

# 情報……その量と質

小 池 和 男

- § 1 はじめに
- § 2 質と量について
- § 3 自然科学における情報概念の形成
- § 4 情報における量と質
- § 5 「科学=産業革命」の構成部分としての情報革命

## § 1 はじめに

現在進行しつつある情報革命は、あたかも、大きな波が静かに、あるいは激しく押し寄せてくるかのような観を呈している。それはすでに現代社会に一定の変化をおよぼし、「第二の産業革命」の始まりであるにとらえられたり、「コンピュータピア」あるいは「プラクトピア」と表現される未来が描かれたりする。このような「情報」を一つの契機として引き起こされた現代的状況をトータルに把握するためには、「情報」の持つ意味と範囲、あるいは可能性を、事物の存在様式との関係において考察することが必要であろう。

「情報」とはそもそも何であるのか。また、情報における質とは何か。この問題を深く考察するために、本講義では、まず質と量の一般論について論じる。ついで、自然科学における情報概念の形成について論じ、情報における質と量について考察する。最後に、いわゆる情報革命の「科学=産業革命」の中における位置を明らかにしつつ、その背後において進行しつつある転換過程と、そのダイナミクスを探る。

ところで、質と量という観点が何故重要になるのか。それは、情報は物質により担われること、および、その物質自身が、質と量という両側面からの規定

---

本稿は、第6回中国・四国地区国立大学間共同授業「情報化社会」(1983年8月22日～8月25日)における講義「情報……その量と質」の要点に一部加筆したものである。

性を持つことによる。具体例をあげよう。情報革命の技術的基礎は、マイクロ・エレクトロニクスの発達と普及にあり、それを支えるのは半導体技術の飛躍的な発展にある。マイクロ・エレクトロニクスにおける情報はシリコン基盤上に集積するマイクロな回路（集積回路 IC）により担われ、<sup>1)</sup> かつ、制御される。情報を担うもう一つの典型的物質は、核酸中のDNAである。この場合には情報は塩基の配列により担われ、<sup>2)</sup> 遺伝情報を伝達するとともに、生物体の構成のプログラムをあたえる。このようにあらゆる情報は何らかの物質により担われる。

物質が情報を担うのは何故か。それは物質が他の物質の運動を「反映する」という性質を持っているからにほかならない。簡単な例をあげるならば、電車の中の振子は、電車の運動を反映する。少々、荒っぽい表現をするならば、このような性質が高度に発達した高次の物質系が、大脳である。われわれが外界を認識することができるのは、大脳という高度に発達した物質系が、外界を反映することができるからにほかならない。

要約すれば物質は、すなわち、あらゆる事物は、質と量の両側面をもつのであり、その帰結として、情報もまた、質と量という両側面をもつ。情報科学<sup>3)</sup>においては、主として情報の量的側面のみが抽出され、直接には、「情報量」のみが扱われるが、情報が質と量という両側面を持つことは見逃されてはならない。

情報革命は、ME（マイクロ・エレクトロニクス）革命と産業用ロボットの普及、OA（オフィス・オートメーション）革命、スーパー・コンピュータの性能の向上と、データ・バンク、あるいは高度の科学技術計算などの多方面にわたる応用、パーソナル・コンピュータの普及、コンピュータと大規模通信網との結合……などをその現象形態として進行している現代社会の質的变化の過程の一側面である。この変化は人間社会に何をもたらすであろうか。情報革命の意味を明らかにしつつ、これをその背後の質的变化過程をも含めてトータルに把握するために、その基礎をなすところの「質と量」に関する考察から始めよう。

## § 2 質と量について

質と量という概念を理解するために、簡単な例をあげよう。いま、何種類かの果物がある。それは果物であって他の物とは区別される。石ころがまじっているとしてもそれは果物ではない。果物を他の物から区別するところの何か……それが果物を果物として存在せしめるところの質である。ところで果物にもいろいろの種類があるが、りんごをみかんなどの他の果物から区別するものは、りんごのりんごとしての質である。

このように、あらゆるものは、一定のあるものとして他のものから何らかの点で区別されながら、かつ、運動変化のうちにある。おのおのものを、現にあるところのものとする規定性、それが、当のもの「質」である。<sup>4)</sup>

ところで、「あるもの」は質的に規定されたものであるとともに、量的に規定されている。「あるもの」は、大きさ、重さ、硬さ、明るさ、存在の期間（寿命）などに関するある規定をともなっている。これらはみな「どれほどか」としてあることになり、この規定性が抽象化されて把握されたものが「量」である。りんごとみかんの例でいえば、それらの質的区別を捨象すれば、果物が何個あるのかという規定性が残る。さらに、果物という質をも捨象するならば、1コ、2コ、3コ……という量的規定性のみが残ることになる。それ故、量は質の捨象、すなわち「質的無関与性」であると規定することができるであろう。<sup>5)</sup>

かくして、量は客観的なものの一側面であるが、<sup>6)</sup>それは「あるもの」をまさにそのあるものとする質的規定性の捨象のうえに成立している。あるものは、その質によって当のあるものであるが、その量によって当のあるものであるとは、一般にはいえないのはこのためである。それ故、量的認識のみでは事物の全面的認識を与えることができないことは明白であろう。したがって、具体的なものについての量的研究は、その質の分析と結びついてこそ、その意味を持ちうるといえる。<sup>7)</sup>

このように、互いに相補的な概念として規定される質と量の間には、さらに一般的な関係が存在する。

## 量的変化の質的变化への転化

量は、質的無関与性であるが、しばしば、物は、さまざまな定量ないし比率をそれ自身の性質として持つ。一原子の原子核におけるプロトンとニュートロンの数は原子の性質を規定し、化合物原子における構成原子の数は、化合物の質的区別を生み出す。このように、物の量的規定が、物の質の表現となる場合がしばしばあらわれる。このように、量は質的に無関与なものでありながら、しかも質的に無関与にとどまりえないといえる。そのことの根拠は、量は、そのものとしては、質的無関与性、すなわち揚棄された質であるが、しかし具体的には「あるもの」の量としてあり、質との統一にあることに求められるだろう。

量的変化の質的变化への転化と表現される一般的法則の理解は、自然の、さらには社会科学的諸問題の理解のためにきわめて重要である。この法則の簡単な事例として、

- 周期律表におけるプロトンの数が原子の質的区別をあたえること
- メタン炭素化合物  $C_n H_{2n+2}$  における炭素の数  $n$  は、化合物の質的区別をあたえること

等をあげることができるだろう。これらは量的変化が非連続的な場合であるが、つぎに連続的な場合をとりあげてみよう。連続的な場合の一つの典型は、振動である。<sup>8)</sup>

.....	-----	.....
ついに 機械的振動	低 ←      → 高	ついに 熱振動

このとき、一定の範囲の振動数の場合は、振動は音となるが、振動数が増していけば、それは高い音となり、ついに音とは異質の熱振動につながる。反対に振動数が小さくなれば低い音となり、ついに音とは異質の機械的振動と移行する。

もう一つの典型的な例としては、水の蒸発をとりあげよう。水に熱を加えれば、その温度が上昇する。しかしながら  $100^{\circ}C$  に達するまでは「液体」という

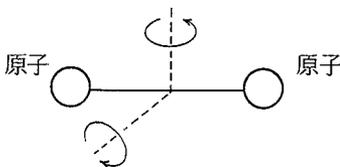
状態は変化しない。ところが  $100^{\circ}\text{C}$  に達するやいなやその様相を一変し、もはやこれ以上温度は上昇せずに沸騰をはじめめる。すなわち「液体」という状態から「気体」という状態への転化が始まったのである。<sup>9)</sup> この過程をミクロに見るならば、液体においては分子間のポテンシャル・エネルギーが主要であるが、 $100^{\circ}\text{C}$  を境に分子の運動エネルギーが主要である気体という状態へと転移することになる。

このような、気相、液相、固相の間の転移は多粒子系においてひろく認められる一般的な性質であり、それは相転移 (Phase Transition) とよばれる。極低温においてある種の金属 (ニオブ Nb など) の電気抵抗が零になる現象は、「超伝導」として知られているが、これは第二種の相転移<sup>10)</sup> とよばれる現象である。相転移はこのような身近な現象にみられるのみならず、最近では真空そのものまでもが宇宙の初期において相転移を起こしたことが指摘されている。<sup>11)</sup>

これらの典型に見るように、量的変化の質的变化への転化は、あらゆる事物に見られるきわめて一般的な性質であるといえる。この転化は、また、「質の生成」というかたちでとらえることができる。

## 質 の 生 成

質の生成という概念を説明するための簡単な例として、二原子分子において始めてあらわれる新しい運動モードの生成をあげることができる。ヘリウム He、ネオン Ne、アルゴン A などの単原子分子の可能な運動は、空間における三方向の並進運動のみであり、したがってその自由度は 3 である。これに対し、水素  $\text{H}_2$ 、窒素  $\text{N}_2$ 、酸素  $\text{O}_2$  などの二原子分子では、並進運動のほか新しい自由度があらわれる。それは二原子を結ぶ線分に垂直な二方向それぞれのまわりの回



二原子分子においては、二原子を結ぶ線分に垂直な二方向のまわりの回転の自由度があらわれる。

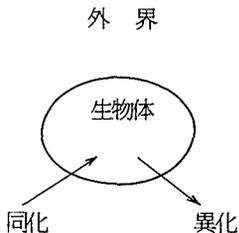
— Fig. 1 —

転の自由度と、二原子間の距離の増減による振動の自由度である。これらの回転運動と振動は単原子分子の運動に還元することは不可能であり、二原子分子においてはじめて生成される新しい質である。<sup>12)</sup>

同様に、気体の特徴づける圧力、体積、温度などは、多粒子系としての気体においてはじめて生成される質である。また、前述の相転移は、新しい質の生成を意味するものと理解することができる。

さて、単純な二原子分子の場合とはきわだった差異をもつ高次の質が生成される典型は、生物体の場合であろう。もちろん生物体は原子・分子から構成されており、その限りにおいて生物は物理学や化学の法則の支配をまねがれることはできない。しかしながら生物体においては無数の要素的な変化が互いに無関係に進行しているのではなく、それは生物に特有な一定の関係において進行している。このような進行の仕方に生物としての特有な質があらわれ、その結果が「生きている」という新しい物質の存在様式を可能にしているのである。生物は、原子・分子の集合体でありながら、新しい質を獲得した存在である。

では、「生きている」という新しい質とは何か。生物体は、外界の物質を取り入れ生物体の構成部分を合成し、かつエネルギーとして蓄える。これは同化作用とよばれるものである。それとともに、生物は絶えずその体成分を分解・排出し、構成部分を取り替え、かつ、そのエネルギーを利用している。これを異化作用という。同化と異化をあわせて、「物質代謝」(metabolism)という。生物体は、同化と異化という相反する方向に働く二つの作用の動的平衡の上に自己を維持している一つの開放系 (open system) である。かかる物質代謝が高次



生物体は、同化と異化という相反する方向に働く二つの作用の動的平衡の上に自己を維持している一つの開放系 (Open System) である。

—Fig. 2—

に組織され、種々の生物体を組織している。あらゆる生物は物質代謝を基礎に、自己増殖、生成と発生、刺激と反応などの無生物と区別される新しい質により特徴づけられる。

話がいくぶん抽象的になったが、このように、質と量という概念は、事物とその存在の論理を深く理解する上で不可欠のものである。このことを念頭において、次章では、情報概念の形成について見ていこう。

### § 3 自然科学における情報概念の形成

シャノンが情報理論における情報量の定義式を明確にしたのは、1948年のことであった。しかしながら、自然科学そのものの中に情報概念が登場してきたのは、それよりはるかに早かった。最初の登場は、すでに、統計力学そのものの成立の時点、すなわち、1871年に、マクスウェルが提起した「マクスウェルのデモン」という問題の中においてであった。それは、いわゆる「熱力学の第二法則」がデモンの存在によって破られてしまうのではないか、という問題提起である。

