して運営ができるよう制度を根本的に改める必要がある。受託研究費に人件費を含めるのが民間資金を活用するための最も近道であろう。

民間の奨学金がもっと多く準備されても良いと考える。政府の準備する奨学金が他の先進工業諸国と比べて適切な割合になっているのに対し、民間の奨学金の数は他の先進工業諸国、特にアメリカと比べてはるかに少ない状況にある。さらに日本政府や送り出し元の政府、世界銀行、アジア開発銀行等、公的機関の奨学金がほぼ勉学に必要な全ての費用を含む額となっているのに対し、日本の民間の奨学金は勉学に必要な費用の一部しか負担しないものが多い。これでは各国の富裕家庭の子弟のみを援助することになりかねず、家庭は貧しいものの資質の高い留学生の援助になり難い。勉学と同時に仕事をして勉学に必要な費用を自分で稼ぐのが良いとするとの話も耳にするが、資質に優れた高度な学問の習得を目的に留学している学生に、勉学に取って何の助けにもならない雑職に時間を使えというのは理解に苦しむ。民間財団の真剣な再考を期待したい。

5) 英語による教育

既に繰り返して述べた問題である。工学のように日本の特殊性が少なく、世界に共通する学問分野では、教育・研究成果は国際的な資産となる。英語による成果の発表が必要である。研究成果の国際的な流通の面からも、今や工学分野の共通語として用いられている英語を日本語と同時に公用語として採用し、学内に流通させるのが良いと考える。このとき、当然のことながら、少なくとも大学院水準では教育面でも日・英のどちらの言語でも勉学できる態勢を整えるのがよいと考える。

英語を用いて教育、研究するのに対し、日本で学ぶのであれば、日本語で勉学するのが自然である、という素朴な反対論がある。日本に滞在するのであれば、日本を理解して頂き、日本文化に通じて頂ければこれに越したことはないと考えている。しかし、大学院の教育や研究の目的は専門の学力を向上させることであり、また途上国からの留学生に対しては技術協力、技術移転であると考えてるのに対し、日本文化の理解は日本の大学の留学生教育の中心課題ではないと考える。最も重要な目的に対して、最も障害の少ない言語を教育、研究手段として使うのは当然と考える。

英語を用いて教育するとしても、日本の大学の全ての大学院で直ちに可能とは思えない。学問、教育の水準が高く、英語で教育する力があり、意欲のある特定の大学を選んで、多数の留学生をまとめて教育するのが現実的な施策であろう。一方、日本の多くの大学に国際的な雰囲気を持ち込むために、留学生をまとめて教育する大学院の他に、少数の留学生を教育する大学院、大学、高等専門学校があるのも良いことであろう。1組織当たりの留学生数が少なければ、日本語の教育、および日本語での専門分野の教育も含めて、日本での留学に伴う種々の障害にも十分に対応できよう。

7. おわりに

日本での留学生教育の現状を紹介すると同時に、日本での留学生教育にとって最も大きな障害となる日本語の困難を日・英両語を用いて解決している例として、東京大学大学院土木工学専攻の状況とその成果を記した。これと共に留学生教育全般に対する筆者の考えを述べた。

留学生教育にとって最も重要なこととして：1) 受け入れる大学の教育、研究水準を高く維持し、留学生が勉学する先として魅力ある大学にすること、2) アジアの諸国の場合、他国の言語を学ぶことの困難さを避けるために、言語に依存しない学問分野では、英語を用いて教育する態勢を整えること、3) 留学生教育にとって重要なのは量ではなく、質と考えるべきであり、家庭の裕福さと無関係に資質の良い学生を留学生として選ぶのが良く、そのためには奨学金の準備が必要なこと、4) 留学生の効果を期待すると一般には教育水準の高い所に重点を置くのが良く、大学院教育に重点を置くのが良いこと、をあげている。

アジア諸国内の留学生交流が、今後盛んになることをアジア人の一人として期待したい。アジアでは最も進んだ工業国である日本からの留学先を見ても、中国が第3位に位置し、6位のフランスを抜いている。フランスにはおよばないものの、韓国、香港が第7位、8位と続き、第9位のドイツを抜いている。台湾もドイツに次ぎ10位に入っている。好ましい状況だと判断する。アジアの漢字圏以外

の国々への留学生の増加を期待したい。東京大学の土木工学科の毎年の卒業生は50人前後である。卒業直後に留学する先は米国に1～2名、アジア工科大学院に1～2名である。アジア工科大学院に留学する理由は、教育水準の高さの他に、英語による教育、奨学金の受領、それに数多くの国から来ている将来有望な留学生と一緒に勉学できることにある。反対に、他のアジア諸国に留学しないのはこれらの条件の多くが満たされないことによる。本文の最後に、アジアの諸国が留学生の受け入れ態勢を整備し、近い将来、域内の留学生交流が増えることを期待して、本文を終えたい。

