

# 産業革命の構造 (I)

神 武 庸 四 郎

目次

はじめに

第 1 節 序論

I 予備的考察——問題の所在——

II 産業革命の概念

第 2 節 テクノロジーの構造

I 予備的概念構成

II ワットによる蒸気機関の「発明」の意義

III 内燃機関の展開

IV 自動制御の展開

第 3 節 機械の構造

I 機械の概念

II 機械システム論

III 第二次産業革命と機械

IV 抽象的機械の成立

V 人間と知性の機械化 (以上本号)

第 4 節 分業の構造

第 5 節 営利の構造

第 6 節 まとめ——産業革命の構造と定常的生産構造—— (以上次号)

## はじめに

本論にはいるに先立って「経済史」ということについて、いくばくかの注釈をほどこしておこう。とりわけ Geschichte としての「歴史」が行為的未来の捨象された「時空座標」をもつ存在(史実)であるように<sup>(1)</sup>、「経済史」もまたそうした意味で経済的史実である。経済学はそのような存在を対象とする科学として成立した。だから、経験科学としての経済学のあらゆる分野は「経済史」を対象としているといってよい。いわゆる「経済史学」がことのほか「経済史」を重点的に対象化しているように見えるのは、それが「経済史」の時間経路を相対的に長期の期間のなかで捉え、しかもそこに成立する対象の像を「歴史叙述」として表現しようとするからである。経済理論もまた「経済史」を出発点として対象化するけれども、それは「歴史叙述」ではなくて「時空座標」の捨象された観念像(構造)の形成をめざしている。こうした意味で両者のちがいは明らかであろう。しかし、「歴史叙述」にとって理論は決して無用ではない。ちょうど放射性物質の歴史を「半減期」という観点から微分方程式をつかって「表現」する(「叙述」する!)のと同様に、「歴史叙述」は理論を利用できるし、利用しなければならない。

本稿でとりあげる「産業革命」についてもこうした方法意識は必要である。「産業革命」は歴史学の対象とされ歴史学的に限定された叙述がこれまでおこなわれてきたが、それだけではまったく不完全な歴史像しか生まれてこない。「産業革命」の基礎となっている諸科学について十分な知識をもたずにはその科学的な認識には到達できないだろう。したがって熱力学や統計力学、あるいは「応用」分野の構造力学といった方面の知識をぬきにして「産業革命」を叙述することはできない。まして20世紀の「産

業革命」を問題としてとりあげるためにはサイバネティックスや情報理論、あるいはエルゴード理論などの知識は不可欠である。もとよりそれらの諸理論にかんして完全な専門家的「熟練」は不要であろうが、それでも専門家たちの開発したテクノロジーが理解できるほどの鍛練は必要である。以下の行論に示されるように、本稿はこうした方法的立場を積極的に意識して「産業革命」の分析を試みたものであるから既存の「産業革命史」とはかなり趣を異にしている。したがって、それが奇を衒う試みにすぎないものと評されるとすれば、心外というほかはない。

- (1) この点については、拙稿「歴史の構造」(『一橋大学研究年報 経済学研究』42号、2000年10月刊、所収)の参照を求めている。

## 第1節 序論

### I 予備的考察——問題の所在——

いわゆる「産業革命 (an industrial revolution)」を研究の対象とする理由はいろいろあるだろう。いくつかの代表的な理由を列挙してみよう。まず、それが現代と直結する経済史上のトピックであることは明らかである。一般に経済史の研究は、どの時代を取り上げるにせよ、現代の経済のありようを科学的に——目的論的ではなく——解明する有効な観点を示すという目的をもっている。最も大雑把ないい方をすれば、経済史の研究対象の「現代」との結びつき方はほぼ二通りに分けられるだろう。たとえば、古代経済史の研究は、それを対象とする上での普遍的な方法や対象そのものの普遍的な意味を明らかにすることによってはじめて現代と結びつく(経済史研究の媒介的な現代的意義)。他方、「近代」経済史の研究は現

代と繋がっていることによって、その方法や意味が規定される（直接的な現代的意義）。後者の代表的な対象こそ「産業革命」にはかならない。つぎに「産業革命」は近現代経済史の特徴を最も明瞭に示した事件と見なされる。近現代経済史の根本的な特徴は、それが資本主義<sup>(1)</sup>——マルクス流に  
 いえば「資本家的生産様式」——とよばれる経済システムの生成史であるところに求められる。「産業革命」研究はまさに資本主義の特徴を最も的確に表現する観点を提供してくれるわけである。さらに、資本主義経済の多様な構造的特徴を「産業革命」という現象が映し出していることも確かである。資本主義は未曾有の生産能力を絶え間なく創出する経済構造である。しかし、それは決して——みずからを制御してその持続性を確保するという意味で——自律的な構造をもっているわけではなく、いろいろな構造を取り込んではじめて今日まで命脈を保ちえたにすぎない。とりわけ、科学技術や国家の構造は資本主義の経済構造と密接不可分の関係をもっている。「産業革命」はこれらの諸構造の「合成」によって生じた複合体と見なすことができるだろう。第四番目の理由としては「産業革命」が「新たな人間類型」の生成過程をたどるのに適した研究対象を提供してくれる点である。「新たな人間類型」とは、別の論文で私が「機械人間」と名づけた人間のありようを意味している。それは、自己中心的（機械としては、自己完結のない自律的）であるとともに、社会性の欠落した人間である。この種の「人間類型」は、多様なコミュニケーションが犇めく20世紀後半の社会では支配を行使する側にとってことのほか都合のよい（管理し易い）存在である。日本のように、起動力の曖昧なシステム（丸山眞男のいう「無責任の体系」）<sup>(4)</sup>が普及している社会ではこうした「機械人間」が生成しやすいであろうが、「産業革命」の展開とともにそれは普遍的な人間の姿を示すようになる。実はこの局面の解明こそ、私が本稿で「産業革命」をとりあげた目的なのである。

## 産業革命の構造 (1)

- (1) 学術用語としてこの言葉を最初に用いたのはロートベルトゥス (Johann C. Rodbertus) のようである。とりあえず、拙稿『『産業革命』の成立』(『一橋論叢』第125巻6号, 2001年6月号, 所収), 参照。
- (2) 構造の「合成」にかんする方法的な議論については、拙稿「構造分析の方法論」(『一橋論叢』第127巻6号, 2002年6月号, 所収)を参照。以下の議論においてもこの論文で展開された「構造分析」の方法が予告なしに用いられることになるだろう。
- (3) 拙稿「プロメテウスの宿業——「人間機械」論から「機械人間」論へ——」(『一橋大学研究年報 経済学研究』41号, 1999年10月刊, 所収), 参照。
- (4) 丸山眞男『日本の思想』(岩波書店, 1961年)の第一論文を見よ。

## II 産業革命の概念

ここでまず、「産業革命」という言葉の検討からはじめよう。<sup>(1)</sup> 一般的にこの言葉は、18世紀における「イギリスの産業革命 (the Industrial Revolution)」を示している。それはヨーロッパ史の、ひいては世界史の上にもどのような位置を与えられてきたであろうか。通常、「産業革命」は世界史上はじめてイングランドおよびその周辺部に生じた工業的躍進を示すものとして、あるいは「経済成長」軌道への「離陸」を最初に達成した事実を表現する言葉として使われている。<sup>(2)</sup> しかし、このカギ括弧を外して、もっと一般的に産業革命を議論することもできる。そのための手がかりを与えてくれる用語法として「科学革命」がある。それについての一般論が、実は産業革命概念の検討にとっても有効な視角を提供してくれるので、まず、「科学革命」という概念の中身を当面の関心にそくして簡単にまとめておこう。

科学革命は段階概念および類型概念として、二様に規定される。第一の概念構成はバターフィールドによるものであり、それは16世紀から17世

紀にかけて西ヨーロッパにおいて展開した科学的知識の飛躍的拡大の過程を指している<sup>(3)</sup>。その意味するものは「固有の科学革命 (the Scientific Revolution)」にほかならない。その当否をめぐる議論は当面の関心から外れるので、これ以上の論及は止めておこう。問題は第二の概念構成である。それはクーン (Thomas Kuhn) によって詳細に試みられた<sup>(4)</sup>。彼は科学革命 (scientific revolutions) の構造を分析することによってその一般論を組み立てようとした。クーンはパラダイム (paradigm) という言葉で「通常科学の構造 (structure of normal science)」を表現している。彼自身は「構造」について十分な議論を展開しているわけではないから、構造にかんする彼の議論には曖昧な点が多い。したがって、思い切った補足をおこなって彼の論点を私なりに明確化しようと思う。一般に、構造とは、それを構成する諸要素が限なく特定の関係を保持しているときにその要素と関係とを一括してよぶばあいの呼称である<sup>(5)</sup>。個々の構造は閉じた全体をなし特定化された関係によって「制御」されている。したがって当該関係が変化しないかぎり諸要素の内部的「変換」は可能だが構造自体は漸次的な「変形」ができない。他方、関係が変わると構造も「変換」する。「構造」は「変形」するのでなく「変換」され「再構造化 (restructuring)」されるという特性が、クーンの議論においても決定的な論点を構成している。クーンによって定式化された「革命」過程はこうである。第一段階として、「不適応」の発見がある。それは、研究対象としての「自然」と「通常科学」の導く予測とが齟齬を来し、新「事実」や anomaly が認知されることを意味する。つぎに「新しい」事実を説明するための発明が試みられ、「異常科学 (extraordinary science)」が出現する段階が来る。そして最後の段階、つまり「異常科学」の「通常科学」化こそクーンのいう科学革命にはほかならない<sup>(6)</sup>。類型概念として科学革命を考える彼の立場は産業革命にも適用可能である。

実際に、産業革命についても二つのアプローチが可能である。すなわち、類型概念としての産業革命 (industrial revolutions) と段階概念としての産業革命である。たとえば、前者の方向を代表すると思われるアシュトンの「産業革命」論はイギリスの事例を題材として産業革命の構造を叙述的にまとめている<sup>(7)</sup>。しかし、彼の議論はクーンのばあい<sup>(7)</sup>に比してあまりにも没理論的かつ歴史主義的である。他方、第二の方向はほとんどの「産業革命史」によって踏襲されている。それはさらに細分化される。第一は世界史的な視野から産業革命を捉えようとする見解であり、そこでは時として、第一次、第二次および第三次産業革命の継起的・段階的な発生過程が構想されている。第二は部分史的 (個別史的) アプローチであり、たとえば日本の産業革命、ドイツの産業革命等々にかんする専門的歴史家による叙述的産業革命史がそれである。第三は第一の立場を経済史的視角から性急に一般化したものであり、いろいろの亜種・変種があるが、代表的な学説としてロストウの提起した「経済成長の諸段階」<sup>(8)</sup>が有名である。

本稿の立場は、世界史的枠組みのなかで産業革命の構造分析を試みようとするものである。あらかじめ、つぎのような時期区分を想定しておくことにしよう。すなわち、18世紀後半から19世紀前半に至る第一次産業革命、19世紀後半から20世紀前半に至る第二次産業革命、それから20世紀後半にはじまる第三次産業革命、という区分である。しかし、これらの時期区分は段階と見なされるべきではない。むしろ共通の構造をもった産業革命の継起的な反復過程がこれら諸時期の世界史の大きな局面を構成していると考えられる。それでは、共通の構造とはなんであろうか。それは、テクノロジー、機械、分業および営利という四つの構造の複合体としての構造である。クーンの「通常科学」に因んで、それをここでは「定常的産業構造 (a normal structure of production)」——略してNSP——とよぶことにしよう。図式的にいうと、第一次産業革命の結果成立したNSP