#### 熱力学の第二法則

熱力学の第二法則は、自然の変化に一定の方向性があることを示すきわめて重要な法則である。この法則の発見の鍵は、熱機関の効率の問題にあった。産業革命期には、蒸気機関などの熱機関が動力機としてひろく用いられるようになり、いろいろの改良が加えられ、その効率は徐々に向上した。熱機関というのは循環過程（サイクル）によって熱を仕事に変換する装置である。これは高温熱源から熱を受け取り、それを仕事に変換し、残りを低温熱源に捨てるという素過程からなる。ところで熱は放置しておけば高温物体から低温物体へ移動するだけで、熱がひとりでの仕事に転化することは決して起こらない。それ故、理想的な熱機関では、高温から低温への熱の移動があってはならないはずである。このような考察からカルノーは、高温熱源から熱を受けとる際にも、低温熱源に熱を捨てる際にも、熱機関と熱源の間の温度差がないように行われるような理想的な熱機関（カルノー・サイクル）の理論を建設した。この

ような熱機関では、その温度を高温熱源あるいは低温熱源の温度に一致させることが自由にできることが必要になるが、これは断熱圧縮、または断熱膨張により実現しうる。

熱の移動の際に温度差をとまわらないという、まさにその理由により、カルノー・サイクルは可逆サイクルであり、その効率は、あらゆる熱機関の中で最大である。しかしながら、その効率は、高温物体の温度と低温物体の温度だけで決まるある値をとり、それは、あらゆる熱機関の効率の上限をあたえている。<sup>14)</sup> 熱機関の効率に上限があることは何を意味するのか。やがて、この問題の持つ意味は、エネルギーの不滅則（熱力学の一法則）とは別のもう一つの法則……熱力学の第二法則……の存在として把握される。

熱力学の第二法則は、「熱は低温物体から高温物体に、ひとりでに移ることはできない」（クラウジウス 1850年）、あるいは「熱をほかにいかなる影響をも残さないで、完全に力学的仕事に変えることは不可能である」（W. トムソン 1851年）、というように、見かけが異なる二通りの表現がなされたが、後にクラウジウスにより、これらは本質的に同一の内容をあらわすものであることが示された。

第二法則は、「エントロピー」という概念の導入によりその意味が理解される。エントロピーということばは、ギリシア語の「変化」という意味に由来する。熱力学の第二法則は、「閉じた系のエントロピーは増大する」と表現される。

## エ ン ト ロ ピ ー

エントロピーという概念は、クラウジウスにより導入されたが、ここではその形成の論理を追跡する<sup>15)</sup>のではなく、その論理を含みつつもいくぶんformalに導入することにしよう。熱機関においては、エネルギーのやりとりは熱エネルギーをもらい、その一部を仕事に変換し、残りを捨てるというかたちをとる。このように、ある系にエネルギーをあたえる方法には、熱のかたちと、仕事のかたちの二通りの方法がある。系にあたえられたエネルギーは、いずれの方法であっても、それは「内部エネルギー」となり区別はつかない。しかしながら、「仕事」が一般にその逆方向の過程が可能（可逆的）であるのに対して、熱は、

「高温物体から低温物体にひとりでに移る」といういちじるしい方向性を示し、逆過程は決して起こらない。それ故、仕事によりエネルギーをあたえる場合と熱によりエネルギーをあたえる場合に、仕事と熱の性質の差異が明確になるような新しい状態量を導入することが必要になる。ところで仕事をすべて圧縮と膨張でやりとりする場合には、仕事のやりとりは、「体積」という状態量の増減のかたちで変化が残る。仕事のときの体積と同じように、熱の出入りにともない保有高に増減を生じるような量を導入しよう。それがエントロピー  $S$  である。

圧力  $P$  の下で体積が  $\Delta V$  だけ変化したとき、系が受けとる仕事  $\Delta W$  は

$$\Delta W = -P \Delta V$$

であたえられる。同様に絶対温度  $T$  の下で系が熱のかたちで受けとる熱量は新しい状態量  $S$  を導入して

$$\Delta Q = T \Delta S$$

であたえられるとしよう。ここで定義される  $S$  が、エントロピーとよばれる状態量である。

エントロピーを導入することにより熱力学の第二法則は、「閉じた系ではエントロピーは決して減少しない」、すなわち、

$$\Delta S \geq 0$$

と表現される。

このように、マクロな熱力学において導入されたエントロピーという概念はたいへんわかりにくいものであるが、その意味は、ミクロの定義により明確にされる。ボルツマンは、エントロピーの増加に確率論の意味づけをあたえた。すなわち、はじめに秩序ある状態に置かれた多粒子系は、種々の相互作用の結果、秩序を失う方向に変化する確率が圧倒的に大きいのであり、そのことがまさにエントロピーの増加の意味であるというのである。<sup>16)</sup>

このような意味づけの下に、ボルツマンはエントロピーのミクロの定義式

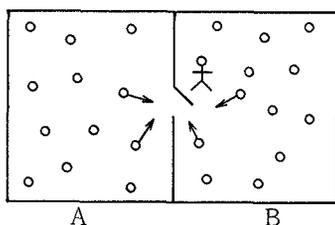
$$S = k \log W$$

をあたえた。ここに $W$ は多粒子系のとりうるミクロの状態の数、 $k$ はボルツマン定数（一分子あたりのガス定数）である。系が整然とした秩序ある状態を保っていれば、ミクロ状態の数 $W$ は小さな値をとるが、無秩序の度合いが増せば $W$ は大きな値をとり、 $S$ は増大する。すなわち、エントロピーとは「系の無秩序の度合いをあらわす量」であると意味づけることができる。<sup>17)</sup> かくして、エントロピー概念により、熱力学の第二法則の意味が明らかにされる。

それでは、熱力学の第二法則を破るかのように振舞う「マクスウェルのデモン」とは何か。

### マクスウェルのデモン

マクスウェルが提起した問題は、つぎのように説明される。<sup>18)</sup> Fig. 3 に示されているように、小さい出入口のついた壁でA、Bの二つの部分は仕切られた箱があり、その中に気体が入っている。はじめA、Bの気体は等しい温度をもち全体として熱平衡状態にあるとする。いま、ドアのところにはデモンがいて、デモンはドアに接近する分子を見わけ、かつ、ドアを開閉する能力を持っているものとする。デモンはA側からドアに近づく分子に対しては、ある速度より速い分子にだけドアをあけ分子を通し、それより遅い分子に対してはドアをしめ分子を通さないが、B側からドアに近づく分子に対しては、逆に、ある速度より遅い分子だけを通すものとする。するとしだいに、Aには、ある速度より遅い分子が集まり、Bにはその速度より速い分子が集まっていく。したがって、しだいにBの温度が上昇し、Aの温度は低下する。すなわち、はじめは温度が等しく平衡状態にあったのであるが、AからBへ熱が移動しはじめ、「低温部から高温部へ熱が移動して、あとには何の変化も残さない」という現象が起ることになる。これは明らかに熱力学の第二法則に反することになるのではないか。これがいわゆる、「マクスウェルのデモン」という問題である。



— Fig. 3 —

マクスウェルのデモンが提起した問題は、深刻であった。もし、熱力学の第二法則が、まったく一般的な法則であって、これに反する現象は絶対に起こりえないのであるならば、このようなデモンは、理論上、この自然界に存在できないことになるが、はたしてそうであるのか？あるいは、このようなデモンは、なにかある条件の下では存在できるのであって、そのときにも第二法則とは矛盾しないものであるのか？デモンの存在が容認されるとすれば、それは熱力学の諸法則の適用外の問題であるのか？

熱力学の第二法則の確立に寄与したW. トムソンは、「マクスウェルのデモンは、生氣 (animation), 原子レベルの大きさ (atomic dimension), 知性 (intelligence) という三つの条件を備えた自由意志を持った存在者であり、物理学の立場から論ずる範囲の外にある」とした。それに対し、スモルコウスキーは、デモンが開閉するドアは、ブラウン運動によってランダムに開閉することになり、このためにドアが長時間にわたって系統的に作動することは不可能であり、そのために、デモンによる熱力学の第二法則の破綻は、ただ見かけ上の破綻にすぎないものになると論じた (1912年)。アインシュタインは、もし箱のなかの系全体がデモンを含めて熱平衡状態にあるとすれば、そこに知的な能力をもった存在者がいることはありえないことを指摘した。何故ならば、マクスウェルのデモンは、全体がデモンを含めて熱平衡状態にあるとすれば、いずれはその平衡温度に対応したランダムな運動を始めて、いわば目まいを起こした状態となり、その認知能力を失ってしまうであろう。知的能力を持続するためには、外界からなにほどかのエネルギーの補給を受け続けなければならないことになり、したがって、系とともに熱平衡にあることはできないのであ

る。

「マクスウェルのデモン」は、何かの解答を与えなければならない本質的に重要な問題を提起しているが、この問題に定量的にはっきり答えた仕事は、1929年にシラードによってなされた。シラードは、デモンの行動を、デモンが分子の状態に関する情報を受け取る過程に立入って考察するならば、その存在が第二法則に矛盾するものではないことを明らかにした。これによってはじめて、熱力学のエントロピーと、状態の認知に関する情報量との連関が、定量的にとりあげられるようになる。ここで重要な役割をはたすのが、ネゲントロピー（負のエントロピー）という概念である。

### ネゲントロピーと情報

ネゲントロピー $N$ は、負のエントロピー、すなわちエントロピー $S$ の符号を変えたものである。

$$N = -S$$

エントロピーは、「系の無秩序の度合いをあらわす量」であったが、その符号を変えたネゲントロピーではその意味が逆転し、「系の秩序をあらわす量」である。ある系に外から働きかける、あるいは操作を加えることによりその系の状態に関する情報が得られる。<sup>19)</sup> このことから、情報は系の秩序に関係するものであることがわかる。

系の秩序がしだいに失われるにつれて、系のとりうる状態の数は増大し、それ故、その対数により定義されるエントロピーは増大する。すなわち、ネゲントロピーは減少する。

ネゲントロピーは、系の秩序をあらわす量、すなわち「潜在的な情報量」であり、その系に対する実践あるいは操作により引き出されるものが情報量であるといえる。<sup>20)</sup>

### 情報量の定義

情報量の定義を理解するために簡単な例を上げよう。いま一枚の貨幣がある。

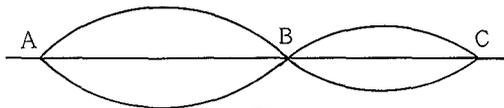
貨幣には表裏があるが、表が上を向いている場合と、裏が上を向いている場合の二通りの場合が可能である。どちらの面が上を向いているのかという事実は、最も簡単な情報である。同様に、一つのサイコロがあるとする。サイコロの上の面にあるのはどの目であるかという事実は、一つの情報である。ところで、貨幣の表が出る場合のほうが、サイコロを振って1の目が出る場合よりも、容易に起こることは明らかである。貨幣の表が出るのは、二通りの場合の中の一つの場合であり、サイコロの1の目が出るのは、6通りの場合の中の一つの場合である。それ故、サイコロの1の目が出ていることに関する情報量のほうが、貨幣の表裏に関する情報量よりも大きな値をとるはずである。

このような考察と、エントロピーあるいはネグントロピーのミクロの定義との類比から、情報量が以下のように定義されることの意味は、容易に理解されるだろう。<sup>21)</sup>

「W個の異なる事象が等しい確率で起こりうるとする。これらの事象のうちのみ一つが選ばれて生じたとき、その情報量Iは、

$$I = K \log W$$

であたえられる。ここでKは定数である」。ここで、対数表現<sup>22)</sup>をとることの意義は、ネグントロピーの場合と同様に、情報量に加法的性質を与えることにある。簡単な例として、AからBに行く方法が三通り、BからCに行くのに二通りの方法がある場合を考えてみよう。



—Fig. 4—

このとき、AからCに行くために通った道筋に関する情報量は、AからCに行く場合の数が6通りであるので

$$I = K \log (3 \times 2) = K \log 3 + K \log 2$$

となり、 $(A \rightarrow B)$ に関する情報量と $(B \rightarrow C)$ に関する情報量の和で与えられることになる。かくして「情報の量は可能な選択の数の対数で測られる」ということができる。