冷戦後のアジア太平洋情勢

評論家 山 室 英 男

私は当面のアジア・太平洋情勢についてお話ししますが、時間の関係もありますから、言い尽くせないところがあるかと思いますので、時間が許せばご質問をいただいて、私なりの考え方を補足説明したいと思います。

最近この1カ月ぐらいのあいだにも、皆様方よくご存じのとおり、7月には韓国と中華人民共和国が国交を樹立しまして、たしか10月だったと思いますが、盧泰愚韓国大統領が北京を訪問する。そして来月23日から28日まで日本国天皇が北京・上海、西安を親善訪問する。さらに昨晚このライライ・シェラトン・ホテルの部屋でテレビを見ていたら、12月にはエリツィン大統領が北京を訪問するといふように、このところ北京を中心にしてアジア情勢が動いているような印象を強くします。

後で申しあげますが、私は今日のアジアの情勢について多少危惧をしています。それは皆様方の中にはご異論があるかもしれませんが、今日のアジア情勢をひと事で言えば、それは「アジアの軍事化」の進行だろうと思います。中国をはじめとして中華民国も、そのほかのフィリピンにしても、マレーシア、シンガポール、インドネシア、タイ、いずれも昨年から今年にかけて軍事予算を著しく増大させる傾向があります。そういうことを中心にお話していきたいと思います。国際情勢の見方というのは、皆様方一人ひとりがお持ちになっているだろうと思います。言い換えると、人の数だけ国際情勢があると言ってもいいくらいです。私の話は多少偏っているところがあるかもしれませんが、皆様方がすでにお持ちの国際情勢とつき合わせて、ご参考にしていただければありがたいということでお話をさせていただきます。

いわゆる冷戦が集結して、アメリカのブッシュ大統領がニュー・ワールドオーダー「新世界秩序」、というような言葉を初めて使ったのは一昨年1990年の5月のことでして、言ってみれば湾岸戦争が始まる前です。それから湾岸戦争が起きたりいろいろなことがあったわけですが、今日の国際情勢というのは、これは誰でも言うことですが、「新世界無秩序」の状態がいま続いています。どういう秩序がこれからかたちづくられていくのかということについては、正直に告白して私にはよくわかりません。おそらくこれからまだ5年、あるいはひょっとすると

今世紀いっぱい、新しい秩序のようなものが見えてこないのではないかというくらいに、歴史の推移を見守るつもりでいます。

冷戦が終結して、たしかに米ソのあいだの核戦争の危険は遠のいたわけですが、このデタントと言われる状況に入ってからすぐ、旧ソビエト国内で紛争が続発しました。あるいは湾岸戦争も起きました。そしていま旧ユーゴスラビア連邦で引き続き悲惨な戦争が続いています。核超大国であった米ソのあいだの緊張が緩和される、なくなったとは言いませんが、大幅に緩和された場合に、局地紛争が多発するという経験は、われわれもかつてフルシチョフ氏が旧ソビエトの書記長在任中に、やはりデタントの時代で、かつ「局地紛争多発の時代」を経験したことがあります。

歴史は繰り返すなどと簡単に言いますが、これはかなり問題のある言葉です。70年代にアメリカでできた言葉で、「緊張量不変の仮説」というのがありました。これもゼロサム的な考え方ですが、緊張量不変の仮説というのは、要するに地球上にはいつも等量の緊張量というものが存在していて、その緊張量がただ移転するにすぎないという仮説です。これも実は相当乱暴な話ですが、一面の説得力を持っているように思います。

現実には、かつて日本が中華民国との国交を断絶し、中華人民共和国と国交を結んだことがありましたが、当時たとえば日本と中華人民共和国、北京とのあいだの緊張量を5とし、日本と中華民国とのあいだの緊張量が1だったとすると、東京－北京間の緊張量は両国が国交を回復したことによって、5が3減って2になったとします。そうするとその3は消えてなくなるのではなくて、明らかに政治関係は断絶し、不便を生じたので、一時的にそれまでの東京－台北の緊張量がそれまで1だったのが、北京のほうから3移ってきて突然4になってしまった。つまり東京－北京－台北を結ぶ三角のあいだの6という緊張量は変わらないんだという非常に単純な説明の仕方をし、かつそれはヨーロッパを舞台にし、中南米を舞台にし、各地で存在している緊張量がそれぞれに移動しながら、世界全体が一つのネットワークになっているわけですから、地球上の緊張量は総量として変わらないんだという説明がなされたわけです。

