

# 季刊 現代経済

## CONTEMPORARY ECONOMICS

編集＝現代経済研究会  
発行＝日本経済新聞社

WINTER '81  
46

### 特集：技術の進歩と社会の対応

現代技術の性格とその問題点……竹内 啓

開放定常系の経済—水土論の理論的枠組と学説史展望……室田 武

シュムペーター経済動学—革新と模倣の動態的モデル……岩井克人

座談会：現代の技術進歩とその社会的含意

稲田献一・宇沢弘文・河宮信郎・堤 佳辰・室田 武

「エネルギー代替」における技術開発の構造と限界……河宮信郎

原子力の安全性……塚谷恒雄

遺伝子工学の現状と将来……松原謙一

#### ■展望論文

日本の物価論争—わが国経済学史の一断面……鈴木淑夫

最近のゲーム論の展開と応用……今井晴雄

#### ■論文

受益と負担の地域構造分析……石 弘光・長谷川 正・秦 邦昭

労働のインセンティブと「日本的」労働市場……奥野正寛

#### ■書評論文

正統派ケインジアン「新しい古典派」批判……R.E. ルーカス

—「マクロ経済学の再検討」(J. トービン著)を読んで

連載：現代を対話する(11) 地球物理学+経済学

変容する「地球号」のメカニズム(対談) 永田 武・稲田献一

季刊現代経済 第四六号 / 昭和五六年二月三日印刷・昭和五六年二月七日発行 / 定価八五〇円 / (分類) 0033 (製品) 6546 (出版社) 5825  
編集・現代経済研究会 編集人・稲田献一 / 『現代経済』編集室 〒102 東京都千代田区平河町二一六一五北野ビル二〇三八木甫 電話二六四一五八五八  
発行人 黒川 洸 発行所 日本経済新聞社 〒100 東京都千代田区大手町一九五 電話二七〇〇二五一 振替東京三五五五 / 印刷所 奥村印刷

---

---

---

季刊

# 現代経済

WINTER '81 No. 46

特集：技術の進歩と社会の対応

現代技術の性格とその問題点 ● 竹内啓……4

開放定常系の経済—水土論の理論的枠組と学説史展望 ● 室田武……15

シュムペーター経済動学—革新と模倣の動態的モデル ● 岩井克人……28

座談会：現代の技術進歩とその社会的含意

稲田献一・宇沢弘文・河宮信郎  
堤佳辰・室田武 ● ……43

「エネルギー代替」における技術開発の構造と限界 ● 河宮信郎……58

原子力の安全性 ● 塚谷恒雄……79

遺伝子工学の現状と将来 ● 松原謙一……88

展望論文

日本の物価論争—わが国経済学史の一断面 ● 鈴木淑夫……100

最近のゲーム論の展開と応用 ● 今井晴雄……116

論文

受益と負担の地域構造分析 ● 石弘光・長谷川正……136  
秦邦昭

労働のインセンティブと「日本的」労働市場 ● 奥野正寛……150

正統派ケインジアン「新しい古典派」批判 ● R. E. ルーカス……163

—『マクロ経済学の再検討』(J. トービン著)を読んで

連載：現代を対話する(11) 地球物理学+経済学

変容する「地球号」のメカニズム ● 永田武……173

稲田献一

執筆者紹介（掲載順）

竹内 啓

昭和八年生。東京大学卒、現在、同大学教授。『統計的推定の漸近理論』（教育出版）、『近代合理主義の光と影』（新曜社）ほか。

室田 武

昭和一八年生。京都大学卒、現在、一橋大学助教授。『地域主義』（共著・学陽書房）。『原子力の経済学』（日本評論社）

岩井 克人

昭和二年生。東京大学卒、現在、東京大学助教授。

稲田 献一

大正一四年生。東京大学卒、現在、大阪大学教授。『経済発展と変動』（共著・岩波書店）、『経済学の散歩道』（日本経済新聞社）ほか。

宇沢 弘文

昭和三年生。東京大学卒、現在、同大学教授。『自動車の社会的費用』（岩波書店）、『近代経済学の再検討』（岩波書店）ほか。

河宮 信郎

昭和一四年生。東京大学卒、現在、名古屋大学助手。

堤 佳辰

昭和二年生。東京大学卒、現在、日本経済新聞社論説委員

塚谷 恒雄

昭和一九年生。京都大学卒、現在、同大学助教授。

松原 謙一

昭和九年生。東京大学卒、現在、大阪大学教授。『プラスミド』（講談社）。

鈴木 淑夫

昭和六年生。東京大学卒、現在、日本銀行金融研究局次長。『金融政策の効果』（東洋経済新報社）、『金融』（日経文庫）ほか。

今井 晴雄

昭和二四年生。スタンフォード大学卒、現在、京都大学経済研究所助教授。

石 弘光

昭和一二年生。一橋大学卒、現在、同大学教授。『財政構造の安定効果』（勤草書房）、『租税政策の効果』（東洋経済）。

長谷川 正

昭和二三年生。一橋大学卒、現在、三井信託銀行より経済企画庁経済研究所に出向中。

秦 邦昭

昭和二三年生。名古屋工業大学卒、現在、経済企画庁経済研究所。

奥野 正寛

昭和二二年生。東京大学卒、現在、横浜国立大学助教授。

R・E・ルーカス

一九四五年生。シカゴ大学卒、現在、シカゴ大学教授。  
"An Equilibrium Model of the Business Cycle Journal of Political Economy, Dec. 1975

永田 武

大正二年生。東京大学卒。現在、国立極地研究所長。『超高層大気の物理学』（裳華房）ほか。

# 特集Ⅱ 技術の進歩と社会の対応

現代技術の性格とその問題点／開放定常系の経済―水土論の理論的枠組と学説史展望／シウムペーター経済動学  
―革新と模倣の動態的モデル／座談会・現代の技術進歩とその社会的含意／「エネルギー代替」における技術開  
発の構造と限界／原子力の安全性／遺伝子工学の現状と将来