ここで、ついでに情報量の単位について述べておこう。最も簡単な情報は二分割の場合、すなわち、二つの可能な事象があり、その両者が同等の確率で生起するとき、そのいずれかを決定する場合である。これを情報量の単位にとり、「1ビット(bit)」<sup>23)</sup>と定義する。この定義によれば、 $I = K \log W$ において、 $W = 2$ のとき $I = 1$ であるから、 $K = 1/\log 2$ となる。

例 (1 0 1 1 0 0 1 1) というパルスの情報量は、

$$I = (1/\log 2) \log 2^8 = 8 \text{ bit} .$$

これは、1と0の二者択一というかたちの選択が8回行われたことを示している。

より大きな情報量に対する単位としては、

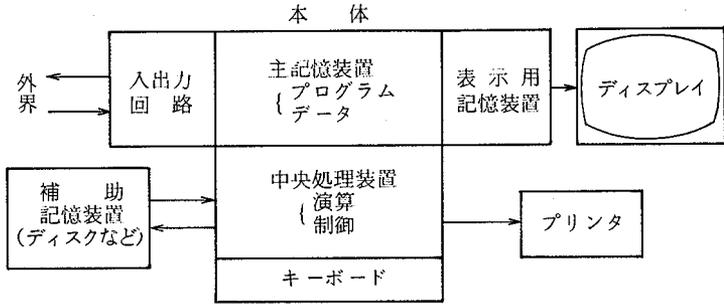
1 バイト(byte) = 8 ビット

1 キロバイト = 1,024 バイト

が用いられる。<sup>24)</sup>

## マイクロ・コンピュータ

情報量の単位について紹介したついでに、マイクロ・コンピュータの原理について簡単に触れておこう。マイクロ・コンピュータはFig 5のような部分から構成されている。ここで主記憶装置は、半導体回路(IC, LSI)からなり、電気信号による1または0という形の情報を記憶する。この装置には、すでに情報が書き込んでおり、読み出し専用のメモリー Read Only Memory (ROM) と、書き込み可能なメモリー Random Access Memory (RAM) の二種類がある。中央処理装置 Central Processing Unit (CPU) は、二進数の形の情報の演算・制御を行う半導体回路である。CPUが直接に処理するのは、このような二進数からなるいわゆる Machine Language であるが、そのままでは扱いに不便であるので、人間にとって扱いやすい、BASIC, FORTRANなどの高級言語を Machine Language に変換するような、いわゆる Interpreter が ROM の中に書き込まれているものが多い。補助記憶装置としては、通常、磁気テープ、あるいは磁気ディスク、磁気バブルなどが用いられる。



—Fig. 5—

—マイクロ・コンピュータの構成—

### 熱力学の第二法則の一般化

ここで論じられた情報量という概念は、「マクスウェルのデモン」という問題の解決にどのように関与するであろうか。このことを論じるためには、まず熱力学の第二法則の情報過程を含む場合への一般化が必要になる。

熱力学の第二法則は、エントロピー  $S$  により

$$\Delta S \geq 0$$

とあらわされる。ネグエントロピー  $N = -S$  を用いれば、これは

$$\Delta N \leq 0$$

となる。この法則は、情報過程を含む場合、容易に一般化されて、

$$\Delta N + \Delta I \leq 0$$

とあらわされる。(Appendix 参照)。すなわち、一般化された第二法則は、「ネグエントロピーと情報量の和はつねに減少する」と表現される。

### 「マクスウェルのデモン」の解決

さて、「マクスウェルのデモン」に話を戻そう。箱の中は熱平衡にあるため、特定の分子から発せられた輻射は、全体の中で区別することは不可能である。

それ故、デモンは、そのままでは、その分子を見ることは決してできないはずである。デモンは、分子の運動を観察する手段を持っていないからではないので、それをサーチライトであるということとしよう（このことで一般性は、少しも失われない）。

すると、系は「箱の中の気体」、「サーチライト」、「デモン」という三つの要素からできていることになる。系をこれらの三つの要素に分割することにより、デモンが情報を手に入れる過程を詳細に扱うことが可能になる。簡単な議論により、この場合にも系全体のエントロピーはやはり増大することが示される。<sup>25)</sup> こうして、「マクスウェルのデモン」という問題は、情報量を考えに入れることによって、熱力学の第二法則と矛盾しないものであることが証明されるのである。

では、デモンの本質的な役割は何か。サーチライトのフィラメントからの光の放出は、系の内部へネグエントロピーをまきちらすことになる。デモンは分子により散乱された光を受け取ることによって分子を認知する。すなわち情報を得る。すなわち、まきちらされたネグエントロピーの一部が情報に転換されたわけである。この情報に基づいて、デモンはドアを開閉してネグエントロピーを再生産する。すなわち、デモンは、

$$\text{ネグエントロピー} \rightarrow \text{情報量} \rightarrow \text{ネグエントロピー}$$

の転換を行う一つの機関としての役割を果たしているに過ぎず、系全体としては、熱力学の第二法則に従って進行するのである。

#### § 4 情報における量と質

序論で述べたように、「情報」ということばは、一般にはもっと広い意味を含むものであるが、情報理論の対象としてとりあげられる「情報」の意味は以上のように限定されたものであり、そこにおいては、情報の質的側面が捨象されている。情報の質的側面のかかわりを見るために、二・三の例をあげてみよう。

例1 大きなビルディングの一室を訪ねる場合をとりあげてみよう。このビルは8階建て各階に30室ずつ計240室あるとする。いま、受付で、「部屋番号は529です」と教えられた場合と「5階のエレベーターを降りて、その真正面の部屋です」と教えられた場合を比較してみよう。前者は、240室の中の特定の一つの部屋529を指定する情報であるから、その情報量は

$$I = K \log 240$$

である。これに対して、後者は、「8個の階のうちの特定の一つの階を指定する情報」と「その階の30室のうちから特定の一つの部屋を指定する情報」が合成されてきた情報である。その情報量は

$$I = K \log 8 + K \log 30 = K \log 240$$

となり、前者と一致する。この場合「5階でエレベーターを降りて……」と教えてくれた場合のほうが、ただ「529号室」とだけ知らせてくれた場合よりも明らかに親切であるが、その点は情報理論的には区別されない。これは、質の捨象の上に成立する情報理論の一つの適用限界を示しているのかもしれない。

例2 男の子が生まれるか、女の子が生まれるかという場合をとりあげて見よう。自分の妻が男の子を生んだか女の子を生んだかという情報は、見ず知らずの人の妻が男の子を生んだか女の子を生んだかという情報と、量的には等しい。すなわち、いずれも二者択一の情報であるから、その情報量は、1ビットである。

例3 五つ子が生まれる場合はきわめて稀であるので、生まれたという情報のもつ情報量は、ある地域に豊富な油田を発見したという情報量より大きいというような場合も起こりうるであろう。

このように、情報量の大小と、情報の有効性とは、必ずしも一致しないといえる。情報理論において、情報がこのようなしかたで量化されるところに、この理論の意義とともに限界があるといえる。すなわち、情報理論の意義は、このようなしかたで情報を量化することによって広範な適用領域をもつ情報の数学的理論が形成されることにあり、それとともに、情報の質が捨象されていることが、その限界となしているといえる。もちろん、情報理論は、相異なる質と内容をもった具体的な情報についての全問題の解明を、はじめから意図しているのではない。

とくに、情報における質の認識が決定的に重要な意味をもつ例は、第二章で論じた「相転移」の場合であろう。非常に多数の原子からなる系の個々の原子の振舞いに関する情報に対して、相転移という新しい質の生成に関する情報は、

情報量そのものは圧倒的に小さいが、その情報のもつ重要性は、はかりしれないほど大きなものである。このように、高次の系においては、質の認識なしには、その本質を理解することは、不可能になる。

この点に関する留意は、社会科学的認識においては、決定的に重要になる。すなわち、社会科学的認識においては、その認識の内容、対象把握の深さ、真理と虚偽をめぐる、諸段階があり、そこに階級対立がからんでくる。したがって、このような、特殊に社会科学的な理論の特徴への考慮なしに、それらを「情報」として一括するならば、それは極めて形式的皮相的とならざるを得ないであろう。

### 物質の存在様式と情報

情報は、物質（客観的实在）の存在様式といかにかかわりあうのであろうか。19世紀なかば以降、エネルギー不滅則の成立により、自然に対する「物質とエネルギー」という見方が確立してくる。ここで物質というのは狭義の、すなわち質料(stoff)という意味での物質であり、哲学的にはエネルギーは、「物質の運動の量的表現」と理解される。20世紀になり、「情報」という概念が登場してくるが、これは、いかなる位置を占めるのか。

情報は物質の一側面である。何故なら情報は、物質的な担い手から切り離されてはありえないからである。しかし情報は、さまざまな質料の上に、その内容を変えずに伝達される。すなわち情報は質料と相対的に独立している。情報伝達のためには、多少のエネルギーが必要になる。しかし情報は伝達されるエネルギーの量と直接の関係はない。すなわち、情報は、エネルギーとも相対的に独立している。

かくして情報は、質料からも、エネルギーからも相対的に独立した物質の一側面である。それ故、自然的物質は、物質的、エネルギー的・情動的という三側面をもつのである。<sup>27)</sup>

ところで、自然的物質の三側面として、物質的・エネルギー的・情動的過程を並列することに議論の余地はないであろうか。菅野礼司氏は次のように論じる。<sup>28)</sup>「物質の普遍的属性である質と量に対比されるものが、物質的側面とエネ



ルギー的側面であり、それらとは異なって物質の相互連関の中に普遍的に見出されるものが情報（情報の伝達ではない）ではなかろうか。そもそもエントロピーは、エネルギーの有効性における質的差異を与える概念であった」。この指摘は、示唆的であり、「情報」をめぐる諸問題をトータルに扱う鍵を含んでいるのかもしれない。<sup>29)</sup>

情報の基礎を物質の相互連関に求めるという見地は、システム理論<sup>30)</sup>との関係を想起させる。システムというのは、「相互作用しつつある諸要素の複合体」のことであるが、この理論は物質の相互連関の一側面を一般的に扱う理論であると位置づけることができる。このような基礎づけにより、はじめて、情報革命をその背後にある人間社会の質的変化の過程と関連づけることが可能になる。<sup>31)</sup>

### コンピュータと人間

最近、コンピュータの性能が飛躍的に向上し、ある種の機能においては人間の能力をはるかに凌駕し、また、いくつかの機能においては人間の能力にますます迫りつつある。コンピュータは、はたしてどこまで人間に近づきうるであろうか。また、コンピュータと人間の本質的な差異はどこにあるのか。ここで、この問題を論じておくことにしよう。

あらゆるものを歴史的過程においてとらえるという観点は、この問題を論じる上で、きわめて重要である。現代に生きるわれわれは、数百万年におよぶ人類の歴史とそれに先行する30数億年におよぶ生物とその進化の歴史、百数十億年におよぶ無機的自然の歴史の下に存在する。<sup>32)</sup> コンピュータは、その人間により作られたという意味で、人間の手の延長上に道具が位置づけられるように、人間の脳の延長上に位置づけるところの人間の道具である。この意味で、コンピュータは、ある種の機能においては、人間の脳をはるかに凌

く働きをするけれども、トータルな人間には到底およびもつかぬものである。のみならず、始源的な生物でさえ、コンピュータのおよばないすぐれた特質を備えている。

生物の特質は、同化と異化という相反する方向に働く二つの作用の動的平衡の上に自己を維持している一つの開放系をなすことにあった。多くの下等生物ですらすでに物質代謝を行うところの自己を維持するためのしくみを発達させている。現在のほとんどすべての生物は、外界からの刺激とそれに対応する反応を通して環境に適應するという性質をさらに発達させたところの外界に対する能動性 (activity) を、多かれ少なかれ備えている。この能動性は、物質代謝のしくみとともに、数十億年におよぶ長い歴史の中で、自然選択を通して獲得されてきたものであろう。とくに人間は、外界に対するいちじるしく能動的な働きかけを通して、ますます大脳を発達させ、生物界における現在の地位を獲得したといえる。