緊張をボリュームで、あるいは数値で示すことができれば、国際政治学者は大変楽です。そうなれば先ほどのようなスライドでいろいろ数字を示して、明快にご説明できるんだと思いますが、今日まだ緊張を数値で表すことはほとんど不可能とされています。貿易量がどの程度だとか、あるいは人間の往来がどうだとか、あるいは資本の相互投資の額がどうだとか、そういうものを手掛かりにして2国間、3国間というか、マルチ、バイの関係の緊張量を示そうなどという努力がなされたことがあります。これもいまのところ失敗とは言いませんが、まだ成立していません。そういう説明をしても、実は今日の国際情勢を説明したことにはならない。だいたい歴史は繰り返す。だから今日また70年代のような状況になっている。似ているんだというわけですが、そう簡単に歴史は繰り返すと言ってみ

たところで、現状を説明しているようには思えない。

そこで私は歴史を見る目と言うか、国際情勢を予測する際のわれわれの姿勢として、かつて1932年の……1932年という今とちょっと状況が似ているかもしれませんが、世界不況の真ただ中に、フランスの詩人であり哲学者でもあったポール・ヴァレリーという人が「歴史について」という講演をしました。もちろん後にこれは本になりました。その中でヴァレリーが言った言葉は、いまでもフランスから出ている名言集のようなものには必ず出ている言葉で、皆さんの中にもご承知の方がおいでかと思いますが、「われわれは後ずさりしながら未来に入っていく」と言いました。つまり、国際情勢もすべて過去のもので、われわれが見ているものは、われわれが前に見えるものであって、われわれは明日何が起きるかわからないという状況で世界の中で生きているというわけです。

これは当時の状況の説明をするのに大変説得力がありました。はるかかなたに、たとえば1000年前、もうちょっと手前のところで、500年前の人類の歴史をわれわれは見るができる。学ぶことができる。一昨日が足のつま先から10センチぐらい前ですが、昨日が本当に足元で、そして後ずさりしながら未来に入っていく。歴史に対する人間の、ある恐れというか、未来に対する謙虚さを表している。よく言われるのは、われわれは未来に対してチャレンジするというような、腕まくりをして歴史の未来にわれわれが参画していこうという言い方が一般的ですが、案外そうではなくて、明日何が起きるかわからないという恐れ、謙虚さを持たないと、まず国際情勢を見る姿勢として違っているのではないかというわけです。かつてわれわれが経験したことのないような今日の国際情勢の激変の中にあって、ポール・ヴァレリーの言った60年前の言葉を思い返す時期ではないかと考えます。

しかしながらわれわれは歴史を見ることができし、歴史を学ぶことができる。かつわれわれは歴史から学ばなければならないという限りににおいて、歴史は繰り返すのではないかということも当然用意しておかなければならない考え方だろうと思います。なぜ繰り返すかという話は、また後で時間があったらお話しさせていただきますが、そういう考え方で今日のアジア・太平洋の情勢を考えると、世界の各地域を比較して、今日アジアというのは極めて危険な状況にあると私は考えています。もちろんこの危険を克服することはできると思います。

なぜかと言うと、去る6月18日だったと思いますが、通商SIPRIとひと言でいいますが、ストックホルム国際平和研究所、ストックホルム・インターナショナル・ピース・リサーチ・インスティテュートという常に軍備、あるいは軍縮問題を研究している機関がありますが、昨年1991年の武器の輸出入状況について報告書を出しました。その報告書の特徴は、一昨年1990年までは世界の武器マーケットは地域として中東地域が世界一だったのが、昨年1991年はアジア地域が中東地域を抜いて世界の武器輸入地域になったということでした。中にはいろいろ細かいことがありますが、傾向として昨年は全世界の中でアメリカが51%の武器輸出国になりました。これはもちろん金額で表したものです。そして昨年は旧ソビ

エトが驚くなかれ18%と激減しました。

実はこれが怖いんです。ご承知のとおり今年1992年のソビエトの武器輸出額は来年の6月ごろははっきり発表されると思いますが、膨大な数字になり、かつその輸出先は主としてアジアだろうと予測させる状況が今日毎日続いていますから、そうなるとアジアにおけるアメリカと旧ソビエト、あるいはフランス、あるいは中国というような国々の武器輸出額が急激に増大し、これだけヴァレリーの言葉に反して申しあげることができると思いますが、来年発表される世界の武器貿易の統計によれば、アジア地域はそれこそ驚くほどの武器を買い込む地域になっているだろうと思います。