# 現代技術の性格とその問題点

竹内 啓

『季刊現代経済』で科学技術の問題を取り上げるのは、どのような理由によるものであろうか。もちろん、たとえば技術予測などということと自体が目的ではないであらう。いずれにしても、私はそのような問題に答えるだけの専門的知識は持っていないから、そのような観点から問題を取り上げようとは思わない。ここでの問題の中心は、むしろ現在も進行しつつある技術進歩ないし技術革新が、経済社会にどのような影響を及ぼしつつあるか、またそれをどのように評価するかということであらう。さらにはそれについてどのような態度、戦略、あるいは政策をとるべきかということも、自ら導かれるかもしれない。

## 技術進歩の影響——二つのレベル

技術進歩の影響を考えると、三つのレベルでそれを捉える必要があると思う。第一は個人生活のレベル、第二は経済社会のレベル、第三は社会構造のレベルである。

個人生活のレベルでいえば、技術進歩が直接的には一般的に生活の改善と向上をもたらすことはいうまでもないであらう。もちろん、軍

事技術などについては、個人生活を破壊するものであることは改めて指摘するまでもないが、生活に直接利用される技術については、それは多くの場合、生活の中の苦痛と惨めさを減らし、便利と快適さを増すものであることも言うまでもないであらう。ただしここで個人生活というとき、そこには生産の場と、消費生活の場、および社会生活の場の三つの面を含めて考えねばならないことを強調しておきたい。

その点から考えると、戦後の技術革新は日本人の個人生活の上で大きな向上をもたらしたことをまず確認しておくべきである。飢餓や極度の貧困の解消は一般的な経済水準の向上によるものとして、技術進歩の直接的影响とはみなさないとしても、次のような点はその直接の成果と考えることができる。

(1) 医療、保健の向上。結核による死亡の急速な減少、伝染病の克服、全体的な成果として寿命の大きな伸び、健康水準の上昇。公害等によるマイナースがあるにしても、全体として外国にも見られない大きな上昇があったことは数字の上から明白であり、人間にとって第一に重要なものは生命と健康である以上、このことはまず第一にプラスとして数えられなければならない。

(2)労働条件の改善。悲惨で危険や苦痛の多い肉体的労働は、農業や鉱業、工業、建設業等においてもほとんどなくなったし、労働災害も新たな形のものも生じているとはいえ、大きく減った。第一次の産業革命が悲惨な工場労働を生み出したのと比べると、戦後の技術革新はこの点で概して「人道的」であったと言える。農業における機械化や農薬化学肥料の利用、工業、鉄道等における石炭から石油へのエネルギー転化、あるいはいわゆるオートメーション化が、ときには悲惨な犠牲者を生み出したとはいえ、全体としては著しく労働条件を改善したことは、近ごろときとすると作為的に無視されがちであるから、特に強調しておきたい。

(3)家事労働の軽減と家庭における生活の快適さの増大。いうまでもなく家庭用電器製品の普及はそれなりのプラスであった。

(4)情報、知識の増大。これはマスコミュニケーションの普及と交通通信手段の発達のためであろう。都会と農村との情報格差は非常に小さくなった。もちろん、これらの反面として、交通事故の増加や公害の被害等をマイナスとしてあげることもできるかもしれない。しかし全体を総合すれば、とにかく第一義的には大きなプラスであったことは言うまでもない。この点で「旧きよき時代」の失われたことを嘆く人々は、昔の生活の悲惨な面を忘れて、美化された記憶のみに印象づけられているか、あるいは多数の惨めな民衆の生活を見失って、そのような「旧きよき時代の生活」を送ることができたのは、特権的な少数者に限られていたことを見落としているのである。

第二のレベルは経済社会の面である。戦後の日本の高度成長が、ちょうどわが国が世界的な技術革新の波にうまく乗り外国に追いつく過程と、新技術を取り入れる過程を同時に進行させることができたことによるところが大きいことは、改めて指摘するまでもないことであろう。経済成長のうちに厳密にどれだけの部分が「技術進歩」に帰着させられるかというようなことを論ずることはあまり意味がない。投資にしても、雇用の増加にしても、新技術の採用と密接に結びついているのであるから、それぞれを切り離して論ずることは無意味であ

り、技術革新が無ければ高度成長も無かったであろうことを確認しておけば十分である。

マイナスの面としては、公害や都市の過密化、農山村の過疎化が挙げられよう。公害についてはすでに多く論じられていることであるが、近代工業を全く断念するならばともかく、公害を無くするには技術をより進めることしか方法がないことは明らかであり、技術的に遅れた国の方が一般に公害は甚しいのである。また旧技術の方が公害が少ないというのも事実に反することであって、もしかしてはそれがあまり論ぜられなかったとすれば、それは規模が小さいために影響がそれほど大きくなかったためでなければ、一般の生活があまりに惨めな公害などは問題にならなかったからである。戦後でも「煙の町」などということが、工業都市の誇りとしていわれていた時期があったのである。そこでのppmが現在の環境基準をはるかに越えていたことは疑う余地がない。

経済社会の面では、戦後、交通通信手段の発達により、国内的、国際的統合が進んだことも指摘しておく必要がある。このことは国内的には生活の画一化という好ましくない面をもたらししたが、生活、文化の面での地域格差の縮小という効果は大きかった。また経済的、文化的、政治的に国際的な関係が密接になった。つまり「地球は狭くなった」のである。

第三のレベルの社会構造、政治構造の面では、わが国は少なくともこの三〇年間くらいは、意外に安定したということができる。第一次産業革命が、ブルジョアジーの支配と、民主主義国家ないし立憲国家の成立をもたらしたとすれば、戦後の技術革新はそれに対応する社会変動をまだ生み出してはいないように思われる。社会主義は、少なくともこれまでのところ新しい技術革新に対応することについては、資本主義よりもむしろ遅れているといわねばならない。「テクノクラシー」ということも一時唱えられたが、しかしそれもそれほど簡単に実現するようには思われない。最近のわが国の社会の各層に見られる「保守化」傾向は、わが国の社会が一種の大衆民主主義社会という形で安定

してしまいうにも思われる。

一面ではアメリカのヒッピー運動などからはじまった、ある意味で反近代的、反科学技術的ないろいろな運動や、あるいは犯罪や麻薬の増加などのネガティブな減少が、現代社会の過渡期としての不安定性を象徴しているということができるかもしれない。しかしこれらの現象は、「ポスト近代」についての具体的なイメージを作り出すための素材になるようなものであるとは到底言えないであろう。