人間がいわゆる五官を備え、能動的に外界に対応するのに対し、コンピュータは、キーボードを通して受動的に情報を処理する<sup>33)</sup>。また、コンピュータは、自己を維持する能力を備えず、外からの switch on によって動作状態になるに過ぎない。コンピュータの基本的機能は、記憶と演算・制御であるが、演算・制御においても、単純な論理の操作を積み重ねることにより実行する<sup>34)</sup>。これに対し人間は、まず大局的にとらえ、しだいに詰めていくという思考パターンをとる。すなわち、人間の思考においては、「カン」が重要な位置を占め、これは必ずしも論理の規則によっておらず、両立可能か否かを重視して論理を進めることが多い。

ところで、コンピュータに対して「カン」を要求することは絶対に不可能かという、必ずしもそうとは限らないのである。コンピュータにおいても、話題に関連した表現全体から両立不能のものを落とし、さらに場面ごとに加えられる表現の中から適当なものを選ぶことによって、ある程度の論理的な飛躍は実現できるかもしれない。<sup>35)</sup> このような「カン」の科学的な取り扱い、一面では科学による人間の解明の問題でもある。

コンピュータの発達、ある意味では人間のもつ歴史的な重みと人間のすばらしさを明らかにしたといえる。現在のコンピュータでは近づきえない人間の特質として、人間の「カン」、「自発性」、「独創性」、「価値判断」などをあげることができる。

## § 5 「科学＝産業革命」の構成部分としての情報革命

### 歴史における大変革の波

人類の歴史は、数百万年前に始まるといわれているが、生物の進化の歴史の中で、人間を他の生物から区別するものは何か。それは、人間のもついちじるしい能動性であり、そのことが自然界における人間の現在の地位を築いたといえる。

人類は、数百万年におよぶ長い期間、手に最初の道具（打製石器など）を持ち、自然に働きかけ（狩猟・採取など）自然に対する知識を蓄積していった。最初の人間社会は、原始共同体であった。約一万年前に、大変革が始まる。それは農業の発明であった。

人類はこれまで、大変革の波を二度経験している。それは、農業革命と産業革命であった。しかしながら、それらは、単に新しい技術のみによってもたらされたものではない。これらの大変革は技術のみならず、人間の自然に対する働きかけ（＝労働）の習熟度、働きかけの方法（労働方法……とくに資本主義社会においては、集团的・社会的な生産方法をとること……など）により規定される生産諸力の発展段階、および、それに照応する生産手段の所有形態（生産関係）をも含めてトータルに把握されなければならない。<sup>37)</sup> 以下では、この観点からこれらの大変革の性格を把握することにより、情報革命をその構成部分とする「科学＝産業革命」の性格とその位置を解明することにしよう。

## I 農業革命

農業の発明は、約一万年前のことであった。それは、狩猟・採取の生活から、定住へと人間の生活を一変させた。ナイル、チグリスとユーフラティス、黄河などの大河流域には都市が築かれ、最初の文明社会が生まれる。これらの都市の文明全体を準備し、ささえたのは都市の背後にひろがる農村で農民たちがつくる余剰生産物であった。

すきの発明や灌漑事業などによって農業生産はますます発展していった。ところで、灌漑工事のような大規模な事業には、それを実行するための組織と、指揮にあたる組織者が必要であった。彼らはまた、家畜や農産物の豊作を祈る祭の主祭者であり、外敵を防ぐ軍隊の指揮者であった。こうした重要な部分を握ることによって、彼らはしだいに支配階級にのしあがっていく。

最初の階級分裂社会は奴隸制社会であった。<sup>38)</sup> 奴隸制社会の成立の必然性はいか。<sup>39)</sup> それは生産力の発展のために、奴隸の単純協業を有利に利用することができたことにある。しかしながら奴隸は自分の労働の結果に対して関心を持っていなかったため、技術を発展させる道に踏み出すことができなかった。さらに

奴隷制はひろまるにつれ、労働をますます奴隷の仕事に、つまり自由民にとっては不名誉な仕事にかえていった。「奴隷制にもとづく生産と、奴隷制にもとづく共同社会とはすべて、この矛盾のために没落する」<sup>40)</sup>

奴隷制社会の崩壊のあとに成立したのは、封建制社会であった。封建制社会は領主と、奴隷よりはかなりの自由があった農奴からなり、農奴の労働意欲を引き出すことができた。この制度の下で、農具の改良と三圃農法<sup>41)</sup>などの新しい農業技術の出現により生産力は発展した。はじめは、農村では農産物・農具の簡単な加工などは農耕者の副業であったが、その後農民の中から手工業者がしだいに分かれていく。彼らは自分の製品の販路を確保するために、城のまわりや、修道院のわきや、大きな村、その他の商業中心地に住みつくようになる。こうして、しだいに新しい都市が、多くの場合、商業路に沿って成長してきた。都市の成長と商業の発展は農村につよい影響をおよぼし、農民の生産物もますます交換にひきこまれ、交換のためにつくられる生産物、すなわち商品となっていく。こうして封建制度の内部に資本主義的生産がうまれていった。農民の領主に対する貢租は、最初は大部分が物納であったが、商業の発展にともない、しだいに貨幣の役割が増大し、後には金納となり、そこに商人がますます入り込んで行く。かくして、はじめは商品交換の仲介に過ぎなかった商人は、しだいに富を蓄積し、産業資本家に成長していく。これに対し、最初は生産手段の所有者であった手工業者は、しだいに生産手段からひきはなされ、賃金労働者になっていく(資本の本源的蓄積)。封建制社会における農民の不自由労働の生産性はきわめて低かった。資本主義的生産の成長とその影響による生産力の発展は、封建的生産関係の狭い枠とますます衝突するようになった。封建制度から資本主義への移行は、資本家たちを中心に、それに農民たちと労働者たちが同盟したかたち<sup>42)</sup>の資本主義革命(オランダ16世紀末、イギリス17世紀、フランス18世紀末など)により実現された。初期資本主義をつぎの段階に進めたのは産業革命であった。

## II 産業革命

産業革命(Industrial Revolution)とは、イギリスにおいて1760年代には

じまり、ついでヨーロッパ全土、さらにはアメリカにまで波及しためざましい技術的進歩と産業上の諸変革（特に工場制機械工業の出現）と、それによる経済・社会組織の変化の総称である。産業革命を引き起こしたのは、紡績機・織機などの作業機であり、その動力として蒸気機関が発達したのであるが、それは産業革命の一面でしかない。重要なことはこうした技術変革と結びついて産業資本（Industrial Capital）が生まれたことである。<sup>43)</sup>資本主義的生産においては、生産は通常、つぎのような仕方ですら復される。

- 1) 商品生産者である資本家は、まず購買者＝貨幣所有者として市場にあらわれ、生産手段を購入するとともに労働者を雇い入れる（すなわち「労働力」を購入する）。
  - 2) ついで資本家は、これらの商品（生産手段と労働力）から、これらの商品以上の価値をもつ新たな商品を獲得する。
  - 3) 資本家はふたたび市場に、今度は販売者＝商品所有者として復帰し、その商品を貨幣と交換し、それによって最初の投下資本を回復するだけでなく、生産過程において創造された追加的価値を利潤として取得する。
- そしてふたたび、ときには利潤の一部を追加しつつ、より大きな資本量をもって前記の過程をくり返していく。

すなわち、この過程は、

貨幣資本 → 生産資本 → 商品資本

のくり返しであり、これは資本制生産＝再生産の基軸的過程であり、この過程の担い手がまさに、産業資本にはかならない。

産業資本主義の成立は、他面からいえば、賃労働制の成立にはかならず、この過程は、生産手段を所有することからの直接生産者の歴史的分離、いわゆる「資本の本源的蓄積」を前提としている。ここで必然的に起こってくる問題は、労働者に対する資本主義的搾取の問題である。

いうまでもなく産業資本主義は、交換のためにつくられる生産物＝商品の交換の上に成立している。交換は、

$X$  エルレの亜麻布 =  $Y$  枚の上衣

というように一定の割合でなされるが、この等式を実現させる基礎は何か。それは、これらの商品のもつ「交換価値」である。交換は交換価値の等しいもの間で行われる。それでは商品の交換価値を決定するものは何か。それは、その商品を生産するために要する人間の労働である。すなわち、商品の交換価値を決定するものは、その背後に横たわる人間の抽象的労働である。

産業資本主義の下においては、交換価値の等しい商品の間で交換が行われる。にもかかわらず、資本は剰余価値を生み出し、ますます大きくなっていくが、労働者の生活は少しも向上しないばかりか、悪化さえするのは何故か。<sup>44)</sup> その鍵は、資本家が商品として購入するのは「労働」そのものではなく「労働力」であることにある。

労働力というのは、労働者が労働を生み出す全可能性のことである。これは、簡略に述べれば、「1日8時間の間になしうる全労働」というぐあいに「一定時間になしうる全労働」を意味する。労働力は商品として貨幣と交換される。その貨幣が賃金である。では労働力の交換価値は何によって決定されるのか。ここにおいても、商品一般に関する価値法則が貫徹する。すなわち、どのような商品の交換価値も、その商品をつくり出すのに必要な労働の量によって決定されるのである。労働力の交換価値もまた、その労働力をつくり出すのに必要な労働によって決定される。すなわち、労働者が最低限度必要な食事と休養をとり、明日の労働力を生み出すことができること、および労働力を絶やさぬために、子供を労働者として育てること、労働力を生み出すのに必要な教育を受けさせること、これらを実現するための必要性から決定されるのが労働力の交換価値であり、それは貨幣と交換され、賃金として支払われる。

しかしながら、「一定時間になしうる全労働」としての労働力がつくり出す労働の価値は、その労働力の価値をはるかに凌ぐものである。たとえば、「1日8時間労働」の場合、労働力の交換価値の代価として支払われる賃金は、3時間の労働によって生み出される価値の代価であり、あとの5時間の労働が生み出す価値は、生産手段の所有者が利潤として取得することになる。このように、

産業資本主義において資本が剰余価値を生み出すメカニズムを理解する鍵は、労働と労働力の区別を概念的に明確にすることにある。

産業革命による機械制大工業の成立によって自己の再生産軌道を確立した産業資本主義は、もう一つの問題をかかえていた。それは、資本の本源的蓄積過程において生産手段が直接生産者から引き離されるという問題とともに「疎外された労働」という状況をつくり出した「労働の分割」の問題であった。機械制大工業は、分業によりその生産性を上げることができたが、チャプリンの「モダン・タイムス」により風刺されたような問題が顕在化した。「情報革命」の中で進行するマイクロ・エレクトロニクスと産業用ロボットの普及は「労働の分割」をめぐる諸問題を解決しうる可能性を示唆している。

このような問題をかかえながら、産業資本相互間の国内的および国際的競争はますます激化し、それにより資本の集中の進展は、19世紀末より独占の形式を促進し、産業資本と銀行資本の融合形態としての金融資本が、これ以後の資本主義、すなわち独占資本主義の構成規定者となり、20世紀前半の「資本主義の最高の段階としての帝国主義」の時代を迎える。激動の時代は第二次大戦の頃から新しい段階に突入し、新しい紀元の特徴がしだいにはっきりとその姿を見せはじめてくる。

### Ⅲ 「科学＝産業革命」の進行

産業革命期の技術革新の大部分にとって、それらは必ずしも直接に基礎科学と結びつくものではなかった。繊維産業における作業機の発明、動力機としての蒸気機関の改良、鉄道の普及等。これらはそのどれをとっても当時の科学上の業積から直接に影響を受けたものではなかった。<sup>45)</sup>

ところが、第二次大戦の頃から科学と技術革新の結びつきは必然的なものとなる。この新しい特徴をその出発点において特徴づけたのは、核分裂の発見と原子爆弾へのその利用であった。この頃から基礎科学の諸分野が互いに結びつきを強めつつ、すべての技術的活動に対して決定的な指導力を持ちはじめ、基礎科学の分野とかかる必然的な結びつきを持った技術革新が一挙に開発した。すなわち、産業革命期のように、科学は偶然的にだけ技術革新を助けるという

