

本田財団レポートNo.48
第43回日経ハイテクセミナー
「21世紀技術社会の展望」

財団法人 本田財団
日本経済新聞社
日欧技術人フォーラム

1985年6月5日

東京 経団連会館国際会議場

◎Programme

Chairman of the Seminar:

Dr. Reikichi SHIRANE

President of Telecommunications Science Foundation

Part 1:

Lectures on "Science and Society"

Speakers:

Dr. Heinz FISCHER

*The Honourable Federal Minister for Science and Research,
Austria*

(Science and Society)

Professor Ilya PRIGOGINE

Free University of Brussels, Belgium

(Exploring Complexity)

Professor Umberto COLOMBO

President of E.N.E.A., Italy

**(Technological Change and Its Effects on
Society, A View from Europe)**

Part 2:

Panel Discussion on "Innovation and Society"

Discussants:

Dr. Hubert BILDSTEIN

President of Austrian-Japanese Technological Society

Mr. Jiro USHIO

President of Japan-Europe Technology Forum

Mr. Yuzaburo MOGI

Managing Director of Kikkoman Corporation

Professor Masahiro MORI

Tokyo Institute of Technology

◎プログラム

1部 基調講演『科学と社会』

「Science and Society」

オーストリア科学研究大臣 Heinz FISCHER

「Exploring Complexity」

ブラッセル自由大学教授 Ilya PRIGOGINE

「Technological Change and its Effect on
Society」

イタリア国立エネルギー研究機関総裁

Umberto COLOMBO

2部 パネルディスカッション

『技術革新と社会』

司会：電気通信科学財団理事長 白根禮吉

ウシオ電機株式会社社長 牛尾治朗

東京工業大学教授 森 政弘

オーストリア日本技術人会議会長

Hubert BILDSTEIN

キッコマン株式会社常務取締役

茂木友三郎



このレポートは昭和60年6月5日、経団連会館において、本田財団、日本経済新聞社及び日欧技術人フォーラムが共催した第43回日経ハイテクセミナーでの講演をまとめたものです。

1部 基調講演 「科学と社会」

科学と社会

オーストリア科学研究大臣 ハイנטツ・フィッシャー

議長、
紳士、淑女の皆様、

本日この有意義な会合にお招き頂き、お話する機会を得ましたことに対して、「日経ハイテクセミナー」を主催された日本経済新聞社と本田財団、および日欧技術人フォーラムに対して、心から感謝の意を表したいと思います。私としてはまたこの機会に、ベルギーのノーベル賞受賞者の1人であるプリゴジン教授や、イタリア国立エネルギー研究機関（ENEA）総裁のコロンボ教授ら、国際的に著名な方方と同席できますことを光栄に思うとともに、大いなる喜びとするものであります。

私としてはこの高い水準のシンポジウムが、ハイテクノロジー時代が人間社会に対してもつ多様な意味をよりよく理解する上で、さらにいっそうの貢献をするものと確信するものの1人です。

それに関連してここで想起したいのは、本田財団の常務理事の上田太蔵氏とオーストリアの中央貯蓄銀行、および商業銀行総裁のカール・バク氏の提唱によって、日本オーストリア技術人会議が創設されたのが、ほんの昨年のことだったということです。同会議がウィーンで最初の両国間セミナーを開いて非常な成功を収めたのは昨年10月のことで、私としては今回、東京でこの重要な会議に、オーストリアからかくも大規模な代表団が参加できたことを非常に喜びとしています。私は科学研究相として、日本オーストリア技術人会議が創設されたことを心から喜んでおり、それが今後圧倒的に重要になるこの分野で、私たち両国間の協力に新しい道を開くものと確信しています。

私としては、それがこの称賛に値する努力において最大限の成功を収めることを心から期待したいと思います。

現代テクノロジーと社会との間の相互の依存関係は今後も、この20世紀末の中心的なテーマの1つと

なり続けるものと思われま。第二次世界大戦後はいわばこのテーマのもとで経済再建の政策を練り上げられ、科学と技術の発展を通じて、人口の大部分に対する社会福祉が、未曾有の規模で拡大されてきたのです。しかし近年、その底を流れるメロディーのハーモニーに、痛々しいまでに耳ざわりな調子が加わってきています。テクノロジーと社会はもはや進化への一対（つい）の道ではなく、歴史における進歩への力がその道に沿って勝ち誇って突進するだけではないことが分かってきたのです。テクノロジーはもはや積極的で自律的な駆動力であり、人間の要求に答えて自由に展開する発明の才の表現だとはみなされなくなっています。他方、社会の方もそうした発明の才が生み出す素晴らしい果実の単なる受身の受益者でもなければ、その反ユートピア的変形である解き放たれたテクノロジーの破壊力の救いのない犠牲者でもないというわけです。

過去10年の歩みのなかで明らかになったことは、テクノロジーと社会とが互いに複雑に結び付いているだけでなく、一時的なループを形成し、まだ十分には理解されていない長期的、潜在的な過程にあるということです。その理由の1つは私の考えでは、私たちの古い思考習慣に求められます。実際にも私たちは「テクノロジー」が、仮想的な対応表の一方の側にあり、「社会」がその反対側にあると考えています。私たちの社会生活、政治生活のなかには、そうした分極化を裏付けるような指標がたくさんあります。その双方にそれぞれ異なる一連の制度があって、それぞれの任務や機能を委ねられているわけです。その双方にそれぞれ異なる職業的価値、展望、職能をもつ人々がいます。私たちはみな個人的経験からエンジニアや科学者その他の「技術」人と、政治や官僚機構のなかで働き、あるいは古いヒューマニスティックな価値を職業とする人々との間のかけ橋が、いかに乏しいものであるかを知っています。私たちは一方ではテクノロジーが合理的思考や目標指向型の論理的手段の至高の表現であり、他方では

社会、とくに政治が厄介で予測が難しく、感情に左右され、非合理的な浮沈にさらされるものだという考え方を、ある程度まで身につけてしまっているのです。最近の大規模テクノロジーをめぐる社会的な論争を細かく分析すると、そうした見解も疑問に思えてくるのですが、とにかく以上のような見解がなお幅広く受入れられ、それが相互間の不信と誤解を拡大しているのです。

現代テクノロジーと社会の間の分裂はしたがってそれとは逆の共通のレトリックにかかわらず、なお存在し続けていることとなります。人々はそれぞれの見解にしたがって二つのものの一方が「問題をはらむ側」であって、他方が「解決する側」であると決めつけがちです。当然のことながら、この二つのもの間には密接な相関関係はなく、何らかの解決が明らかに、新たな問題を引き起こすとみるわけです。私の考えではしかし私たちは全体として、この分裂の二つの側にそうした役割を与えているのです。私はここで皆様方に対して、いくつかの顕著な例をお示ししたいと思います。

過去10年、テクノロジーは何とんでも一般の人人の間で、問題をはらむ側であると受け取られるようになりました。正直なところ、テクノロジーのいっそう容赦のない拡大に限界があることについて、新しい社会的、政治的な意識が生まれたといえるのです。環境の悪化は、これまでも増えています。大規模に目立つようになり、地域の湖や森林にはじまって全バイオスフェア（生物圏）に広がって、暴走することを許されてきたテクノロジーに対する疑いもなく最も強力な警告信号になっています。環境に対する見方に真の革命が起こったわけで、そこではテクノロジーがチェックされコントロールされることなく拡大したことの結果が完全に問題であってそれが、さもなければ積極的で有益な経済成長という側面をさえ脅かすとみなされるに至ったのです。西側民主主義国の実際上すべての国の政府は、すでによく知られているように環境問題で抗議運動や市民のイニシアティブ（発議）の圧力のもとに置かれていて、地域的、国際的規模の環境の脅威に対して十分に警戒的になっているだけではありません。これら諸国の政府は最近、私の国の政府もそうであるように積極的に対応して、前面的な前向きの子防措置を講じ、それが実際にも新しい政策の舞台の一つともなっているわけです。環境政策は経済成長のための諸政策との間で、新たな均衡と合成とを求める

ものになっています。森林の酸化はなかでも最も目立つものの一つに過ぎず、まだ未解決の問題も少なくないのですが、問題の全領域にわたる新たな保護措置やインセンティブ（誘因）、環境政策は全体としては社会的な「解決の側」として登場してきています。参加デモクラシーという政治メカニズムは、最初はゆっくりとスタートしたのち、いまでは新しい挑戦となっています。参加デモクラシーはテクノロジーの進歩にともなう利益と危険のより平等な配分を確保するとともに、意志決定の過程への住民参加の新たな手続を保証するという問題と取り組んでいるわけです。少々簡略化した言い方ではありますが私たちはこの場合、テクノロジーが環境へのマイナスの影響によって“代表”され、テクノロジーの短期的、長期的な望ましくない影響が、社会意識と政治的問題解決能力のなかに、うまく組み込まれたといえるのです。

現代テクノロジーの問題の側面とされがちな第二の大きな問題群に対しては、以上のような結論はまるで当てはまりません。（とくに情報テクノロジーの領域での）いっそうの技術開発がもたらす勤労生活の未曾有の再編や、それにとともなう社会的影響の全面的拡大は、まだその全容さえ明らかになっていないのです。それがもつ潜在的な解放効果は不幸なことに、数多くの働き場所が失われることに対する恐れによって、影が薄れてしまっています。すでに最も深刻な問題として欧州を覆っている構造的な失業が、テクノロジーのいっそうの進歩によってさらに悪化する可能性があるのです。それに対してはまだ納得のいく解決は見えてきていません。欧州ではいまのところ無数の地域的、全国的な雇用のためのイニシアティブと社会的な実験が行われている段階でその効果をどう評価するかもまだこれからなのです。にもかかわらず社会民主主義の理念にコミットしている政府としては、そうした状態をいわば自然の法則のようなものだとして、あるいは、さもなければ非近代化する産業を再構成するために当然支払われるべき代価として、黙って受け入れるわけにはいかないのです。私の考えではまた、社会が潜在的に二極分解するような傾向を無視するといったことは、どの政府にとっても受入れられないことなのです。半分の人々が働き場所を確保して収入や地位、社会的な特権と、それにとともなう利益とを享受する一方で、残りのさまざまな住民グループからなる細分化した半分の、社会が関心や統合能力を失う結果、一

時的、恒久的に限界的な存在に陥る危険にさらされるといったことは、とうてい受入れることはできないのです。

私たちはここでテクノロジー・イノベーションのマイナスの側面に触れることとなります。古くゆっくと死んでいく産業は過ぎ去った時代の革新的な産業以外のなにもものでもないのです。にもかかわらずそうした社会の一部であり、その生計をそこでの雇用に依存し、その仕事によって過去数十年の間、その技能や資格、生活様式を形づくってきた人々を老朽化した機構の一部だとして簡単に投げ出してしまふわけにはいかないのです。新しい解決—それはたぶんテクノロジーの誕生つまりイノベーションだけでなく、その老朽化をも管理するための新しい社会テクノロジーのようなものになるでしょう—が緊急に必要とされるのも、そうした背景においてなのです。

問題の側と解決の側との間にあるギャップは、私たちが次の問題群について検討するとき、少なくとも小さな中立国の立場からみた場合、さらに大きいものになります。私がいいたいのとは科学、技術上の創造力がますます潜在的な破壊目的に使われるようになっていくということなのです。社会の側では、社会のなかに組み込まれてテクノロジーを軍備競争の文脈のなかに追いついでいく力にどう対処したらいいのか、まったくわからないでいるのです。だからといって私たちは、テクノロジーだけを非難することができるでしょうか。他にもテクノロジーを突き動かす社会的な力があって、それがよりよい国際協力の形や地球的な問題解決機構を生み出す上で私たちの能力を損なっているだけなのではないのでしょうか。現在では社会が地球的な規模で、それ自体の破壊的な側面を制御する上で、挑戦を受けているのではないのでしょうか。

私たちはしたがって、テクノロジーが問題を引き起こす側にあり、社会が問題を解決する側にあるとみるかどうかは、人々の考え次第だと考えることができます。そうした見方は、いろいろな矛盾について警告してはいるのですが、相互関係のダイナミックスをとらえているとはいえないのです。また立場は容易に逆転することができます。下水システムは19世紀末に疫病をなくす上で医学知識のどのような進歩よりも多くのことを成し遂げたわけですが、テクノロジーの歴史家はそれらのシステムから最近の汚染制御技術に至るまでの多くのテクノロジーの

例について、社会の発展がもたらした問題を「解決」したものとして、歴史を書き直すことができそうです。

実際にも大多数のエンジニアたちはなお、自分自身の職業的な役割りをそのように定義しています。これに対して社会の側が、どのようにして果てしなく一連の問題を生みだしているかを知るのは容易なことなのです。問題が生み出される理由としては組織の能力の不足や政治的コンセンサス（意見の一致）を生みだすメカニズムの崩壊、さらにはさまざまな形での社会的崩壊が不可避となって、テクノロジーの側からの要求に対して十分、急速に対応できないことなどがあげられます。矛盾の存在を指摘できる例は、容易にいくつも頭に浮かんできます。私自身の国では唯一の原子力発電所の運転の開始が国民投票の結果によって否定されたままで、反対派が新たな国民投票の実施について、議会での審議を拒否しているため、まだ運転開始のめどは立っていません。政治的な折衝は明らかに失敗し、その一方で技術的解決が不変のままになっています。

テクノロジーの側と社会の側の双方がそれぞれ問題を生みだし、あるいは解決を生みだして、そのどちらがどちらであるかを容易にはっきりと区別できないとすれば、結局は双方の間の相互依存関係をもっとまじめに取り上げる必要があるわけです。私たちはこの点で、最新のコンピュータのハードウェアとソフトウェアの間の関係にも比べられるような相互の依存関係に直面するのです。その把握は、それらの相互補完性を認めた場合にのみ可能なのです。