問題はむしろ国際社会にあるといえよう。社会主義体制は、これまでのところ新しい時代の担い手としての資格を示すことには失敗したと言つてよいであろう。そうして両体制による核戦力の蓄積が人類全滅の危険性を生み出している中で、有効な国際的管理体制が欠けていることは、その危険を現実のものとしている。そういう意味では、核兵器とロケットの時代に対して時代遅れとなっているのは、個々の国の政治や社会の機構ではなく、互いに相容れない主権国家からなる世界体制であるということができようであろう。しかしそれから直ちに「世界国家」や「世界連邦」が必要であると結論するのは、現実の国際政治の中では非現実的であるのみならず、また好ましいことでもないであろう。

いわゆる南北問題がこの点を複雑にしている。それは単に大きな、経済的、文化的格差があるというだけでなく、多くの「南」の国ではようやく「主権国家」という形での地域的社会的統合が進められようとしているところだからであり、それを簡単に「世界国家」の中に解消しようとすることは、それらの国々を事実上先進諸国の共同植民地の地位に落すことになると思像されるからである。しかし大きな問題は、これらの「南」の国々のほとんどは、現在の技術の水準に対しては余りに小さすぎることで、これらの国々の伝統的な社会が一気に「現代化」の風に当てられたとき、その衝撃が大きすぎて、社会の崩壊を招く恐れがあることである。イランの状況などを見れば、これらの国々の現代化が社会的にどのような大きな困難を含んでいるかが明らかであり、明治以来百年にわたっていわばなし崩し的に現代化を進めて

きたわが国は、幸せであつたといわねばならない（もちろんイランは最も条件の悪いところではない）。

## 技術進歩の社会的影響の分析は未発達

ところで最も重要なことは、技術の進歩とその社会に及ぼす影響についての今後の展望である。そのためには、より一般に技術進歩そのものの性格とその法則性、あるいはその歴史的傾向について考え、またその社会に対する関係についても一般的に考えねばならないであろう。

しかしながら、技術進歩は何によって起こるか、またそれが社会にどのような影響を及ぼすかという問題は、一見単純な問いのようであっても、きわめて難しいものであり、またそれについて十分な答はもちろん、一応体系的と見なすことができるような解答さえ与えられていないといつてよい。人々の社会生活の中から生み出された課題に対して答えようとする人々の意識的な努力によって、新たな技術が生み出され、それが社会システムの中で出現されて人々の要求に応えるものとなり、したがって技術の進歩によって人々の生活が進歩向上して行くというような、単純かつ「おめでたい」命題を信ずる人は現在では多くはないであろう。技術進歩が人々の生活の向上、幸福の増進に結びつくとは限らないことは、軍事技術を例にとって見ればわかることである。また企業の利益に結びつくような技術が、公害やその他の望ましくない社会的副産物を生み出すことが少なくないことも、最近ではよく知られている通りである。

しかし技術が、軍部や、企業や、その他の社会的支配階層の要請に応じて進歩し、したがってそれらの支配層の「エゴイズム」が反社会的であり多くの人々の利益に反する程度にに応じて、技術進歩の望ましくない面が現われるという図式も、現実に対しては割り切りすぎである。応用技術の末端はともかく、社会生活全般に対して大きな影響を与えるような根本的に新しい技術は、本来応用に全く関心を持たない科学者の研究や、社会的応用には目を向けない技術者の発明や、ある

いは全く偶然といってよいような状況から生まれることも少なくない。といって技術進歩を、偏執的な「科学者」の狂った頭脳の産物とすることもSFマンガ的空想といわねばならない。

経済学においても、技術の取り扱いがきわめて表面的であり、場合によっては意識的に外生的なものとされていることも少なくない。特に「生産関数」の具体的な計測においては、「技術要因」は形式的な一種の残差項として扱われるか、あるいは「時間」のような純外生的な代理変数を用いて表現されるのが普通である。その一方、抽象的な一般論の枠組の中では、「市場メカニズム」が、望ましい技術進歩をも生み出すであろうということが、暗黙のうちであれ、無条件に前提されていることが多いように思われる。しかし「市場メカニズム」が資源の有効配分を意味するような「パレート最適性」を達成するということを、長期的な技術進歩をも含めて主張することは、可能であるとは思われない。

また最近の「合理的期待」の理論にしても、経済主体すなわち企業や家計が、長期的な技術進歩を「合理的に予測」してそれを考慮に入れて行動する、それゆえ未来のすべての技術進歩の影響は少なくとも期待値としてすべて現在の行動の中に組み込まれているはずであるなどというとしたら、それはあまりにも非現実的な主張であるといわざるをえないであろう。したがって「市場メカニズム」がどのようにして望ましい技術進歩をもたらすかの具体的な過程は、近代経済学の理論的枠組の中には与えられていないように思われる。マーシャル的な意味における「長期」の問題を考える際の最も大きな困難は、そこに現実には技術進歩、すなわち生産関数の移動を考慮に入れなければならないという点にある。現実の投資関数の計測についても、特に長期的な設備投資を問題にする際には、そこに現実結びつけられる新たな技術の効果と、また一定の技術を設備に体化することにより、その後を生ずる技術を実現する機会を失うことの機会費用とを、企業がどのように評価しているかについての想定が必要であるが、それは実際にはきわめて難しい。

マルクスは「生産力と生産関係」の基本的図式の中で、社会の歴史的発展の原動力が生産力の発達にあり、「生産関係」すなわち基本的な社会関係が「生産力の桎梏となる」、つまり生産力の発展に対して時代遅れとなることによって革命的な変革を被るようになる」と説いている。そこでは生産力の発展が、歴史の展開の最も積極的な要因として理解されているが、問題はそれがどのようにして生ずるかほとんど説明されていないという点にある。生産力の発展の最も具体的な形である技術の発達も、何か自立的なものとして捉えられている。ただ資本主義社会においては、資本は労働生産性の優位性から生ずる特別な利潤、マルクスの用語によれば特別剰余価値を求めて積極的に新技術の導入に努めるので、それが資本主義社会における急速な技術の発達の動因となるのである。しかしマルクスも資本は技術の発達を刺激し、それを積極的に取り入れることを強調しているが、資本自体が技術を生み出すというようには説いていない。レーニンに至っては、帝国主義段階になると独占資本が逆に技術の発達を阻害するということを強調している。マルクス主義の基本的な枠組の中では生産力の発展は技術の発達、そのいわば啓蒙主義的な進歩史観にふさわしく、人知の発達そのものと等しく、人間社会に本来備わった進歩発展の傾向を体現しているものと考えられているように思われる。