のなかに「異常な」要素（構造）が出現すると第二次産業革命が起こって新たな NSP が成立する等々という過程が進行するわけである。こうした把握の正当性は行論のうちに明らかにされるはずであるが、NSP が構造分析にとってもつ意味については最終節でまとめられる予定である。まず最初に分析されるべき対象はテクノロジーの構造である。

- (1) 「産業革命」という言葉の成立史にかんしては、前掲拙稿「『産業革命』の成立」が参照されるべきである。
- (2) 後者の用例については、W. W. Rostow, *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*, 1960, 参照。
- (3) H. Butterfield, *The Origins of Modern Science 1300-1800*, 1957 (revised edition), 参照。
- (4) Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, 1970 (second edition), 参照。
- (5) 構造分析の意義やその理論的な枠組みについては、前掲拙稿「構造分析の方法論」, 参照。
- (6) クーンの議論は構造分析という観点から一般化が可能であって、たとえば「正統対異端」の構造を普遍化するばあいにはきわめて有効な手段を提供してくれる。詳しくは、拙稿「『正統対異端』の構造」(『一橋論叢』第124巻6号〔2000年12月号〕, 所収)のIIIを見よ。
- (7) T. S. Ashton, *The Industrial Revolution 1760-1830*, 1948, 参照。
- (8) Rostow, *op. cit.*, 参照。

## 第2節 テクノロジーの構造

### I 予備的概念構成

若干の基礎概念をとりあげ、それらの意味内容を明らかにすることから

はじめよう。

まず、テクノロジーの定義が問題になる。一般に自然の形を知ること——それは法則を定立することでもある——は古代ギリシャの、とりわけアリストテレスの「自然学」の主題であった。法則はまさに観想 (*θεωρία*) によって獲得されるが、そうして得られた「形」は技術 (*τέχνη*) の前提となる。なぜならば技術は人間の行為の形ないし構造だからである。その意味で技術の前提とする形は恣意的・偶然的なものではありえない。テクノロジーの「近代」的語義は18世紀初頭に登場したらしく、『オックスフォード英語辞典 (OED)』は1706年に現れたつぎのような用例を挙げている。すなわち、Technology とは A Description of Arts, especially the Mechanical である。この用例をさらに「現代」化して定義すれば、*テ・ク・ノ・ロ・ジ* とは技術という目的論的な構造に自然法則を組み込む理論的かつ実験的な営みである。他方、テクノロジーを創出する担い手についてはこれを技術者とよぶことができる。ところで、テクノロジーには或る構造が内在していると考えられる。それは *シ・ス・テ・ム* と称される。換言すれば、システムを構成しようとする営みがテクノロジーにはかならない。それではシステムとはなんであろうか。

ここでは、システムの一般的な、そして本稿で用いる定義を直ちに書き下そう。システムとは目的（最終出力）と手段（初期条件としての入力ないし出力としての入力）との関係（もっと一般的に目的論的構造）になんらかの法則的関係が一意的に対応する構造を意味する。たとえば、蒸気機関は熱エネルギーを力学的エネルギー（仕事）に変換しようという物理法則に対応する物的装置（そこには目的論的構造が内在している）である。後述のオートマトンは数学的法則（とりわけ合成法則）と入力出力装置との対応の所産である。したがって、いずれの事例もシステムを表している。システムを生産に応用した形をとくに *生・産・技・術* とよぶことにしよう。生産

技術を創造するのは（とりわけ19世紀後半以降は、科学的）生産テクノロジーである。第一次、第二次および第三次産業革命の時期区分に応じて生産技術は類型化される。すなわち、蒸気機関（特殊な物的生産技術）、物的生産技術一般（物的な入力・出力装置）および普遍的生産技術（「情報」に変換されたあらゆる対象の入力・出力装置）の三類型である。

以上の用語法を踏まえつつ、次項では最初の技術者と目される人物の果たした歴史的役割を検討しようと思う。

- (1) もう少し狭い意味で——すべての対象が「情報」に還元できると仮定して——「情報」としての入力→「変換」装置→「情報」としての出力、という関係（もっと簡単にいえば、input→operator→outputの連鎖）によって規定される構造をシステムとよぶこともできる。このばあい、「変換」は「保形」や「保測」（測度の保存）を意味する。

## II ワットによる蒸気機関の「発明」の意義

ワット（James Watt）による蒸気機関の「発明」——正確に言えば、改良——はテクノロジーの歴史的展開にとっていかなる意義をもったであろうか。これがさしあたり当面の検討課題である。

周知のように、ワットは蒸気機関の実用化に関連して二つの大きな発明をおこなっている。まず、彼は1765年に改良型蒸気機関を発明した。それは1720年に製作されたニューコメン（Newcomen）の「大気圧機関」の欠陥を克服したものであった。ニューコメン機関は冷水噴射によってシリンダ壁が冷却され、次のサイクルで噴出する蒸気が無駄に利用される、という欠点をもっていた。それを補うための彼の着想はシリンダの外部に凝結器ないし復水器を設置することであった。いまひとつ、ワットは1781年にシリンダ内のピストンの往復運動を回転運動に変換する装置の

開発にも成功した。この発明は蒸気機関の実用化と普及に大きく貢献したばかりでなく、19世紀後半における内燃機関（とくにガソリン・エンジン）の発展、したがって自動車開発にも繋がったのである。

ワットによるこうした蒸気機関の改良はテクノロジーとしての普遍的意義をもつにいたった。いうまでもなく、蒸気機関はシステムである。ワットはなかば自覚的にそれを創造したのである。そこで蒸気機関そのものの構造をつぎに分解して示そう。

### [1] 蒸気機関の構造

蒸気機関の構造はこれをふたつに分けて考察することができる。第一に、蒸気機関の経済が問題となる。経済とは一種の技術的構造あるいは端的に技術である。技術とは、既述のように、目的論的構造である。もっと詳しくいえば、目的・手段の関係で結ばれる諸要素の集合である。技術は行為を伴うので、それを構成する要素は人間である。したがって、技術の含む関係はまず、人間と人間の社会関係（生産者と消費者との関係、原告と被告の関係、雇用関係等）である。しかし同時に、技術は物（自然ないし物象）と人間との関係（農業、建築、絵画・陶芸・園芸などの芸術）をも含んでいる。

ところで、経済とはいかなる技術であろうか。それは——ロビンズ (Lionel Robbins) の古典的定義にしたがえば<sup>(1)</sup>——代替性のある稀少な諸手段相互間の合理的選択の技術である。したがって、蒸気機関の経済構造とは、人力、風力、水力、蒸気力等の代替的諸手段（原動力）と極小の犠牲を可能にする装置（ボイラーの蒸気の最適利用）が極大の出力という目的を実現するという関係を内在させている目的論的構造である。

第二の考察対象は、こうした目的論的構造への自然法則の適用（一意的対応）によって生ずる構造、すなわちシステムである。ワットの業績にそくして考えれば、第一のシステムは「大気圧機関」の改良——復水器 (con-

denser) の発明——によってえられた。このばあいには想定される自然法則は二つある。一つは、ワットが化学者ブラックから教示をえたことだが、蒸気のもつ「潜熱 (latent heat)」(気体から液体への相転移のばあいには放出される凝縮熱) が凝縮用の冷却水の大量使用を促し、その結果、シリンダーの温度が低下する、という「因果関係」であった。つぎは、ワット自身が当時の科学的知識の水準に規定されて着想したことだが、『蒸気は弾性体だから、真空のなかへ突進する』という思いつきである<sup>(2)</sup>。この推論は、全体的に圧力のかかっている状態(シリンダー内部)で圧力の低い部分(真空)をどこかにつくれば張力が作用するだろう、という当時知られていたフックの法則の類推適用の結果であったと思われる。これらの自然法則に目的論が対応させられることになる。すなわち、シリンダーの外部に「真空」(低圧状態)を作る(→分離凝縮)という手段によって冷却水の使用を抑制し、シリンダーの温度を維持してボイラーから送られる蒸気を効率的に利用しようという目的が達成されたわけである。第二のシステムは、もちろん、蒸気機関そのものである。そこで考えられた自然法則はフックの法則からの類推に加えて、ワット自ら観察した経験的「法則」である。彼は蒸気(気体)の圧力と温度の関係について観測した結果、「温度が等差級数的に上昇すると、圧力は等比級数的に増大する」という「法則」を確信した<sup>(3)</sup>。すなわち、これらの自然「法則」に対して、外部への復水器の設置により排気がおこなわれボイラーのもたらす高圧蒸気がシリンダー内部のピストンを運動させる、という目的論的構造が対応させられたのである。

## [2] 蒸気機関の原理的展開——カルノー・サイクル——

19世紀初頭になると、ワットの発明は原理的に一層深められ、それがまた新たなシステムの創造に繋がった。蒸気機関はフランス人カルノーによって理論的に導かれた熱機関の仮想的運動形式、いわゆるカルノー・サ

イクルの経験的前提となったのである。ワットは経験的事実として、気体の加熱が気体の膨張または圧力上昇を導く、という関係を確認したのであるが、それは、裏を返せば、気体の冷却が気体の収縮か圧力低下をもたらす、という関係に置き換えられる。この推論は、「大気圧機関」で確認された、冷却すると水=液体と真空（低圧部分）が残って大気圧がピストンを低下させる、という部分の一般化である。

ところで、加熱→膨張か高圧、という過程を詳しくみると、加熱とは第一に高温の維持であり、その結果、体積は増加して圧力の比較的少ない低下が生ずる。しかし、加熱とは低温状態から高温状態への変化でもある。ワットの観測したのはこの変化であった。「熱素 (calorique)」が無駄なく仕事に変換されうる理想的な熱機関を構想しようとしたカルノーは、加熱の過程を抽象化してこのような二つの局面に分解したのである。冷却過程から双対的に考えれば、全体として四つの局面が区別されることになる。温度の維持される過程、すなわち等温過程においては、温度上昇・下降が体積の膨張と比較的軽微な圧力低下・体積の収縮と比較的緩慢な圧力上昇をもたらす。他方、熱機関外部の温度を捨象した断熱過程においては、断熱膨張がより大なる圧力低下を引き起こして温度を低下させ、また断熱圧縮がより大なる圧力上昇をもたらして温度を上昇させる、とカルノーは推論したのである。かくして四つの過程が理論的に識別され、連続的に結合される。すなわち、等温膨張→断熱膨張→等温収縮→断熱収縮。これが1824年に考案されたカルノー・サイクルにほかならない。それは気体の状態方程式を満たすように蒸気機関のシリンダー内部におけるピストン運動を抽象化して構成された「<sup>(4)</sup>仮想的機関」であり、準静過程、思惟による過程の分割（断熱と等温）および作業物質の抽象化（カルノー機関では空気）という三つの前提を伴っていた。カルノーは熱素——実はエントロピーに相当するモノ——の移動が仕事に変わる仕組みを解明するためにこの