実際にもそれは、近代化の歴史のなかから引き出し得る教訓であり、それが今日、地球的な規模で展開しているイノベーションのダイナミックスの挑戦となっているのです。産業の近代化はかつてイングランドで、特別の経済、社会、テクノロジー条件のもとで始まりました。その波は一方ではフランス、ドイツ、そしてのちにロシアに拡がり、他方では大西洋を越えて拡がりました。そこではたとえば労働力の相対的な不足といった社会的な条件の大きな違いが、生産の過程への機械のいっそう急速な普及を可能にしたのです。技術史家たちは先発、後発の近代化や、あるいは先発、後発の新技術利用のそれぞれの相対的な利益、不利益について、長々と論じています。先発の近代化または技術利用者はしばしば、とくに産業革命の場合がそうだったように社会の観

点からだけではなく、資本の投下という点でも高い代価を支払わなければなりません。先発者はまた、前例のない制度的な調整や組織のイノベーションについても、実験しなければならないのです。後発者はそれに対して原則的に、先発の競争者の誤りに学ぶことができます。自己の必要に応じてすでに他で実験済みの解決を取り入れ、それに適応することができるのです。後発者はしたがってプラス、マイナスの影響をよりよく評価し、その間のバランスをとることができます。また純粋に経済という観点からすると、新製品や新しい生産プロセスのコストは普通は、あとからやってくるものに対して大きく低下するのです。

早期の近代化やイノベーションはそれにもかかわらず、一番乗りを果たしたというしばしば国家的な栄誉だけでなく、一般的に活力を高めるという効果を生みだします。技術におけるイノベーションは、社会の他の領域に対しても強い近代化の力をおよぼし、それ故に期待される技術上のスピノフ（副産物）以外にも、さらに幅広い社会的、制度的な副産物をもたらすのです。そして最後に競争のゲームに固有の望ましい目的、つまり一番乗りの満足や、勝者になりたいという望みがあるわけです。

今日、高度に工業化した西側世界は、再び厳しい競争のゲームの最中にあります。それに対する利害関係が大きいのは、この競争がテクノロジーを目指すものだからであり、それが未来を形成し、生産や消費、生活様式、あるいは市場支配をも決定することになるからなのです。それは生活が大きく変わるという点で、あたかもそれらの社会のすべてが前もって同意しているようにみえます。新しい「創造的」なテクノロジーがR&Dマネジャーの研究プランのなかにすでに存在して、具体的な実現を待っています。しかし私たちは歴史の教訓を忘れてしまったのでしょうか。そこにあるのは競争だけで、私たちの間には互いに学び合うべきことはもう何もないのでしょうか。

日本を訪れて、そこで私たちが再会するのがとくに大事なのも、そうした文脈においてなのです。日本は遅れて近代化し、一定の分野でその競争相手に追いつき、追い越すことさえできた国として、印象的な記録を誇っているというだけでなく、たいへんユニークな方法で、テクノロジーの未来を指向しています。日本は基礎テクノロジー、とくにエレクトロニクスをマスターする方向へ向かっています。そ

こで強調されているのが三つの分野、つまりエネルギーの制約の克服と生活の質の向上、そして新しい知識集約産業です。新しい発展への鍵としては新素材テクノロジーやバイオテクノロジー、新しい機能テクノロジーがあげられています。日本ではいまGNP（国民総生産）の20%までが、新しいハイテク産業に向けられ、1990年までにGNPの4%を研究開発に支出することが目指されています。それにもなう産業上の優先の洗い直しとそれにもなう大規模な再編は、日本にとって第二次世界大戦以来、あるいはたぶん明治以来の最も重要な方向の転換であることを示しています。

日本のある分析者の控え目な言葉によりますと、日本はこの過程で継続的に貢献できました。貢献というのは日本自身の技術的、社会的発展に対してだけでなく、さもなければ日本が無視していたユニバーサリズムの原則に対してなのです。

「日本では過去一世紀にわたってテクノロジーの概念が伝統的に精神（ドイツ語で「ガイスト」または思想）のそれと対置され、西側の文化と結びつけられてきました。日本の精神と西側のテクノロジーとを調和させることは、19世紀末の理想でした。それ故に日本は日本のテクノロジー・システムを支える理念を明らかにする必要を感じず、テクノロジーの背後あるいはその内部にある理念それ自体の存在についてさえ考えることはなかったのです。しかし日本が、21世紀型の新しいテクノロジー・システムの構想を発展させたのは、たぶん日本の人類に対する重要な貢献の1つといえましょう」。

私たちが社会的、文化的な多様性から学ぶ一方で、全力をあげて追求しなければならないのも、そうした21世紀のための新しいテクノロジーの概念なのです。それには「社会的テクノロジー」といったものも含まれねばなりませんし、技術革新が単なる新製品の開発以上のものを含んでいることをはっきりと認めることも必要です。私が日本の研究計画を正確に理解しているとすれば、日本の計画は衣食住や健康、移動、教養（教育）、レジャーなどの人間的要求（ヒューマンニーズ）をはっきりと意識したものになっています。それぞれの分野での技術のイノベーションの一般的な役割りは、製品開発のため資源の配分をも含めて、それらのイノベーションを導入すべき社会の網目の概念と並行して、進められているのです。社会的テクノロジーがどんなものであるかを示すために、日本では「ソフトサイエンス」という言

葉が使われています。ソフトサイエンスというのは基本的には予測とか分析、計画の立案、複雑な問題に対する評価など、科学的な方法を使った社会管理の方法なのです。しかしソフトサイエンスの特徴は、私たちがそれをサイエンスという言葉と関連付ける場合、西側の人々の耳にはやや風変わりなものに聞こえます。それらは直観的で、規範的で、学際的です。それらはシステム・アプローチや問題解決を指向しています。それらは漠然としていて、しかも未来を指向しています。それよりさらに風変わりに聞こえるのは、そうした手法が適用される場所なのです。それは大規模な計画立案部門でもなければ特別の科学施設でもなく、ソフトサイエンスは實際上、職場のいたるところで実施されるのです。

日本が西側のテクノロジーや経済開発に追いつくのに成功したことは、盛んな研究の対象となる一方で、よく理解できることではありますがその文化的な「違い」の故に、人々を不思議がらせています。主として北米の著者によって書かれた本で図書館が一杯になる程ですが、これらの著者たちが目的としたのも、日本が「ナンバーワン」になったことを説明する隠れた要因を見出すことでした。なかでも米国の著者たちを驚かせたのは、日本が情報の組織的な研究に大規模にコミットし、同時にそれを活用しているということです。日本の終身雇用や従業員に対する福祉へのコミットメント（これは米国の企業の慣習とは対照的です）もそうです。政府と産業界との協力もまた、米国でのパターンとははっきりと違った「見える手」となっています。最後に最も重要なのがコンセンサスづくりであり、グループとしてのダイナミックなメカニズムの探求です。それがたとえば「稟議」制度に現われているわけです。

欧州の人々は日本のようなマネジメントや、テクノロジー政策システムは、あまり経験したことがありません。というより彼等自身、そうしようとしたこともほとんどないのです。欧州の人々はまたたぶん日本のように「他」によっては、そうは影響を受けない傾向があります。というのも彼らは最初から自国内で、いっそうの文化的多様性を経験しているからです。私自身はまた同時に塩基性酸素炉の技術革新の例についての話を讀んだとき、やや当惑したことを認めなければならないのです。この炉は1952年にオーストリアで生まれたあと、直ちに日本に採用され、導入されて1960年代に日本の鉄鋼産業の国際競争力を劇的に強化する上で大きな要因となった

ものです。この例はオーストリアのこのイノベーションを異なる背景のなかにただ移すというだけでも数多くの技術的、社会的障害があることを物語るとともに、私たちが克服できなかったそうした障害を克服する上で、日本が非常な才能を発揮したことを立証しているのです。

日本の技術的ソフトウェアと社会的ソフトウェアは、疑いもなく西側諸国のそれとは異なる新しい形態をとっています。歴史や伝統、文化という点で西側社会とは大きく異なる日本の社会のなかで、テクノロジーと社会とがどのように複雑にからみ合っているかを解きほぐすことは、魅力のある話題ですが、私たちはここではそれについてこれ以上深入りすることはできません。しかしそこから私たちのこのテーマにとって、次のような数多くの結論が導きだせるのです。

(1)テクノロジー的決定論については、それについてのどんな概念も問題なく無視することができる。近代化やイノベーションには、唯一の方法というものはない。過去においてもそうだったし、将来もいっそうそうなると思われる。

(2)社会は当初の固有の弱さを強さに転化する能力をもつ。このことは私が日本の例から学んだ教訓の一つである。物理的な環境や、その長期にわたる人口密度の高さからくる厳しい制約が逆境に直面してマネジメントの意識を強化している。日本における戦略の意味は、西側の合理的な計画立案のそれとは異なっており、私たちが自ら制御できない出来事に対する一般的な準備の意識を意味している。

(3)テクノロジーはその使用、適応という点で科学の場合よりも文化に拘束されることが多く、そのいっそうのイノベーションという点では、社会のインフラストラクチャーや制度的な枠組み、社会の態度に大きく依存しているので、未来のテクノロジーはたぶん、組織上のソフトウェアの要素をより重視したものになる。このことはもはや人々が機械の延長ではなく、それと補完しあう存在だとみなしなければならないことを意味する。人々は使い棄てのスペアの部品ではないので、貴重な資源として育てる必要がある。そうした「人間パラダイム」には、数多くの意味がある。それは教育システムの再構成から組合が果たすべき新しい機能にまでおよんでいる。

(4)政治的な次元ではマネジメントの技法や労使関係が政府と産業界との間の関係の場合と同様に、一つの社会テクノロジーとなって、個々の社会開発の状

況とテクノロジーの成熟とを結び付けることになる。組織がますます複雑になるにつれて私たちはまた、従業員の側でのいっそうの参加を目指す傾向を認めることができる。私たちは一般に比べてより高度な形の協力を期待することができる。

(5)未来のテクノロジーはまたいっそう明確な社会的要素を含む結果、望むらくはそれが国家間のより高度な形の協力へと導くことによって、社会的イノベーションの新しい機会を生み出すことになる。しかしテクノロジーと社会との関係の歴史が示すように、より高度の形の協力は利害の対立なしには達成され得ない。しかし人間の能力を拡大し、社会の福祉を高めるために、ハードウェアとソフトウェアがうまく組み合わせられれば、対立はたぶんいつの日か抑制されて、生産的な目的に向けられ得ることになる。

以上、ご静聴に感謝します。

複雑性を探る

ブリュッセル自由大学教授

テキサス大学（オースチン）教授

EC特別顧問（科学技術担当）

イリヤ・プリゴジン

古典的な見方によれば、いわゆる単純な現象と、複雑と見ざるをえない現象との間には、ハッキリした区別がありました。たとえば運動や、完全気体や、化学反応などに関するニュートンの法則は、疑いもなく「単純」とされました。逆に生物学的な作用は「複雑」と考えられ、また経済学とか都市計画とかの人間の活動は、さらに「複雑」なものと考えられました。このような立場からすれば、古典科学の目的は、たとえ複雑なシステムの中にも、その底を流れるなにか単純な基礎段階を発見することにあります。このような基礎に隠されているのが、決定論的な自然法則であり（量子力学の場合には波動関数がそれに当たります）時間的に逆転しうる可逆的なものと考えられました。過去と未来が同等の役割を果たすわけです。しかし、こうした基本的な単純性はなかなか確実につかまりませんでした。

ところが今日では科学に対する概念の見直しが、きわめて幅広い形で行われています。どこを見ても、目に入るのは進化であり、多様化であり、不安定性であります。以前から知られている通り、私たちを取り巻く世界は多元的な世界であり、その中で展開する現象は決定論的なばかりでなく、確率論的でもあります。決定論的現象として観察されるものには、たとえば摩擦のない振子や、地球を回る月の弾道軌道の運動などがあります。摩擦のない振子の運動は、また可逆的でもあることが分かっています。

しかし、作用によっては、非可逆的なものも存在します。拡散や化学反応などはその例でしょう。また自然現象の多様性の原因を、宇宙の始まりの「ビッグ・バン」に際してプリントされたプログラムのせいにする、という逆説を避けようと思えば、確率的な作用が存在することも認めざるを得ません。こうして20世紀の始めからなにが変わったかといえ、それは可逆的なものと非可逆的なもの、決定論的なものと確率論的なものとの相対的な重要性に対する私たちの評価です。⁽¹⁾

1例として、気候の長期変動を考えてみましょう。

私たちは地球の気候が、過去に大きく変動してきたことを知っています。ここ2～3億年の間に地球を支配した気候条件は、現在の状態とは著しく異なっています。約2百万年前に始まった第四紀は別として、この時期には大陸にほとんど氷がなく、海面が現在の高さより約80メートルも高くなっていました。それが第四期に入ると一連の氷河期が現われ、平均して10万年の周期で地球を襲いました。しかもこの波には、かなり大量の「雑音」が混じっていました。私たちの歴史に大きな影響を与えたこれらの激しい変動は、一体なにが原因なのでしょう。「太陽から受けるエネルギーの強さが変わった」と考えられるような兆候は、なにもありません。

気候の時間的変動は「複雑な作用」のいい例ですが、この場合にも古典的物理学の観点からすれば、気候の複雑性をなにか基本的なもののせいにならざるを得ないでしょう。そこには多数の変化要因が働き、気温の決定に作用している、という考え方です。とすれば、この状態は「大数の法則」が生み出す結果と似ており、きわめて多くの例を扱えば、変動はガウス分布を示すこととなります。