マルクスの考え方に影響されているシュンペーターによれば、新技術を具体的な生産の場に結びつけ、社会的に「イノベーション」を実現することが「企業家」の役割であるとされている。しかし新技術を生み出すこと自体は企業家の課題ではないし、その過程は分析されてはいない。

技術進歩をマルクス、シュンペーター的な均衡破壊的な因子として理解するにせよ、「市場メカニズムの効率性」の信奉者が暗黙のうちに仮定しているように均衡の枠組の中で考えるにせよ、技術進歩自体は、経済学の論理によっては説明されていないように思われる。

技術の発達は普通の歴史的研究においては、より一層表面的にしか扱われていないように思われる。それは大きな経済的变化を通じて社

会的勢力関係に大きな影響を及ぼした場合か、あるいは軍事技術における変化が急激な政治的变化を生じたような場合にのみ取り扱われるにすぎない。すなわち、どのような技術の変化が、歴史の上にどのような影響を及ぼしたかについては、散発的に述べられるけれども、それもあまり体系的ではないし、その逆、すなわちどのような歴史的状况が、どのようにして、どのような技術的变化を生み出したかについては、ほとんど全く述べられていない。

最近では技術そのものの歴史の研究、すなわち技術史もようやく盛んになりつつあるようである。しかし単に技術そのものの変遷、あるいは進歩の歴史をたどるだけではなく、それがどのような歴史的状况の中で生じたのか、またそれが歴史にどのような影響を与えたかについての具体的な研究、特に非西欧社会のそれを含めた世界的研究は、まだきわめて未発達なように思われる。私自身はこの点でルイス・マンフォードの『技術と文明』、『機械の神話』等の諸著作によって学んだところが大きいが、しかし彼にしても非西欧諸文明についてほとんど考慮していないし、問題は多く残されている。

## 技術発展の三つの歴史的段階

技術の発展について、三つの歴史的段階を区別することができる。それを、伝統的技術、科学的技術、および体系的技術と呼ぶことにしよう。伝統的技術とは、言うまでもなく産業革命以前の技術であり、ここでは新技術の開発はきわめてゆっくりと行われるにとどまり、技術は人間的接触を通して伝統的に伝えられる。それが文書の形に書かれることはほとんどなく、そもそもそれを言葉によって客観的な形に表現しようとする努力が行われない。したがって技術の進歩も直線的でなく、またいったん失われた技術を再現することは難しい。また、その起源を正確につきとめることも困難であることが多い。

第二の科学的技術とは産業革命以降の近代技術である。「科学技術」という言葉に象徴されるように、技術は科学とくに自然科学の応用と

みなされ、科学の法則に基礎をおくものとして、客観化され合理化される。技術の進歩は急速になり、かつ直線的になる。しかしこの段階では新技術の開発そのものは、多分に個人の「思いつき」や偶然に依存するところが大きく、それ自体が計画的、体系的に行われることはほとんどない。蒸気機関、鉄道、電信、航空機、ラジオ等、近代社会に大きな衝撃を与えた近代技術が、多く特定の個人の「発明」と結びつけられていることは、一面ではそれが「発明家」の個別的な才能や、偶然のチャンスによって生み出されたものであることを意味している。

これに対して二〇世紀になり、第一次大戦後になると、技術の開発はより計画的体系的に行われるようになる。大企業や国家によって技術開発のための大きな研究所が作られ、大量生産、大量消費の時代に対応する「大量研究」が行われる。孤独な発明家の代わりに、多数の研究者のチームが、技術的可能性を組織的に調査し研究する。それはもちろん科学的法則に基づいてはいるが、純粹科学の発達に從属する、その単なる応用にとどまるものではなく、むしろ技術独自の論理に基づいて技術開発が進められる。より詳しく言えば、新しい科学的法則の発見は、新しい技術の開発の可能性をもたらすが、直ちにそれを実現するものではない。それを具体的な目的に結びつけて、具体的な「もの」の中に実現するには、多くの細かい現実的な問題を解決しなければならぬが、それは、科学の理論によっては導かれない。しかもそれは理論的問題に比べて困難が少ないわけではない。別の形で言えば、科学は可能性を示すが、技術は現実性と最適性とを追求しなければならぬ。そして最適性を求める論理は、可能性を求める論理とはかなり異質のものである。

宇宙ロケットの可能性はニュートン以後正確に知られていたことであるが、その現実化のためには莫大な費用とNASAの巨大な組織が必要であった。より単純な例を挙げれば、一千個の未知数を持つ連立一次方程式の解を求めるには、原理的にはせいぜい大学初年級程度の線形代数学を必要とするにすぎないが、具体的な問題について具体的

な解を、一定の精度でなるべく効率よく求めるということになれば、大型コンピュータと数値解析についての高度の知識が必要になってくるのである。

第一次大戦以後、そして特に第二次大戦以後の技術発展の特徴は、このような現実性、最適性の追求が大規模かつ体系的に行われるようになったことであり、現代の合成化学技術、情報技術等はその産物である。この点に単なる科学の「応用」にとどまっていた近代の「科学技術」とはまた異質の面を持つ現代の技術の特質があり、それを体系的技術と（言葉は適当でないかもしれないが）呼ぶことにしたのである。