のではなく、科学が産業の中に入り、それが産業を動かし、かつ産業の性格を決める時代になったのである。産業の側から見れば、先端技術は基礎科学の研究成果に裏づけられてこそ初めて可能であり、したがって技術革新と結びつきうる可能性をもちうる範囲内においてという制約の下ではあっても、かかる性格の基礎的科学そのものの推進に力を入れる時代になったわけである。<sup>46)</sup> このような特徴をもつ第三の変革の波をバナールは<sup>47)</sup>「科学=産業革命」と呼んだ。<sup>48)</sup>

科学=産業革命は、これまで人類が経験した二つの大変革の波、すなわち、農業革命と産業革命をしのぐ重要性を持っており、人類は従来の歴史で起ったどんな変化によるよりも大きな影響を、これらの科学と技術の変化によって受けることになるかもしれない。とくに、情報革命およびそれと一体の関係にあるME（マイクロ・エレクトロニクス）革命は、人間の肉体ばかりでなく頭脳をも重労働や退屈な仕事から解放する巨大な働きを持っている。それは人間生活の全様式の大変革を暗示している。

このような変革により、産業革命にはじまった工業化社会のつぎにくる社会として、「ポスト工業化社会」、「情報化社会」、「プラクトピア」<sup>49)</sup>などに関する論調が数多くあらわれている。<sup>50)</sup> ところで産業革命の背後において進行したのは産業資本主義の成立であり、産業資本主義の本質は「交換価値に立脚する生産様式」であった。それでは、科学=産業革命の背後において静かに進行している変化はどのようなものであろうか。

### 交換価値に立脚する生産様式の崩壊

ME（マイクロ・エレクトロニクス）革命とオートメーション、産業用ロボットの普及、およびそれらとともに進行する情報革命は、人間を分割された単調な労働や退屈な頭脳労働、あるいは重労働から解放する巨大な潜在的可能性をもつが、とりわけ重要なことは人間労働の位置そのものに変化をもたらすことである。現代までのあらゆる社会構成体において、価値を生み出すのはまさに人間の労働そのものであった。産業資本主義は、商品の生産とその交換の下に成立するが、交換価値を生み出すものは、その商品をつくり出すのに要する人間の労働である。ところが、科学=産業革命の進展は、この基本的な関係に決

定的な変化をおよぼしはじめている。すなわち生産過程において、科学が達成した水準や技術の進歩を体現した生産手段体系の利用度こそが、富の生産の多寡を決める割合が増大し、ついには労働は生産過程の主作用因ではなくなって、生産過程の傍に立つことになるかもしれないのである。

こうした転換過程を予言したのは、ほかならぬマルクスであった。彼はそこからさらに一步進めて、そうならば「直接的な形での労働が富の偉大な源泉であることをやめるから、労働時間は富の尺度であることをやめ、ひいては交換価値に立脚する生産様式は崩壊する」<sup>51)</sup>と書いた。技術革新の新しい段階が必然的に体制変革への道をひらくというのである。資本主義的生産の基盤は、かくして揺らぐことになる。

交換価値に立脚する生産様式の崩壊は、富の配分の新しい原理を要求するが、それは「必要に応じて配分」という原理に頼るしかないであろう。この原理は部分的には、先進諸国ではすでに取り入れられているものである。<sup>52)</sup> それは、現代の国家独占資本主義が、ある意味では生産手段の社会的所有の進展という側面をもつという事実<sup>53)</sup>と共通のものであろう。

しかしながら、この転換過程においては、新たな本質的な問題があらわれてくる。資本主義的生産様式においては、「最大限利潤の追求」という資本の論理が貫徹するのは平凡な事実であり、その理由により無人工場の出現<sup>54)</sup>などと同時進行のかたちで労働の再配置が、最大限利潤追求の線に沿って進められるだろう。それ故、階級闘争はいささかもその重要性を減少するものではなく、転換過程における諸問題を資本の論理と対決するかたちで解決するとともに、この転換過程を、生産力の発展によりもたらされる恩恵を万人が享受するという方向にリードすることが必要になる。すなわち、階級闘争においては、「価値を生み出す労働力の所有者」とであるという伝統的武器に加うるに、「労働により人類が到達した決定的段階における転換過程の歴史的使命を担う推進者」という理念がますます重要になるのである。換言すれば、階級闘争においても以前にもまして「人類」という見地が前面に押し出されてくることになるであろう。<sup>55)</sup>

## バ ナ ー ル の 夢

「全体的破滅を避けるという目標は、他のいかなる目標にも優先されなければならない」という有名なラッセル・アインシュタイン宣言は、核兵器の出現に強制されるという消極的なかたちをとりながらも、「人類」という概念を歴史にはじめて登場させた。科学＝産業革命は、人間を奴隷制社会の成立以来の「搾取を前提とする文化」と「単純労働」から解放するという夢を現実に変現可能なものにしつつある。バナールは、現代科学の発展段階は、「われわれに今日わかっていないことを知るための賢明な行動を遂行するための方法を見いだす」ことが可能になったと説き、そのためには、「事実上の新しい科学部門ともいうべきものである科学の科学 (Science of Science)<sup>56)</sup> という一つの真の科学を創造することが必要である」と論じる。これは、科学のプランニングに必要な諸要因を総合した科学である。このことにより科学はより一層社会的経済的領域の中に入り込み人間活動の全体へ広がってゆくであろう。それは、世界人口の5分の4を占める低開発世界が、従来は特権を持つ5分の1の人口が持っていたと同じ高い生活水準を獲得することを可能にするだろう。バナールはいう。<sup>47)</sup> 「それを達成してゆく中でこそ、われわれは歴史上はじめて、同一水準の相互交流文化と生産機構をもった一つの世界、万人が科学の進歩に貢献し、かつ科学の進歩を享受することができる一つの世界をもつ可能性を獲得するであろう。<sup>57)</sup>

## お わ り に

これまで論じてきたように、情報革命というのは、現在準備され、あるいはすでに進行しつつある社会の歴史的転換過程の一つの重要な構成部分であると思われる。この転換過程は20世紀後半に始まり、21世紀前半にかけて続くであろう。このような激動の時代においては、変化の波に積極的に対応しつつ、かつ絶えず新しい可能性を切り拓いていくという姿勢が要求される。その能動性は人間のすばらしさの表現でもある。なぜならば、すでに講義でも触れたように、コンピュータの発達は人間の歴史的重みと、その能動性という特性をきわ

ただせ、ある意味では人間のもつすばらしさを一層鮮明にしたといえるのである。

ところで、本共同授業には女子学生も多数参加しているが、このことはまた、歴史的過程における「現代」のもう一つの課題の表現であろう。すなわち、現代は婦人が社会的生産過程に全面的に復帰する歴史の流れ<sup>58)</sup>の中にあり、いわゆる「婦人問題」の解決は、階級支配からの解放、<sup>59)</sup>先進諸国と低開発国の間の格差の解消と並ぶ「人類」に課せられた大きな課題なのである。

最後に、この共同授業のテーマは、共同授業のみでは汲み尽せぬほどの奥行きと深さと広がりをもつものであるが、これに意欲的・積極的に取り組み、それを一つのステップに大きくはばたき、新しい時代を切り拓いていってほしい。

## Appendix

### — 熱力学の第二法則の情報過程を含む場合への拡張 —

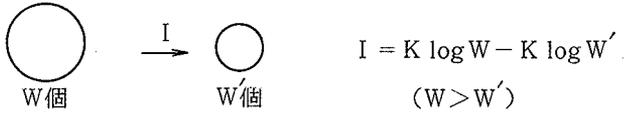
第3章であたえた情報量の定義は、「W個の異なる事象が等しい確率で起こりうるとする。これらの事象のうちただ一つが選ばれて生じたとき、その情報量は

$$I = K \log W \quad (1)$$

であたえられると定義する」というものであった。まず、この定義を拡張しておこう。一般には、W個の異なる事象の数をただ一つにしほるのでなくても、その数をW'個にまで減少させる過程にも情報が関与するはずである。この場合の情報量は、(1)を拡張して

$$I = K \log W - K \log W' \quad (2)$$

と定義される。この定義はもちろん、 $W' = 1$  場合には(1)と一致する。また、 $W' \neq 1$  の場合にも、その意味するところは容易に理解される。

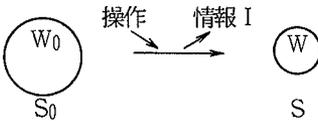


いまここで、起こりうる事象とは、ある物理系のマクロな状態に対応するミクロな状態のひとつひとつであるとする。すなわち、 $W$ 、 $W'$ をエントロピーの式

$$S = k \log W \tag{3}$$

における $W$ と同じものとするのである（ブリルアンはこれを「束縛情報」と名づけている。エントロピーと結びつけられるのは、この情報にかかわる情報量だけである）。また、エントロピーと量的なつながりをつけるために、 $K = k$ とする。

いま、はじめの状態において、事象の数が $W_0$ であったものが、ある操作によって、終わりの状態において $W$ に減少し、情報  $I$  が得られたとしよう。



	束縛情報	事象（ミクロ状態）の数	エントロピー
はじめの状態	$I_0$	$W_0$	$S_0 = k \log W_0$
終わりの状態	$I$	$W (W < W_0)$	$S = k \log W (< S_0)$

このとき、定義式(2)より、情報量は

$$\begin{aligned}
 I &= k \log W_0 - k \log W \\
 &= S_0 - S
 \end{aligned}$$

となる。すなわち

$$S = S_0 - I \quad (4)$$

であり、得られた（束縛）情報量だけエントロピーは減少する。

$$\begin{aligned} \text{（束縛）情報} &= \text{エントロピー } S \text{ の減少量} \\ &= \text{ネグエントロピー } N \text{ の増加量} \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、「ネグエントロピー」 $N$ は第3章で論じたように、エントロピーの符号を変えた量である。

$$N = -S = -k \log N = -S = -k \log W \quad (6)$$

ここで得られた結論は、

「外部からの操作によって得られた情報量は、ネグエントロピーの生成に等しい」

と要約され、「情報のネグエントロピー原理」とよばれる。

さて、(4)において、外部からの操作によって情報を得て、それだけ系のエントロピーを減少させた。系をこのあと孤立させたとする、熱力学の第二法則によって、その後の変化に対しては

$$\Delta S \geq 0$$

すなわち

$$\Delta(S_0 - I) \geq 0$$

となる。一般には、 $S_0$ を $S$ と書いて

$$\Delta(S - I) \geq 0$$

この式をネグエントロピーで表現すれば

$$\Delta N + \Delta I \leq 0 \quad (7)$$

これは熱力学の第二法則を情報過程を含む場合に一般化したものであり、

「ネグントロピーと情報量の和はつねに減少する」

と表現される。

ここで  $I$  は束縛情報  $I_b$  に限られたが、「起こりうる事象が抽象的なものと考えられ、特定の物理的意義をもっていない場合」をも考えに入れ、これを「自由情報」  $I_f$  と名づけることにすれば

$$I = I_b + I_f$$

ここで、ブリルアンの議論にしたがって、 $\Delta I_f \leq 0$  であることを認めるならば、式(7)は一般に成立することになる。

#### 参 考 文 献

- 1) 集積回路 (IC, Integrated Circuit) は、シリコン基盤上に直接に刻み込まれた、トランジスタ、ダイオード、コンデンサー、抵抗などからなるマイクロな回路のあつまりである。わずか数ミリ角から数cm角のシリコン片上に、数十個から数千個さらには数十万個の回路がつけられる。このうち、集積度の高いものは大規模集積回路 (LSI, Large Scale Integration), 超大規模集積回路とよばれる。この回路が情報を担うしくみは、ある種の回路 (Flip Flop 回路など) のスイッチ機能を利用したものである。すなわち回路のある部分の電圧がある一定のレベルに保たれるならば「1」、他のあるレベルに保たれるならば「0」に対応させるのである。この組み合わせで、集積回路からなる「記憶回路」は多量の情報を担うことができる。また、簡単な回路の組み合わせで、演算を行う「論理回路」が構成される。
- 2) 4種類の塩基、A (アデニン)、G (グアニン)、C (シトシン)、T (チミン) のDNA上の配列により遺伝情報が担われ、この情報はまた、生物体におけるタンパク合成のプログラムをあたえる。DNAはもちろん原子・分子レベルの大きさ ( $10^{-8}cm$ ) 程度であり、集積回路とは比ではないほどにマイクロでかつ集積度の高い物質系である。この物質系の驚くべき諸性質は、数十億年におよぶ長い歴史的過程において、無数の自然選択の関門をくぐり形成されたものであろう。最近では、ポルフィリン環などからなる「生物学的素子」をコンピュータにとり入れようという研究もなされている。