ダイナミック・システムの働きに関する帰納的研究が最近進んだ結果、私たちは微分方程式を通じて結ばれた独立変数の数を決定できるようになりました。これらの方程式を解けば、実際に観察された気温の時間的変化を満足させる結果が出てくるわけです。この分析⁽²⁾は、思いがけない発見につながりました。「気候を決定する独立変数の数は4つしかない」と分かったのです。従って、観察結果の複雑性を、現象の底に横たわる何物かに帰することは、もはや不可能になりました。それどころか「気象システムには内在的な複雑性と予測不可能性が自然に備わっている」と考えざるをえなくなったのです。

それとはまったく異なった分野で最近行われた研究⁽³⁾によれば、深い睡眠状態にある脳の電氣的働きを脳波(EEG)で調べてみると、1つのフラクタル・アトラクタでモデル化できることが分かります。熟睡時のEEGは、5つの変数が関係した力学として表わすことができますが、これもまた驚くべきこ

とです。というのは、脳がやはり内在的な複雑性と予測不可能性を備えたシステムとして働くことが、それにより示されているからです。

こうした不安定性があればこそ、目覚めた状態での感覚に関する入力を増幅することができるのです。人間の脳がもつ力学的複雑性が偶然のものでないことは、言うまでもありません。むしろ不安定だからこそ脳の作用に選ばれたに違いないのです。生物学的進化とは、動的不安定性の歴史ではないでしょうか。それが人間という存在に特有な「創造性」の基本要因となっているのです。

驚くべきことは、まだまだあります。弾性振子などは力学の最も単純な例のひとつですが、このような場合でさえ、予想外の複雑性が発見されています。(4,5) 一部の簡単な化学反応についても同様です。こうして今日では「単純」と「複雑」、「秩序」と「無秩序」を隔てる溝が、従来考えられてきたより狭くなったように思われます。

複雑性が見られるのは、生物学や人間科学の面に限りません。それは物性科学の分野にも侵入しつつあり、自然界の法則に深く根ざしているようです。

こうした新しい進歩は、決定的な重要性をもつ可能性があります。従来、多くの科学者は「未知の領域は物理学の最前線にしか存在しない」と思っていました。宇宙論とか素粒子論などの分野がそうです。ところが今日では、巨視的な物理学や化学、つまり人間的規模の現象を扱う分野への関心が急激に高まりつつあります。このような傾向には、3つの原因があると思われるので、それをご説明しましょう。

- (1) あとで申し上げる通り、これが基本になっているいろいろな新しい技術的用途が生まれる可能性があり、また地球生物圏の主な性質に対して理解を深めるのに役立ちます。
- (2) 数理物理学から得られる新しい理論上の手段を生物学や人間科学の面に転用する可能性が生まれます。従って従来の「ハードな科学」と「ソフトな科学」という区別は、時代遅れになります。
- (3) 複雑性の基本となる性質は、非可逆性と確率性の2つですが、これらの概念はいまや、自然研究の基礎レベルに浸透し始めています。

II

「物理学や化学の分野で最初に複雑性に取り組んだ科学は熱力学である」と言えるでしょう。熱力学

の基本法則はいわゆる「第二法則」で、「孤立系においてはエントロピーが増大する」というものです(詳細は参考文献1および5参照)。

熱力学の関心は長いこと「平衡状態の孤立系」に向けられていました。それがいまでは非平衡状態に関心の対象が移り、エントロピーの流れを通じて周囲の環境と作用し合う系が中心になりつつあります。このような相互作用は、研究対象の系が環境の中に「はめ込まれている」ことを意味します。ということは、都市や生物系などの対象に我々がただちに近づけることを意味します。これらは環境に密着しているからこそ生きて活動していけるのです。

古典力学との間には、もうひとつ基本的な相違があります。たとえば、なにか別の天体が地球に接近してくるとすると、これは地球の軌道に恒久的な変化を与えることになるでしょう。力学系は、外からの力による摂動を忘れることができないからです。

しかし「放散」の作用を含めて考えると、これは事実ではなくなります。減衰する振子は、最初の摂動がどれほど大きくても、やがては平衡の位置に戻ります。

ところで系を平衡状態から大きく揺り動かすと、平衡状態付近で系の振舞いを支配していた「アトラクタ」が不安定になる場合があります。それは系に向けられる物質とエネルギーの流れによる結果です。こうして非平衡状態が1つの秩序の源になり、新しい種類のアトラクタがいろいろ出現する可能性があります。これらは、以前のものより複雑なアトラクタです。その結果、系には新しい時間と空間の構造が与えられます。これについて、今日広く研究されている2つの例を取りあげてみましょう。

いわゆる「ベナールの不安定状態」は、自発的な自己組織化を起こさせる不安定状態の著しい例です。この不安定性は、横になった液体の層に縦方向の温度勾配が生まれた場合に起こります。そこでは下の面が一定の温度に保たれ、上の面より熱くなっています。このような境界条件の結果、下から上へ向かう恒久的な熱の流れが確立されます。

わずかな温度差に対しては、熱が伝導により充分伝えられ、対流は必要ありません。しかし、加えられる温度勾配が一定の敷居値に達すると、それまでの定常状態(液体の「静止」状態)が不安定になり、対流が起こり始めます。これは膨大な数の分子が足並みを揃えて同じ方向に動くことを意味し、それにより熱の伝達率が高められるのです。適当な条件の

下では、対流は系の中に複雑な空間的構造を作り出します。

この現象には、もうひとつ別の見方があります。「熱の流れと重力の2つが関係している」という考え方です。平衡条件の下では、厚さ1センチ程度の薄い層に対して、重力はほとんど影響を及ぼしません。ところが平衡状態から大きく離れると、重力が巨視的な構造を与えるようになります。

非平衡状態の物質は、平衡状態の場合よりも、環境に対してずっと敏感です。私の好きな言い方に従えば、平衡状態の物質は「めくら」ですが、平衡状態から遠く離れると「ものが見える」ようになります。

次に、化学的振動の場合を考えてみましょう。ここで扱う化学反応は、化学物質を適当に加えたり、廃物を取り除いたりして、状態を調節できるものです。そのうち2つの成分が、それぞれ同程度の量の赤と青の分子から成っているとします。これらを混ぜ合わせた結果は「一種のぼやけた色になって、ときおり赤や青の斑点がちらつくのではないか」と思われるかもしれませんが、実際にはそうなりません。こうした化学反応のうち、ある種のものはずべて、容器全体が赤になったかと思うと、こんどは青になり、また赤に変わる、という順序を繰り返します。化学反応が時計の振子のように揺れ動くのです。これは私たちの化学反応に関する直感に背きます。⁽⁶⁾

以前には、化学反応といえば「分子が無秩序に動きまわって、でたらめに衝突するところから起こる」と言われていました。しかし定期的に変動するため時間を合わせようとするれば、分子が互いに「通信する」ことが必要です。つまり、この場合には分子を越えた大きな規模の働きが、時間的にも空間的にも化学作用によって生み出されているのです。

このような化学反応の「振動」の発生に必要な条件は、自己触媒作用（自触作用）または交差触媒作用によって「非直線的」な振舞いが起こるのでなければなりません。これは最近の生化学で多くの研究に報告されています。たとえば核酸はタンパク質を作り出し、そのタンパク質によってさらに核酸が生成されます。このように、タンパク質と核酸の反応には、自触作用の循環が関係しているのです。

非直線性と「平衡から遠い状態」との間には密接な関連があり、その効果によって複数の安定状態が生まれます。(それに対して「平衡に近い状態」では、1つの安定状態しかありません。)

このような複数安定状態は、いわゆる「分岐図」に見ることができます。これはなにか非直線的な問題の解を分岐パラメータに対してグラフに描いた場合に得られる図です。(たとえば、1つの化学成分の濃度を分子が化学反応器の中に留まる時間に対してグラフに描いた場合がそうです。)この時間をなにか臨界的な値にすると、新しいいくつかの解が現われてきます。そのうえ、分岐点近くでは、系が2本の枝の間で「選択」の自由を与えられます。従って、「変動」が本質的に重要な役割を演じることが予想されます。

さきにも述べた通り「放散」の作用をもつ系は、摂動を忘れる場合があります。このような系の特徴をなすものは「アトラクタ」です。最も初歩的なアトラクタは、点とか線になっていますが、もっと複雑な構造をもったアトラクタもあり、一組の点から成っている場合があります。その分布が充分ち密になっていけば、それにフラクタルな次元性を認めることができます。⁽⁷⁾

このような系は独特な性質をもち、私たちが日常生活で経験する乱れを思い出させます。それは変動と安定性の両方を兼ね備えています。系がアトラクタに向かって進むことに変わりはありませんが、この場合のアトラクタは「多数」の点から成っているので、大きな変動が起こることが予想されます。

「アトラクタ的混乱状態」と言われるゆえんです。こうした大幅な変動は、初期の条件に対して感度が大きいことにつながります。隣り合った軌道の間の距離が、時間とともに指数関数的に増大します。アトラクタ的混乱状態は、今日では化学系や流体力学を含めていろいろな場合に認められていますが、こうした新しい考え方の重要性は、物理学や化学そのものの領域をはるかに越えています。さきにも例として挙げた通り、気候の長期変動や脳の電気的作用にもそれが見られます。このような新しい観念が、私たちの環境の本質的な特徴を表わしていることは疑いありません。従ってそれを研究すれば、生態学や経済学のさまざまな系に見られる複雑な働きをモデル化することができるでしょう。

III

今日、複雑な現象に対する物理的、化学的研究から、いわゆる「基礎研究」と「応用研究」との間に新しい接点が生まれてきました。この接点は現在き

わめて急速に広がりつつあるので、ここでは2～3の例をざっと挙げるにとどめます。

「平衡から遠い状態」に見られる1つの特徴は、「両安定」の可能性をもっていることです。これは一定の境界条件に対して、1つ以上の安定状態の解がありうることを意味します。⁽⁵⁾

両安定を利用した著しい例の一つは、光学の面に見られます。つまり可干渉性の光線を共鳴空洞に通した場合、最初の強さにより透過光の強度が1つ以上の安定値をもつことがあるのです。⁽⁶⁾ 磁力については、いわゆる「ヒステシス」の現象がよく知られていますが、両安定はそれが光学の面に表われたものといえましょう。

この場合、系の安定状態は、それまでの経過の関数になっています。つまり境界条件だけでは決まらないのです。入射光の強さが同じでも、下から両安定領域に入ってくる場合には、透過度の低い枝（不透明状態）のほうに進み、逆に上から入ってくる場合には、透過度の高い枝（透明状態）のほうに進みます。従ってこの系は、2進記憶装置として働きます。

光学的記憶装置には、どのような利点が期待できるのでしょうか。まず、反応速度に関するかぎり、3桁の改善が得られます（ 10^{-9} 秒から 10^{-12} 秒へ）。また並列処理が可能になります。断面積1cm²の両安定光学素子なら、1個で 10^3 以上の情報を容易に並列処理できます。さらに、おそらくもっと重要なのは、こうした装置が光学トランジスタとして作用する可能性があることでしょう。

おもしろいことに、この「両安定」という現象はいろいろな問題、たとえば生物学的な細胞力学の面にも見られます。簡単な1例を上げましょう。これは私の同僚がブリュッセルで行なっている研究で、ガン細胞とそれを殺す免疫系細胞との相互作用に関するものです。⁽⁹⁾ 大部分のガン研究では、普通の細胞をガン細胞に変えるメカニズムの解明に重点が置かれていますが、ここで紹介する研究では、一定数のガン細胞に対する生体の反応に焦点を当てています。基本的に最小限の力学的モデルとしては、ガン細胞が毒性細胞と複合体を作るモデルが考えられるでしょう。こうしてガン細胞を殺した毒性細胞は、次に再生されるのです。この作用から、1つないし多数の定常状態が生まれる可能性があります。観察によれば、1個の毒性細胞は1個以上のガン細胞を束縛できますが、そこからきわめて非直線性の強い作用

が起こります。従って複数の状態を予想する必要があり、その一部はすでに実験室で観察されています。この見方によれば、休眠状態のガンから悪性ガンへ移行する過程の研究がガン解明への主な道の1つになるでしょう。

そのほか最近の研究として、材料に応力を掛けた場合の割れ口の核形成と、材料中の可塑性の発生に関するものがあります。⁽¹⁰⁾ よく知られている通り、材料にはすべて欠陥があります。従って応力を受けると、それまで動かなかった転位の部分が動いて反応する可能性があるわけです。これは「平衡から遠い状態」の化学系について広く研究されている「反応・分散方程式」と、明らかに類似しています。

応力の関係している条件下では、空間的な転位パターンを生む可能性があり、そのため一定領域に転位が集中することになります。このような領域は実験的にも観察されていますが、それが原因で割れ口や可塑性が発生するわけです。⁽¹¹⁾

ここで2種類の問題を指摘しておきたいと思えます。いずれも非直線性のほか、変動の関係している問題です。理想的に言えば、ある系に分岐点があって、1つの安定状態の解から2つの安定状態の解へ分かれている場合、どちらの枝が選ばれるかの確率は、両方とも同等なはずですが、しかし完全に対称的な解というものは、極限の場合にしか存在しません。現在、私たちが取り扱っているのは「不完全」な分岐の場合で、これは結果の選択に決定的な役割を果たすことがあります。極端な例として、キラル分子の選択を挙げることができましょう。この例では、分子形成エネルギーのごくわずかな相違から、片方が優先的に選ばれます。これは基本的には、分岐点の近くで変動を偏極させる可能性があるからです。⁽¹²⁾