今朝の私のホテルの部屋に入っていた『チャイナ・ポスト』のトップ記事は、おそらくこの新聞だけではないと思いますが、アメリカがF16戦闘爆撃機を台湾に売却することを決定したという記事でした。そしてそれがどういうわけか、「この決定はリパブリック・オブ・チャイナにとってインポート・ビクトリー、大変な勝利を意味する」という記事になっています。私が先ほどの緊張量不変の仮説をご紹介したのは、世界中でアジアに武器を売り込んでいるという状況を、われわれはどう受け止めるかということなんです。私は個人的には、いまはちょうど不況でもありますから、アメリカのF16の中華民国に対する売り込みのこの記事についても、記事のうしろのほうで、これを作っているゼネラル・ダイナミックスが失業者を出して……。何機売るかはちょっとはっきりしなかったもので、先ほど記者席においでになった中華民国のジャーナリストに、ハウ・メニー・プレーンズと伺ったら、ワン・ハンドレッド・アンド・エイティーだと言っていました。180機もF16の戦闘爆撃機を買うことになったという話でした。これも相当驚くべき数字です。(あとで、これは150機の間違いだったことが判った。)

こういうことを考えながら私が思うのは、後でご異論がありましたらお尋ねいただきたいのですが、ちょうど第一次世界大戦のころマクマホン宣言とかバルフォア宣言を主としてイギリス、あるいはフランスなどが乱発して、今日の中東におけるアラブ諸国とイスラエルとの固定的な対立関係を確立したことに似ている、列強諸国の武器マーケットとしての大変無責任な行動ではないかと心配しているわけです。この理由として、当然のことながら皆様方は、そして私も、中国がかねてから軍事力の現代化、特に湾岸戦争がはずみになったと伝えられていますが、昨今急激に装備の近代化、あるいは飛行機、旧ソビエトからスホーイ27を60機……。60機というのは上限だ。60機以上は売らないとモスクワは北京に言ったそうですが、目一杯の60機を北京がモスクワから買うというようなこと、あるいは中国海軍の増強、その増強の理由として常識的に挙げられている南沙群島の警備、かつデンバーに本社のあるクレストン・エネルギー・コーポレーションが試掘権、試しに掘る権利を去る5月8日に北京で調印したわけですが、その際のクレストン側の要求、つまり南沙群島2万5000キロの水域の試掘権を獲得する際に、北京政府に対して安全な操業の確認をして、かつそれに対して北京政府はこのアメリカ

の石油屋さんに対して、中華人民共和国海軍のフルサポート、フルガードという言葉を使っていますが、全面的なガードをするからということのを約束して試掘権をクレストン・エネルギー・コーポレーションに売ったということのをクレストン社長が言っています。その談話も今ここにあります。

そういう油の利権を中心とし、軍事力をも巻き込んでいる今日のアジアの情勢について、大変憂慮しているというのが私のお話です。私は今日はそのほかに朝鮮半島の情勢、および日本国天皇はなぜ中華人民共和国に行くのかというようなことについてもお話を予定していましたが、あっという間に時間が過ぎてしまいました。かつ昨晚通訳の方から、できるだけゆっくりしゃべってくれというお話がありまして、ちゃんと中国語で正確に伝えられたと思いますが、とりあえず私の話はそういうものの見方をご紹介して、また後に譲らせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

21世紀に向けてのアジア太平洋経済の展望

埼玉大学・大学院政策科学研究科 下 村 恭 民

1. 世界の成長センターとしてのアジア太平洋地域

アジア太平洋地域が、現在、世界で最もダイナミックな経済活動を示している地域であることについては、改めて述べるまでもないであろう。ここでは、近年のマクロ経済パフォーマンスの概要を示すにとどめたい。

尚、このペーパーでは、アジア太平洋地域という時、東アジアおよび東南アジアの（すなわち、タイ以東の）発展途上国を指すこととする。アジアNIES（韓国・台湾・香港・シンガポール）、ASEAN、中国、インドシナ三国などが主要な構成メンバーである。

1-1 経済成長

表-1は世界の経済成長の長期トレンドを示したものである（本表の東アジアは、フィジーなど太平洋地域の途上国を含む以外は本ペーパーのアジア太平洋地域に等しい）。アジア太平洋地域が一貫して高い成長力を維持してきたこと、しかも、時間の経過とともに他の地域との間の差が顕著になってきたことが分かる。特に1980年代においては、アジア太平洋地域の高成長力は途上国の中で抜群であった。（インドシナ三国、フィリピンを例外とする）

表-1 一人当たり所得実質成長率（年率）の推移

	1965-70	1970-80	1980-90
先進国	4.1%	2.4%	2.4%
途上国	3.3	3.0	1.2
東アジア	3.6	4.6	6.3
南アジア	1.4	1.1	3.1
サハラ以南のアフリカ	0.6	0.9	-0.9
中南米	2.5	3.1	-0.5
中東・北アフリカ	6.0	3.1	-2.5
欧州	4.9	4.4	1.2