機関を構想した。それは普遍的真理のために、したがって無限の問いかけのために着想されたものだから、ただちにはテクノロジーに結びつかない。しかしサイクルによるプラスの仕事の条件として解釈される断熱過程やカルノーサイクルによって上限の定められる効率の概念は目的論的構造を創出する可能性を蔵していた。

とはいえ、確かにカルノーの天才的着想は第二次産業革命の核心部分を先取りしたものであったけれども、19世紀後半にいたるまでそれは新たなシステムの創造と結びつくことはなかった。このことはワットの諸発明にもある程度当てはまることなので、最後にこの点をとりまとめておこう。

[3] ワットの果たした歴史的役割

ワットの実現した業績については卓越した理論物理学者朝永振一郎が的確な評価を下している。彼はこういっている。

「ワットの仕事がグラスゴー大学に置かれていたひな型機関から始まったことは歴史の偶然でしょうが、このことは科学と技術との新しい結びつきのひな型であったといえるでしょう。……(中略)……ワットの場合には、大学という科学の場が活用され、科学研究の持つ理づめの推論と実験にもとづくやり方が大いに用いられました。今日ひろく用いられている言葉『工学』『テクノロジー』あるいは『エンジニアリング』という言葉は、ワットの頃から具体的かつ実質的な内容を持つことになったといわれています。」<sup>(6)</sup>

ワットはまさしく最初の生産技術者であった。彼の功績はのちの歴史との関連でいえば、三点にまとめられる。まず、当然のこととして、実用性の高い蒸気機関の発明が挙げられる。それはシステムを創造するというテクノロジーの構造の実現でもあった。第二には、ピストンの上下運動の回転

運動への変換である。それは第一次産業革命において蒸気機関を主役の地位にまで押し上げる契機となったが、そればかりでなく、この発明はまた後のガソリン・エンジンその他の内燃機関に、したがって第二次産業革命における内燃機関の普及と実用化（とくに自動車）にも深く繋がっていった。最後は调速機 (governor) の発明である。それは蒸気機関の部分機械として登場したにすぎないが、歴史的な繋がりからいうと、のちのちきわめて重大な意味をもつことになる。というのは、调速器こそは、第三次産業革命における自動制御 (automatic control) のさきがけとなったからである。とくに第二、第三のワットの業績の展開については、次項でいまま少し詳しい説明を加えよう。

- (1) Lionel Robbins, *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*, 2nd ed., London, 1935, p. 16, 参照。
- (2) J. G. クラウザー著 (鎮目恭夫訳)『産業革命期の科学者たち』(岩波書店, 1964年), 113頁。
- (3) 同, 111頁。
- (4) 朝永振一郎著『物理学とは何だろうか』上 (岩波書店, 1979年), 166頁。
- (5) 同, 150頁。

### III 内燃機関の展開——第二次産業革命におけるテクノロジーの構造——

蒸気機関の発明にそくしてテクノロジーの道筋を考えたとき、第二次産業革命の時代は内燃機関の全面的な発展期として位置づけられる。実際に、多様なガス機関の発明を基礎として1880年代にはガソリン・エンジンの実用化に先鞭をつける発明が相次ぎ、他方では蒸気タービンの本格的な開発が見られた。さらに90年代にはディーゼル (Rudolf Diesel) による圧縮点火機関の発明が内燃機関の一層の発展を画した。最後の時期を飾る内燃機関は両大戦間期におけるガスタービンの発明である。

第二次産業革命期のテクノロジーの構造は二つの局面で特徴づけられる。第一には、テクノロジーの制度化である。とりわけ、ガソリン・エンジンと自動車の開発においてオットー (Nikolaus August Otto) やダイムラー (Gottlieb Daimler) やベンツ (Karl Friedrich Benz) の果たした役割や圧縮点火機関を発明したディーゼルの役割が注目される。オットーを除く3名はいずれも工業専門学校において機械工学を学んで技術者となり、テクノロジーの開発のために研究所を利用した。たとえば、ダイムラーは自動車実験工場を創設し、ベンツも1871年に創設されたマンハイムの機械製作工場<sup>(1)</sup>で実験を試みている。第二の特徴は「科学の技術化」である。ワットのばあい、まず、技術的要請が先行し、それが経験的因果律によって裏付けられるという形をとった。経験的自然法則が理論的自然法則に変換される道は偶発的に与えられたにとどまる。両者の連関が必然的かつ意識的に実現されたのは第二次産業革命においてである。ことにディーゼルはアウグスブルクの工業学校を出たのち、ミュンヘンの工科大学に入り、そこで熱力学を学んだ。彼は自分の研究成果を1893年に著書にまとめたが、それはカルノーサイクルの実用化に繋がるものであった。その意義を理論的に評価するためにカルノー・サイクルの四つの循環経路を形式化することからはじめよう。カルノー・サイクルの定義によれば、等温膨張→断熱膨張→等温収縮→断熱収縮という運動過程は可逆過程と見なされるから、論理的には、等温→断熱→等温→断熱→…というさらに抽象的な過程に置き換えられうる。ここでは、等温→断熱→等温→…という順行運動過程と同等の過程として、断熱→等温→断熱→…という逆行過程が含まれている。こうしてカルノー・サイクルの循環経路は二つの単純な運動過程、すなわち、等温→断熱および断熱→等温にまとめられることになる。

そこで、前者を $\kappa$ としよう。そうすると、後者は $\kappa^{-1}$ と記されるであろう。これらの記号を左から右へ並べて書くことにより、過程が右から左に

進むものと規約しておく。運動のない元の状態を $\kappa^0$ とすれば、つぎのようないくつかの規則がえられる。

$$[1] \quad \kappa\kappa^0 = \kappa^0\kappa = \kappa$$

$$[2] \quad \kappa\kappa = \kappa^0$$

$$[3] \quad \kappa^{-1}\kappa = \kappa^0, \text{ したがって, } \kappa = \kappa^{-1}$$

$$[4] \quad \kappa\kappa\kappa = \kappa, \text{ この左辺を } \kappa^3 \text{ と短縮して表記することにすれば, } \kappa^3 = \kappa \text{ と記すことができる。}$$

周知の通り、これらの規則を満たす数学的な構造は群であり、とくに位数2の巡回群である。それは無限に循環するカルノー・サイクルの運動を最も単純に、しかし最も明瞭に表現している。ところで、この群を含む最も単純な半群は「指数」2の巡回半群である。 $\kappa^0$ を $\lambda^2$ に置き換えて形式化すれば、

$$\lambda, \lambda^2 (= \kappa^0), \lambda^3 (= \kappa), \lambda^2, \lambda^3, \dots$$

という具合に書き下される。この半群は、位数2の巡回群を「巡環」(半群のなかの群の部分)とする、「周期」も「指数」も2の巡回半群である。 $\lambda$ を「初期入力」を示す記号と考えれば、それはある種の機械の構造を表現したものと見なされよう。こうした見方を進めて機械の構造を「循環」させるために「発火」という外的契機を導入したテクノロジーがオットーサイクル (Otto cycle) であり、「発火」を「断熱圧縮」に置き換えたものがディーゼルサイクル (Diesel cycle) である。周知のように、前者は4サイクル・ガソリンエンジンとして、後者はディーゼルエンジンとして実用化された。

ここには「科学の技術化」の普遍的な特徴が明瞭に表現されている。すなわち、科学の解明した循環的な、したがって可逆的な運動を、技術が現実的に物象化するという特徴である。現実の世界では物象は通常循環的ではなく、不可逆的である。たとえ循環的に見えても、現実には不可逆的で

しかない運動は、ズレを伴った反復である。このように科学的認識を反復する形に実現するのが、「科学の技術化」における技術の役割であるとも考えられよう。

しかし、この時代のテクノロジーの構造はなお具体的かつ実物的な様相を呈していた。それを一変させたのが20世紀におけるテクノロジーの一層の展開である。他方、内燃機関の発展に代表される「科学の技術化」は20世紀後半になって別の影響力を発揮することになる。すなわち、たとえば自動車のばあいには、入力＝排気ガス→出力＝環境変化、といういわば「マイナスの自然法則」が創出されたのである。この話題については「機械」を論ずるところであらためて言及しよう。

- (1) これをハーバーマスのように「技術の科学化 (Verwissenschaftlichung der Technik)」として捉えることもできるかもしれない (Jürgen Habermas, *Technik und Wissenschaft als Ideologie*, Suhrkamp Verlag, 1969, S. 79)。しかし、科学の自立性が喪失される過程を明示するにはこの表現は不適當であろう。

#### IV 自動制御の展開——第三次産業革命におけるテクノロジーの構造——

ワットによる調速器の発明は1870年代になるまで顧みられなかった。しかもその発明を一般化するテクノロジーとしての自動制御が本格的に展開するのは20世紀、それも後半のことであった。自動制御という観点から第三次産業革命期のテクノロジーの構造を示すことが当面の課題である。しかし、この時期のテクノロジーを機械と切り離して議論してみても十分な意味づけができないので、ここではオートマトンを含む順序機械 (sequential machine) の観念およびサイバネティックスという着想について予備的な検討を試みておくだけにしよう。

周知のように、順序機械は、入力→情報処理（内部状態）→出力、という形式をもつシステムのことである。もっと正確にいうと、内部状態と入力の組を変数とする関数が定義され、その結果として一意的に内部状態と出力とが決定されるシステムが順序機械である。したがって、それは自動制御の基本原理であるフィードバック制御を含んでいる。順序機械の入力を受け取る装置（acceptor）はとくにオートマトンとよばれている。ところで、この種のシステムの出現は従来のシステムに比してどのような特徴を示しているのだろうか。端的に言えば、それはテクノロジーの所産（発明）をもはや具体的に目に見える形態に変換しないで一種の信号（記号列）に還元しうる可能性を著しく拡大したのである。実際に第三次産業革命期には、テクノロジーの構造は情報のやりとり——コミュニケーション——とその制御によって実現されるようになった。それはサイバネティックスという「学際的」学問の形成にも象徴されている。その学問は、governor（生産技術用語としては、上述の調速器）を意味するギリシャ語 *κυβερνήτης* に由来している。それは「コミュニケーションとそれを制御しうるシステムを統一的に認識しようとする普遍的な理論<sup>(1)</sup>」である。数学者ノーバート・ウィーナー（Nobert Wiener）は、テクノロジーがサイバネティックスとして構造化されるようになったことにいち早く気づいたのであった。そして、そこに見出される機械の観念こそ、抽象的機械にはかならない。この点についての検討は次節に委ねられる。ここではそうした発想それ自体が暗示するマイナスの状況を二点ほどとりあげて問題点を指摘するだけにとどめておこう。すなわち、「知識と人間の分離」および「フィードバックの『安全性』」という二つのトピックスである。

### [1] 知識と人間の分離

サイバネティックスは情報の管理方法を教える総合科学であるが、それは情報としての知識と人間とを分離することを可能にした。ところで、知

識と人間の分離はなにを意味するであろうか。テクノロジーのみならずすべての科学は人間の理性的能力——内部化された知識に基づく構想力——の所産である。したがって第一に、分離された知識は人間の理性を働かせない。すなわち、サイバネティックスはテクノロジーの主体を機械に委ねる結果をもたらす。それはテクノロジーの物象化 (reification) を意味する。そこに成立するのは物象化されたシステム、すなわち機械である。かくして第三次産業革命のなかでテクノロジーの蓄積にボトルネックが現れることになる。他方第二に、この「分離」は文化を破壊する可能性がある。文化は生活の知恵=知識の蓄積運動だから、それが機械に委ねられるならばこの運動そのものの起動力は失われる。したがって人間の社会的資質は衰退する一方で、テクノロジーは機械の保有する知識を上限として「進歩」するという背反的状況が生じてくるだろう。