このように見てくると他の場合も分かってきますが、そのなかには潜在的にきわめて重要なものも含まれています。たとえば燃焼や点火などの問題は、決定論的な考え方では説明が付きません。⁽¹³⁾ そこには初期の誘導過程があり、きわめて遅い変化速度を特徴としていますが、それに続いて激しい爆発的な作用が起こるのです。誘導段階の結果として、変動がきわめて重要な役割を果たすことになります。つまり点火時間が決定論的に簡単に決まるのではなく、統計的に分布したいくつもの点火時間が生まれるのです。

異常な変動は、多くの生物学的問題にも見られます。たとえば思春期に近い少年、少女の成長速度の

分布などはその例です。ここにも、長い誘導期間をもった自触作用の存在することが分かります。燃焼の場合と同様です。このような考え方を、たとえば「学習」のような働きについて検討してみれば、おもしろいのではないのでしょうか。

IV

このように、非可逆的な働きは物理学や化学に建設的な役割を果たしており、また社会的現象の理解や生物圏の動きの解明にも重要なものですが、その点を認識したうえで、次に「非可逆性」の微視的な意味を改めて考えてみましょう。以前には「非可逆性」といえば、巨視的な段階だけに認められるものとされてきました。つまり「系の力学的状態を正確につかむことができないため、非可逆性が現われるのだ」と見なされていました。しかしその底に横たわる微視の世界では、時間に一定方向の矢じりしかついているわけではなく、非可逆性は存在しない、というのが従来の考え方でした。

この問題と密接に関連しているのが、古典力学や量子力学からの脱皮です。これらの力学は決定論と時間の可逆性を特徴としていますが、その基本的説明を脱して、確率論と非可逆性が根本的役割を演じる理論への移行が起こりつつあります。わずか2～3年前まで、この問題は解決不可能なように思われていました。以上の2つの説明は、それぞれ力学のおよび熱力学的と呼ぶことができますが、両者の間には深い溝があり、それをつなぐ掛け橋は存在しないように見えました。

私たちはいま、このジレンマから脱しつつあります。そこで行われている基本的な考え方を、ざっとご説明しましょう。古典力学は、座標と運動量で構成される相空間の中の点変換と見ることができます。また力学の経過を別の観点から見れば、相空間に一定の体積領域を占める一組の点とも考えられます。古典力学の特徴の1つは、この体積（数学用語でいえば「測度」）が時間的に保存されることです。

これは、きわめて複雑な現象でも、除外するものではありません。体積はひどい変形を受け、場合によっては小さな断片に分裂するかもしれません。こうした最初の「単純」な体積の破壊が、平衡状態へ近づくものと見えるのです。そこでは、あらゆる点が相空間の中に一様に分布することになります。

古典物理学の示すところによれば、体積の保存と

情報の保存とは密接に関連しています。それだからこそ古典力学では情報が厳密に保存されるのです。つまり最初の条件を復元することができます。実際のところ、最初の体積の断片を元通りにまとめるには、時間の方向を逆転しさえすればいいのです。

それに対して熱力学的な説明では、世界がまったく別の姿に見えます。機械論的な見方による世界は「博物館」のようなもので、情報を含めて、すべてのものが保存されます。

ところが熱力学の世界はいろいろな「過程」の世界であり、情報を壊したり作り出したりします。体積はもはや保存されないのです。温度の経過をみても、その非均一性はあとかたもなく消え去ります。

そこで、新しく生まれた特徴はなにかといえば「ハッキリ定義されたある種類の力学系について、従来の説明から別の説明に移行できるようになった」ということです。その種類とは、時間の経過とともに最初の体積がひどく変形され、断片に分裂するような種類の力学系にほかなりません。このような系は、力学的にみても不安定です。しかもその種の系においては、あらゆる初期条件が可能とはかぎりません。将来、平衡に達するような初期条件のみが、実際に実現される可能性をもっているのです。^(1,14)

従って私たちは、第二法則の基本的内容を正しく表現できるようになってきました。その内容とは、「私たちが不安定な力学系の世界に住んでいる」という事実です。

ガリレオ・ガリレイやアイザック・ニュートンは可逆的で永遠な系の概念を作り上げましたが、もし世界がそのイメージ通りに作られているとしたら、化学反応や生物学的作用に見られるような非可逆的な現象は、現われる余地はなかったはずで

不安定な系は、優先的な時間の方向をもっていますが、そこでは最初の体積が相空間の中で放散することがわかります。とすれば、一組の点を単一の点に強制的に集中させるような初期条件を、押しつけることはできないはずで

です。従って、第二法則の内容が意味するものは「無知」や「主観性」ではありません。それどころか、第二法則は私たちに対し、物質界の全体的構造に関する種の基本的知識を与えてくれます。

この講演の初めに「物質界の説明には基本的な段階がある」と申しあげましたが、私たちはいまやこの基本段階においても、熱力学の第二法則を考慮に

入れることが必要になりました。従ってこの段階は弾道軌道でも波動関数でも満たすことができません。これらが満足させる決定論的な方程式によれば、未来は現在のなかにすでに包含されていることとなります。

このようなわけで、熱力学が当てはまる場合にはいつも物理学の基本目的は弾道軌道や波動関数よりも特定性の少ないものでなければなりません。新しい目的は、時間の経過とともに、閉じた系の中で平衡に向かうかもしれず、あるいは平衡から遠い条件下で「放散的構造」に向かうかもしれません。この興味ある問題をこれ以上論じられないのは残念です。

V

いままで述べてきたところを要約してみましょう。宇宙には歴史があります。この歴史には、分岐メカニズムを通じて複雑性を作り出すことが含まれています。こうしたメカニズムは、地球の生物圏に現われているような「平衡から遠い条件」の中で作用します。それはまた宇宙の初期の段階にも、特に関係があったかもしれません。そこでは物質と重力との間に強いつながりがあった、と考えざるをえないからです。¹⁵

非平衡状態の物理学は現在、爆発的成長の状態にある学問です。今日の講演では、その人気の理由がどこにあるかを、ある程度まで説明することに努めました。こうした研究は科学的、技術的に直接重要な新しい用途の開発に役立つとともに、物理学の基礎そのものに新しい展望を開くものであり、それがまた21世紀に新しい技術の展開をもたらす可能性があるのです。

合理性はもはや「確実性」と同一視されるべきものではなく、確率を「無知」と混同することも許されません。物理学でも、生物学でも¹⁶、また人間行動の面でも¹⁷、あらゆる段階において、確率と非可逆性は本質的な役割を演じています。私たちは現在、世界に対する2つの見方が改めて接近するのを、まのあたりにしています。1つは科学的経験から生まれたものであり、もう1つは私たちが人間生活の中から手に入れたものであります。それは内省による場合もあり、あるいは実生活の経験による場合もあるでしょう。

ジクムント・フロイトの言葉によれば、科学の歴史は喪失の歴史であります。コペルニクス以来、私

たちは宇宙の中心に住む生き物ではなくなりました。またダーウィン以後、人類も他の生物と変わりがなくなりました。さらにフロイト自身の出現により、「意識」は私たちの目から隠れた複雑な存在の表面の一部にすぎなくなったのです。

ふしぎなことに、私たちはいまや、反対の見方に達しています。継続性と自由が人間生活にこれほど広い役割を果たしている以上、人間の存在は自然の基本法則が最も目ざましい形で発現したものと言えるのではないのでしょうか。

- ①これらの問題に対する手引としては、下記参照。イリヤ・プリゴジンおよびイザベル・スタンジェ、**新しい合体**、パリ、ガリマール1979年、英訳、**混乱からの秩序**、ニューヨーク、バンタム、ロンドン、ハイネマン1984年。I. プリゴジン、**あることからなることへ**、サンフランシスコ、フリーマン1979年。G. ニコリスおよびI. プリゴジン、**複雑性を探る**、パイパー Vlg. 1986年。
- ②CおよびG. ニコリス、**ネイチャー**311(1983年) 529-532。
- ③A. バプロヤンツおよびC. ニコリス、理論生物学雑誌に提出。A. バプロヤンツ、J. M. サラザールおよびC. ニコリス、**フィジックス・レターズ**に提出。
- ④T. Y. ペトロスキー「2~3の自由度をもつ保存的、非直線的力学系における混乱と非可逆性」、**フィジックス・レビュー**、29、(1984年) 4、2078-2091。
- ⑤G. ニコリスおよびI. プリゴジン、**非平衡系における自己組織化**、ニューヨーク、ワイリー、1977年。
- ⑥下記参照—**化学系における振動と移動波**、R. J. フィールドおよびM. バージ編、ニューヨーク、ワイリー、1985年。
- ⑦下記参照—K. トミタ「『混乱』の概念の意味」**プログレス・オブ・シオレティカル・フィジックス**、付録No.79 (1984年)、1-25。
- ⑧E. エイブラムおよびS. D. スミス「光学的安定性と関連装置」**Rep. Prog. Phys.**, 45 (1982年)、815-885。L. A. ルジアト「光学的両安定性の理論」E. ウルフ編、第XXI巻、71-216、アムステルダム、北オランダ。

- ⑨ I. プリゴジンおよび R. レフィーバー「ガンの増殖と核形成における安定性の問題」**Comp. Bioch. Physiol.**, 67 B. (1980年), 389。
- ⑩ D. ウォルグラーフおよび E. アファンティス「力学的不安定性の結果、疲労した金属における転位のパターン化」、**ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス**、1985年に掲載予定。
- ⑪ H. ムグラビ、下記に収録—**不連続系の連続モデル**、4、O. ブルーリンおよび R. K. T. シェー編、アムステルダム (北オランダ) 1981年、241—259ページ。T. タバタ、H. フジタ、M. ヒラオカおよび K. オーニシ、**Philos. Mag.**, A47, 841 (1983年)。
- ⑫ D. K. コンデプディおよび G. W. ネルソン、**フィジカル・レビュー・レター** 50 (1983年) 14, 1023—1026。
- ⑬ G. ニコリス、F. バラスおよび M. マレク・マンシア「化学系における非平衡転移の確率的な面」、下記に収録—**化学系における非平衡力学**、C. ビダル および A. パコールト、スプリングラー Vlg 1984年。
- ⑭ イリヤ・プリゴジンおよび M. クーベッジ「古典力学系における内在的デタラメ性および内在的非可逆性」、**PNAS** 80 (1983年)、2412—2416。S. マルティネスおよび E. テラペギ、**Phys. Lett.** (発表予定)。
- ⑮ J. L. デニューバーク、J. M. パステルズおよび J. C. バーネギー「アリにおける確率的行動——錯誤の戦略？」**J. Theor. Biol.** 105 259—271。
- ⑯ P. M. アレン、G. エンジェレンおよび M. サングリア「複雑系における方針探査の新方法」提出先—モンペリエ (フランス) UNU 会議、テーマ——**複雑性の実習と管理**。また下記参照—**環境とプランニング** 特別号、シリーズ B12 (1985年) 1、1—138。

テクノロジー変化とその社会への影響—欧州の見解

イタリア国立エネルギー研究機関(ENEA)総裁 ウンベルト・コロンボ

最初に日本経済新聞社と本田財団、日欧技術人フォーラムがこのセミナーを準備されたことに対してお祝いの言葉を述べたいと思います。現代のユニークなテクノロジーの進歩ぶりからみて、いまこのような会合を開くのは、まことに時宜に適したことだと思うのです。私としてはまたきょうこうしてお招きにあずかり、オーストリアのフィッシャー科学研究所相やブリゴジン教授らの著名な皆様方と同席できますことは、私にとってこの上もない名誉なことといわなければなりません。

私たちが暮らしているこの画期的な転換の時代は、基本的には農業社会から徐々に産業に基づく社会への移行をしるした18世紀末の産業革命にも匹敵しています。

1920年代にロシアの経済学者のコンドラチェフは、資本主義社会の歴史のなかに、周期にして45年ないし55年の長期的な景気循環の波動があることを発見しました。アルビン・ハンセンはそれをいい時代と良くない時代、あるいは景気の上昇に続く不況の反復進行と呼んだわけです。コンドラチェフはそれを資本の蓄積と、それに続く消費パターンの変化の結果だと考えました。1939年になってジョセフ・シュンペーターが提起した解釈によりますと、これらの長波のサイクル自体が基本的な技術突破のイノベーションの爆発と、その成熟によって決まってくるようになります。

シュンペーターの説明では、最初の技術突破イノベーションとなったのは、蒸気機関でした。蒸気力が工場システムを生みだし、繊維産業の様相を変えたのです。この転換はついでにいうと、苦痛なしに実現したわけではなく、それについては「ラダイト運動」を思い出すだけで十分だと思います。産業や富、人口は炭鉱のまわり、そしてとくに欧州北西部に集まって集塊をなしたのです。次の突破は鉄道で、それが近代的な輸送と個人の移動性(モビリティ)という概念を導入したのです。鉄道ブームは偉大な鉄鋼業を生むとともに、それが米国の東部を工業化したのです。次いで経済成長を担ったのが、電気でした。これらのイノベーションのすべてが都

市化への圧力を際立たせ、それが基本的には産業デモクラシーの勃興を促したのです。最後に起こったのが石油と化学、自動車という相互に関連する産業に導かれた波であり、それが今世紀の中期以降まで続いているわけです。それが工業社会最後の技術的、経済的な波になっています。

工業社会が成長するとともに生まれた技術のパラダイムは、次のような要素の上に立つことになりました。第一はエネルギーと原材料のコストが安く、そのいずれもが必要なだけ十分に入手できるというものです。第二は環境への影響の無視ないしは軽視で、自然は自己緩衝能力をもち、常に再生が可能とみなされたのです。次いで第三に重視されたのが基礎産業(鉱業、エネルギー、化学、エンジニアリング)や商品の大量生産で、大規模なプラントによって規模の経済を極大化することで、大衆市場からの要求が満たされたのです。最後に大きく強調されたのが、質というよりも量でした。