（出所）世界銀行「世界開発報告」

1-2 物価

これだけの高成長を遂げたにもかかわらず、アジア太平洋地域では基本的には物価の安定が維持された。特に、成長パフォーマンスの良い国々が、中国を例外としてインフレーションの問題に直面しなかったことは、特筆すべきであると考ええる。物価の推移については表-2を参照。

表-2 物価上昇率（年率）

	1965-80	1980-90
世界	9.2%	14.7%
途上国	16.7	61.8
東アジア	9.3	6.0
南アジア	8.3	8.0
サハラ以南のアフリカ	11.4	20.1
中南米	31.4	192.1

（出所）表-1に同じ

1-3 対外債務

1970年代後半から1980年代半ばにかけて途上国を取り巻く国際経済環境は非常に厳しかった。二度にわたる石油危機、それに続く一次産品の価格低迷、国際金利水準の高騰などによって途上国の国際収支構造は大きな打撃を受け、困難を乗り越えるための対外借入が累積債務問題を深刻化させた。その中でアジア太平洋地域の債務問題は軽度であった。世界銀行の定義による「重債務国」の数は41カ国に達するが、この地域の国は全く含まれていない（中南米10カ国、サハラ以南のアフリカ24カ国）。

経済成長、物価、対外債務の各視点から見て、アジア太平洋地域の経済パフォーマンスは申し分なく、この間の経済政策、マクロ経済運営が優れていたことを物語っている。

2. 発展の過程における経済構造の転換

経済発展は単なる量的拡大ではなく、アジア太平洋地域では幾つかの興味深い構造変化が生じた。主なものは以下の通りである。

2-1 輸出の高度化

アジア太平洋地域経済の近年の特徴は輸出が急速に伸び輸出主導型の成長だったことである。表-3に見るように、この地域の輸出成長率は国際的に見てきわめて高かった。同時に、輸出の内容にも大きな変化があった。表-4は1965年と1990年の二時点をとって輸出の商品別構造の推移を見たものである。域内各国に共通する特徴は一次産品の比重の大幅な低下である。一次産品に代わって機械や

表－３ 輸出増加率（年率）

	1965－80	1980－90
世界	6.6%	4.3%
途上国	4.1	4.1
東アジア	8.5	9.8

(出所) 表－１に同じ

表－４ 輸出の商品別構造の推移

	一次産品		機 械		繊維・繊維製品	
	1965	1990	1965	1990	1965	1990
東アジア	69%	31%	5%	22%	13%	19%
韓国	40	7	3	37	27	22
台湾	59	43	4	36	15	15
香港	6	4	7	23	52	39
シンガポール	65	27	10	48	6	5
マレーシア	94	56	2	27	0	5
タイ	97	36	0	27	0	16
インドネシア	96	64	3	1	0	11
フィリピン	95	38	0	10	1	7

(出所) 表－１に同じ

表－５ 世界の輸出に占めるアジア太平洋地域の比重（％）

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1989
アジア NIES	2.9	3.0	2.2	2.7	4.0	6.3	8.5
ASEAN			1.6	1.9	2.5	2.5	2.6
中国	1.4	0.7	0.6	0.7	0.9	1.5	1.8
計	4.3	3.7	4.4	5.3	7.4	10.3	12.9
日本	3.1	4.9	6.8	6.9	6.8	9.8	9.4

(出所) 経済企画庁

繊維製品の比重が上昇している。NIESの場合には機械、ASEANの場合には機械と繊維製品の両方で伸びている（ただしインドネシアはまだ繊維中心）。

このような主力輸出商品の変化からも窺えるように、日本が賃金水準上昇などで国際競争力を失った分野にNIESが参入し、NIESが競争力を失うとASEANや中国がその市場を獲得するというパターンが観察される。いわゆる「雁行型発展」であり、地域内に輸出の高度化を通じたダイナミズムの波及が生じたのである。

世界貿易に占めるアジア太平洋地域のシェアは、こうして大幅に上昇した(表－５)。

2-2 地域内経済関係の緊密化

2-2-1 域内貿易依存度の上昇

表-6に見るように、NIES、ASEANの域内貿易依存度が上昇した。特にNIESの場合にこの傾向が顕著だった。

表-6 アジアNIES、ASEANの域内貿易依存度

(域内貿易額/域内GNP X 100)

	1970	1980	1989
NIES	2.51	4.98	6.24
ASEAN	0.86	0.95	1.35

(出所) 表-5に同じ

2-2-2 直接投資による域内資金フローの緊密化

1985年から1989年の期間におけるアジア太平洋地域への資金フローの構成をみると、公的資金53%(うちODA40%)、民間資金47%となっている。公的資金の場合ODAを中心に日本からのフローの比重が圧倒的に高い。民間フローのうち直接投資が約9割である(89年)が、直接投資に近年大きな構造変化が生じている。