3) 「情報科学」ということは、かなり広く用いられているが、明確な学問の規定を欠いたあいまいな表現であるという批判がある。実際、「情報理論」、「情報処理」、「サイバネティクス」、「コンピュータ技術」などの領域は明確であるが、こうしたものの総体が「体系」をなしていないことは事実である。

4) 質は、単一な規定性ととどまるのではなく、多くの規定性の総体としての規定性、多くの質の総体としての質というように立体的にとらえられなければならない。

なお、質と量に関する一般論は、岩崎・宮原著「現代自然科学と唯物弁証法」(大月書店)第2篇、および、カルナップ「物理学の哲学的基礎」(岩波書店)第Ⅱ部を参照せよ。

5) 質を捨象することにより、量に関する連関のみが残る。質の捨象の下に成立する「量の科学」、これが数学である。数学に対して、一般に、このような基礎づけがなされる。この見地は基本的には正しいが、不十分であろう。とくに、多体系における質の生成などを基礎づける場合には、この不十分さが顕著になる。

私は、数学を質一般の捨象ではなく、いわば「物質的質の捨象」の下に成立する科学であると規定すべきであると考え。情報における「制御」という質もこのような性格を持つ「質」である。

6) 量にも、質量という概念にともなう量のように加法的性質をもつ「外延量」と、温度のように加法的をもたない「内包量」のような区別がある。ほとんどの外延量は加法的であるが、特殊相対性理論における速度のような例外もあることをカルナップは指摘している。

7) 質と量は、事物が客観的にもつところの両側面である。宮原将平氏は、自然科学における発見は、そのほとんどすべてが質の認識というかたちをとることを強調する。

宮原将平、「現代自然科学ノート」(北海道大学出版会) P151

それに対しカルナップは「科学における3種類の概念」として、分類概念、比較概念、量的概念をあげ、「質的なものと量的なものの違いは、自然のなかでの違いではなくて、われわれの概念体系のなかでの違いである」(前掲書2)p.60参照)という立場をとる。しかしながら、質は、量的関係に解消されるものではない。

8) この例は前掲書2)の岩崎・宮原 両氏の著書からの引用である。

- 9) もう少し正確に表現するならば、いかなる温度においても表面からの一定量の気化は存在するが、沸点においては液体中における気化が始まるのである。
- 10) 熱平衡状態として二相が共存する条件は、温度、圧力および各成分の化学ポテンシャルが両側で等しい値を持つことである。相転移には、準安定状態をとまなう第一種相転移と、準安定状態をとまなわない第二種相転移が存在することが知られている。
- 11) 真空は空虚ではない。実際「場の量子論」では真空は、「エネルギーの基底状態」とであると定義される。

最近の宇宙論については、

S. ワインベルク, 「宇宙創成・最初の3分間」(ダイヤモンド社)  
佐藤文隆, 「宇宙の創成」(紀国屋書店)  
を参照せよ。

- 12) このような「少数多体系の質」を研究する一つの代表的分野として「原子核理論」をあげることができる。
- 13) 佐藤七郎, 「現代生物学論の諸問題」  
(J S A編「現代の科学論 I」(勁草書房), 「現代生物学の構図」(大月書店))

フランソワ・ジャコブ, 「生命の論理」(みすず書店)等を参照せよ。

- 14) 熱効率を  $\eta$ , 高温熱源の温度を  $T_1$ , 低温熱源の温度を  $T_2$ , とすれば一般に

$$\eta \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

が成立する。可逆熱機関(カルノー・サイクル)の場合には等号が成立する。

- 15) 朝永振一郎博士の名著「物理学とは何だろうか」(岩波新書) 第II章を参照せよ。
- 16) いま、箱の中に気体分子が入っている簡単な例を想定しよう。最初にすべての分子の速さと方向を同一にそろえておくことにしよう。壁との衝突, あるいは気体分子相互の衝突などの結果, 時間とともに気体分子はランダムな運動をはじめるのである。もちろん, 気体分子がランダムな運動を始めるとともに, 系のミクロの状態の数は増大する。
- 17) 小出昭一郎氏は, エントロピー概念を説明するためにトランプの例をあげる。

トランプには赤、黒それぞれ26枚の計52枚があるが、いま、マクロの状態として、赤も黒も全部がまじった状態と、赤は上半分で黒は下半分という二つの状態だけが区別できるとしよう。すなわち、赤も黒もまじった52! (=W<sub>1</sub>)通りのマイクロ状態は全部でひとつのマクロ状態をなすとみなすのである。また、上半分が赤で下半分が黒の状態は、マイクロには、{26!}<sup>2</sup> (=W<sub>2</sub>)通り存在するが、これらのすべてはひとつのマクロ状態をなすとみなすことにする。

W<sub>1</sub>通りの全部がまじった状態では、いくらきっても、マクロには同じ混合の状態が保たれる。これは熱平衡状態に対応する。これに対し、上半分が赤のマクロ状態からはじめてカードをきりつづけると、W<sub>1</sub>通りのそれぞれが同じ割合で実現するように、すなわち「熱平衡」的になる。

そこで

上半分が赤で下半分が黒というマクロ状態のエントロピーを

$$S_2 = C \log W_2,$$

(ただし, logは自然対数, Cは定数)

一様にまじったマクロ状態のそれを

$$S_1 = C \log W_1,$$

とすれば、Nが大きいときにスターリングの公式  $\log N! \simeq N \log N - N$  が成立することを用いて、

$$S_1 - S_2 = C \log 2 > 0$$

となる。すなわち、カードをきることによりエントロピーが増すことが示された。

小出昭一郎、「マクロの世界とマイクロの世界」(「現代の自然観」(大月書店)所収)

18) 第3章のこれ以降の記述において、いくつかの箇所以下文献を参考にした。

荒川・秋間編「現代科学の形成と論理」(大月書店) 第三章、

レオン・ブリルアン「科学と情報理論」(みすず書店)

岩波講座現代物理学の基礎「生命の物理」

19) 一般には、外からの操作によって系の状態も変化を受ける。Appendix 中の「情報のネゲントロピー原理」を参照せよ。

20) 宮原将平氏は、「情報」を「われわれが知っているか否か」に関して定義しようとする立場を批判し、その客観性を強調する。この立場を継承してこの問題に踏み込むならば、「潜在的な情報量」の存在を認め、それに対する実践を客観的に扱うという、ここで素描した見地が重要になるであろう。

宮原将平, 「新しい自然像」(J S A 編「現代の自然観 (大月書店) 所収)

21) これは、W個のどの事象も生起確率が等しい場合の定義である。W個の可能な事象がそれぞれ確率  $P_1, P_2, \dots, P_W$  で起こりうる場合には、一回の試行で得られる平均情報量  $I(P_1, P_2, \dots, P_W)$  は、次式で与えられる。

$$I(P_1, P_2, \dots, P_W) = -K \sum_{i=1}^W P_i \log P_i$$

$P_i (i = 1, 2, \dots, W)$  がすべて等しい場合には、 $P_i = \frac{1}{W}$  となり、この定義式は  $I = K \log W$  と一致する。

22) この定義の範囲に限るならば対数の底は何であってもかまわないが、一般には自然対数である。

23) これは、binary digit (二進数) からの合成語である。

24) 二進数を基本にするために、 $2^3 = 8$ 、 $2^{10} = 1024$  などの値が用いられる。

25) 前掲の文献 18) 参照。とくに、荒川・秋間編「現代科学の形式と論理」の P.156 ~ P.158 では、この証明が簡潔になされている。

26) この三つの例は、文献 4) および 18) からの引用である。相転移に関する考察は私の指摘である。

27) 前掲書 4) 参照

28) 菅野礼司, 「科学と思想」24, P. 178

29) しかしながら「物質の普遍的属性である質と量に対比されるものが物質的側面とエネルギー的側面であり、……」というステートメントには補足あるいは留保が必要であろう。質に対比されるものが物質的側面であることには異論はないが、量に対比されるものがエネルギーであろうか。自然的物質にはエネルギー以外にも多くの量の規定性が存在するではないか。エネルギー的側面は物質的質に属するところの最も普遍的な量の側面であるのではなからうか。

30) フォン・ベルタランフィ, 「一般システム理論」(みすず書店参照)

31) 見田石介氏は「岩波経済学辞典」の中の「生産力」の項で「…生産諸力は、すべて自然力すなわち物質の構造とエネルギーを基礎としており、その自然力が人間によって社会の中で形成され発展させられたものである。……」

(傍点は引用者)とのべておられる。この規定は「科学=産業革命」期における生産諸力の規定としては不十分である。菅野礼司氏の議論を借りて補強するならば傍点部分は「物質の構造とエネルギー、および物質の相互に関連関係するところの情報を基礎としており……」とすべきであろう。このように、情報概念は史的唯物論の基礎にも重要な影響をおよぼすものである。

32) 人間とその社会を生み出した自然の歴史には、三つの大きな段階を見ることが出来る。第一のものは、Big Bang にはじまるころの、百数十億年におよぶ宇宙と無機的自然の歴史である。その歴史的過程において絶えず新しい質が生成され発展してきた。それらのおもなものは、原始星雲の形成、太陽系への進化とそこにおける地球の誕生などである。

第二の、決定的に重要な質的变化は、生命の誕生と進化であろう。生命の誕生には、それに先立つ長い化学進化の過程があり、その中で生物体に必要な有機化合物が蓄積されていく。これらの複雑な有機化合物を含む溶液中において、周囲の外部媒質と境界面により区別され、かつそれと相互作用する能力をもち、それによって成長し増殖する能力をもつ多分子性開放系(いわゆるプロビオント)が生成される。プロビオントは、その後の前生物的自然選択により、その分子のおよび、より巨視的な構造を完成させ、物質代謝の能力を獲得し、始原生物の発生へと導く。始原生物の30数億年におよぶ進化の中から人類が生まれてくる。

第三の段階は、人類とその社会の誕生である。

参考文献 オパーリン「物質・生命・理性」(岩波現代選書)

33) キーボードのほかに音声入力装置なども実用化されているが、コンピュータはあくまでも受動的である。

34) 最近では動作原理が基本的に異なるいわゆる「第五世代のコンピュータ」の研究が進められている。

35) こうした方向のいわゆる「第五世代のコンピュータ」の性能を決定するのは、基本的には演算速度と記憶容量、およびプログラム言語であろう。現在、自然科学分野におけるコンピュータの利用の多くが数値計算であるが、すでにLISPなど数式を数式のまま変形したり、数式を解析的に微積分することができる言語も開発されている。第五世代以降の「問題解決型」のコンピュ

ータが実用化されれば、現在の理論物理学の数理的側面の大部分は、問題をあたればコンピュータが自動的に問題を解決し、推論の過程を示すようになるであろう。

参考文献 石田晴久編「進化するソフトウェア」(別冊サイエンス)

- 36) エンゲルス、「猿が人間化するにあたっての労働の役割」参照
- 37) トフラーの「第三の波」は、たいへん興味深い著書であるが、この観点が弱いように思われる。
- 38) 原始共同体社会では、いわゆる「国家」は存在しなかった。支配—被支配の関係が存在しない以上、国家を必要とする理由は存在しなかったからである。奴隷制社会の成立とともに国家があらわれる。すなわち、国家とは階級支配を維持するための装置である。「国家」のこの性格は、基本的には現代にまで受け継がれている。(参考文献 60) 参照
- 39) 物質的労働の中に「編み込まれていた」(ドイツ・イデオロギー) 科学が、相対的独立をはじめたのも、この奴隷制社会においてであった。それは支配階級の末端につながって実務に携わる「書記」の手により担われた。基本的には現在までこのパターンが続いているが「科学=産業革命」は科学とその恩恵を万人に解放する可能性を示唆している。
- 40) エンゲルス、「アンティ・デューリング」より
- 41) 農地を三つに分けて、順次、夏畑、冬畑、休耕地(放牧地)とする農法
- 42) この原型は後に、反ファシズム統一戦線論などに取り入れられている。  
ディミトロフ、「反ファシズム統一戦線」  
トリアッティ、「コミンテルン史論」
- 43) 資本主義は通常、初期の資本制単純協業、マニュファクチュア(工場制手工業)の段階を通り、産業資本主義の段階を迎える。
- 44) 「働けど働けど、なおわが暮し、楽にならざりき。じっと手を見る」  
石川啄木
- 45) 都留重人氏は、朝日新聞特集「世界経済の転機」の中でつぎのように論じる。「ここで注意すべきことは、アメリカのルイス・マンフォードが『技術と文明』の中で書いているように、産業革命期のこれらの技術革新のことは、「当時の科学上の業積にすこしも触れずに書くことができる」ということなのだ。「その大部分は、科学から直接助けを受けずに世に出たのであり、これらの発明や考案を可能ならしめたのは、実に鉱山や工場、機械製作所、時