以上のようなパラダイムはしかし、1960年代に入って、その弱点を露呈し始めます。経済成長は、人間が抱える基本的な問題を解決したわけではありませんでした。富める国と貧しい国との間の格差は拡大しました。聖書にでてくるような飢餓さえもが再来したのです。都市と農村地域との間のギャップ、あるいは階級間、世代間のギャップも拡大しました。個人がそれぞれの内部にはらむ矛盾が、社会問題化しています。核戦争の影も引き続いて世界を覆っています。

環境や健康への影響が、サリドマイドやフェノール、DDT、フロン、合成蛋白などから一連のエラーがきっかけとなって、不安を引き起こしました。規模の不経済も姿をみせ始めたのです。その原因となったのが大規模プラントの硬直性であり、設備容量の過剰であり、失業です。なかでも問題なのは、製品のイノベーションを犠牲にして、プロセスの改善に関心が集中したことでしょう。

1970年代に入ってテクノロジーのパラダイムから、安くて簡単に手に入るエネルギーというもう一つの支柱を奪ったのが、二度にわたる大規模なエネルギ

一危機でした。それが景気の後退をはじめとして失業、貿易の不均衡、非産油途上国が抱える負債の増大をもたらしたのです。テクノロジーやイノベーションについては、それが米国や西欧諸国でペシミズム（悲観論）の洪水を引き起こしたわけです。収穫逓減の法則といえはマルサスが1798年に、農業と同時に労働に適用したことで知られているのですが、その法則が1979年までにはアジアやラベルジュによって、テクノロジーや科学研究の成果の増大によって得られる結果に対しても、適用できると考えられるようになりました。そこで絶えず投げかけられた疑問は、人類がいまやコンドラチェフの波の新たな下降期に突入しつつあるのではないかというものでした。

以上のような停滞に対する唯一の例外となったのが、日本の不断の経済成長です。日本では経済の拡大とともに、偉大な独創性と創造力を示す真のテクノロジーのイノベーションが、常態となったのです。もう一つの例外となったのが、なにかんづく韓国台湾、シンガポール、香港などの東南アジアの新産業国家（Nics）群の成長でした。そうした例はまた、他の地域にもあったわけです。

1985年現在のいま世界が、単一の基礎的なイノベーションによってではなく、登場中の一群の主要なテクノロジーの衝撃のもとで、大きな転換を遂げようとしていることは、もはや明らかです。それを知るには、東京や「つくば」以上に適切な場所はないように思われるのですが、いまやそれを先導しているのがマイクロエレクトロニクスであり、情報テクノロジー（IT）であり、ロボット工学やオートメーション、レーザーなどのプロセス・テクノロジーであり、新素材、新エネルギー、組織培養や遺伝子工学を含むバイオテクノロジーであり、海洋や宇宙テクノロジーだというわけです。これらのテクノロジー（とくにITやプロセス・テクノロジー）はいずれもきわめて浸透力に富み、経済全体のなかに急速に拡散していくことができるのです。

イノベーションはもはや一定の産業部門の内部で、その部門に固有のテクノロジーの改善を通じて起こってくるわけではありません。それは産業が成熟し洗練されたあとに、新しい製品やプロセスが創造されて起こってくるものでもありません。というのもイノベーションはいまでは、小規模の研究室での研究からパイロット施設による試験を経て、新製品やプロセスの商業的な利用にいたるといって直線的で、

継続的な過程ではなくなっているからです。イノベーションはいまではしばしば、新たに登場中のテクノロジーによる他部門からの“侵入”によって進行するのです。この過程はとても直線的といえるようなものではありません。

現在ではまたイノベーションのために、数多くのオプションが利用できます。新しいテクノロジーを伝統的な部門に接ぎ木することによって、伝統的な部門の寿命を延ばすことができます。産業のなかのある部門が成熟したとみなされるのは、その部門が新しいテクノロジーを吸収できなくなったときなのです。状況は企業や産業、国によってさえそれぞれで異なってきます。同一の産業（その例として頭に浮かんでくるのが鉄鋼や造船です）が、ある国では成熟しているのに、別の国では高度に革新的だということもあるわけです。企業や産業、国のなかでもイノベーションの挑戦に着手し、革新をもって未来に立ち向かうものが、レイモン・アロンのいう「ギアをバックに入れて未来に向けて前進する」ものよりも、よりよく成功を収めることになるわけです。

現段階のテクノロジーにおけるイノベーションの特有の特徴の一つは、テクノロジーの科学化（サイエンティフィケーション）ということでしょう。テクノロジーはいいかえれば、しばしば学際的な一種の科学研究それ自体として、厳密に科学的な基盤に沿って発展しているのです。過去においては基本的なイノベーションの多くは、孤立した発明家の手でその現象を説明する科学知識が得られる前に、あるいはそれとは無関係にさえ、展開されてきました。その例としてあげられるのがジェームス・ワットの蒸気機関で、カルノーが熱力学について基礎的な仕事をしたのは、それから何十年もたってからのことだったのです。エジソンがフィラメントを使った白熱灯を発明したのも、個体からの放射に関する科学理論が確立するずっと前のことです。マルコーニの先駆的な無線の開発は、マックスウェルやヘルツの電磁場の理論とはほとんど無関係に行われたのです。

現代に近づくとともに状況は変わり、エンリコ・フェルミによる核分裂の制御は、核物理学に関する彼自身の理論的、実験的研究に直接に根ざしています。同じことはショックレーとブラッテン、バーディーンのパラジスタについてもいえます。それは多年にわたる個体物理学や個体構造の欠陥の性質に関する研究の結果だったのです。将来、核融合が実現するとすれば、それも大規模なプラズマ物理学研

究の成果だということになるでしょう。このようにして科学知識のいっそうの進歩と、それを利用するテクノロジーとの間の境界が、ますますはっきりと見極めにくくなっています。

現在ではテクノロジーは、人間が新たな資源を発明するのに使われています。ウランは核分裂炉が登場するまでは、エネルギー資源ではなかったのです。同様に核融合技術の進歩によって、リチウムや水のなかに潜むエネルギーが解放されることとなります。マイクロエレクトロニクス産業に不可欠なシリコンもまた、資源の創造者として太陽光線を電気に変えることを可能にして、地上のどこでもただで手に入る新しい電源を提供することになるのです。人間は個別の問題を解決したり、個別の仕事をしたりするために、特別に工夫した新しい物質をつくりだしています。それらは、ただ自然からの贈り物に頼っているだけでは、不可能なような種類のものなのです。

科学とテクノロジーはますます接近したものになり、発明やイノベーションと商業化との間のリードタイムが、政府と産業界との強い結び付きを通じて、短縮しています。その結果、科学とテクノロジーはますます威信や防衛、経済成長などの個別の目標を追求するための政治的、経済的な手段になっています。科学とテクノロジー政策はいまや政府の中心的な関心事になり、それを基盤にして軍事的な優位や核エネルギー、航空宇宙、テレコミュニケーション（電気通信）、エレクトロニクス、情報工学などの先端戦略部門での優位が追求されているわけです。科学者はまた、いまでは世界に対して大きな影響力をもっているのもはや自分の研究の実用化が引き起こす政治、経済、社会問題を忘れては研究を続けることができなくなっています。

私はここで次に、テクノロジーの変化が経済や社会の構造にもたらす変化や、それが触発し可能にした成長について、ごく簡単に説明したいと思います。

市場ではいま「もの離れ(デマテリアライゼーション)」の傾向がみられます。現代におけるこの変化は、過去数十年間に「サービス社会」の到来と騒がれたのよりも、根深いものになっています。産業はそうした革命的な変化の中心部に位置しています。新しい商品やサービスがいまでは効率的で、適応力のある市場指向型の典型的な企業組織を必要としています。エンジニアリングやデザイン、R&D、ソフトウェアは工業型の企業によって開発され、

それらが供給する純粹に非物質的な商品による収入は、統計上はしばしばサービス部門に繰り入れられています。産業と農業、サービスとを分ける伝統的な障壁の概念は、このようにして消え去る運命にあるのです。

私はここで状況がどう変わるかについて、一例をあげたいと思うのです。いまから何十年かのうちに遺伝子工学が進歩して小麦やトウモロコシ、米のような穀類の根のところでも、大気中の窒素を固定することができるようになります。その結果、大量の窒素肥料を投入しなくても（機能として見た場合）土地が肥沃になり得るわけです。同様に現在ではまた、害虫に対してきわめて少量の性誘引物質を使い雄を混乱させて繁殖を妨げることによって、大量の殺虫剤を使わなくてもよいようになっています。これらは非物質的な機能に重点を置いた害虫駆除法というわけです。

結局、農薬産業は死滅するか、大きな転換を余儀なくされることとなります。そこでは非物質的なサービス、機能が台頭し、大量生産が後退することになります。遺伝子を改良して窒素固定機能や、地域ごとの生物学的な害虫駆除機能をもたせた種子の生産が、伝統的な農業、産業活動からの貢献に取って代わることになるのです。この目覚ましい変化の主役になるのが、最も革新的な化学企業なのです。

人々の一部はこの過程を一種の脱工業化（ディングストリアライゼーション）だと考えています。しかしそうした見方は誤っています。雇用や所得の源泉が、ますますサービス部門や非物質的な製品の生産に移行するという事実は、必ずしも脱工業化が進んでいることを意味しているわけではありません。かつて農業を舞台の中央から引き降ろした産業革命が、改良され拡大された農業システムからの不可欠の貢献を必要としたのと同様に、現在では脱工業革命が、きわめて強固な産業基盤を必要としているのです（今世紀の末までに地球上の人口が60億にも増えることを考えると、実際にも強力な農業基盤が必要になってくることも明らかです）。

以上のような変化の過程によって、労働市場には大量の労働者が投げ出されることとなります。しかし引き続いてまったく新しい技能や職業が生みだされて、そこから膨大な量の人材が引き出されることになるのです。

登場中のテクノロジーは政治的な論争においては相互間のコミュニケーションを促進し、より自由で

素早い意見の交換を可能にすることになります。そうすることによって制度がより柔軟に機能し、参加の幅が広がることになります。それが情報テクノロジーが可能にする分散化のもう一つの側面というわけです。

生産システムの設置場所もはや労働者や（あるいは）顧客、資源、原材料の物理的な位置によって地理的に決定する必要がなくなります。登場中のテクノロジーは高い生産性と小規模の生産とを両立させることができます。小さい（スモール）ことは、正確には1970年代にシューマッハーが述べたような意味ではないにせよ、実際にもすばらしい（ビューティフル）ことなのです。規模の経済はあまり重視されなくなり、その一方では新しいテクノロジーが生産のマネジメントの技法をいっそう柔軟なものにして、生産や収益の機会に革命的な変化をもたらすのです。

高い生産性や創造力、製品の質を追求するこの新しいシステムにおいてはまた、幅広い企業力や、それにコミットした多面的な能力をもつ労働力に依存することができる中小企業が不可欠の存在となってきます。

私は先に登場中のテクノロジーが成熟した産業を若返らせ、その寿命を延ばすといいました。このことは地理的な地域に対しても当てはまるのです。分散化によって生ずる条件のもとでは都市と農村との格差は、もはや当然のこととして受け入れる必要がなくなってきました。ハイテクは地域的にどこでも応用できるのです。米国では数多くの新しい製造活動が、国内のかつては二義的とみなされた地域で起こってきています。最もはっきりしているのが南部と、サンベルトです。イタリアではトリノ、ミラノジェノバという産業三角地帯（インダストリアル・トライアングル）の外側の地域が、伝統的な部門への新しいテクノロジーの導入という点で先頭を切っています。

私たちイタリアではとくに東北部、中部、そして南部においても何百もの町村が、それぞれの産業活動で専門化しています（プラト、ピエラの毛織物、カプリ、ペルージャ、トレビーソのニットウェア、サッスオロのタイル、ウディネのイス、オッシモ、カステルフィダルドの楽器、ビジェバーノ、ナポリ、バーレッタの靴などがその例です）。これらの各センターでは数百、場合によっては数千の小企業が、必ずしもそのすべてではないにせよ一つまたはそれ以上

上の生産サイクルの段階で、積極的に活動しています。町村全体が競争する企業の連合体のようになって、国際貿易で活躍しています。たいへん興味深いのはテクノロジーのイノベーションというものが、いったん実現すると、その後はいかに速くシステム内に拡散していくかを見ることです。

数年前までは従来からの国際分業という考え方は、伝統的な製造業が成熟し、技術的に安定したとみなされたあとは不可避免的に、発展途上国に移動していくという仮定の上に立っていました。その方が労働のコストが安く、原材料が入手しやすく、しかも大いに柔軟性がある、競争力も高まるとみなされたからです。現在ではそうした状況に対しては、まったく別の光が投げかけられているようにみえます。過去数年、開発途上国は新しいテクノロジーをたくさん入手しないと、これまでのように豊富で安い労働力や原材料をテコにして、工業国の高度の製品と自国内で競争できる商品を生産し続けられなくなってきているように見受けられるのです。これらの諸国にとってはある種の混合の過程によって、登場中のテクノロジーと既存の伝統的なものとを効果的に統合することが、これまでもましていっそう重要になってきているのです。