表-7は1986年、1988年、および1990年における各国に対する直接投資の実績(認可ベース)を示したものである。プラザ合意以降に日本からASEAN諸国への生産拠点の大幅な移動が生じたが、最近ではASEANおよび中国での最大の投資主体はNIESであることが分かる。日本を追う形で投資者としてのNIESが台頭した結果、アジア太平洋地域における資金面での相互依存関係は急速に緊密化している。

3. 経済的成功の主要因

3-1 米国市場の存在

前述のように、アジア太平洋地域の経済発展は輸出主導型であった。これを可能にしたのが輸出先としての米国市場である。表-8はNIES、ASEAN諸国の輸出先の構成であるが、対日原油輸出の大きいインドネシアを除くすべての国で米国が最大の比重をしめている。

表-8では日本の比重に増加傾向は見られない。ただ、プラザ合意以降の生産拠点の移動によって、日本とこの地域の国々との間の通商関係が、それ以前の「垂直的分業」(日本が原材料を輸入し、製品を輸出)から「水平的分業」(相互に製品を輸出)へと変化したと考えられるので、アジア太平洋地域にとっての輸出先として日本の比重が上昇するものと期待される。この関連で日本の製品輸入比率を見ると、1980年代後半に急速に上昇し、1985年の31%から1989年の50%へと変化した。その後は横這いで推移している。まだ米国市場の負担を肩代わりするまでに至っていない。

表一 7 各国への直接投資の構成（グロス、認可ベース）

		日 本	米 国	アジアNIES
韓 国	86	38.9 %	35.4 %	4.5 %
	88	54.3	22.2	1.2
	90	29.3	39.5	2.6
台 湾	86	36.0	19.5	9.2
	88	40.7	12.7	12.2
	90	39.7	25.9	11.9
シンガポール	86	41.3	37.3	N.A.
	88	41.7	35.3	N.A.
	90	32.0	47.6	N.A.
インドネシア	86	40.6	16.0	10.5
	88	5.8	16.6	34.7
	90	25.6	1.7	29.7
フィリピン	86	28.5	28.7	10.2
	88	20.2	32.3	29.7
	90	31.8	6.2	39.9
マレーシア	86	11.1	3.3	23.7
	88	27.9	12.6	35.3
	90	28.5	3.0	47.8
タ イ	86	43.3	7.0	15.7
	88	49.0	10.8	27.4
	90	19.2	7.7	62.2
中 国	86	11.7	14.5	59.8 *
	88	16.1	7.4	66.5 *
	90	10.5	8.4	63.7 *

*マカオを含む

(出所) Edward Chen, Teresa Wong-Kwong "The Newly Industrialized Economies in a Rapidly Changing Asia Pacific" 1992

表－８ アジアNISE、ASEAN対日本とアメリカへの輸出比重

		日 本	アメリカ
韓 国	80	17.4 %	26.5 %
	89	21.6	33.6
台 湾	80	11.0	34.1
	89	13.7	36.2
香 港	80	4.6	26.2
	89	6.2	25.3
シンガポール	80	8.1	12.5
	89	8.6	23.3
マレーシア	80	22.8	16.4
	89	16.0	18.7
タ イ	80	15.1	12.7
	89	16.5	21.2
インドネシア	80	49.3	19.6
	89	42.2	15.8
フィリピン	80	26.6	27.5
	89	20.4	37.9

(出所) 表－５に同じ

３－２ 適切な経済政策

アジア太平洋地域においては、他の地域に比較して優れた経済運営が行われ、近年の経済実績に相当程度貢献していると判断される。特に次の二点を強調したい。

第一は、二度にわたる石油危機の際の対応ぶりである。石油危機の“外圧ショック”を克服するために世界の途上国がとった政策の比較分析についてはベラ・バラッサの優れた研究がある。バラッサの研究結果によると、アルゼンチン、ブラジル、メキシコなどの中南米諸国が主に対外借入で時間稼ぎを試み、累積債務問題を深刻化させたのに対して、韓国、台湾、シンガポールなどのアジアNIESでは、緊縮政策、輸出振興、輸入削減などの措置が重要視された。また、タイは、特に第１次石油危機の際に同様の対応をした。なおインドネシアは産油国のため置かれた状況が違う。この地域ではフィリピンだけが前述の中南米と似た対応をしてパフォーマンスを悪化させた。⁽¹⁾