## [2] フィードバックの「安全性」

つぎの問題は、自動制御システムの根幹をなすフィードバック・システムは人間の社会にとって「安全」を創り出すことができるであろうか、という点である。この問いに対して一般的な解答を導き出すという課題は次節に委ねるとして、ここではひとつの例題をとりあげて問題の所在を明らかにしておく。そこでいわゆる「核抑止力」という発想を考えてみることにしよう。1975年8月に京都で開催されたパグウォッシュ・シンポジウムの開会講演で物理学者の湯川秀樹はこう語っている。

「核軍縮への道を妨げてきた最も重要な因子の一つは、『核抑止』という考え方であります。これについてはさまざまな議論がありますが、核抑止の考え方に基づいた政策が常に『ポジティブ・フィードバック』を結果することは明らかであります。これは超大国の核軍備が『無限大を指向すること』を意味します。これは核軍縮が原理的に『ゼロへの方向を指向してい

る』のと完全に背馳しています。核軍縮実現のための方策とは、『ネガティブ・フィードバック』の繰返し以外のものではあり得ないはずでありま<sup>(2)</sup>す。」

ここで「ポジティブ・フィードバック」は予測に基づく核兵器管理を意味しているから、それは正確に言えば「フィードフォワード (feed-forward)」による管理を意味している。ところで、核兵器管理の根底にある「核抑止力」という発想は核兵器保有状態のいわば「静態比較」が成り立つことを前提としている。しかし、現実には連続的な「技術突破 (technological breakthrough)<sup>(3)</sup>」の「動態」によってこの前提は破綻している。むしろ、「ポジティブ・フィードバック」という核兵器管理システムそのものを廃棄しないかぎり、核の脅威から人類を防御できないというのが湯川、そして朝永振一郎の見解であった。それこそがこのシステムの出力を0にする「ネガティブ・フィードバック」なのである。この事例にかぎらず、システムを廃棄する方策としての「ネガティブ・フィードバック」はいろいろの部面に有効性をもちうるかもしれない。たとえば、生態系を破壊する多様な人為的システムに対して、あるいは官僚制の維持を自己目的化する「内部的合理性」に基づくシステムに対して（オンブズマン制度のような「外部的合理性」の観点から）それが実行されなくてはならない。しかしこのような「ネガティブ・フィードバック」を社会的に担う基盤は、例外的に自覚的な努力が積み重ねられないかぎり、存在することができない。むしろ「正統対異端」の構造の帰結として現れる「多数派の論理」が罷り通って危機が累積する可能性のほうがはるかに高いであろう。というのは人間の存在様式そのものがますますテクノロジーによって、したがってまたテクノロジーの表現的基盤<sup>(5)</sup>としての機械によって確実に支配されつつあるからである。

- (1) 前掲拙稿「プロメテウスの宿業」、85頁、参照。
- (2) 『朝永振一郎著作集』第5巻「科学者の社会的責任」（みすず書房、1982年）、239-240頁。
- (3) 同、281頁。
- (4) この点については、前掲拙稿『『正統対異端』の構造』を参照せよ。
- (5) このようなわかりにくい言い回しを用いたのは、機械がテクノロジーを現実化するとはいっても必ずしも目に見える物象としての現実化がおこなわれるわけではないからである。この点は次節の行論のなかで明らかになるであろう。

### 第3節 機械の構造

#### I 機械の概念

##### [1] 機械の定義と特徴

機械とは、もともと人間の身体的働きが外化し（alienate）物化し（reify）て成立した物体である。それはシステムの物質的担い手にほかならない。ところで、外化とはいっても、たとえば手の働きの外化したシャベルとか鋏とか杓（ひしゃく）とかいった道具は機械ではない。それは局所的<sup>・</sup>外化<sup>・</sup>の事例にすぎない。手を動かすためには骨格（筋骨系統）だけでなく動力を伝える装置（脈管系統）が必要である。さらに血をつくって送り出し汚れた血を綺麗にするところの、心臓を中心とした臓器群が必要になる。これらの諸要素——後述するマルクスの機械システム論の起点——が、既述のような目的論的構造と自然法則的構造との一意的に対応する構造を具えたときにはじめて、外化はシステムとして実現される。すなわち、身体<sup>・</sup>の働きのシ<sup>・</sup>ス<sup>・</sup>テ<sup>・</sup>ム<sup>・</sup>的<sup>・</sup>外<sup>・</sup>化<sup>・</sup>こそが機械を創造するのである。

つぎに機械の特徴を明らかにしよう。第一に機械は不可逆的である。カルノーサイクルのような無限に循環する法則に対応する目的論的構造＝技

術が考案されるばあい、そこでは常に有限な入力为前提とされる。すなわち、有限な入力から出力への不可逆的自然法則と目的論的構造とが一意的に対応している、蒸気機関のような構造がシステムであった。したがってそれは常に不可逆の性質を内蔵している。第二に機械は全体性をもっている。具体的な機械は諸機械の全体であるが、個々の部分も局所的全体をなしている。第三には機械の自動制御性が挙げられる。機械は受容できる入力を識別できなくてはならない(オートマトン)。他方、出力を統御できるように入力を調整できなくてはならない(フィードバック)。とくに後者からは「学習する機械 (learning machine)」という発想が成立する(出力の過誤の是正<sup>(1)</sup>)。最後に、機械は「非社会的」である。すなわち、機械は諸機械の集合としても単一の部分機械としても全体性をもっているのので、そのままでは相互に関係できない。しかし入力—出力の調整機能(フィードバック)によって関係できる。その限りで「非社会性」の克服は可能である。

## [2] 機械システムの基本型

さて、上述のシステムの外化についてさらに検討を加えよう。システムの外化を包括した或る複合的な機械を想定し、その入力を  $I$ 、その出力を  $\Omega$  としよう。このとき、その構成要素として三つの部分機械が想定される。

- (1)  $I$  を出力とする機械 (入力機械あるいは入力集合機械)
- (2)  $I$  を保存する機械 (保存機械あるいは写像機械)
- (3)  $I$  を入力、 $\Omega$  を出力とする機械 (出力機械あるいは出力集合機械)

の3類型である。これらはいずれもそれ自体がシステムとなっている。

この順序でこれらの部分機械が結合すると、最初に想定された機械ができてあがる。それは諸機械の構成する最も基本的なシステム、すなわち機械システムである。このような意味における機械システムについて、とくにマルクスの見解をつぎに検討しよう。

- (1) 幼児から大人にかけて人間は社会的に「成長する」が、それは「学習する機械」としての側面である。もちろん、「学習」させるのは大人（親）の役割である。この役割を果たせない親がひとたび社会の多数派をしめるようになると、社会的に「学習しない機械」（性能の悪い機械）が量産される。

## II 機械システム論

第一次産業革命の時代をイメージして把握された機械システムにかんするマルクスの議論は、ピエモンテ出身の機械技師でのちにパリ大学の機械工学教授（Professeur de mécanique à l'université de Paris）となったボルニ（J. A. Borgnis）の機械システム論をもとにして構想されたとい<sup>(1)</sup>われている。三枝博音の整理にしたがえば、それは6種類の機械類型からな<sup>(2)</sup>っていた。すなわち、受動機（récepteur）→伝動機（communicateur）→変動機（modificateur）→支持機（support）→整調機（régulateur）→作業機（opérateur），というシステムである。マルクスは、生産→流通→分配，という経済的時間経路とのアナロジーならびに前述の、システム的な人間の身体機能の諸要素の認識に基づき、ボルニの6構成要素を単純化して3要素に分類した。第一は原動機（Bewegungsmaschine）であり、それは人体との比較では心臓に相当する。第二は、伝動機構（Transmissionsmechanismus）であり、脈管系統に当たる。第三は作業機ないし道具機（Werkzeugmaschine, Arbeitsmaschine）であって筋骨系統に対応している。これらの機械類型にかんして、あらかじめ若干の補足をしておこう。ことに作業機についてはそれだけで原理的に工場内機械システムを形成しうることが注意されねばならない。したがって、作業機相互の有機的な関係が工場の内部で完結するばあいも機械システムという名称を使うことができるだろう。このときにはとくに作業機械システムという名称を用いることにする。これに対して、特定の社会=再

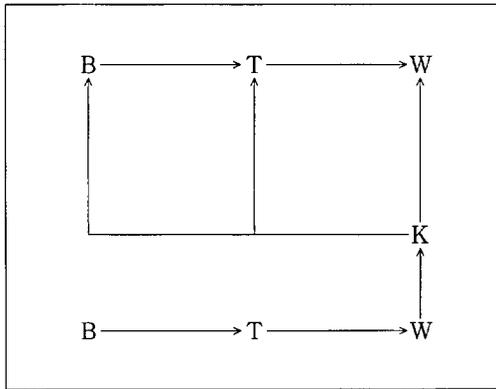
生産圏全体で完結する機械システムを社会的機械システムとよぼう。

まず、作業機械システムについて、その特色を指摘しておく。マルクスによれば、「製品は、独立の部分生産物の単に機械的な組み立てによってつくられるか、または相互に関連のある一連の諸過程や諸操作によってその完成姿態を与えられるかのどちらかである<sup>(3)</sup>」から、「作業」工程（process, 個別工程の離散的順序集合！）は時間的に統合されるか、それとも空間的に統合されるかのいずれかである。前者の側面は「作業」工程の有機性、後者の側面は異種性と名づけられる。この基準によれば、マニユファクチュアにおいては、異種のマニユファクチュアと有機的マニユファクチュアとが区別され、また綿工業の工場のはあいには、「同種の作業機の単なる協業にもとづく」織布工場と「異種の作業機の組み合わせにもとづく<sup>(4)</sup>」紡績工場との区別が生じる。さらにマルクス以後の展開を念頭に置いたとき、原理的に有機性は大量生産に、異種性は少量多品種生産に対応するだろう。

ところで、作業機械システムはそれ自体では閉じたシステムを創りえない。実際に、いわゆるアークライト型の紡績工場では工場の外部に原動機を動かす動力（自然力としての水）が求められた。原動機の内部化を可能にしたのは、もちろん、蒸気機関にはかならない。そこでつぎに、社会的機械システムの成立をもたらす機械システムの自律化について検討しよう。

機械システムはいわゆる産業資本の技術的な存在条件をなしているので「生産の連続性（Kontinuität der Produktion）」ならびに「自動原理の実行（Durchführung des automatischen Prinzips）」を至上命令としている<sup>(5)</sup>。換言すれば、機械システムはこれら二つの前提条件を満たすように自律化しなくてはならない。マルクスによれば、機械システムが自律化する条件は、第一に「どんな出力でも可能でしかも同時に完全に制御できるような原動機」の出現、あるいは原動機の作業機械システムへの内部化で