私たちの産業社会、とくに欧州では1950、60年代に広がっていたようなオートメーションによる慢性的な失業の不安が、いままた頭をもたげてきています。テクノロジー変化と雇用の創出、喪失との関係は複雑です。雇用が産業、かなんぞく伝統的な部門で失われるのは、その製品に対する市場での需要が、急速な生産性の上昇を補うのに十分な速さで増えないような場合です。他方では登場中のテクノロジーが経済を再活性化して、その舞台に新製品や新しいサービス、幅広い新しい雇用の機会、新しい技能、新しい職業をもたらすこととなります。私たちがE N E A（イタリア国立エネルギー研究機関）で計算したところによりますと、新しいテクノロジーの応用によってイタリアでは1995年までに、300万の新規の雇用が創出されることとなります。その分野としては情報テクノロジーやオフィス・オートメーション、レーザー、ロボット工学、新しいエネルギー技術、環境保全や記念建造物、文化的、芸術的遺産の新しい保存技術などがあります。

世界市場の実績は明らかにイノベーションの受入れと関連しています。私は外部からのオブザーバーとして、日本のほとんどの方々が、そのことに気付

いておられるように思うのです。イノベーションは必ずしも、ここ日本で正しく評価されている歴史的文化的な伝統を放棄することではありません。いずれにしてもイノベーションは、何らかの産業社会にとってのオプションといったようなものではないのです。それは義務のようなものなのです。社会はそれ自体が、そうした急速で劇的な変化の風潮に逆らうと、国際的な地歩を失い、経済停滞の悪循環に陥る恐れがあります。国家は早い段階でイノベーションに加わらないと、のちになって、プロセスの生産性を高める機械器具という目には見えない形で、失業を輸入せざるを得ない羽目に陥るのです。

雇用の創出と喪失との間には、自動的な補償作用というものはありません。労働力の需給の過不足（ミスマッチ）はたいへん深刻になる可能性があります。社会や制度が、新しいテクノロジーのパラダイムからの要請に素早く適応できないような国では、なおさらその可能性は大きいのです。

登場中のこの新しいパラダイムの活動の場となるのは、情報やコミュニケーション関係のテクノロジーを軸とする社会です。そうした社会ではエネルギーや原材料のコストは高く、大量生産も自動的に成功を保証してくれるわけではありません。分散化が生産のレベルや社会、経済生活の組織を規定します。そこでは生涯にわたる不断の訓練や再訓練が求められます。環境の保全も重視されます。そこではまた量よりも質が重視されて脱物質化が進み、生活の質に大きな関心が払われます。そうした新しい社会に適応するには、社会組織の基本となるルールが変わらなければならないことは明らかです。でないと私が先に述べた労働力のミスマッチの克服が、さらに困難になるのです。

西欧では現在1,900万人が失業しています（総人口は約3億7,000万で、このうち1億7,000万が労働人口となっています）。失業はEC（欧州共同体）諸国だけで、1,300万を数え、この数字は総労働力の10%を超えています。全体の四分の一を占めているのが若年失業です。欧州では賃金は需給関係に対して弾力性を欠いています。産業にとっては福祉からヘルスケア、年金に至る非賃金労働コストが、労働者が受け取る賃金に対して、かなりの比率に達しています。失業者に対する福祉の規定がしばしば、新たに仕事を探す熱意をなくさせていることも否定できないように思えます。労働はまた流動性を欠き、資本と敵対的な関係にあって、しばしば儀式的な労使紛

争が起こっています。

日本ではそうではありません。そこでは地理的な流動性の不足は、幅広い労使間のコンセンサスによって（また少なくとも小企業では）きわめて柔軟な労務政策によって、よく補われているようにみえます。次いで米国がありますが、そこでは地理的、社会的な流動性を目指す傾向が強く、労働市場はたいへん弾力性に富んでいます。

欧州にとってはイノベーションが焦眉の急となっています。1970年代には石油価格の上昇が経済を困難に陥れました。資本、資源がともに不足し、景気が後退し、インフレが起こり、失業が増えたのです。競争が好まれていないのは、政府が受身の政策をとっているためで、政府は病める産業を支えることに終始しています。一部の国々では援助は、所有に対する国の直接の介入という形をとっています。ですから社会的、政治的要因は産業のマネジメントという点で、きわめて不適切な役割りを果たし、現実の市場へのアプローチを損なっていることとなります。

欧州は基礎的な科学研究という点ではなお真の強さを持ち、技術的発明の健全な伝統をもっています。私はここで欧州の産業が戦後、開発した最も重要な製品やプロセスのいくつかを指摘することができます。それには製鋼のためのL-Dプロセス（オーストリアのリンツ・アンド・ドナウイツ）に始まって、ガラス板製造のためのフロート・プロセス（英国のピルキントンのもの）、ポリプロピレンの発明（イタリアのモンテカチーニ）などがあるわけです。

欧州はしかしマーケット・プル型のイノベーションではなく、テクノロジー・プッシュ型のイノベーションに、よりよく適しています。その結果、欧州はなおも精密工学や工作機械、ファインケミカルズ、医薬品で最前線に立つことができるのです。しかし現在ではイノベーションの多くは、ますますマーケット・プル型になっていて、そのことが米国や日本を有利な立場に立たせているのです。

欧州のもののお考え方をなおも支配して、市場型のイノベーションに対する障害となっているのは、全体としての受身で保守的な態度です。私の考えでは私自身の国の実績が、そのことを実証していると思うのです。中小企業こそが、このイノベーション指向型の市場へのアプローチを成功させる上での鍵となる要因なのです。

西欧は均質な統合体ではありません。西欧はEC（欧州共同体）とも混同されてはなりません。EC

にはオーストリアやスイス、ノルウェー、スウェーデンを含んでいないからです（ECでは加盟の10カ国が7つの言葉を使用しており、来年からは12の国が9つの言語を使用することになります）。厳密な意味でのECのレベルにおいてさえ、政府の調達機能は分裂しています。鍵となる一部の部門、つまりテレコミュニケーション（電話を含む）や素材、医薬品では、規範や基準は変動して、公式の関税同盟の有効性をさえ減殺しています。ECによる外部テクノロジーの輸入は、輸入技術をただ単に利用するというだけで、それを学びコピーする意図もなく行われています。創造的なコピーこそ、日本経済の奇蹟の基盤の一つだったにもかかわらずです。

私たちがいまここで国を企業にたとえるなら日本は、統合されてよく機能する産業社会型の企業にたとえられます。それに対して欧州はなおもルーズな集合体で、その戦略は明らかでなく、各構成要素は地球的な成功を求めるといよりは、個別の業績を最適化しようとしているように見えるのです。研究開発という点で最近まで、欧州諸国が最もよく協力してきたのは、市場からは程遠いようなプロジェクトだけでした。その例として核融合や高エネルギー物理学の双方があげることができます。

欧州はしかしあらゆる種類の障害にもかかわらず、強い歴史的、科学的、芸術的な伝統に基づく文化的なまとまりを保っています。欧州はなおも平均的な市民に対して、私たち欧州人が米国や、あるいは私がそういうことを許して頂けるなら日本の市民に対して提供されているよりも望ましいと思う。また生活の質を保証しています。欧州の創造力や天賦の才能は新しいテクノロジーと結び付けばなお強力な推進力となり得るのです。デザインのファクターはいまではファッションと同様に重要性を増しています。この点でも欧州はほんとうに卓越しているのです。

欧州の個別の国があまりにも幅広い前線にわたってイノベーションを行うことは、明らかに不可能なことです。国のレベルでの専門化が望まれるわけでそれには時間といっその努力が必要です。欧州はまた基礎産業を合理化する必要があります。そのあまりにも多くがなお過剰な労働と設備を抱え、旧式化したテクノロジーによっているのです。欧州はまた鍵となるハイテク/ハイリスク産業で、非常な努力をすべきです。

米国や日本では未来に対する確信がイノベーションに拍車をかけています。両国ではまた立法、教育

のシステムが競争力と、企業家的な意欲を支えています。私の見るところではたいの外国人が日本の現実について、皮相的なイメージを抱えています。MITI（通産省）とか大財閥、あるいは目標を定めた経済成長ぐらいいしか見ていないのです。それよりもっと大事なものは、強力な競争精神が産業生活のなかに浸透し、それがあえてリスクに挑ませていることの方なのです。私がそれに付け加えたいのが、何かがうまくいかないことが分ったようなときに、戦略目標を転換する能力です。素早くそれができるといことも付け加えておきましょう。

私たちの政府の役割りは大きく違ってきます。日本では一般に政府と金融、産業界の間での徐々のコンセンサスづくりを経て戦略が形成され（私はここで経団連の賢明な長期ビジョンを称賛しなければなりません）国が直面しなければならない基本的、構造的な問題に対処することになります。私が大きく称賛したいものとしてはたとえば、現在から西暦2000年に至るまでの日本の人口統計学的な変化の意味について、大来佐武郎氏の指導のもとで行われた調査研究があります。

米国においては連邦政府が、イノベーションを促進する上で指導的な役割りを果たしています。規制の緩和や減税その他自由企業の利益になる措置を通じてだけでなく、巨大な威信または防衛のためのプロジェクトを通じてであり、そのなかで連邦政府が自己の機関や部局を通じて、調達機能を発揮することになるのです。最新のそうしたプロジェクトとしてはSDI（戦略防衛構想）があります。このハイテク計画では連邦政府が向こう5年間に260億ドルを投じて超高速、超強力なコンピューターやX線レーザー、粒子加速器、オプトロニクス、オブティクス、新素材、人工知能などの新しいテクノロジーによる弾道ミサイル防衛網が生みだされることになるわけです。

私としては個人的にはレーガン大統領を動かしてこの計画を打ち出させた理想主義的な精神については、何の疑問も持っていません。計画に対してはもちろん、ややユートピア的だという点で、批判することもできるわけです。世界的に効果的なタテを提供することには決して成功せず、むしろ逆に過去何年も行われてきた外交的な対話にマイナスに作用して、相手側の安全保障感を損ない得るという意味においてです。

私たちがSDIをみるべき視点はしかし、必ずし

もそれだけではありません。計画では膨大な資源が比較的少数の一群のテクノロジーに集中され、それが幅広い民生上の意味をもつのです。その結果、欧州や日本の双方に対する米国の競争上の立場が改善されることとなります。しかしここでさえ二、三警告を発しておくのが順当だと思われます。つまり、260億ドルという向こう5年間の研究開発費は、米国がすでにR&Dに投入している資源の10%以下であって、それ以上のものではありません。またSDIに投じられる総額が、米政府がすでに支出している資金に追加されるのか、それとも資金の流れのルートが変わるだけなのか、まだはっきりしていないのです。

欧州が米国のこの構想によって驚かされているのは事実です。不安はある種の結果が起り得ることからきています。SDIへの参加を求められている欧州の個々のハイテク企業や研究施設は、結局は下請けに終わり、SDIに関する戦略の全体像をほんとうに把握できないかも知れないのです。欧州諸国はまた個々に米国と交渉したのでは、真の交渉力はほとんどありません。SDIはまた欧州の最高の科学者や技術者にとって、新たな米国への頭脳流出のきっかけになるかも知れないのです。欧州の科学者はまたこんご何年間か米国で科学的、技術的に重要な分野が秘密の影に覆われ、その結果科学知識交流の有用性や国際的な情報の流通が、大きく制約されるのを懸念しています。

私たちが最初にフランス政府によって提唱され、いまではより幅広く欧州全体の課題となっている、「ユーレカ提案」を取り上げて、検討しなければならないのも、そうした見地からなのです。提案のねらいは欧州全体を覆う均質なテクノロジー空間の創出を可能にする科学、技術計画をスタートさせることに置かれているわけです。

ユーレカ提案が含むテクノロジーは基本的にはSDIのそれと同じです。それには平和利用を念頭に置いたテレコミュニケーションを初め、気象その他の目的をもつ衛星による地表観測、急速な輸送システム、レーザーの医療、工業への応用、高速コンピュータの研究への応用などが含まれることとなります。それにはまた健康や農業、食糧への応用を考えたバイオテクノロジーなど、たぶんSDIでは考慮されていないようなテクノロジーのファミリーも含まれることになりそうです。計画に対しては、ECのグランドルールの枠内での通常の場合以上に、

柔軟性が与えられることとなります。そこでは「可変幾何学」の原則が適用され、そのもとで関心のないメンバー国は参加を見合わせ、EC以外の欧州の国も希望すれば参加できるようになるわけです。

構想によって欧州は米国からの協力の提案に対して、調整された積極的な対応を準備することができるようになります。それはより平等の基盤に立った対応なのです。欧州がこの調整されたプログラムを実際に発足させられるかどうかという問題は、基本的な重要性をもっています。現在までのところかなりの資源の動員が可能なのは、政府や世論が防衛や威信の追求に不可欠と考えた場合だけであることが分かっています。その例としては米国ではマンハッタン計画やアポロ計画、そしてこんどのSDIがあり、欧州では非効率な農業部門を崩壊から守るための援助などがあります。ECの予算の三分の二が市場での基本的な現実を無視してまでそのテコ入れに使われているのです。

それとは対象的ですが、ECが最近になって打ちだした最も興味深いイノベーションプロジェクトのESPRIT（欧州情報テクノロジー研究戦略プログラム）でさえ、ほんのわずかな資金割り当てを受けているに過ぎません。プログラムはたまたま「つくば」で全面的に展示されているのですが、資金は5年間に約6億ドルで、欧州のこの部門の企業がさらに6億ドルを補助している程度に過ぎません。IBMだけでR&Dに毎年30億ドルも支出しているのとはまるで比較にもならないわけです。

ECの父であるアデナウアー、シューマン、デガスペリ、スパークラがECを創設したのは、経済のなかの病める部門を守るためではなかったのです。ECの父たちはそうではなく欧州の統合が、未来に対する前向きなビジョンによって、強く動機付けられることを望んでいたのです。欧州にとって現在はたぶんギア・チェンジをして、勇気をもって挑戦に立ち向かうべきときでしょう。私たちはいま世界経済と社会の発展において、そうしたきわめて興味深いイノベーションの段階にきているのです。