第二は、1980年代に生じた一次産品価格の低迷への対応である。多くの途上国が従来の輸入代替工業化路線に固執する中で、アジアNIESやタイ、マレーシアは、以前から輸出志向型で工業化への転換を試みていたが、工業製品価格に対して一次産品価格が不利化する中で、この努力が成果をあげた。この点で、フィリピンの転換は非常に遅れた。

3-3 中国系企業家の貢献

経済発展成功のカギは民間部門における企業家層の活動である。この地域では（韓国の場合を除いて）中国人または中国系の企業家がダイナミズムの伝播に大きく貢献した。これは、ASEAN地域で特に重要な要因と考えられる。この過程で、中国系企業家の活動領域が、以前の商業・流通・金融から懷妊期間の長い生産部門へと移行したことが注目される。この背景には政治・社会の安定がある。タイにおける中国系住民の現地社会との融和の成功は代表的な例と言えよう。

4. 21世紀への展望

21世紀へ向けてのアジア太平洋地域の経済展望はどうだろうか。ここでは、今後予想される国際環境と域内の経済社会の変化を考慮し、前述のような成功要因に今後とも期待できるかどうかを考慮しながら、検討したい。

4-1 計量モデルによる予測結果

今後の世界経済の動向について各種の計量モデルによる予測が行われている。一定の前提を設けた上ではあるが、いずれも、アジア太平洋地域の好調さが継続することを予測している。たとえば、WEIS世界経済モデルは1990～2000年の期間における実質経済成長率を、世界2.9%（年率、以下同じ）、途上国4.05%、先進国2.6%に対してアジアNIES5.7%、ASEAN5.7%、中国3.8%としている。この結果、アジア太平洋地域の世界経済に占める比重は1990年の10.2%から2000年には11.9%へと上昇する（表-9）。⁽²⁾

表-9 WEIS 世界経済予測

経済成長率		世界経済の比重			
(1990-2000平均)			1990	1995	2000
先進国	2.6%	アメリカ	23.0%	22.5%	22.0%
		E C	22.6	21.8	21.2
日本	4.1	日本	10.2	10.8	11.4
アジアNIES	5.7	N I E S	1.8	2.1	2.4
A S E A N	5.7	A S E A N	1.7	2.0	2.2
中国	3.8	中国	6.7	7.1	7.3

穏当な結果と思われるが、これが実現するための前提条件について以下に検討してみよう。

4-2 雁行型発展は継続できるか

日本からNIES、ASEAN・中国へと波及した経済発展のダイナミズムが、さらに、拡大するフロンティアは十分に見いだされる。ベトナムなどインドシナ三国、中国内陸部、シベリア沿海州、北朝鮮などがそれで、時期には相当の差があるだ

ろうが、いずれも雁行型発展のシステムに組み込まれることは確実であろう。その意味でアジア太平洋経済の将来性は大きい。

4-3 米国市場依存から脱皮できるか

地域経済圏形成の動きが制約条件にならないか

これまでのような米国市場依存の輸出主導型発展は明らかに限界に来ている。米国市場に代替するものとして次の二つの可能性がある。

まず日本市場が製品吸収機能を大幅に高めなければならない。この点について日本側でも努力が続けられているが、効果が十分とは言えない。限界を打破するためのブレイク・スルーとして、日本の一層の市場開放に関する政策対話を目的とした域内円卓会議の開催が有効と考える。

同時に、アジア太平洋経済の拡大と緊密化それ自体が域内諸国の輸出拡大を容易にするであろう。マハティール首相の「東アジア経済協議機構」(EAEC)のような明示的な経済圏か、現在域内に幾つか見られる自然発生的な地域経済圏のようなものかは別にして、何らかの形で経済関係緊密化は進展しようから、それが、域内・域外双方に対して新しい貿易拡大の機会を提供すると期待される。

いずれにしても、自由貿易体制のメリットを最大限享受してきた日本およびアジア太平洋諸国としては、保護主義や経済ブロック化の動きに対する歯止めの役割をはたさねばならない。

4-4 その他の留意点

4-4-1 NIESの技術開発努力

雁行型発展のパターンが行き詰まらないためにも、NIESの産業高度化の継続は不可欠である。その成功のカギは技術開発政策の革新と体系化であろう。

4-4-2 環境対策

この地域では経済活動の進展に伴って環境劣化が顕在化してきている。特に中国の環境汚染の深刻化が憂慮される。アジア太平洋地域の経済発展が持続的 (SUSTAINABLE) なものであるためには環境との両立が最重点課題であり、そのために、省資源・省エネルギー、公害防除などの面で政策措置の強化が不可欠であろう。

引用文献

- (1) Bela Balassa, "Adjustment Policies in Developing Countries: A Reassessment", WORLD DEVELOPMENT, Vol. 12, No. 9, 1984
- (2) 渡辺、梶原、高中「アジア相互依存の時代」、有斐閣、1991