ある。この条件は蒸気機関の発明と普及によって満たされた。それは閉じた作業機械システムの存在する場所としての工場を産んだ。たとえば、ミュール型工場がそうである。第二の条件は「個々の機械部分のために必要な厳密に幾何学的な形状……を機械で生産すること」が可能になることである。その条件を充足したのは工作機械（Konstruktionsmaschine）の発明であった。しかし、工作機械を工場に内部化することは現実的に可能でもないし、産業資本にとって必要でもなかった。むしろ、工作機械生産工場が独立の閉じた作業機械システムとなることによって、社会的に閉じた機械システムは完成する。それはつぎのように図解されるだろう。



B, T, W および K は部分機械を示し、それぞれ原動機、伝動機構、作業機、工作機械を表している。これらのシステムから社会的機械システムが形成される。この図は社会的生産の1循環を表し、論理的には下方から上方に向かって無限の運動を想定している。W はつぎの時間順序に位置する集合 {B, T, W, K} の要素すべてを生産するが、その結果ふたたび同じ配列（順序関係）が必然的に創出される。社会的機械システムの「平面図」はしだいに複雑化していくが、この循環図はあらゆる社会的機械システムを貫く「立面図」と見なされよう。第一次産業革命の時期にお

ける機械の構造はこの「立面図」の原理的かつ実際的な形成によって特徴づけられる。マルクスは『資本論』のなかでこのような認識を可能にする理論的枠組みを示唆したのである。

- (1) ボルニは 1780 年ピエモンテ地方生まれの機械技師であったが、のちにパリ大学機械工学教授となり、またトリノの科学アカデミー会員にも選出された。彼にかんする一層詳しい経歴については、*Nouvelle Biographie Universelle*, (Paris, 1853.) を参照。
- (2) 三枝博音『技術の哲学』(岩波書店, 1951 年), 105-106 頁, 参照。
- (3) K. Marx, *Das Kapital*, Erster Band, Dietz Verlag, Berlin, 1968, S. 362.
- (4) *Ibid.*, S. 401.
- (5) *Ibid.*, S. 402.

### III 第二次産業革命と機械

第二次産業革命においては、機械の有形性 (tangibility) は維持されるが、社会的機械システムの一層の拡大と機械類型の質的拡大が顕著になる。

#### [1] 機械システムによる人間の支配

まず、人間と機械との関係が大きく変化するようになる。機械システムの成立は、従来の「…工」という「人間」が変質をとげ、あらためて「人間」が機械の付属物となることを意味した<sup>(1)</sup>。このことは科学が産業技術開発と密接不可分の関係を保つようになると、ますます現実味を帯びてくる。19 世紀中には万能工作機械を生み出すほどに工作機械は高度化するが、それはむしろ生産ラインの円滑な進行 (生産速度) に限界を画した。現実には機械の単能化、とりわけ工作機械の単能化が進行したのである。単能機械の導入により、生産速度は拡大され製品の規格化が進む一方、熟練工排除の傾向も顕著になる。こうした過程は第二次産業革命後半における生

産管理の展開とともにますます際立ってくる。いわゆる「テーラー・システム (Taylor system)」ないし「科学的管理法 (principles of scientific management)」(工場管理あるいは課業管理) や、コンベア・システム (conveyor system) を前提としたフォード・システム (Ford system) の導入によって労働者の機械への従属という状況は一段と進められた。それは伝導機構を含む作業機械システムの合理化の進展を反映していた。テーラー・システムのねらいは単位作業時間の標準化であり、そうした観点から生産工程は単位作業の時間列と見なされる。テーラー自身の挙げている単位作業達成の原則はつぎの4点である。すなわち、(1) a large daily task (高水準に定められた毎日の課業〔task〕の実現)、(2) standard conditions (1 労働日 + 労働手段装備)、(3) high pay for success (課業達成による高賃金の保証) および (4) loss in case of failure (課業が実現できないばあいの労働者による損失補償)、である。テーラー・システムを総括的生産管理システムとして発展させたのがフォード・システムである。それは単位作業を徹底的に単純化し、単位作業の時間列の共時化によってひとつの生産工程空間を実現した。そのばあいの生産ラインの特徴は移動組立法 (moving assembly method) であり、それを実現する装置としてコンベア・システムが導入されることになる。

こうしたテーラー・システムやフォード・システムは人間と機械との関係にいかなる変化をもたらしたであろうか。まず、労働者は機械の一部になることを要求された。このことは、既述の機械相互間のシステム化に対応して、生産工程ごとの作業が標準化されることを意味する(第二の標準<sup>(3)</sup>化)。そのよく知られた実例がコンベア・システムにほかならない。それは人間をそのシステムの一部として働くように強制し、加工工程を円滑化し部品運搬時間を節約するなどの効果を発揮した。つぎに、作業の内容・方法・実施条件を決める仕事が労働者から奪われ、管理労働の自立化が進

んだ。それは管理系統の複線化、いわゆるラインスタッフ組織の形成を促した。

ここから新たな展開が見られる。すなわち、機械システムの合理化はさらに進んで人間を排除してしまうほどの勢いを示すようになる。第二次産業革命の後半期には、いわゆるオートメーションが本格的に展開する。それは mechanical automation (入力・出力の連鎖としての連続生産) とよばれ、作業工程の連続性を前提とする大量生産において見られた。オートメーションはコンベア・システム (生産ラインへの人間配置) から、トランスファー・マシーン (生産ラインへの機械配置) へと段階的に進んだ。また、20 世紀になると化学工業を中心にして process automation (自動制御を伴った入力・出力システム) も始まるが、この型のオートメーションが本格化するの自動制御システムの普及する 20 世紀後半、つまり第三次産業革命においてである。こうしたオートメーションの展開に関連して少量多品種生産のばあい——とりわけ工作機械による生産の自動化局面——にも注目しておく必要がある。それは、コンピューターが生産の全面に登場する第三次産業革命においてシステム化されることになる。その発展傾向を図式的にいうと、アナログ型のならい盤制御からデジタル型の数値制御へと推移していったのである。しかし、この局面はすでに第三次産業革命の時代に属している。

## [2] アナログ的支配構造の成立

つぎに第二次産業革命期における人間と人間との関係、とりわけ支配関係について考察しよう。一般的にいい方をすれば、機械類型の拡張は人間の組織にまで及んでくる。第一に挙げられるのは官僚制化の普遍的傾向である。機械が人間社会のいたるところに侵出してくる状況のもとでは、機械とのアナロジーも多様な形態をとる。その典型的な事例が人間の官僚化<sup>(4)</sup>である。官僚とは執務規則にしたがって紛争を処理する機械にほかならな

い。官僚制は、第一次的には階層秩序にしたがった命令＝服従システムを具えた行政サービスを生産する機械システムである。しかし、労働者もまた官僚化されるので、論理的にはここで生産されるのはサービス労働一般ということになろう。このとき、労働は作業（operation）と見なされる。機械も官僚も作業する主体となる。こうして官僚制は国家の行政機構のみならず企業活動全般（資本主義下の大企業や社会主義下の国営企業）をも被い尽くすようになる。ところが、皮肉なことに、産業革命の進展は、他方で、システム化されない生産部門を広範に残存させた。たとえば、鋳物生産や陶磁器生産のばあいのごとく熟練工の役割が決定的で「管理労働」を分離できないばあいがある。そうした部門は「中小企業」といった名称のもとに資本主義社会の不可欠の部門となる。さらに、伝統的な産業（いわゆる地場産業や伝統工芸）などでは分業はほとんど進まず、むしろいわゆる分化が強固に残っていく。しかし、分化もまた機械システム固有の特徴にもなりうる。このことは次節で明らかにされるだろう。

さて、ここでは官僚制を含む支配構造について、マックス・ウェーバーの社会学的視角とはやや異なった観点から再検討してみようと思う。ウェーバーは「支配」というカテゴリーを成立させる根拠が「正統性（Legitimität）」にあると考え、「正統的支配」というカテゴリーを構成しようとしたが、私はむしろ支配構造の根拠を「正統性」と捉えたいのである。というのは、彼の観点においては「正統性」そのものの構造——それは疎外態の構造にまで還元される、というのが私の立場である<sup>(5)</sup>——を分析する可能性が失われてしまうからである。

さて、第二次産業革命の時期には機械とのアナロジーが支配構造を規定する。これが基本的な方向である。この観点を理論化することを考えよう。そのためにまず用語法を確定し、つぎにそれを踏まえて支配構造の分析に移ることにする。

## (1) 支配構造と自己支配構造

支配構造 (Herrschaft) とは包括範囲が特定化されている人間集団の集合であって、それを規定する関係は支配関係、すなわち命令=服従関係である。この関係にはつぎのふたつの関係が複合的に——数学的にいえば、順序同型的に——対応している。第一は言語的コミュニケーションによる入力・出力関係であり、Befehl と Gehorsam との関係という意味で BG 関係と名づけよう。それは、ウェーバーが「近代的官僚制」の「機能様式」として列挙している諸属性と内容的に対応しているが、ここでは支配一般に共通する属性が問題となっているのでこの事実そのものには分析的意味はない。

第二には BG 関係の人格的表現としての Herr と Gefolge との関係——hg 関係と略記しておく——である。これもウェーバーの「官僚制」についての議論と内容的な対応関係をもっている。具体的には「官僚の地位」について挙げられた諸属性と重なり合う部分をもっている。しかし、このばあいにも上述の注意があてはまる。

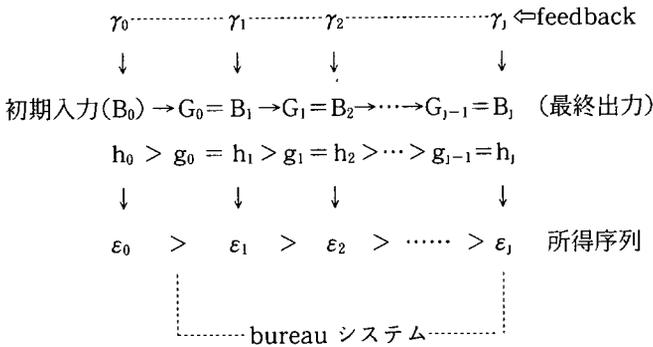
ところで、第二次産業革命期においては、意識的にせよ無意識的にせよ、機械とのアナロジーという思考様式はますます日常的なものとなったように思われる。おそらく、この思考様式はウェーバーが「合理性」という表現を用いるばあいの決定的な局面をなしているであろう。そこで、支配構造にゲゼルシャフト関係<sup>(6)</sup>（独立した個人の合理的な判断に基づいて形成される社会関係）が入ってくるばあい、その支配構造をアナログ的支配構造とよぶことにする。

他方、支配構造と同じく、包括範囲が特定化されている人間集団の集合ではあるが、独立した（自らが自らの主人である）個人が相互に対等の社会関係 (Genosse 相互の関係という意味で  $\gamma$  関係とよぶ) を結んでいる集団が自己支配構造 (Genossenschaft) である。このばあいの関係はゲ

ゼルシャフト関係だけでなくゲマインシャフト関係をも含んでいる。後者の例としては、たとえば、ギルドの親方どうしの関係や特定の宗教的理念にもとづく宗派の構成員相互の関係などが想起できよう。