欧州に基礎を置く大規模な他国籍企業を生みだそうとする試みは、過去26年間にわたってほとんどが失敗に終わってきました。その例は数限りなくありますが、私はここではそのうちの三つ、つまりフィアット/シトロエン、ピレリ/ダンロップ、ジェームス/フィリップスの場合をあげるにとどめたいと思います。それに比べれば、共同プロジェクト的な

アプローチは、とくに航空宇宙の分野で成功を取めています。アーリアン宇宙ロケットやLサット衛星、ジャガー戦闘機、エアバスなどがそれです。欧州内部でのその他の努力の一部も、これまでのところ商業的にはともかく、テクノロジーという点でかなりの成功を取めています。私はそれについてコンコルド超音速輸送機や、スーパーフェニックス高速増殖炉などをあげておきたいと思います。

欧州の企業は全体として単独でやっていくか、それとも欧州以外の競争者と協力する場合の方が、うまくいくようにみえます。私自身の国を含むベンチャーをあげればオリベッティ/AT&T、イタルテル/GTE、アルファロメオ/日産、モンテディソン/三井、モンテディソン/ハーキュリーズ、そして（ひそかに準備中といわれる）フィアット/フォードなどがあります。この過程はしかし全体としてみれば現在、世界のテクノロジーと経済の発展をリードする三角形の三つの辺の間の密接な協力の一環であり、そうした協力は他にもあるわけです。その例としてはすでに世界的な規模で、大がかりなハイテク・プロジェクトと取り組む合意ができており、欧州の三か国と日本、米国の企業努力を結集して新世代のジェット・エンジンが開発されることになっています。

私としてはこれらの三角形の三つの辺（米国、日本、欧州）がそれぞれ自らにのみ頼って、互いに差を詰めようとするよりも、密接に協力することがみんなの真の利益になるものと考えています。弱い欧州は確かにそうした協力のパートナーとしてはあまり興味のない存在であり、私たちは国際競争で強くならねばならず、私たちとしてはそのためにも近代的で積極的な欧州の産業を必要としているのです。

唯一の前進の道は収益性の向上にあると思われます。しかしすでに許容できない欧州の失業問題を、これ以上悪化させない方法が見出さなければなりません。市場メカニズムだけでは十分ではないのです。過去のものとはまったく異なる種類の政府の積極的な介入が必要です。私たちはそれについてよく“国家のよりよい経済への介入を一ただしそれ以上のものは不必要”といっているわけです。

イノベーションに携わる企業は資金面からだけではなく真のサービス、つまりR&Dや戦略的マーケティング、これらの企業に不足している国際市場についての情報の入手などの点でも、支援を与えられる必要があります。とくに最も小さい企業の

場合がそうです。ハイテク・ベンチャー資本もまた奨励されねばなりません。

政府がとることのできる最も重要な措置はしかし教育と訓練、さらに再訓練のシステムに関するものでしょう。労働者が必要とする技能のパターンはもはや、静的な一定したものではありません。皮肉なことに変化のペースはあまりにも早いので、私たちが蓄積する知識の多くは、データ記憶、検索システムがその利用を容易にしようとするまさにその前にも、役立たなくなってしまうのです。意志決定者やマネジャー、労組の指導者をはじめ事実上私たちのすべてが、きのうの解決法をあすの問題に適用するのを避けようとするのなら、これまで当然とされてきた知識をさえ学び直す必要があることを認めなければならないのです。だれもがもはや、自分の生活のすべての側面についての専門家ではあり得ないのです。だれもが基本に戻って自分の専門知識を学び直すという、有益な経験をすることを求められているのです。

結局そこでは態度というものが、特別の重要性をもってきます。テクノロジーのイノベーションが世界を変えようとしているのです。最も広い意味のイノベーションが緊急に必要とされているのは、変化をよりよい方向に向けるのを保証するためなのです。登場中のテクノロジーは最も民主的で参加の進んだ国に対してだけでなく、最も非人間的で権威主義的な国に対しても、幅広い可能性を開いています。産業デモクラシーはこんごもその理想に対して忠実でなければなりません。登場中のテクノロジーと社会、制度的な枠組みとの間にはいま、明らかなミスマッチが存在します。問題は私たち男女の人間ができることと、するように求められていることとの間のギャップなのです。

私はここで結論に移りたいと思います。現在、洪水のように押し寄せてきているテクノロジー変化がもたらそうとしているのは、世界の経済上のリーダーシップの長期的な移行であり、各階級や国家の間またはそれらの内部での力関係の変化なのです。国のレベルでは実施はいまでもなく、理解することさえ困難な構造的な変化が待ち受けていて、広範な制度的改革を迫っています。国際レベルでは産業デモクラシー（西欧や北米、日本、オーストラレーシア=オーストラリア、ニュージーランド、南太平洋地域）はバランスのとれた成長を実現して、地球的な問題に適切に対処しなければなりません。

私たちは二つの大きな課題に直面しています。第一に最も重要なのは、テクノロジーの進歩が武力衝突の可能性を減らすのを保証することです。武力衝突の結果はあまりにもはなはだしくて、人間社会を完全に破壊し去ることさえ考えられるのです。第二は第三世界が切り捨てられて、絶望に陥らせないようにすることです。

先にも申しあげたように、開発途上国で安い労働力が利用できることはもはや、大きなプラスの要因ではなくなっています。生産の付加価値はいまでは原材料の側からみてますますダウンストリーム（下流）の方に移ってきています。市場に関する情報や先端テクノロジーは比較的少数の工業国の手にしっかりと握られていて、新しいテクノロジーは健全な相互依存に向けての刺激となることによって、第三世界のすでに過剰な先進国に対する依存を減らすというより、実際にはむしろそれを深める可能性が強いのです。

私としてはそうしたことが結局は、産業世界の利益にならないと堅く信じています。私たちは第三世界の成長と開発とを必要としているのです。それが世界の安定にとって不可欠であり、しかも当然の正義なのです。世界の特定の地域、たとえばサハラ以南のアフリカで起こっているようなはなはだしい危機は他の国々、他の大陸でも同様な災害が起り得ることをはっきりと物語っています。

私たちはいまや、私たちの前に横たわる挑戦に正面から取り組み、テクノロジーの使用を最適化することによってのみ、人間がその潜在的な能力の実現に向けてさらに前進するのを助け、それに貢献することができるのです。私はその点で日本と欧州がともに、重要な役割りを担っているものと確信しています。

2部 パネルディスカッション「技術革新と社会」

司会：電気通信科学財団理事長 白根禮吉
ウシオ電気株式会社社長 牛尾治朗
東京工業大学教授 森 政弘
オーストリア日本技術人会議会長
Hubert BILDSTEIN
キッコーマン株式会社常務取締役
茂木友三郎

白根禮吉氏によるパネルディスカッション参加者の紹介に引き続き、同氏の司会で討論が展開されたが、各参加者の発言要旨は次の通りである。

牛尾治朗

今日の講演を日本人として聞いておりました、ヨーロッパと日本で情報の共有性が高いという認識と、思考形態が10年、20年前に比べ相当類似してきたという安心感、と同時にやはり物を見るポイントが少し違うなということを感じました。しかし共有性が非常に強くなってきたというのは私の率直な印象です。

技術革新は、ここ数年で爆発的に進行しており、21世紀に向けて同じようなスピードで拡大することはほぼ間違いない。そうした状況の中で、企業経営は戦略体系的な抜本的な変化を求められています。事実ここ数年間でもこの技術革新に有効に対応した企業は、戦略的にも全く異った体系をとっている。その第一は、自分の商品、事業システムに技術革新をダイレクトに導入することにきわめて積極的であるということです。慎重な取り組みと大胆な適用というならば、いささか大胆さが先行しているということ認めざるを得ない。

第二は、企業組織経営のなかに技術革新を導入する、つまりオフィスオートメーション、マネジメントインフォメーション、ファクトリーオートメーションなどの導入です。また、情報化は、今や企業の立地条件さえ根本的に変えていくものであり、それを何のてらいもなくどんどん実行していく発想は従来では見られなかったことです。

最近では、新しい発想と構想・手順の作成、そして実行のスピードが速くなってきました。通常、発

想から実現までに十年くらいかかっていたのが、最近では五年くらいで実現する企業がふえてきました。この発想から実現までのスピードのアップという点は見逃せない。

第三は、マーケットの変化です。取引先をこめて市場が技術革新により、また情報化により、非常に変化してきているということが、平均的には企業にとっての最も大きな変化要因となっています。場合によっては、取引先、あるいは消費者の方が技術革新や情報化の変化をより敏感に受けとめている。その市場変化、消費者の変化を把握し、それをどう企業変化に取り入れていくかが、これからの企業の大きな課題といえそうです。

第四は、求められる人間の能力の変化です。スピードアップの時代では、人材の内部育成から外部スカウトへと変わり、外部スカウトでも間に合わない場合には、外部企業との提携へと変わっています。従来、日本では外部企業との提携は難しい分野でしたが、優れた外部の集団と組むことによって、より質の高い事業目的の推進とそのスピードアップが可能になってきました。これは、変化に対応する新しい人間集団体制、企業の連合体制です。日本では難しいといわれていたこうした体制ができ上がってきたことは、日本の新しい企業変化であり、同時に、経営そのものにも非常に重要な変化をもたらしてきた。また他方では社会革新としての高年齢化、成熟化、国際化問題があり、これらも社会の変化に連動しています。

企業経営は21世紀に向けて技術革新と社会革新と

いう相反する二つの大きな壁を越え、これらをうまく相互に連動させながら革新しつづけなければ成功しない。ただ、社会革新の方は、企業が独自に乗り越えられる部分と、行政がらみでなければ乗り越えられない部分とがあり、このため、社会革新を乗り越えることの見通しの困難さが、競争力を減退させる要因となる可能性を持っています。さて、この技術革新と社会革新をうまく連動させていくには、その経営形態も今までのようなピラミッド型技術体系ではなく、多様な種類の人たちによって構成される小さな峰からなる技術体系、いわゆるアルプス型でなければいけない。技術をトップマネジメントとして担当するものの役割は、これらの多様な峰にたつリーダーたちを円卓に座らせコーディネートし、インテグレートすることであるというふうに変化してきました。このことは単に技術面だけでなく、マーケティング、デザイン、構想の作成等についてもいえます。また、トップリーダーシップでも、主演型からコーディネーター、プロデューサー型へと変わり、その上、更に厳しいことは、求められるスピードも大変速いことが要求されてきています。

とにかく、時間切れということが、経営にとって一番問題なりーダーシップの欠落となるのです。

未来の社会とか21世紀の社会とかと未来についていう場合、一般に「未来はどうなっていくのか」というニュアンスが非常に強いように思えます。この「どうなっていくのか」という言葉を受けとめるときに、未来を操作しているのは神様か悪魔で、人間は未来を予測することによってバスに乗り遅れまいとしているといった非常に他人任せの感じがあります。しかし未来には自分も確実に参加しているわけですから、「未来はどうなっていくか」に加えて「未来をどうするか」というもう一つの立場、つまり自分の意思や考え方を未来に反映させていく立場があってしかるべきだと思います。

先ほど牛尾さんから、ヨーロッパと日本の思考の共有性が出てきたというご指摘がありました。考えようによっては、例えば明治維新から今日まで、むしろ我々の思考がヨーロッパに合せてきた——つまり今日の日本人の考え方はかなりヨーロッパ的になってきているといえるのではないのでしょうか。しかし、意識するしないにかかわらず、そこには日本の伝統とか風土といったものがしみこんでいるのです。

コロボ先生が、日本は古い伝統を保ちながら革新をやっている国だといわれましたが、日本の伝統的な観念の一つに“道”と“術”があります。この“道”と“術”の間にはかなり大きな違いがあります。術が道に高まる背景には、例えば東洋的な“無”という考え方が入っている。たとえば日本の弓道では、矢を的に当てようと意識せず心を無にして矢を放つとその時最高の射が可能になるのです。つまり対象そのものになり切ることによって術が道に高まっていくわけです。

これは技術についてみても同様だと思うのです。今日また技術は技道にまで至っていないと言えます。これから我々がしなければならないことは、技術を技道にまで高めることだと考えます。技術が技道に脱皮した時、公害もなくなり、人間とも自然とも調和するはず。このように考えてくると、現在のものの作り方というものを、ここで意識しなおす必要があると思います。

今日の技術一般では、例えばフェライトの発明史をひもとくと、フェライトはもともと亜鉛を精錬するときの邪魔ものとして登場しました。こうしたときに、フェライトを邪魔ものとして見て、フェライトが

できないような精錬方法——つまり、いいものを取り上げ、悪いものを排除していく取捨選択の態度をとるのが普通です。ところが、その邪魔ものを邪魔ものと見ない、いわば逆転の発想が出てきて、フェライトを磁性の立場から研究しました。はじめフェライトの磁性は弱かったのですが、複合のフェライトにすると強い磁性が出てきて、いまやフェライトなくしてはエレクトロニクスもメカトロニクスもなり立たなくなっています。つまり安直に取捨選択しては技術が技道にまで高まらない。むしろ取捨選択をしないこと、悪いものが出たら、悪いものの中にかくれているいいものを見抜く目と、それを引き出す技術力、知恵、努力が必要だということです。

古来、日本には取捨選択に対して摂取不捨という言葉があります。すべて出現してきたものは捨てないで取り上げるという考え方です。21世紀の技術いや技道の世界に向って、ものを作るときの方にはこの摂取不捨が重要だと思います。