科学と技術の関係についても、最近ではむしろ技術の発展が科学をリードする面も見られる。それは超高温、超低温、超高压、超高電位等の実験技術、電子顕微鏡、電波望遠鏡、宇宙ロケット等による観測技術、そうしてコンピュータによる大量の情報処理技術の発達によって、科学の研究対象についての「客観的、経験的事実」の地平が、それらを対象とする理論の発展にむしろ先行して急速に拡大しているからである。物理学の先端を行く素粒子論などでは、巨大加速機を生み出す「新粒子」の発見によって、逆に理論の方が振り回されているという感じさえある。また最近急速に発達した分子生物学にしても、超微細な物理的・化学的处理技術の発達に負うところがきわめて大きいといわねばならない。社会科学においても、炭素同位元素の測定による年代決定法は、考古学、古代史学に大きい影響を与えつつある。またコンピュータの普及は、大量のデータの大がかりな統計的处理を可能にした。経済学においても、産業連関分析や、大規模なマクロ計量経済モデルを用いる予測や分析などは、コンピュータの発達によってのみ現実化したのである。もちろん、それについては巨大モデルによる分析が、必ずしも経済学の実質的な進歩をもたらしたとは限らないとも言えるが、しかし少なくともそのような方法の限界が、計算可能性の制約にあるのではなく、いわば方法それ自身に内蔵することが明確にされたという点だけは認められねばならないであろう。やや皮肉

な言い方をすれば、最近これらの方法を用いる巨大モデルに対する評価が著しく低くなったのも、コンピュータの発達によってあまりにも急速にそれが現実計算されるようになったためであって、もし計算上の制約がより強かったならば、「方法」に対する幻滅は生じなかったかもしれないと思われるのである。

技術の発展が、科学そのもののさえリードするようになったとすれば、技術それ自身の発展が、純粋科学の発達に追従し、その単なる「応用」として現われるのではなく、むしろ独自の論理をもつて展開されるようになったのは当然である。それはもはや「科学・技術」というような形で表現することさえ適当でないようなものとなっているのである。科学の「理論」や「法則」を、現実性、最適性の観点から「応用」したものが「科学技術」であるとすれば、「体系的技術」においては、最適性、現実性の追求それ自体が、一つの学問的体系となつていとも言えるのである。純粋科学、理論科学とはある程度独立した、応用科学、技術科学とも言うべきものが成立しつつある。たとえば、最近急速に発展しつつある情報科学は、一方ではコンピュータに関連したハードウェア、ソフトウェア技術の発展と密接に結びつきつつ、他方では、単に情報処理技術の体系化というにはとどまらない学問的認識の体系を生み出しているのであって、それは旧来の概念における数学の枠内にも、物理学の枠内にも、そうしてまた工学の範疇にも収まらない新しい性質の学問体系となつていたのである。

このような学問はその方法の面からすれば完全に科学的であるが、それが本来の「科学」と異なるところは、「客観的事実」をそのものとして扱うのではなく、常にそれを処理する技術的可能性、最適性と結びつけながら扱うこと、すなわち、「客観的事実」をそれに対処する「主体」との関連において捉えようとしているところにある。そうしてそれはまず「客観的事実」の認識が先行して、後に主体の観点が取り入れられるのではなく、最初から客観の対象と主体とをともに含んだ形で理論化されているのである。情報科学について言えば、「情報」は常に何ごとかについての情報であると同時に、何ものかにとつ

ての情報であって、純粹に客観的な対象世界についてそれを考えることは困難である。それはせいぜい負のエントロピーとして理解されるものでしかないであろう。情報科学は、情報を客観の対象と、それを受けとる主体ないし主観の両面から把握することによって、初めて成立するのである。つまりそこでは情報が客観的のどのよう「存在している」かということ、主体がそれを何のためにどのように「利用する」かという両面が密接に結びついていることが最初から前提されているのである。

このような「技術科学」は、ようやく二〇世紀の後半になって成立した、あるいは現在成立しつつあるといつてよいように思われる。それは技術の発達を、「科学技術」の時代におけるような、「応用」を念頭におかない「純粹科学」の発展と、それを「応用」するための「発明」という二重の偶然性から解放し、着実かつ急速なものとするであろう。もちろん「科学技術」の時代においても、「理論」と「応用」の完全な分離、そして後者の前者への従属という図式は、簡單化されすぎたものであって、現実には産業や軍事への応用の観点、理論的研究をも方向づけたことが、特に化学などにおいては少なくない。けれども、その結びつきは個々の科学者の中で行われていたのであって、組織的努力として展開されるようになったのは、先駆的なものを含めても二〇世紀になってからのことである。

歴史的に言えば、第三次産業革命（蒸気と鉄の第一次産業革命、電気と化学の第二次産業革命に対して）ともいべき第二次大戦後の技術革新は、一部はこのような「技術科学」「体系的技術」の産物であると同時に、また逆にそれによって「技術科学」が全面的に成立したのであり、「技術科学」自体が、高度の実験、観測技術、情報処理技術を基盤にしているのである。

## 「体系的技術」の特徴

このような「体系的技術」の全面的展開は、なお今後のことに属する

ので、その影響を現在十分に予測することはできない。しかし社会的にも巨大なインパクトを与えるであろうことは、いくら強調してもしすぎることはないであろう。おそらく後世から見れば、一つの大きな「技術革命」の時代であって、「科学技術不信」の声が強くなっているのは奇妙といえは奇妙であるが、しかしそれはすでに述べたような、技術発展の性格の変化がまだ十分理解されないことから生ずる「とまどい」を反映しているとも見られるし、またそれが十分制御されないままに「暴走」することへの、十分合理的な恐れを表わしていると考えられることである。

そこでこのような「体系的技術」のいくつかの特徴を指摘しておく。まずすでに述べたように、このような技術は狭い意味の「科学」の発達からは独立している。第二次大戦後は、分子生物学の領域を除けば、科学の諸分野は決して二〇世紀前半のような「英雄時代」ではなかったし、大きな理論的発展がなされた分野は少なかったように思われる。これに対して月ロケットに象徴されるような技術的進歩は巨大であった。その間のアンバランスは顕著である。