(2) アナログ的支配構造の図式とその具体例

以上のような一般的規定を踏まえてアナログ的支配構造を図解するならば、それはほぼつぎのような形にまとめられるであろう。



ここで注意されるべき点は、この構造の初期入力を欠いた部分 ( $h_1 > g_1 = h_2 > \cdots > h_j$ )、すなわち bureau システムとして規定される順序関係がウェーバーのいう「近代的官僚制」に相当する、ということである。そのばあいには、所得関係——hg 関係に対応する所得の階層的順序関係——がなかば固定的に当該システムに入り込んでくる。

アナログ的支配構造の類型として、共和政体と株式会社のばあいを例示しておこう。まず、共和政体においては大統領 ( $h_0$ ) の命令権力 ( $B_0$ ) は、総体的な  $\gamma$  関係の集合 ( $\Sigma\gamma$ ) によって統御される。それは時間的に (任期によって)、あるいは制度的に (弾劾手続きなど) 統御される。他方、この構造の初期入力を欠いた部分 ( $h_1 > g_1 = h_2 > \cdots$ ) はシステムとしてイ

メージされる「近代官僚制」を示している。この部分は大統領の交代により全面的に変換されうる。つぎに株式会社のばあい、 $h_0$  は株主相互間の  $\gamma$  関係が（形式的に）成立している株主総会によって担われる。株式会社の実質的な機能は  $(h_1 > g_1 = h_2 > \dots)$  という「官僚制」的システムによって担われる。制御機能を強化するためには中間部分にいわば  $\gamma_m$  関係のようなものが挿入されうる。たとえば、「スタッフ」の導入や事業部制あるいは取締役会における分業などが想起されるが、とりわけ重大な役割を果たす  $\gamma$  関係は労働組合である。それは時として個別的な企業の枠組みを超えて社会的な制御装置として機能しうる。企業の個別的利害関係に基づく労働組合の組織破壊はシステムの機能不全を引き起し、ばあいによっては企業そのものの存立基盤<sup>(7)</sup>を掘り崩しかねない。

以上のようなアナログ的支配構造は第二次産業革命期における支配関係の機械化を普遍的に示している。しかしそれは 20 世紀後半において一段と大きな変化を被ることになる。

- (1) このことが「技術的必然」として現れるという点については, Marx, *a. O.*, S. 407, 参照.
- (2) F. W. Taylor, *Shop Management*, 1911, pp. 63-64, 参照.
- (3) 第一の標準化は「イギリス産業革命」の先行条件として現れた、度量衡および製品の標準化である。詳しくは、拙著『パーリアの楔』（有斐閣、1994年）、85-86頁、を参照せよ。
- (4) 以下の叙述は、マックス・ウェーバーの『経済と社会』第9章第3節の議論を参考にした（Max Weber, *Wirtschaft und Gesellschaft: Grundrisse der verstehenden Soziologie*, besorgt von Johannes Winckelmann [Studienausgabe, Tübingen, 1972.], S. 551 f.）。
- (5) 私見については、とりあえず、拙稿「構造と疎外」第3節（『一橋大学研究年報 経済学研究』40号〔1998年11月〕、所収）の参照を求めておく。

- (6) ゲマインシャフトおよびケゼルシャフトという概念の意義については、とりあえず、前掲拙著『パリアの楔』, 143-144 頁, 参照。
- (7) ガルブレイスの「拮抗力 (countervailing power)」理論が資本主義の擁護論となりうる根拠はこの点に求められよう。J. K. Galbraith, *American Capitalism* (1952), 参照。

#### IV 抽象的機械の成立

第三次産業革命において構造化した機械とはいかなるものであろうか。それをひとことで表現すれば、抽象的機械と名づけることができる。抽象的機械の成立はワットの実現したテクノロジーの帰結として順序機械が出現したことに照応している。

まず、先駆的形態と見なすことのできる事例を挙げよう。第一はトランスファー・マシーンである。それは固定した入力連鎖による出力の実現方式であり、入力そのものを定型化した連続制御に帰着する。第二は自動工場、すなわち機械としての工場である。その萌芽形態はすでに 18 世紀末に見られたが、本格化するのは 20 世紀になってからである。とくに 1920 年代以降、石油化学工業を中心にして自動工場が普及してくる。その到達点は「無人工場」である。

いずれにせよ、20 世紀になると自動機械化が果てしなく進行した。とりわけ、20 世紀後半の第三次産業革命の時期においては、オートメーションの諸類型（メカニカル・オートメーション、プロセス・オートメーション、そしてビジネス・オートメーション）が全面開花し、機械による機械の生産、機械による商品の生産、そして機械による「機械人間」の生産がいたるところで実現されてきた。

しかし、同時にいまひとつの顕著な特徴も現れてきた。すなわち、具体的な物象としての機械の属性が徐々に捨象されてきたのである。ウィーナ

ーのいう「多重入力・多重出力変換器」としての機械、あるいは以前に言及した順序機械やオートマトンといった観念が出てくる。その歴史的意味はどのようなものだろうか。いくつかの論点にわけて検討してみよう。

### [1] 機械によるイデオロギーの放逐

イデオロギーという言葉は「観念の形態」、「虚偽の意識」、「虚偽の社会的意識」あるいは「社会的意識の形態」といった具合に規定されている。そこにはイデーの「内在的価値」よりも機能的定在（有限性と社会性）が含まれているので、科学のように、それ自身が無限の思考過程を含み、しかも社会とは思考の上で分離された「真理」という対象（社会を対象とする科学はそれ自体社会から切り離された場所を措定することに注意）に向かう意識の作用はイデオロギーとはよばれない。

さて、機械はイデオロギーの社会性を希薄化させる（人と人との関係を機械相互の関係に置き換える）ことにより、イデオロギーの存在しうる基盤を掘り崩していく。それに取って代わる観念こそ、機械と科学とを繋ぐシステムという観念にはかならない。システムはイデオロギーに代位して人間を没社会的な存在へと導く観念になる。そうした意味においてシステムはイデオロギーを破壊するイデオロギーとして機能する（この論点にはのちに立ち返ることにしよう）。

かつてワットの生きた時代には科学と未分化なシステムの構築は科学への志向を一方で保持する「純粹」科学者によって担われていた。しかし、その「純粹」性は次第に損なわれ、20世紀になると技術者はシステム観念にすっかり包み込まれてテクノクラットへと変容をとげていく。

### [2] 機械と社会構造一般のシステム化

機械の物象性が捨象されるようになると、そこに残るのは技術と科学的「法則」との一意的に対応する構造という観念だけである。この唯一の観念がシステムである。したがって抽象化・観念化された機械はシステムに

類似の存在形態を示す。換言すれば、テクノロジーは機械に吸収されてしまうのである。他方、この観念に応じて動員される具体的材料の組み立てによっていろいろな目に見える具体的な機械が産出される。この局面はシステムの物象化としての機械の成立過程である。

また、機械としての機械だけでなく、機械に類比されうる社会構造もまたシステム化される。前述の官僚制——さらに広く、アナログ的支配構造——はその典型である。そして経済も機械と見なされる。ここでは、機械との類比性という意識を欠いたまま構想された経済のモデルを分解して組み立て直すことを考えよう。<sup>(1)</sup>

一般的な生産モデル——たとえば、マルクスの再生産表式、ワルラスの一般均衡モデル、レオンチェフの産業連関表、スラフファ体系など——に共通する特徴は、それらの形式的構造がいずれも線型の連立方程式によって構成されているという点である。もっと限定的に言えば、こうした連立方程式システムを表現する線型写像を媒介する変換行列の構造的不変性がそれらの特徴をなしている。この種の行列はいずれも逆行列をもつ（正則である）と想定されるから、典型的には数学上の群構造を形成する。このような特徴は機械の構造と密接な関わりをもってくる。というのは、それらのモデルは、変換行列の形を保存する「要素」の集合を状態集合と見なして順序機械に変換できるからである。それらのうちで最も操作しやすいモデルとして産業連関表をとりあげよう。といってもその内容は、レオンチェフが「基本方程式」とよんでいるものの原方程式である。<sup>(2)</sup>

彼にしたがって第  $i$  産業の総産出量を  $X_i (i=1, \dots, m)$  とし、また第  $i$  産業の利用した第  $k$  生産物量を  $x_{ik}$  で表す。つぎに、家計の最終消費に当てられる第  $i$  生産物量は  $x_m$  と表されるものとする。このとき、「 $m$  種の各産業生産物の総産出量と総投入量との間に必ず成り立つ収支バランス」はつぎの連立方程式（原方程式）によって示されるであろう。

産業革命の構造 (I)

$$\begin{aligned}
 +X_1 - X_{21} - X_{31} - \cdots - X_{m1} &= X_{n1} \\
 -X_{12} + X_2 - X_{32} - \cdots - X_{m2} &= X_{n2} \\
 -X_{13} - X_{23} + X_3 - \cdots - X_{m3} &= X_{n3} \\
 &\dots\dots\dots \\
 -X_{1m} - X_{2m} - X_{3m} - \cdots + X_m &= X_{nm}
 \end{aligned}$$

ここで、第  $i$  産業の利用した第  $i$  生産物量を  $x_{ii}$  で表し、 $X_i^* = X_i + x_{ii}$  と置き換えれば、上の連立方程式はつぎのように変形されるであろう。

$$\begin{aligned}
 X_1^* &= X_{11} + X_{21} + \cdots + X_{m1} + X_{n1} \\
 X_2^* &= X_{12} + X_{22} + \cdots + X_{m2} + X_{n2} \\
 X_3^* &= X_{13} + X_{23} + \cdots + X_{m3} + X_{n3} \\
 &\dots\dots\dots \\
 X_m^* &= X_{1m} + X_{2m} + \cdots + X_{mm} + X_{nm}
 \end{aligned}$$

そこでさらに進んで、この連立方程式モデルをいくつかの集合に「分解」することを考えよう。

まず、産業  $1, \dots, m$  の生産物を  $s_1, \dots, s_m$  で表すならば、すべての生産物の集合は  $\{s_1, \dots, s_m\}$  となるであろう。ここに、 $s_m = X_m^* - x_{nm}$  とする。つぎに、家計の労働力供給量全体の集合を  $\{a\}$  で表そう。このばあい、 $a$  は家計の最終消費総量  $y = x_{n1} + x_{n2} + \cdots + x_{nm}$  を稼得するに十分な労働力を表しているものとする。したがって、計量単位を適当に選んで  $a$  を  $a^*$  に変換すれば、 $y = a^*$  が成立すると仮定できる。このとき、 $\{a\} = \{a^*\}$  と規約する。さらに、家計の最終消費の状態は集合  $\{y\}$  で表示されると想定することができる。

さて、以上のような記号法を想定するならば、集合  $\{s_1, \dots, s_m\}$  を「状態集合」、一つの要素からなる二つの集合  $\{a\}, \{y\}$  をそれぞれ「入力」および「出力」と見なすことができるだろう。このとき、順序機械の関数を構成することを考える。それは次表のように整理されることになる。

|                |                    |                    |                     |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                | a                  |                    |                     |
| S <sub>1</sub> | S <sub>1</sub> ; y | S <sub>2</sub> ; y | …S <sub>m</sub> ; y |
| S <sub>2</sub> | S <sub>1</sub> ; y | S <sub>2</sub> ; y | …S <sub>m</sub> ; y |
| ·              | ·                  | ·                  | ……………               |
| ·              | ·                  | ·                  | ……………               |
| ·              | ·                  | ·                  | ……………               |
| S <sub>m</sub> | S <sub>1</sub> ; y | S <sub>2</sub> ; y | ……………               |