計製造所、錠前造り屋などにいた実際家であり、また、材料を器用に取り扱って、新しい方法を想定した好奇心の強い素人だった」。

- 46) それとともに、科学が私的資本の内部に包摂されるようになるという問題が生じている。都留重人氏は次のように論じる。

「ここにいたって、大きな変革が生じた。かつては『真理は万人によって求められることを自ら欲し』（岩波文庫発刊のことば）と言われ、科学の成果は人類の共有財産と考えられていたのに、今や科学は別して生産的であるがゆえに私有化の対象となり、科学者が、利潤追求を第一義とする私的資本の内部に包摂されるようになったのである。

医師とか弁護士とかいう自由業人を私企業が抱えても、たとえば医師のサービスは普遍性をもっていて、特定の会社にだけ特定の治療法を使うという性格のものではないのに対し、生産力の根源としての科学者を私企業が抱えることは、企業側が科学者のサービスを独占することを期待するだけに、「自主」と「公開」を行動規範とする科学者にとっては大きな矛盾である。だからでもあろう、遺伝子工学の例にみられるように、第一線の科学者自身が企業開発に乗りだすようにもなった。

もっと問題なのは、科学までも費用化して企業内で私有化される技術革新は、かつてのような特許の形をとるよりも、ノウハウとして企業秘密の扱いを受けることが多くなるという点である。企業秘密として新技術の独占状態を続けることができればできるだけ、超過利潤の確保を維持できるというような状態は、本来、資本主義の原則に反する。なぜなら、新機軸をはじめて導入した先駆者が得る超過利潤は、それが一時的である点に社会的意味をもつのであって、利潤は、だからこそ社会的生産力発展のための刺激誘因の役を果たすと考えられているのに、企業秘密化の慣行のもとでは、利潤が、本来社会的である生産力を普遍化させないことに成功した度合いをあらわす指標となるからである。」

- 47) バナール、「歴史における科学」(みすず書店)  
 48) このように、科学が現代社会において決定的に重要な位置を占めるようになったことを契機として、科学論に対する関心が高まっている。

牧 二郎、「科学論の哲学的諸問題」(岩波講座「哲学」第一巻所収)

大沼正則、「日本のマルクス主義科学論」(大月書店)

コーシング編、「科学論」(法政大学出版局)

秋間 実、「科学論の世界」(大月書店)

芝田進午, 「現代の精神的労働」(三一書店)

また, 古典として,

戸坂 潤, 「科学論」(勁草書房発行, 戸坂潤全集第一巻所収)

以上の文献をあげておく。

49) トフラーの「第三の波」の中で用いられている用語である。

50) 永井道雄氏はいう。

「いま, 私たちは工業化のつぎの段階, ポスト工業化社会の時代に入りつつあると, 理論的な根拠をもって書いたのは, アメリカの社会学者ダニエル・ベルであった。

ところが, 興味深いことに, 新しい段階の社会にはさまざまな名前がついている。ロバート・ハッチنزは, その特色は学習社会であると指摘した。エリッヒ・フロムは, 人間が「所有」よりも「存在」を自覚する時代だといった。経済史家のウォルト・ロストウは高度大衆消費社会だといひ, 梅垣忠夫やマハルuppなどは, つぎの段階は情報化社会だと, 早くから指摘していたのであった。

このことは, 切り口によって, 新しい段階の社会をさまざまに特色づけることが可能であることを意味している。それぞれの名前に, 客観的な予測とともに主観的な願望がこめられている面もある。理論的単純化もある。現実には, これら複数の名前に表された複合的な傾向が, 競合し, 対立しながら進んでゆくであろう。」(朝日新聞特集「教育はどこへ」より)

51) マルクス, 「経済学批判要綱」(大月書店)

資本にかんする章 — 第2篇 資本の流通と過程, P. 654

この指摘は重要であるので関連箇所を原文のまま掲げておく。

「生きた労働と対象化された労働との交換, すなわち社会的労働を資本と賃労働の対立という形態で措定することは — 価値関係と価値に立脚する生産との最後の発展である。この生産の前提は — 富の生産の決定的要因としての, 直接的労働時間の分量, 充用された労働の量であり, またあくまでそうである。だが大工業が発展すればするほど, 現実的富の創造は, 労働時間と充用された労働の量とに依存するよりも, むしろ労働時間中に動員される諸作用因の力に依存するようになる。そしてこれらの作用因はそれ自身ふたたび — それらの強力な効果(Powerful effectiveness)はそれ自身ふたたび — それらの生産に要する直接的労働時間に比例しないで, むしろ科学の一

般的状態と技術学の進歩、またはこの科学の生産への応用に依存する。(この科学の、とくに自然科学の、そしてそれとともに他のあらゆる科学の発展は、それ自身ふたたび物質的生産の発展に比例する。)たとえば農業は、全社会体質的素材転換にかんする科学のたんなる応用となる。現実の富はむしろ——そして大工業がこのことを暴露するのだが——充用された労働時間とその生産物のあいだのはなはだしい不比例のかたちで、また同じくまったくの抽象に還元された労働とこの労働が監視している生産過程の暴力(Gewalt)とのあいだの質的不比例のかたちで表明されている。労働はもはや生産過程に内包されたものとしては現れないで、むしろ人間が生産過程それ自体にたいし監視者ならびに規制者として関係する。(機械装置にかんしてのことは、人間のもろもろの活動の結合と人間の交易の発展にかんしてもまたあてはまる。)もはや変形された自然物を客体と自己とのあいだの中間項として挿入するのが、労働者なのではなくて、むしろ労働者は、彼が産業過程に変換させた自然過程を、自己と彼が自分の制御下においている非有機的自然とのあいだの仲介物としてねじこむのである。労働者は生産過程の主作用因ではなくなくて、生産過程とならんで現れる。このような交換においては生産過程の主作用因は、人間自身が遂行する直接的労働でもなければ、彼が労働する時間でもなくて、彼自身の一般的生産力の領有、自然にたいする彼の理解、そして社会体としての彼の定在を通じての自然の支配——一言でいえば社会的個体の発展であって、これが生産と富との支柱として現れるのである。現代の富の基礎とならている他人の労働時間の窃盗は、この新たに発展した、大工業それ自身の創造した基礎にくらべればあわれな(miserabel)基礎に見える。直接的形態での労働が富の偉大な源泉であることをやめてしまえば、労働時間は富の尺度であることをやめ、またやめざるをえないのであって、したがってまた交換価値は使用価値の〔尺度〕であることをやめ、またやめざるをえないのである。大衆の剰余労働はすでに一般的富の発展にとっての条件ではなくなっており、同様にまた少数者の非労働は人間の頭脳の一般的諸力の発展にとっての条件ではなくなっている。それとともに交換価値に立脚する生産は崩壊し、直接的物質的生産過程は、それ自身窮迫性と対抗性とをはぎとられた形態を受けとる。もろもろの個性の自由な発展、またしたがって剰余労働を産出するための必要労働時間の引下げではなくて、一般に社会の必要労働のある最低限への縮減、そのばあいこの縮減には、すべての諸個人のために遊離された時間と創造された手段とによる諸個人の芸術的・科

学的等の教養が照応する。資本はそれ自身過程的矛盾である。〔というのは〕資本は労働時間を最低限に縮減するのをさまたげるとともに、他方では資本は労働時間を富の唯一の尺度と源泉として措定するからである。だから資本が労働時間を必要労働時間の形態で減少させるのは、労働時間を過剰労働時間の形態で増加させるためであり、それだから資本は累増的に過剰労働時間を必要労働時間にとっての条件 — 死活問題(question de vie et de mort) — として措定する。したがって一面からみれば、資本が科学と自然の、また社会的結合と社会的交易のいっさいの力を呼びおこして、その結果富の創造をそれにもちいられた労働時間とはかかわりのない(相対的に)ものによようとする。他面からみれば、資本はこのようにして創造されたこの巨大な社会的諸力を労働時間で測定し、そしてすでに創造された価値として維持するために必要な諸限界のうちに、これらの諸力を封じこめようとする。生産力と社会的関係 — 社会的個体の発展の異なった二つの側面 — は、資本にとってはたんに手段として現れるだけであり、そしてまた資本にとって、その偏狭な基礎から出発して生産をおこなうための手段にすぎない。実際上はしかしそれらは、それらを爆破するための物質的諸条件なのである。『12時間の労働のかわりに6時間の労働がなされるとき、一国民は真実に富むのである。富(wealth)とは剰余労働時間の支配ではなくて《実在的富》すべての個人と社会全体のための直接的生産に使用された時間以外の、自由に処分できる時間である。』(『《国民的難局》原因と対策』, 1821年, 6ページ)

自然は機械を作りださないし、機関車、鉄道、電信(electric telegraphs)、ミュール自動精紡機(selfacting mules)等を作りださない。それらは人間の勤労(menschliche industrie)の産物である。《言いかえるなら》自然を支配する人間の意志の器官、または自然における人間の意志の実証の器官に転化されている天然の材料である。それらは人間の手によって創造された人間の頭脳の器官、対象化された知力である。固定資本の発展は、一般的社会的知識(Wissen, Knowledge)がどの程度まで直接的生産力となったか、したがって社会的生存過程それ自体の諸条件がどの程度まで一般的知性(general intellect)の支配下にはいったか、この知性にしたがってどの程度まで改造がおこなわれたか、をしめしている。《固定資本の発展は、》社会的生産力が、知識という形態でばかりでなく、社会的実践の、現実的な生存過程の直接的器官として、どの程度まで生産されたか、《をしめしている》。」

52) 都留重人氏はつぎのように論じる。「現に先進諸国では、この原理を半ば

取り入れた給与体系や社会保障的給付が常識化している。労働意識をかきたてるための奨励的給与方式も、計画化原理の一部とみなしうる。)(「世界経済の転機」より)

- 53) 「ユンカー＝地主的国家のかかわりに、地主＝資本家国家のかかわりに革命的民主主義国家を、すなわちあらゆる特権を革命的に破壊する国家、もっとも完全な民主主義を革命的に実現することをおそれない国家をもってきたまえ。そうすれば、真に革命的民主主義的国家のもとでは、国家独占資本主義が、不可避免的に社会主義にむかっての一步あるいは数歩を意味することがわかるだろう」(「さしせまる破局、それとどうたたかうか」より)
- 54) 共同授業からの帰路、通りかかった水島のある自動車工場では、ほぼ完全な無人工場が出現しており、ただ「窓ガラスをはめる」という作業だけが人間の手で行われているとのことであった。
- 55) 長州一二氏はトフラーとの対談で次のように述べている。

「現代文明は空前の繁栄のもとで、実は“Triple mass death” — 3つの大量死 — の方向へ歩んでいるのではないか。1つには核による大量死、2つめは公害、環境破壊と資源枯渇による緩慢な大量死、3つめは管理社会による人格と精神の大量死、この3つの大量死は、ある意味では、「歴史は絶えず進歩する」という考え方が生み出したものと言えるでしょう。

しかし、これに対するコントロール機能もいろいろな形で考えられ、ためされてきている。核に対する平和運動、環境問題での市民運動、それから管理社会に対する青年の、あるいは最近ではもっと若い世代の反乱。必ずしも多数を制しているわけではないが、いずれも今の文明のあり方に鋭い問題提起をしていることは否定できません。