第二に、というよりもより本質的に、「体系的技術」は個人の「発明家」の産物ではなく、巨大な組織の産物であり、多くの人々の協働作業の結果である。多数の研究者を擁した国家や大企業の研究所が、組織的・計画的に生み出しつつあるものである。そこに働く人々は確かに平均以上の資質と訓練を要求されるであろうが、特別の「天才」や「ひらめき」は必要とされない。むしろチームの一員として協調的に働き、あるいはそのようなチームを統率する能力が要求される。またそれは当然に巨額の資金を必要とするから、個人や小企業や、あるいは貧しい国々にとっては自らの開発を計画することは不可能である。

第三に、このようにして作られた「技術」は、より体系的である。

これには二つの面がある。第一に一九世紀から二〇世紀初頭までの「科学的技術」においても、それを具体的な生産の現場においては、伝統的技術に頼る場合が少なくなかった。少なくともそこではしばしば

要求された「熟練」や「技能」は、伝統的技術と異質のものではなく、むしろその延長上にあるものであった。原理や設計は「科学的」であっても、製作は伝統的な「職人」によっても可能であった。そういう意味では、伝統的技術と科学的技術とは連続性があつたといえる。明治以降わが国において近代技術の導入が比較的スムーズに行われた基礎には、江戸時代以来の伝統的技術の蓄積があつたことも一つの重要な要素であつたと思う。

これに対して最近の体系的技術は、その全過程が体系化され、「マニユアル化」されていて、特定の人間と結びついた「技能」は一切必要とされない。オートメーション、あるいはロボット化はその最たるものであるが、必ずしも人間の作業や判断を排除しない場合にも、人間の行うべきこと自体が完全に規格化されているのである。このことは一面では、技術を全体として客観化することによって、その移植、導入を容易にする。しかしながら他面では、それはすべてその面で規格が満たされることを要求するという点でも体系的、全体的である。

原材料の質、作業場の条件、機械の調整、人間の作業すべてが指定された規格に合っていないければ、製品の質は保証されない。そうしてそのことを可能にするためには、特定の工場だけでなく、社会全体が高度に組織化され、全体として工業化が進んでいなければならない。コンピュータの製作は「名人芸」ではできない。それには高度に規格化された信頼性の高い素子が多量に必要とされ、またそのような素子の生産には、精度の高い機械と、高度に均質な素材とが必要であり、高度に均質な素材の生産にはまた……といふように、多くの分野が複雑に関連して、それらがすべて一定以上の水準にあることが要求されるのである。したがってこのような技術は、伝統的技術やその延長上に移植することは不可能である。

最近のわが国の工業製品の国際市場における目ざましい成功は、わが国の工業の全体としての信頼性の高さにある。同時に体系的技術を部分的に導入することが不可能であるか、ないしはそれは著しく高価なものになるという点に、現在になって近代化への道をスタートしな

ければならない国々にとつての大きい困難があるといえる。

第四に、このような体系的技術の及ぶ場面が拡大するということがある。それはオフィス・オートメーションという言葉に表わされるように、「科学的技術」がこれまで及ばなかった事務、管理などの場面にも及んでいるし、またマス・メディアのような文化の伝達にも影響している。その場合、人間がこれまで手と頭を使って行ってきたことを、単に機械が代行するというだけではなく、事務処理のシステムや、管理の方式自体が全く変化してしまふであろうことが予想されるのである。もちろん、現在のところでは、ほとんどまだ人間のしていたことをコンピュータ化するとどまつているが、しかし将来においてコンピュータが全面的に進めば、たとえば複式簿記などという方法も全く変つてしまふであろうと思われる。また文化についても、媒体の技術的発達、その内容にも影響し、新しい形式の文化を生み出すということも当然に考えられるのである。

そのような意味で、映画は「科学的技術」の最後の段階において成立した最も新しい形式の芸術であつた。残念ながら映画は、その技術的可能性が大きく拡大した最近になつて、芸術としては衰退してしまつた。しかも映画を駆逐したテレビは、文化的内容においては、まだ高度のものを何も作り出していないように思われる。また電子音響技術の発達も、音楽芸術に質の高い何ものかを加えたようには思われない。しかし、媒体の技術的発達が新たな文化的展開を全くもたらさないときめこむのは早計であらう。

第五に、「科学的技術」は規格化された製品的大量生産をもたらしたが、「体系的技術」はそういう意味では製品の規格化と直結するとは限らない。「体系的技術」においては確かにその製作の経過は高度に規格されているが、その製品はたとえば宇宙ロケットのような単一の極度に複雑なシステムであつたり、また単一の種類の多数のものであれば、多種多様の「デザイン」や「仕様」に従うものであつたりすることが可能であり、そうしてそういう点で高度の「質」を作り出すことができる。

最後に、右のすべてのことを通じて言えることは、「体系的技術」の理解にとつて核心となる概念は「情報」であるという点である。第一次・第二次産業革命を通じて、これまでの「科学的技術」の核心は「エネルギー」にあったといえる。すなわち物理的、化学的、電気的エネルギーを人間や動物のエネルギーの代わりに利用し、さらにそれを大規模に開発して多くの有用なものを作り出すというのが、「科学的技術」の主要な意義であった。これに対して「体系的技術」の特質は、情報の収集と処理の過程を組織化し、かつ人間の情報処理作業を可能な限り機械でおきかえることによって、その信頼性と高め、かつ高速化するという点にあるといつてもよい。ロボット化ということも、人間が目や手を用いて行ってきた情報処理の過程を機械化することにはかならない。もちろん、このような技術についても、その開発の過程までも機械化されているわけではないことは言うまでもない。そこではやはり研究者の能力や「創造的思考」が要求されることは事実である。

しかしそこでも中心は、新たな力の獲得や、「もの」の創造よりもすでに獲得された情報の有効な活用ということに重点がおかれるようになるであろう。「科学技術」の時代であらゆる科学の中心は「運動とエネルギーの学」としての物理学であったとすれば、今後の科学の中心は情報科学になると想像しても、それほど大きい飛躍ではないであろう。すでに生物学や化学でも、情報の概念が大きな意味を持つに至っているのである。

今後、経済的にも情報の意味は大きくなって行くであろう。経済財の価値は一般にその含んでいる「エネルギー」と「情報」によって決まると考えることができるが、今後、財の価値の中で「エネルギー」より「情報」の占めるウェイトが段々高くなるであろう。「デザイン」や「ファッショ」は情報そのものにほかならないし、また一般にいつて商品の「質」がよいということは、それが多くの情報を含んでいるということの意味する場合が多い。「体系的技術は」多くの情報を含んだ商品を作り出すことができるし、また今後、資源や環境にかん