ここに描かれた順序機械こそは、レオンチェフの産業連関表（の原方程式）に伏在する「機械」にほかならない。他のモデルについても、いったん産業連関表に類似の形に変換した上で、このような形式的処理を施すことは可能である。この事実は何を意味しているのだろうか。現実の経済をシステムとして観念的な像に仕上げた形式的構造が経済モデルであるとすれば、そこに現れてくる順序機械こそは現実経済の機械としての構造の抽象的な表現でなくてはならない。他方、上図の記号の読み替えは別の「機械」の創出に繋がることが注目される。a は同じく労働力としよう。そこで、{s<sub>1</sub>, s<sub>2</sub>, …, s<sub>m</sub>}を一括して生産と消費全体と見なし、y は廃棄物と置き換えれば、労働力を入力とし、廃棄物を出力とする「機械」がここに出現する。それは本来の目的論的構造の外側に、意図されていない入力出力関係が生じた結果である。この「機械」を「自由機械」とよぶことができる。実際にはいかなる機械も多かれ少なかれ「自由機械」である。「自由機械」の出力の累積過程は、たとえば公害現象となって具体化する。それはフィードバックを必要とするであろう。さもなければ本来の機械そのものが機能できなくなる。その意味で「自由機械」は「ネガティブ・フィードバック」を促す警告信号と見なされる。

ところで、システム化した機械はさらに「前進」する。機械はこのシス

テムの担い手に接近する。このシステムを産出する起動力、それは人間にほかならない。機械が人間に近づきうる可能性を理論化しようとしたのがウィーナーであった。彼は機械の人間化を展望してサイバネティックスというシステム観念を考案したのである。<sup>(3)</sup>ここで再びイデオロギーとして機能するシステム観念の評価を試みよう。

イデオロギーはイデーに対立するものである。三木清の『歴史哲学』の論旨にそくしていえば、イデーは「事実」あるいは狭義の「現存在」(ハイデッガー)に属している。イデーが存在の地平で考えられたとき、それはイデオロギーになる。すなわち、イデオロギーはイデーの存在形態、端的にイデーの形態である。それは、さらに限定的にいえば、存在に規定される意識の形態である。イデーは形態化できない無の表現であり、形態化されたイデーはもはやイデーではありえず、イデオロギーとなるほかはない。そこにはもはや超越の可能性は消え失せている。他方において、イデオロギーはイデーのシンタクスとなることによって機能的な存在性を獲得するから、出発点におけるイデーの内容性はしばしば捨象されてしまう。まさしくこの点においていわゆるイデオロギー批判は正当化されるのである。<sup>(5)</sup>こうした批判の対象となる空虚なイデオロギーは恣意的内容を取り込んで物象化することもありうる。神の、あるいは宗教のイデオロギーは物象化して多様な偶像に転化するだろう。さまざまな社会的イデオロギーは物象化して制度をつくる。この関連で、機械もまたイデオロギーでありうるだろうか。

機械がイデオロギーでないことは明らかである。しかし、それはイデオロギーを破壊する役割を果たすイデオロギー、そうした意味での機械論の根拠とはなりうる。この種の典型的機械論こそ、サイバネティックスにほかならない。それは「哲学」であるともいわれるが、正確には技術的イデオロギーであるにすぎない。サイバネティックスの提唱者であるウィーナ

一は物象としての具体的機械を信号に置換して普遍化し、そこに「多重入力・多重出力変換器」としての抽象的機械の観念的な像、換言すれば、システムとしてのシステムを構築した。それはシステム化した機械である。この普遍的機械はあらゆる物的な機械を論理的に包含することによって、いつでも実体化可能である。この可能性を論理的に内蔵する機械こそ、20世紀後半の世界に出現した普遍的機械の構造表現なのである。いうまでもなく、サイバネティックスの背景には科学、とりわけ数学（群論と測度論）と統計力学が存在している。おそらく、エルゴード仮説による（過去から未来へと不可逆的に連続する、あるいは平均概念に含まれる）「時間」の捨象や、ルベーグ以降の解析学における面積や多角形といった具象的イマージュの抽象化（測度や単関数の厳密な規定）はウィーナーの着想に決定的な影響を及ぼしたにちがいない<sup>(6)</sup>。

ところで、サイバネティックスは本来のイデオロギーとしての機能をも具えており、とりわけそれはまたマルクス流の「イデオロギー」すなわち社会的視点から評価される「虚偽の意識」でもありうる。なぜならば、サイバネティックスの概念構成にはおよそ「社会的なもの」に対する理論的意識がまったく欠落しているからである。しかし、だからといってサイバネティックスそのものを無意味な通俗的イデオロギーの一種にすぎないと見なしてはならない。むしろ、ウィーナーの問題提起は社会的脈絡のなかで彼の把握した状況の再構成の必要性を促しているのである。というのは、イデーとしての機械（「多重入力・多重出力変換器」）は物的な具象的機械をなんでも制作しうる可能性、人間そのものをも機械として「生産」する可能性を現実性に転化させつつあり、しかもこの状況こそは20世紀後半にはじまる新たな人間世界、新たな社会的枠組みを徹頭徹尾規定しているからである。

以上のように、第三次産業革命における機械の構造は機械のシステム化

および機械の人間化という二つのメルクマールによって特徴づけられる。そうした把握に基づいてはじめて、テクノロジーの構造的特徴も的確に規定できることになる。しかし、これと対極に位置する視点を導入することも必要である。すなわち、人間の機械化という視点である。

- (1) こうした分析視角はいわゆる「逆数学 (reverse mathematics)」にならって「逆経済学」とよぶことができるかもしれない。この話題については、あらためて別稿で論及する予定である。
- (2) Wassily W. Leontief, *The Structure of American Economy 1919-1939*, 2nd ed., New York, 1951, p. 143 (レオンチェフ著 [山田勇・家本秀太郎訳] 『アメリカ経済の構造——産業連関分析の理論と実際——』, 東洋経済, 1959年, 139-140頁), 参照。
- (3) 彼のアイデアが理論的に総括されている著書は、いうまでもなく、『サイバネティクス』である (Norbert Wiener, *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, 2nd ed., MIT Press, 1961, 邦訳: ノーバート=ウィーナー著 [池原・彌永・室賀・戸田訳] 『サイバネティクス——動物と機械における制御と通信——』 [第2版], 岩波書店, 1962年)。
- (4) 『三木清全集』第6巻 (岩波書店, 1967年), 参照。
- (5) 思想の内在的批判に対するイデオロギー批判の意義, およびイデオロギー批判とイデオロギー「暴露」との相違については, 丸山眞男がひときわ明快な議論を展開している。丸山, 前掲書, 17頁以下, 参照。丸山の指摘するように, イデオロギー批判が無節操におこなわれるようになると, 往々にして内在的批判を欠いたイデオロギー「暴露」が全面に現れ, それ自体が浅薄な政争の具となりうる。たとえば, 西田幾多郎の主張の内容をほとんど理解できていない者が「西田哲学」のイデオロギー性を「批判」したり, マルクスの著作をまともに読んだことのない者がマルクス主義イデオロギーの「不毛性」を「批判」したりするたぐいの議論がそれである。
- (6) Wiener, *op. cit.*, chapter 2, 3, 参照。

## V 人間と知性の機械化

### [1] 人間の機械化

ドイツの社会哲学者ハーバーマスは「技術の科学化」という標語によって20世紀後半の時代状況を——部分的にはあるが——鋭く描き出している。しかし、それは正確な表現ではない。むしろシステム観念を体化したテクノロジーの科学化というほうが正しいだろう。科学を特徴づける、無限の目的をもつ——したがって「目的なき」——目的論は、まさに営利の構造に規定されて徐々に姿を消していく。他方、哲学的基礎を失った科学がそうになってしまうように、研究対象や目的の恣意的な、あるいは利潤目当ての選択——たとえば、核兵器や「手術」によるさまざまな人体実験——がテクノロジーにおいても進行する。科学至上主義に対応するテクノロジー至上主義が出現する。そこではテクノクラットの支配、すなわちテクノクラシー<sup>(1)</sup>が全面的に展開する。人間の根源を見つめる哲学を、したがって人間的な想像力ないし構想力を著しく喪失した官僚、「科学者」、「学識経験者」、「研究員」等々のテクノクラットの設定する恣意的目的が人間社会を支配する普遍的な目的論的構造をつくりだすようになる。

こうしたテクノクラットの支配は「官僚制」の、もっと一般化していえば、アナログ的支配構造の帰結である。アナログ的支配構造は、20世紀後半になると、サイバネティックスのようなシステム観念と結合してさらに機械化される。一言でいえば、デジタル化への傾向をもつようになる。その構造は数値的に表示される信号に一元的に還元され、その「集計結果」が人間＝機械の評価基準となる（その顕著な実例が「客観テスト」である）。「集計結果」自体は人間固有の能力としての構想力（技術的理性）の評価基準とはなりえないから、人間の感性を全体として測定する尺度もここからは得られない。数値的に表現できる局所的能力だけが「集計結果」によって測られるのである。

経済学者シュンペーターの憂慮した問題はこのような状況から生じてくる。周知の通り、彼は資本主義が「新結合の遂行 (Durchsetzung neuer Kombinationen)」——より一般的な言い方では、「新機軸」ないし innovation——を可能にする内在的契機を具えていないと論じた。「新結合の遂行」はつぎの五つの局面をもっている<sup>(2)</sup>。

- (1) 新しい財の生産
- (2) 新しい生産方法
- (3) 新しい販路
- (4) 原料・半製品の新しい供給源
- (5) 独占を打破する新組織

こうした「新結合の遂行および経営体等におけるその具体化」が「企業 (Unternehmung)」であり、「新結合の遂行をみずからの機能とし、その遂行に当って能動的要素となるような経済主体」が「企業者 (Unternehmer)」である<sup>(3)</sup>。しかし、「新結合の遂行」を実践する能力——それはイデオロギーを創造する人間的能力と同じ基盤をもっている——を養うはずの教育システムや社会システムは、ほかならぬシステム観念の一元的支配、したがってまた機械の普遍化によってその本来の役割を果たしえなくなってしまう。それらは、結局のところ、アナログ的支配構造に吸収されることになる。このことは資本主義のシステムのみならず、社会主義のそれにも妥当する。テクノクラシーが人間固有の構想力を破壊するとともに「機械人間」の大量生産を「遂行」していくのである！

しかし、構想力を具えた人間だけが分業を統括する分化の担い手たりうる。そうした理念化された人間類型のひとつが「企業者」にほかならない。シュンペーターはそれを産みだす能力を資本主義は具えていないと断定した。しかし、社会主義もまたその能力を開発する基盤を具えていたわけではない。それどころか、システム観念の一元的に支配する人間社会にはど

こにも、そうした能力を養成しうる場所はありません。

ところで、アナログ的支配構造もまた第三次産業革命の進展とともに変質する。すなわち、命令がデジタル的な「信号」に変換され、個々の中間段階に位置する者には命令の全体的意味内容がわからなくなるといった状況が生じてくる。