ここで興味深く、しかも賛成なのは、第二の波が生み出したもの乗り越えていく可能性もまた第二の波の中で作りあげられていくのだという、トフラーさんの指摘です。危機を生みだした文明は危機を乗り越える可能性をもうちはらんでいるのであり、その両方を見ないと正しくないと思います。」

このことに関連して、「経済学批判序言」中の次の一節が想起される。「…一つの社会構成体は、それがいれうるだけのすべての生産力が発展しきるまではけっして没落するものではなく、また、新しい、より高度の生産関係は、その物質的な存在諸条件が旧社会自体の胎内で孵化しおわるまではけっして従来のものにとってかわることはない。だから人間はつねに自分が解決する課題だけを提起する。……」

56) パナールの影響を受けた著作として、

M. ゴールドスミス, A. マカイ編「科学の科学」(法政大学出版局)をあげることができるが、内容的にやや物足りないという印象を受ける。

57) この思想は、現代のヨーロッパ知性を代表する流れの一つである「ヨーロッパ・コミュニズム」思想に多大の影響をあたえたイタリアの思想家、アントニオ・グラムシの獄中ノート中の一節「量と質」に述べられている思想にも共通するものであろう。

「質のない量も、量のない質も（文化のない経済、知性のない実践活動、およびその逆）存在しえないので、二つの項を対置することは合理的見地からすればナンセンスである。そして、事実、グリエルモ・フェルレーロ商会流のあらゆる愚劣な変種をもって質を量に対置するとき、じっさいには、ある質を他の質に、ある量を他の量に対置しているのである。いいかえれば、ある種の術策を弄しているのであって哲学的主張しているのではない。もし量—質の関連が切りはなしえないものであるなら、つぎの間が生ずる。すなわち、量を発展させるのと、質を発展させるのと、自分の意志の力をどちらにそそぐのがいっそう有効か。二つの側面のどちらがいっそう統御しやすいか、どちらがいっそう容易に測定されうるか。どちらに立てば予測をし、仕事の計画を立てることができるか。答えは疑問の余地がないように思われる。すなわち、量的な側面に立ってである。それゆえ、量にはたらきかけようと欲し、現実の「物的」な側面を発展させようと欲すると主張することは、「質」を無視しようと欲することを意味するのではなくて、逆に、いっそう具体的かつ現実主義的な仕方での質的な問題を立てようと欲すること、すなわち、その発展を統御しやすい、測定できるものにするような唯一の仕方での質を発展させようと欲することを意味しているのである。

この問いは、《Primum vivere, deinde philosophari》〔「先ず生きて、しかるのち哲学的思索をおこなう」〕という諺に表現されている他の問いに結びついている。じっさいには、生きることを哲学することから切りはなすことはできない。それにもかかわらず、この諺は一つの実践的意味をもっている。すなわち、生きるとは特に経済的実践活動にたずさわることを意味し、哲学するとはotium litteratum〔文化的な閑暇〕にたずさわることを意味する。けれども、ただ「生きる」だけの人びと、くたくたになる奴隷的労働等々を強いられている人びとがいるが、その労働がなければなにびとも哲学するために経済的活動を免除される可能性をもつことはできないであろう。量に反

対して質を主張することは、正確には、誰かはまったくの量であり、他の人は質であるような一定の社会生活の諸条件を手をつけずにそっくりそのまま維持するというを意味するにすぎない。そして、自分を質、美、思想等々の特権の免許をあたえられた代表者とみなすことはなんと愉快なことであろう。自分はこの世に質と美とを保存するという機能をはたしていると信じていないような上流婦人はいないものだ！」。(グラムシ選集第一巻「哲学と歴史の諸問題」より)

この見解には、本学部でしばしば行われる「リベラル・アーツ」に関する議論を皮相的なものにしないうえにも、留意しなければならないだろう。

58) 原理的な問題は、すでに、「家族、私有財産および国家の起源」の中で論じられている。

「……以前の社会状態からうけついで男女の法的不平等は、女の経済的抑圧の原因ではなくて結果である。多くの夫婦とその子たちとを包括していた古代の共産主義的世帯では、妻たちにまかされた家計の運営は、夫たちが食料を調達するのとまったく同じように、一つの公的な、社会的に必要な産業であった。家父長制家族があらわれるとともに、そしてそれにもまして単婚制個別家族があらわれるとともに、この事情は変化した。家計の運営は、その公的な性格をうしなつた。それは社会とはもうなんのかわりもないものになった。それは一つの私的勞役となつた。妻は、社会的生産への参加から排除されて女中頭となつた。現代の大工業がはじめて女に——それもただプロレタリアの女だけに——社会的生産への道をふたたびひらいた。だが、その仕方は、女が家庭での私的勞役の義務をはたせば、公的生産からしめだされたままとなつて一文もかせくことができないし、また公的産業に参加してひとりだちでかせこうと思えば、家庭の義務をはたすことができない、というぐあいである。そして、女にとって工場でこうであるばかりか、医師や弁護士にいたるまでのいっさいの職業部門でも同じである。近代の個別家族は、妻の公然または隠然たる家内奴隷制のうえにきずかれており、そして近代社会は、ただ個別家族だけを構成分子とする集団である。今日では、すくなくとも有産階級においては、夫は大多数のばあいに稼ぎ手、家族の扶養者でなければならず、そしてこのことが夫に支配者の地位をあたえるのであって、なにも法律上の特別優先権を必要としない。家族のなかでは夫がブルジョアであり、妻がプロレタリアを代表する。ところで、産業の世界では、資本家階級の法律上の別個の特権がいっさい除去され、両階級の完全な法律上の同

権がうちたてられてのちに、はじめてプロレタリアを重圧する経済的抑圧の特性が、その完全な鋭さであらわれてくる。民主共和制は、両階級の対立を揚棄するものではなく、かえってこの対立がたたかひぬかれる地盤をはじめて提供するのである。それとまったく同じように、近代家族における妻にたいする夫の支配の独特な性格も、さらに両者の真の平等な社会的地位をうちたてる必要と仕方も、夫婦が法律上完全に同権になったときにはじめてあきらかにあらわれるであろう。そのときには、女の解放のための第一の先行条件は公的産業へ全女性が復帰することであり、それにはまた、社会の経済単位であるという個別家族の性質を除去する必要があることが、あきらかとなるであろう」。

- 59) 現代における階級闘争の問題を「特権と人権」という見地から論じた興味深い著作として、つぎの著書をあげることができる。

武谷三男、「特権と人権」(勁草書房)

- 60) 最後に、二、三の問題をあげておこう。マルクスは、「交換価値に立脚する生産様式の崩壊」を予見していたことはすでにのべたがこれは驚くべき透察であった。ところで私が理解する限りでは、彼は帝国主義の段階における「不均等発展の法則」などについては何も言っていない。にもかかわらずこの法則は、帝国主義段階の資本主義世界体制の最も弱い環がロシアに集中し、この環を破るかたちでのロシア革命が可能であることを示唆し、それは実現された。

ある意味では、ロシア革命は社会主義への移行の特殊な形態であった。ロシア革命の「ジャコパン的」性格を批判した一人は、ローザ・ルクセンブルグであった。彼女は、「自然成長性」のもつ重要性を強調したが、彼女の批判は必ずしも的確なものではなかった。

ロシア革命の特殊性による制約は、現代にも影を落としているように思われる。ノーベル文学賞辞退の弁に、世界の「パンに飢えた多くの人々の存在」をあげたサルトルは「方法の問題」の中でつぎのように述べている。「ここ20年来、マルクス主義の影は歴史を暗くして来た。それはマルクス主義が歴史とともに生きることをやめ、官僚的な保守主義によって、変化を同一性に還元しようところみているからである」(傍点はサルトル)。彼のこのことばは、マルクス主義にとって不幸な、スターリン主義的歪曲の問題を意識してのものであろう。彼はつづけていう。「だが理解せねばならない。……マルクス主義はなおごく年若いのであって、ほとんど幼少年期にあるといってもよいほどである。それはやっと発展をはじめたばかりである。

それでマルクス主義はわれわれの時代の哲学としてとどまっている。それを生んだ状況がいまだのりこえられていないため、マルクス主義はのりこえられることはできない。われわれの思惟はマルクス主義があたえる枠内に包含されるべきであり、さもなければ虚ろなものとなって消えてしまうか後退するよりほかはない(サルトル、「方法の問題」、P. 37)。この一節には彼の知的模索の中における「苦悩」がにじみ出ているように思われる。彼は、自然弁証法の承認には躊躇しつつも、「のりこえ不可能な哲学」として史的唯物論を受け入れたのである。(サルトルの自然弁証法に対する態度は、「マルクス主義と実存主義」(人文書店)を参照せよ)。彼は、不可避的な結論として、ヨロ・コミニズムの「知性」に接近していく。(サルトルは、パルミーロ・トリアッティが訪ソ中にクリミア半島のヤルタで逝去した折に格調高い追悼文を寄せている。いま手許にはないが、1964年10月頃の岩波書店発行「世界」にその全文が紹介されていたことを思い出す。サルトルは追悼文を、「私が愛する一人の人間、それはわが友、トリアッティであります」と結んでいる)

ロシア革命の特殊性を理論的に解明し、それを媒介項として西欧諸国における普遍性を透察したのはグラムシであった。彼は、西欧には発達した市民社会があり、政治社会と市民社会の間には一定の関係が成立していることを理解した。彼によれば、恐慌の襲来、あるいはなんらかの危機に際して「国家」が動揺をはじめると、市民社会の頑強な構造が姿をあらわし、国家をつよく支える。すなわち市民社会の上部構造が積極的に体制を維持し、戦闘における塹壕体系の役割をはたすのである。国家はこれらの塹壕体系中の一つの前進基地である。前進基地を攻略しても、その周辺に要塞と砲台の頑強な連鎖が依然としてそびえたっている。したがって、この市民社会の上部構造、陣地戦における防禦体系にあたるものを具体的に研究し、詳細な戦闘計画をたてなければならない。(牧 二郎氏の科学論において性格規定がなされている「科学・技術体制」は、現代における決定的に重要な要塞の一つであろう。)

これに対してロシアでは市民社会はまだ原始的であり、ゼラチン状であった。それ故、ジャコバンの形態による国家機関に対する攻撃が比較的容易であった、というのである。グラムシは、つぎのようなノートを残している。

(ファシズム体制下における獄中ノートであるために、思想の深さのほかにも比喩的表現が用いられるなど、やや難解である。「イリイチ」は、近代史上著名なある人物を指す。)

「私には、イリイチが、(19)17年に勝利のうちに東方に適用された機動戦から、西方でただ一つ可能な形態であった陣地戦へ変える必要があることを理解したように思われる。西方では、クラスノフがいうように、軍隊は短期間に無限の量の軍需品を蓄積し、社会の骨組みはそれ自身がなおもっとも堅固な塹壕となることができたのである。これが「統一戦線」の定式が意味したことであろうと思われる。それは、フォッシュの単一の指揮下にある協商国側のただ一つの戦線の構想に照応している。

惜しむらくは、イリイチにはかれの定義を深めるだけの時間がなかった。かれが深めることができたのは理論的にだけであり、一方、基本任務は国民的なものであり、地形を偵察し、市民社会の諸要素によって代表される塹壕と要塞をつきとめること等々であることを考慮に入れるにしても、東方では、国家がすべてであり、市民社会は原生的でゼラチン状であった。西方では、国家と市民社会のあいだに適正な関係があり、国家がぐらつくと、たちまち市民社会の頑丈な構造が姿をみせた。国家は第一線塹壕にすぎず、そのうしろには要塞と砲台の頑丈な系列があった。もちろんこれには国家により多少のちがいはあっても、このことがまさしく、国民的性格の正確な認識を必要としたのである。(「現代の君主」(青木文庫) P. 202)

マルクスの透察にも、サルトルの苦悩にも、また、グラムシの驚くべき洞察の深さにも、われわれは知的関心をよびおこされるが、現代社会は、まさに現代的な、さらに新しい問題を提起しているのである。