する制約の中で、ますます情報を重視する方向に向かうであろう。

## 現代の「体系的技術」の限界

右に述べたような現代の「体系的技術」の特質は、また同時にその限界をも示していると言える。第一に、それによつてすべての課題が満足に解決されるという保証はない。これは当然と言えば当然であるが、より厳しく言えば「最適性」や「現実性」の追求は、しよせんはすでに知られている知識の組み合わせの中から最もよいものを見いだそうとするにとどまるものであつて、そこからは真に新しいもの、創造的飛躍は生まれぬという批判を向けることもできる。二〇世紀後半の技術革新にしても、二〇世紀前半までの科学の発達のスツックの上に築かれたものであつて、その発展の勢いは長く続くものではないと言ふこともできるかもしれない。しかし技術の発展はそれ自体、新しい経験的知識をもたらしのであつて、そこからまた次の技術のための情報が得られるのであり、そういう意味では体系的技術は完結したものとして拡大再生産が可能であるという考え方も成り立つであろう。私は知られたものの組み合わせの中から、未知のものが得られる可能性がある限り、新たな展開の可能性は常に残されていると思う。しかし、このことは他面ではいつになつても技術の開発を完全に計画化することはできないこと、したがつて「体系的技術」といふことも万能ではないことを言い換えたにすぎないとも考えられる。

第二に、技術の開発が国家や大企業に独占されることによる危険である。これは社会的には最も重大な点である。技術開発が特定の目的との関連において「現実性」や「最適性」を追求する限り、それが国家や企業の設定した目的によつて全面的に制約されるのは必然的である。国家の「安全保障」や、企業の「利潤追求」が第一目的とされる限り、研究の結果が人類や社会にとって危険な、あるいは有害なものとなる可能性は少なくない。原子力技術はほとんど全く軍事技術として開発された。情報技術にしても軍事研究に負うところは少なく

い。現在世界中で支出される「科学研究」費の中で、アメリカの軍関係予算に依存する部分はかなり大きな比重を占めている。ソ連についての数字はよくわからないが、状況は同様であろうと思われる。しかし幸いにして、このことは科学研究が軍事目的に役立つもののみに限られることを意味してはいない。一つには「軍事目的」はいわば建前だけで、実は純粋の学問的関心のみから研究課題を追求しようとしているものも多いからであり、第二に軍事研究から出発した技術にしても「平和目的」にも有用であるものも少なくないからである。

原子力発電についてはいろいろ論議が少なくないけれども、情報技術の有用性については疑問の余地はないであろう。もちろん「基礎研究」や場合によっては「平和目的」の研究までが、軍の勢力下に取り込まれることはそれ自体重大なことである。あるいは軍需産業とも結びついた軍産学複合体ともいえるべきものが形式され、科学技術研究者がその一翼を担うというような状況になり、科学者が全体として緊張緩和と平和とに反対する社会勢力となるような事態に立ち至っては重大である。しかし現在までは科学の本来国際的な性格と、科学者の良識がこのような事態が生ずることを防いでいる。しかしこの点については、過度の楽観も許されないであろう。

もちろん、国家が中心となっている研究開発が軍事目的に限られるわけではない。多くの平和的目的のための研究においても、大学を含む国の機関や、国の資金援助によって行われるものがほとんどすべてをしめている。現在では何らの応用目的を持たない純粋科学を含めて、科学や技術の研究を援助することは、国家の有益な活動の一つとして認められているであろう。しかし特に莫大な費用を必要とする研究の場合、目的の意味づけを明確にしないままに国家がその援助をするということも困難である。したがって研究は何か明確なテーマ（ガン、エネルギー、環境、食糧など）を中心として集中的、重点的に行われるということになりやすい。このことは研究の方向を偏らせ、長期的にはバランスの取れた発展を不可能にする恐れがある。

民主国家においては、この点に一つのジレンマがある。科学技術研

究が軍事目的に偏ったり、一部の産学複合体の利益に沿うもののみに偏ったりしないためには、国民による監視とコントロールが必要である。しかし同時にこのことは、研究目的は一般国民にわかりやすいものであること、少なくとも表面的にわかりやすく書かれていなければならないことを意味する。それが外見的に人々にアピールしやすい研究のみが優遇されるという結果を生むとすれば、それもまた研究の方向を偏らせる危険がある。

企業による「利潤追求」のための研究については、それが反社会的なものになり得ることは、しばしば指摘されている通りであるが、そのほかにいくつかの問題点がある。一つは研究の成果が「企業機密」とされて公開されず、したがって社会の共通の知識とならない可能性があるということである。このことは全体としての社会の技術進歩を遅らせることになるであろう。第二は「研究開発」のための投資は、すでに獲得された利潤の一部の再投資として行われることが多いために、すでにその企業が地位を確立している産業部門についての課題に向けられるのが普通である。莫大な資本設備や、社会的な企業イメージの形成のために投下した資本を無駄にしないためには、企業活動をこれまでの方向の延長上に発展させるような技術が開発されることとが、企業にとつては最も望ましいであろう。このことは全く新しい方向への研究開発を遅らせることとなる可能性がある。第三により甚しい場合には、特に独占的な企業においては、新技術の開発や採用をこれまでの投資による利潤が十分回収されるまで作法的に遅らされることもあり得る。これまでこのような「独占による技術進歩の停滞」についてはしばしば語られてきたが、それを立証することは困難である。ただ国際的な競争が、一国内での独占企業についてもこのような停滞を許さないということを考慮しなければならない。逆に社会主義国において、非軍事部門における技術開発が、官僚主義による管理のために停滞しているという傾向は明らかである。

第三に技術開発が大規模化することは、開発途上国にとって不利であり、先進国との格差を固定、あるいは拡大する可能性がある。それ

は単に巨額の資金を必要とするだけではない。研究それ自体のために必要とされる設備、材料、人員等についても、高度の水準のものをとり揃えなければならぬからである。これらの国についても水準の高い研究指導者を生み出すことは、国際交流が活発になった現在それほど困難ではないが、国内に水準の高い大規模な研究機関を設置、維持することはそれよりはるかに難しい。いわんや、そこから先進国を超えるような新研究を生み出すことは不可能に近いかもしれない。