オーストリアはヨーロッパの小さな国です。しかし先ほど本日のスピーカーの方々が小さいことは必ずしもマイナスではない、特に新素材は重要であるといわれました。新技術すなわち大きなイノベーションにとって重要であるということです。

まずヨーロッパの状況をみていただきたい。現在、ヨーロッパの世論の関心は技術革新が社会にどういふ影響を与えるかということにあります。また、社会はまだ技術革新が主要なエレメントであると見られています。

企業が国際的な競争力をもち、収益を上げ、そして前向きに開発、発展していくために社会科学に関心をもっているわけです。ある場合において、特に媒体において強調されている対策が出てきました。というのは、本当に重要なシグナルと、その背景にある騒音とをどう見分けるかということです。ヨーロッパでは専門家がそういう意見によって操作されてしまうことがあり、非合理的な反応が出てくることが多いのです。

一つの発明、革新、それが進化であれ、革命をもたらすものであれ、我々は革命という言葉が好きではありません。というのは、革命は破壊にたやすく結びつく傾向があるからです。新しい技術および革新が必ずしも革命的であるとは限りません。電気力学的な原理の利用についていえば、現在のマイクロエレクトロニクスは革命的なものです。また、宇宙、陸上輸送などのイノベーションは進化的な性格をもつものであり、時が経つにつれて累積的なインパクトを与えていくものです。しかし、それは革命的な性格をもつものではありません。革命（リボリューション）には生物の淘汰が入ってくると思います。イノベーションには通常フュージョンテクノロジーとか接ぎ木を融合するというような技術が入ってくるわけです。我々が求めているのは、そして開発が進んでいると感じているのは、混合型のハイブリッドのソリューションです。

ヨーロッパにとって伝統的な文化をもっているものとして、長期的な科学研究およびイノベーションを行うために長期的な観点が必要です。つまり技術のイノベーションがある一方で哲学的な進化があるということです。そして、この方向は間が短縮されてきています。労働時間の短縮もからんできます。しかし社会的および物理学的な変遷が技術のペース

に追いつかないというところがあります。依って日本とヨーロッパのアプローチとの間に若干の違いがあるのかもしれませんが。

最近の技術革新からフィードバックが出ていますので、現在、我々はこれを利用することができます。規模や次元の大きさを考えると、これから求める解決策は地球規模になってくると思います。問題が複雑性を帯びていますし、非線型ということも念頭におかなくてはなりません。しかし完全無比な“解”というのは、人類が到達できないものであると思います。つまり絶対的な真実がないのと同様です。失業、公害防止、安全保障、経済、技術開発を恵まない地域に進行させることが現在我々が直面している大きな問題ですが、そのいくつかは次の世紀まで解決が持ち越されるでありましょう。

研究開発は、最終的なものが出てくるまで何が出てくるかわからないことがあります。日本でも過去10年間、かなりの研究開発費をつぎ込んだと思います。部分的にはその成果が出て来ているでしょうし何がその次に出てくるか期待して待っている所だとも思います。

我々は国あるいは文化において、また社会構造に差があっても、互いに理解のために努力しなければなりません。そして時間は我々にとって最も貴重なものです。最善のコミュニケーションシステムを使わなければ時間の無駄になってしまいます。

科学、イノベーションの知識は、将来のためのものであると考えなければなりません。オーストリアは、世界の研究開発の貢献は0.3%という小さいものです。しかし汚染のppmのレベルを今後はppb、ビリオンのレベルにまでもっていきたいと考えています。

私は主として国際関係の仕事をしている関係でテクノロジー・トランスファー、すなわち技術移転を伴う海外進出をする場合に、企業はどんな点に注意すべきかということについて話したいと思います。

テクノロジー・トランスファーは今後いっそう盛んになると思います。なぜなら、世界的に技術革新がいっそう進展すると共に、国際的な交流も今後より盛んになり、技術革新と地球社会との関係を論じなければならない時代になると考えるからです。また、企業レベルからみると、国際活動が進めば進むほどテクノロジー・トランスファーは必要になると思います。

企業の国際活動は、通常、輸出から始まります。そして現地に販売拠点をつくり、更に部分生産体制を経て一貫生産体制に進んでいきますが、この一貫生産体制には必ずテクノロジー・トランスファーを伴うわけです。

私どもの「キッコーマン」はアメリカのウィスコンシン州にも工場進出していますが、技術移転を伴う海外進出で企業が注意すべき点について、私の経験からお話したいと思います。

いちばん重要なことは経営の現地化ということです。企業が永続的に繁栄していくためには、社会なかならず地域社会との共存共栄を図っていかねばなりません。実は「キッコーマン」がアメリカに工場進出したとき、環境破壊を恐れる地元の反対に遭遇しました。これに対して、しょうゆは公害がなく、しかも農産物である農産物と共存共栄できるということを強調して説得したのですが、こうした経緯のなかで、社会との共存共栄の重要性と共に、経営の現地化を行う必要性を痛感したわけです。

一口に経営の現地化といってもケースバイケースですが、私どもが経営の現地化の中身として考えているのは以下の四点です。第一は、できるだけ現地の人を採用する。第二は、できるだけ地元の企業と取引をする。第三は、地元の活動に参画して地元にとけこむ、そして第四は、できるだけ地元には権限を委譲するということです。

ところで、発展途上国では資本の現地化が義務づけられている場合が多いのですが、先進国の場合は義務づけられていないケースの方が多い。しかし先進国の場合にも経営の現地化によって社会との共存共栄を図ることが必要であり、それが技術移転を伴

う海外進出において企業が長期的に繁栄する途であると思います。

次に、技術移転を伴う海外進出の際、日本的経営がどのくらい持ち込めるか、つまり日本の経営技術の移転の問題があります。日本的経営が海外で関心を集め、一部では高い評価を受けています。しかし結論的にいうと、日本の経営技術を簡単に海外に持ち込むのは危険であると思っています。

その理由の第一は、日本的経営にも長所と短所があるということです。第二は、経営環境と経営技術との関連です。経営環境の全く異なる海外に日本の経営技術を簡単に移転することは、きわめて危険であるといわざるを得ません。

フーベルト・ビルトシュタイン：ヨーロッパでは、一人で専門家が仕事に責任をもってやっていくというやり方はなくなりつつあります。そしてチームや集団のもつダイナミックな影響力や作用を活用しようというアプローチが出てきています。近代的な技術の複雑性のためにチームアプローチをとらざるを得ないわけですが、日本ではこうした変化が出ていますか？

牛尾：チームワークとか集団で全体の効率を高めるということは、日本には昔からありますし、近年のアメリカやヨーロッパにも現象的には共通点がありますが、やり方が違います。日本人は非常にホモジニアスな集団ですから、集団力を高める場合にはエモーショナルに同一性を高める、いわゆる同志感を高めることによって組織力が高まる要素が強い。その点、ヘテロジニアスな社会では共通の目的、手段、コミュニケーションによって意識的に高めるという手法をとる。ヒューマンリレーションといっても、日本の浪花節的なヒューマンリレーションと、アメリカのドラッカー的なヒューマンリレーションとは違う。結果は同じでもやり方は相当違うのでそこを区別する必要があると思う。

白根：日本人は人と人との関りの中で自分をセッティングし、会社全体の目標やその社会的な意義を理解し、その中で自分をセッティングしてはじめて集団の中での高いモチベーションをもつという特徴があると思う。とりわけ知的生産性で勝負するような企業はその傾向が強い。しかもピラミッド型からアルプス型へ横に小さく分散した組織になってきています。

茂木：確かに、技術革新が進行する状態の中では個人プレーが難しくなり、連係プレーが必要です。グループの仕事は更に進んで企業間の提携や産学協同、パブリックセクターとプライベートセクターの協力などが日本でもより進むと思います。

牛尾：日本は十数年前までは欧米諸国追いつき型で、そのために、問題が起こっても欧米先進国と日本との問題意識や問題の解決方法はいつも違っていた。それが今日ではSDIの問題、バイオテクノロジーと人間との関係、新エネルギー、新素材と社会、社会進歩と人間のあり方等々の諸問題に対し、同じ文明レベルのなかではじめて共通の取り組みをしなければならない時代になった。こういう時こそ諸外国との共有部分をたくさんもつ努力ができるといえる。我々はこの問題の共有性について意欲的に努力し、

欧米諸国との文化的な差を埋めていくことが必要だと思う。

白根：日本もようやく欧米諸国と部分的には肩を並べて走る先頭集団に入ってきた。従来のように先行モデルのある時代からモデルのない時代、つまりクリエイティブに考えながら進まなければならないという全く新しい経験をしている。その場合に、ヨーロッパのなかには長い間世界の先頭を走ってきた国々、また人々の知恵があると思う。この点は我々も謙虚に受けとめ、まだまだ学ばなければならない。そしてお互いを認め合い、相互理解を深めながら共通の問題、目標に向かって進んでいくことが大切だと思う。

本田財団レポート

No.1 「ディスカバリーズ国際シンポジウム ローマ1977」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭53.5	No.26 人々のニーズに効果的に応える技術 GE研究開発センター・コンサルタント ハロルド チェスナット	昭57.1
No.2 異文化間のコミュニケーションの問題をめぐって 東京大学教授 公文俊平	昭53.6	No.27 ライフサイエンス ㈱三菱化成生命科学研究所人間自然研究部長 中村桂子	昭57.3
No.3 生産の時代から交流の時代へ 東京大学教授 木村尚三郎	昭53.8	No.28 「錬金術 昔と今」 理化学研究所地球化学研究室 島 誠	昭57.4
No.4 語り言葉としての日本語 劇団四季主宰 浅利慶太	昭53.10	No.29 「産業用ロボットに対する意見」 東京工業大学教授 森 政弘	昭57.7
No.5 コミュニケーション技術の未来 電気通信科学財団理事長 白根禮吉	昭54.3	No.30 「腕に技能をもった人材育成」 労働省職業訓練局海外技術協力室長 木全ミツ	昭57.7
No.6 「ディスカバリーズ国際シンポジウム パリ1978」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭54.4	No.31 「日本の研究開発」 総合研究開発機構(NIRA)理事長 下河辺 淳	昭57.10
No.7 科学は進歩するのか変化するのか 東京大学助教授 村上陽一郎	昭54.4	No.32 「自由経済下での技術者の役割」 ケンブリッジ大学名誉教授 ジョン F. コールズ	昭57.12
No.8 ヨーロッパから見た日本 NHK解説委員室主幹 山室英男	昭54.5	No.33 「日本人と西洋人」 東京大学文学部教授 高階秀爾	昭58.1
No.9 最近の国際政治における問題について 京都大学教授 高坂正堯	昭54.6	No.34 「ディスカバリーズ国際シンポジウム コロンバスオハイオ1982」報告 電気通信大学教授 合田周平	昭58.2
No.10 分散型システムについて 東京大学教授 石井威望	昭54.9	No.35 「エネルギーと環境」 横浜国立大学環境科学研究センター教授 田川博章	昭58.4
No.11 「ディスカバリーズ国際シンポジウム ストックホルム1979」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭54.11	No.36 「第3世代の建築」 ㈱菊竹清訓建築設計事務所主宰 菊竹清訓	昭58.7
No.12 公共政策形成の問題点 埼玉大学教授 吉村 融	昭55.1	No.37 「日本における技術教育の実態と計画」 東京工業大学名誉教授 齋藤進六	昭58.8
No.13 医学と工学の対話 東京大学教授 渥美和彦	昭55.1	No.38 「大規模時代の終りー産業社会の地殻変動」 専修大学経済学部教授 中村秀一郎	昭58.8
No.14 心の問題と工学 東京工業大学教授 寺野寿郎	昭55.2	No.39 「ディスカバリーズ国際シンポジウム ロンドン1983」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭58.9
No.15 最近の国際情勢から NHK解説委員室主幹 山室英男	昭55.4	No.40 日本人と木の文化 千葉大学名誉教授・千葉工業大学教授 小原二郎	昭58.10
No.16 コミュニケーション技術とその技術の進歩 MIT教授 イシエル デ ソラ プール	昭55.5	No.41 「人間と自然との新しい対話」 ブラッセル自由大学教授 イリヤ・ブリゴジン	昭59.2
No.17 寿命 東京大学教授 古川俊之	昭55.5	No.42 「変化する日本社会」 大阪大学教授 山崎正和	昭59.3
No.18 日本に対する肯定と否定 東京大学教授 辻村 明	昭55.7	No.43 ベルギー「フランドル行政府産業使節団」講演会	昭59.7
No.19 自動車事故回避のノウハウ 成蹊大学教授 江守一郎	昭55.10	No.44 「新しい情報秩序を求めて」 電気通信大学助教授 小菅敏夫	昭59.7
No.20 '80年代ー国際経済の課題 日本短波放送専務取締役 小島章伸	昭55.11	No.45 「アラブの行動原理」 国立民族学博物館教授 片倉もとこ	昭59.10
No.21 技術と文化 I V A 事務総長 グナー・ハンベリユース	昭55.12	No.46 「21世紀のエネルギーを考える」 イタリア国立エネルギー研究機関総裁 ウンベルト・コロンボ	昭60.1
No.22 明治におけるエコ・テクノロジー 山本書店主 山本七平	昭56.5	No.47 「光のデザイン」 石井デザイン事務所 石井幹子	昭60.7
No.23 西ドイツから見た日本 電気通信大学教授 西尾幹二	昭56.6	No.48 「21世紀技術社会の展望」 第43回日経ハイテクセミナー	昭61.1
No.24 中国の現状と将来 東京外国語大学教授 中嶋嶺雄	昭56.9		
No.25 アメリカ人から見た日本及び日本式ビジネス オハイオ州立大学教授 ブラッドレイ・リチャードソン	昭56.10		