閉会の言葉

東京外国語大学教授 中 嶋 嶺 雄

最後に中嶋先生より日本側の全体の結論と提案をしていただきたいと思います。

余傳韜理事長、川島廣守理事長、ならびにご婦人の皆様、また諸先生方、私は日本側を代表いたしまして、この閉幕式で結論ならびに提案について提出することができますことを、大変光栄に存じます。アジア・太平洋地域の発展と科学技術シンポジウムは、皆様方の大々的なご協力、とりわけアジア・太平洋科学技術協会、三陽工業公司、また本田財団のお世話をいただきまして、大変すばらしい成功をおさめました。私はここに心から感謝の意を表します。

20世紀の最後の時期になりましたが、この時、世界における国際関係の枠組みはまさに大きな変化を遂げつつあります。ソ連が急激な解体を遂げたことは、歴史の変動の歯車が大きな轟音を立てて動いていることを示していると思います。国際社会はまさに冷戦構造ならびに共産主義という二つの基軸から脱却し、歴史的な大きな変化を遂げつつあります。このような発展に対し、私どもがどうしても指摘しなければならないのは、日本および貴国を代表とするアジアのNIES諸国が活力に富んだ見事な成果を上げ、そしてこのような発展のために大変大きな積極的な役割を果たされたことです。アジア・太平洋地域の新しい発展は、全世界に大きな影響をもたらしています。ただ私個人は、こうしたなかでの最大の懸念は中華人民共和国の最近の軍事化と軍拡の問題だと思っていますが、全般的な国際緊張の緩和は、アジア・太平洋地域の内部に多角的な変化をもたらしました。現在アジア・太平洋地域において、かつて国際関係のテキストの中にはなかったような、一つの新しい国際関係がまさに形成されつつあります。

このような時にアジア・太平洋地域のNIES諸国の中において、最も順調な発展を遂げているのは台湾であり、それは世界経済に対して大きな影響をもたらし、日増しにその影響力は増大しています。昨年の1年の台湾の貿易総額はすでに1400億ドルを超過しています。これは、経済大国を標榜している日本の4分の1以上になっています。またこのシンポジウムの中でも話されたように、台湾の外貨の保有高はすでに世界のトップを占めています。そして学識の大変豊富な、また洞察力に富んだ立派な政治家である李登輝総統の導きのもとに、台湾はまさに新しい飛躍を実現しようとしています。このような新生台湾は大陸中国との関係においても、また国内における政治改革、とりわけ民主化の面においても、着実な進展を遂げています。

今日アメリカを先頭とする西欧諸国、また旧ソ連、あるいは東欧諸国、および中国大陆においても、またモンゴル、北朝鮮等の国々でも、いずれも台湾の成功

に対し、また台湾の経験に対して大変高い評価を与えております。それと同時に台湾の政治的發展は、極めて顕著であります。目下多党制の実現、また選挙制度の改革など一連の憲政改革が進められています。これだけではなく台湾の政治改革はさらに一步發展をとげるでしょう。このような進展の過程を経て、台湾と中国大陆の關係はまた新たな交流の段階へと突入するでしょう。台湾海峡兩岸の情勢は大いに緩和しています。大陸沿岸の各省に対する台湾の經濟的、社会的な影響力は日増しに増大しています。

諸先生方、私は科学技術の方面の専門家ではありませんが、世界においては科学技術が社会の發展を促す原動力であると思います。とりわけ科学技術と文化、また環境保全、および保健などの關係が、社会の發展を促すという考え方はすでに普遍的な見方になっています。このたびのシンポジウムは2日間の大変熱心なディスカッションを経て、私たちは一つの結論を得ました。つまりわれわれ二つの国家が手を取り合って、21世紀を目指して理想的なアジア・太平洋地域の新秩序を打ち立てるために、苦樂を共にし、また協力して問題を解決していくコンセンサスを打ち立てていかなければなりません。

もしも貴国のアジア・太平洋科学技術協會と私ども日本の本田財団が、今後引き続きこのようなチャンスを提供してくださることができれば、私は大変光榮に存じます。私はまたこの点での中国側の皆様方のご協力を仰ぎたいと思います。

最後に日本側を代表して、中国側の代表のいろいろなおもてなしに対し、心より感謝の意を表します。諸先生方どうもありがとうございました。

これでシンポジウムのスケジュールはすべて終わりました。皆様方どうもありがとうございました。

(以上の閉幕スピーチは、中国語で行われたものの和訳です。)

発 行 者 宮 原 弘 光
発 行 所 財団法人 本田財団

〒104 東京都中央区八重洲 2 - 6 - 20

TEL. 東京 03 (3274) 5 1 2 5