第四に研究の大規模化は、その「疎外」をもたらし。それは一つには研究の具体的内容がその最終成果は一応別としても、一般の人々には理解できないものになってしまうということ意味する。科学技術に対して最近一般に抱かれている不信感の中には、このような「わからなさ」によるところが大きいと思う。のみならず、実は研究に従事している研究者一人一人についても、それは巨大な組織の中の一つの部分にすぎず、全体を理解することが困難になっているのである。場合によればマンハッタン計画のように、それに従事している人々の大多数が、自分達の研究の最終目的を知らされないということも起り得るのである。したがってそれに従事する人々は、一つの創造的な仕事というよりも、むしろ単なるルーティンワークとして「研究」を行うこととなり、研究という仕事から、自発性や創造性を奪ってしまうことになる。さらに個々の部分に従事する人々は他の部分が理解できず、また全体を統括する管理者は具体的な内容がわからない。全体の仕事を具体的に管理するのはコンピュータであるというような状況が生ずると、その研究の具体的な目標や、その評価も、実は形式的なものに流れてしまい、本来一定の目標に向かって最も合理的に組織されていたはずの研究体制の、真の意味の内的合理性が失われてしまう可能性がある。また研究組織が巨大化すると、その内部の官僚化が生じ、異なる部門の間の競合と「なわ張り争い」が生じて、全体としての効率が悪くなることになりやすい。

さらに「情報技術」については、それが独裁的専制的な権力によって悪用される潜在的危険性は非常に大きい。マスコミュニケーション

による民衆操作についてはすでに言い古されてきたことであるが、人間を心理的に操作するための技術、そのソフトウェアが、物理的なハードウェアと同時に開発されたとき、その危険はきわめて大きくなるであろう。ヒトラーが直観的、経験的に身につけていた技術が、体系的に研究され開発されたりしたら、核兵器に劣らない危険な政治的武器となるかもしれない。

最後に、「情報技術革命」は、かつて産業革命が手工業の職人を大量失業に追い込んだと同じような混乱をまき起こすかもしれない。かつて電子計算機の発達はIQが一八〇(?)以下の人間を無用の存在とするであろうと予言した社会評論家があった。幸いこんな予言は当たらないであろうが、人間が情報処理のルーティンワークから解放されることは、かつて筋肉労働から解放されたと同じように、人間が真に人間らしく生きるための前提条件とはなりえても、一時的には過剰な自由時間を作り出して社会的混乱をまき起こすかもしれない。そうして解放された精神的エネルギーが、文化的活動や精神的スポーツなどの適切なチャネルに向けられるまでには、かえって混乱と緊張が高まるかもしれない。

現代の技術の基本的性格が右に述べたようなものであるとすれば、それを本質的に変えようとしたり、あるいはその発展を阻止しようとしたりしても無意味であろう。最も大切なことは、その基本的合理性、合目的性とともに、そのある意味での無方向性、かつ潜在的危険性に注意して、その基本的方向を国民的にコントロールすることであると思う。すなわち、それが人間にとって最も重要な課題に答えを出すような方向づけを与えることである。すなわち現在の段階で言えば、開発途上国の人々の最低限の必要をみたすものを作り出すこと、それを適切に配分すること、人類の敵である病氣、とくにガンを減らすこと、人間相互の理解を深め戦争の危険を減らすこと等々である。そのためには科学技術に背を向けるべきではなく、むしろ科学技術に対して強く要求すべきである。科学者や技術者はしろうとである国民に奉仕すべきものであり、その逆ではないことを強く主張しなければならない。

# 開放定常系の経済

## 水土論の理論的枠組と学説史展望

室田 武

経済学は、生命体としての人間の諸活動のいくつかの側面を研究する学問であるとともに、生物個体として死んだ人間の精神が慣習や制度を通じて相異なる世代間で受け継がれていたり、断絶したりしていくようないくつかの側面を研究する学問であらう。そして、人間の生死や複数の人間とおしの間の関係が自然環境を介して、その一部分として展開され、それから何らかの影響をうけ、またそれに何らかの影響を及ぼす以上、環境と人間社会との間の物質やエネルギーの代謝、人間の側の自然認識のありようなどは、経済学の性格を大きく規定するはずである。本稿では、このような観点から、従来の経済理論や経済学説史の中ではほとんど議論されていない開放定常系の理論の紹介と展開を試み、これをいっそう豊富化する方向で、イギリスと日本の経済学説史の従来十分に明らかにされていないいくつかの側面に光をあててみたい。議論は次の三節に分けて行う。

第Ⅰ節は、地球を閉鎖系として定式化するニコラス・ジョージエスクIIレーゲンの主張と、槌田敦らの地球の開放定常系理論の間の解明にあてられる。これによって、大気圏内の水循環の意味が、これまで以上に明確になるはずである。<sup>(注1)</sup>

(注1) 本稿第Ⅰ節の内容については、槌田敦(理化学研究所)との討論に負うところが大きい。記して深謝の意を表わしたい。なお本稿は、上智大学国際研究所の国連大学研究プロジェクト会合に招かれての報告“A Further Development of the Theory of the Open Steady Earth”に加筆・訂正を施したものであり、この報告機会を提供してくださった玉野井芳郎(沖縄国際大学)、鶴見和子(上智大学)の両教授にも感謝する。

第Ⅱ節では、一七世紀のイギリスと日本における類似の燃料問題に対する異なった克服の方向を比較し現代の問題を考える上でのヒントにする準備として、まずイギリスをとりあげる。そしてそこでの燃料問題の性格と一九世紀に入ってからウィリアム・S・ジェヴォンズの考察の一端を明らかにする。

第Ⅲ節では、一七世紀日本の燃料問題へのとりくみを契機の一つとして展開された熊沢蕃山の富有論、水土論、時処位論の概略をスケッチし、開放定常系理論を土台とする経済学の可能性を探ってみる。