たとえば、つぎのような職能段階  $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma \rightarrow \delta \rightarrow \varepsilon$  を想定しよう。すなわち、

$\alpha$ : 英語やフランス語や数学の「言語」に表現された命令

$\rightarrow \beta$ : それのデジタル信号化をおこなう人間（従者）〔ここで「デジタル信号化」というのは有限の可算集合  $(000110101110\dots)$  への変換を意味する。一般的には集合  $\{0, 1\}$  から重複を許して  $n$  個のものをとるばあいの順列の数  ${}_2\Pi_n = 2^n = (0, 1)^n$  によって表示される。〕

$\rightarrow \gamma$ : デジタル信号の発信

$\rightarrow \delta$ : 信号の「言語」への再生

$\rightarrow \varepsilon$ : 命令内容の具体的実行、

という命令系統が与えられたとき、 $\beta$  と  $\gamma$  と  $\delta$  を担う人間には英語やフランス語や数学の知識は必要でなく、記号を表現するフォントが与えられ、その操作方法が了解されているだけで事足りる。 $\alpha$  と  $\varepsilon$  に位置する人間のみが命令内容を理解できればよいのである。

ここに例示された始点と終点だけに着目すると、意味の明示される信号は  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$  という系列と  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$  という系列だけであり、しかも各々の対応〔記号的に表示すれば、 $\alpha_i \longleftrightarrow \varepsilon_i (i=1, 2, \dots)$ 〕は同時的かつ統一的に認識されるとは限らない。そこでは選択肢が多種多様であって選択肢間の無矛盾性はそれ自体として判定できず、その結果、統一的な命令内容はだれにも思い浮かべられないような状況が発生する。それを全体化不能状況とよぶことにしよう。それはあたかも測度 0 の「零集合」が無秩序に「た

くさん」散在するかのような世界であり、意味を問われることのない可算の信号集合が現れては消える無窮の運動を繰り返す世界である。このような状況が生じたとき、ある人間集団が特定の統一的な政策（経済・外交・社会政策など）についてその効力を判定する可能性は著しく低下してしまうだろう。この状況は（官庁、営利企業の事業活動、市場などの多様化に対応する）命令内容の多様化と、そうした命令内容を表現する「言語」の多様化によって一段と複雑化してくる。ここまでくると、人間と人間とが直接に理解し合えるチャンスが大きく減少するばかりか、どの人間にとってもみずからの位置している機械システムの全貌は見えなくなるだろう。人間の機械化は人間的属性の否定を人間を媒介にして実現するから、少なくとも自己支配構造をみずから統御できる者だけが——たとえ単純であっても——最低限必要な選択行為をなしうるにすぎない。

ところで、人間の機械化は人間の知性の機械化をも引き起こさずにはおかないので、最後にその状況を「学問の機械化」という形で例示しておく。その過程に具体例を提供する素材として、経済学をとりあげる。

[2] 「学問の機械化」の可能性——経済学史の一解釈——

心理学者ピアジェ（Jean Piaget）の「主体」論にそくしていえば、人間の対象認識（構造的認識）は対象を捉えるための操作可能な構造観念の創造によっておこなわれる。この観念的な像としての構造は「構成的構造」と名づけられよう。そこで経済学の歴史のなかから経済学者が「構成的構造」を形成する能力を取り出すことにしよう。つまり、そうした視点から経済学史を「解釈」しようというのである。

まず、ケネーは解剖図を描く能力や血液循環の構造についての知識から「経済表」を考案した。アダム・スミスは哲学や文学の豊富な知識や経済生活への深い洞察を介して大著『国富論』に結実する構造認識を実現した。さらにリカードは過去の経済学についての批判的な解釈能力、証券業者と

しての実務知識そして卓抜な論理的構想力によって透徹した抽象的経済像を構築した。彼においてはじめて、歴史からの「時空座標」の除去という意味での「抽象」が方法的に自覚されたのである。つぎに、J. S. ミルは哲学、論理学、文学、言語等々の多面的な知識を総動員して『経済学原理』を書き上げた。また、同じ頃マルクスは、数学的知識に限定すると今日の中学生の連立方程式にかんする知識程度しか持ち合わせていなかった（のちに微積分を学んだが「実用化」にはいたっていない）けれども、天才的な批判能力や哲学的構想力を媒介にして「価値等式」や「再生産表式」を考案し、そうした部分的アパレイタスを用いて近代社会の経済構造をはじめ「資本家的生産様式」として構造化した。他方、マルクスとはかなり異なった問題意識から経済的世界の構造化をめざしたワルラスは多次元連立方程式や物理数学の知識を活用して「一般均衡」を構成する方程式群の定式化を実現した。「一般均衡」に対して「部分均衡」を軸に経済モデルを構想したマーシャルは、彼の主要な作品群（「三部作」）を著すにあたって数学、物理学、古典派経済学と歴史派経済学、連合心理学、歴史学などの知識を基礎としていた。彼の弟子であったケインズは解析学、確率論、社会心理学、経験論哲学（倫理学）などの「ケンブリッジの教養」を土台としてマーシャルやピグーに代表される「新古典派」経済学を改造した。また、彼と同時代を生きたシュンペーターは広範な学問的知性（とくに数学的思惟、哲学、社会諸科学、歴史）を踏まえて経済学の、文字通りあらゆる分野にわたって巨大な業績を残した。<sup>(5)</sup>

ところが、20世紀後半以降、とりわけ研究の中心がアメリカ合衆国に移るにつれ、経済学は大きく様変わりを遂げた。きわめて高度の数学的知識（たとえば、非負行列論や線型不等式論まで含む線型数学、微分・差分方程式、位相解析、ゲーム論、力学系の諸理論ないしカオス数理など）を具えてはいるものの、哲学や文学や心理学等の人間諸科学についてはおそ

ろしく低水準の知識しか持ち合わせていない経済学者、したがって一種の「技術者」としての経済学者——というより、もっと適切な表現を使えば経済工学者 (economic engineer) ——がほかならぬ経済学の「先端」研究を担うようになったのである。<sup>(6)</sup> その結果、極度に限定的な構想力しかもたない「主体」の産出する「構成的構造」が経済学の「体系」やモデルの構築に動員されるばかりで、歴史的——その意味で具体的——内容の深く広い解釈はしだいに消失していくことになる。こうした歴史過程の意味を問う前に「構成的構造」の経済学的意味について付言しておこう。

以上のような経済学史の粗いスケッチからもわかるように、「主体」としての経済学者の保有する「構成的構造」またはそれを制作する能力は、本来的には歴史からの「抽象」過程を経て多様な対象把握を生んできた。とりわけ、構造の「自動制御」ないし「均衡」を重視する「主体」が構成しようとする構造はワルラスの「一般均衡体系」に示されている通りである。彼の考え方がソシュールの言語学や発達心理学における「均衡」認識に少なからぬ影響を及ぼしたことも周知である。<sup>(7)</sup> 他方、構造変換の可能性に重点を置いたマルクスの「構成的構造」は、均衡破壊的なモデル構成を導いた。要するに、経済学は「主体」としての経済学者が創造するものであって、現実の経済現象はそうした構成活動の対象と見なされる。しかし、経済学者のモデルが現実のなかに組み込まれるならば、それ自体はひとつの現実となってしまうおそれがあるから、その限りで「主体」から対象への作用ないしは対象の変換が実現されよう。こうした意味における経済学者的「行為」の現実への影響は、彼のもつ思想あるいはイデオロギーによって一段と補強されうる。ケネーやスミスやケインズの（内容は異なるが）自由主義、マルクスの社会主義等々がそれである。

そこで改めて 20 世紀後半の「経済学」が示す特徴を見てみよう。問題を二つ立てることにする。第一は、経済学の「応用」、とりわけ政策への

「応用」とはなにかという問いである。フランス語で「応用」を意味する application は数学における「写像」の意味をもっている。或る経済理論モデルを「応用」するとは「写像」を定めることである。当該モデルを構成する諸要素の集合から現実の（もちろん、選択のおこなわれた）経済事象を構成する集合への「写像」を特定化すること、それが「応用」であろう。その「写像」を表す記号法は、数学者のいう「表現」である。「表現」を示す「関数」 $\Phi$ を見つけることが「応用」であるとすれば、 $\Phi$  ははじめから与えられているとき、この「表現」はコンピューターによって実行できるだろう。たとえば、モデルの変数を増やして「特殊化」したり、また変数を削減して「一般化」したりすることは、機械にもできそうである。そこでつぎの論点が出てくる。すなわち、第二に、感性的直観や構想力（技術的理性）を欠いた経済学者の構成する理論モデルとその現実への「応用」は機械にもできるのではなかろうかという問題である。どこで線を引いたらよいか、その時期区分は相対的だが、たとえばシュンペーター以後の経済学史においては、一種の機械的経済学者（経済理論生産機械）が普遍化してきたように思われる。任意に（それこそおそろしく知性の低い政治家によって）定められた目標（出力）に対してそれを「根拠づけ」、 「正当化する」理論モデルの生産者として経済学者の「社会的」役割はなにがしかの（これまた）機械的な支配装置のなかで決定されるのであって、そのばあい経済学者「本人」の意向はなんら規定的意味をもたないであろう。

さて、これまで経済学を題材にして描いた「学問の機械化」は他の諸科学においても少なからず同質的な内容を整えて進行しているのではなかろうか。しかし、この論点についてさらに検討を加えることは本稿の主題から著しく乖離する結果を招きそうなので、これ以上の論及はやめにしておく。

産業革命の構造 (I)

- (1) この言葉は米国人 W. H. Smyth が 1919 年にはじめて使ったといわれている。因みに、technocrat という表現は technocracy の擁護者、構成員という意味で 1932 年にボルチモアの新聞 *the Sun* に登場した。オックスフォード英語辞典 (OED) によると、テクノクラシーの本来の意味は「社会の技術的統御を擁護するさまざまな集団の総称」である。なお、フランス語の technocratie については、1934 年にその最初の用例が見出される。
- (2) Joseph Schumpeter, *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 4 Auf., 1935, SS. 100-101, 邦訳：塩野谷・中山・東畑訳『経済発展の理論』(岩波書店, 1980 年), (上), 182-183 頁。
- (3) *Ibid.*, S. 111, 邦訳, (上), 198-199 頁。
- (4) とりわけ構造分析におけるこの概念の有効性については、前掲拙稿「構造分析の方法論」を参照せよ。
- (5) 以上の経済学史的事実については、とくに拙著『経済学の構造——ひとつのメタエコノミー——』(未來社, 1996 年)の参照を求めておく。そこでは、方法論的に未熟な点が散見されるとはいえ、諸経済学の構造分析が試みられている。
- (6) 経済工学者の草分け的存在としてサミュエルソン (P. A. Samuelson) の名をあげることに異論をとねえる者はいないであろう。彼は当時としては進んだ数学的手法を縦横に駆使して経済学の諸分野の基本命題に数学的表現を与え (1947 年に出版された彼の理論的著作 *Foundations of Economic Analysis* を参照), また文学的ウィットに富んだ読み物風教科書 (*Economics: An Introductory Analysis*) を書き上げたが、社会に対する深い哲学的洞察は彼の諸著作のなかにはほとんど見出されない。
- (7) Jean Piaget, *Le Structuralisme* (Paris, 1968), Chapitre IV, V, 参照。