



Title	「人間と自然との社会的物質代謝」を科学教育として設定するための見方
Author(s)	倉賀野, 志郎
Citation	教授学の探究, 6, 75-89
Issue Date	1988-03-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13552">https://hdl.handle.net/2115/13552</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	6_p75-89.pdf



# 「人間と自然との社会的物質代謝」を 科学教育として設定するための見方

倉賀野 志 郎  
(北海道教育大学・釧路分校)

## 〔0〕 問題意識の発端

『84年釧路論集』(84年5月)において、「人間と自然との物質代謝」とその異常性を、科学教育の柱の一つとして設定することについて自分なりに整理を行なった<sup>1)</sup>。ノートをまとめた時点で、岩田好宏氏の「自然科学を自然(人間も含めて)についての歴史科学に編成しなおすことがまず必要である」という「自然科学教育を問い直す」問題提起がなされ、再論する必要性を感じ、今回再び整理することとした<sup>2)</sup>。

岩田氏と似たような視点から「科学教育」のあり方について論じたものが増えてきている。例えば、次のような主張が為されている。

「巨大な自然力と化した人間社会」について、その「歴史過程を、人類進化として自然科学的に解明」し、「人類史の発掘として歴史科学的に考究するのも必要」であり、「社会が自然力となり、自然が社会化した経過と現状を科学的に明らかにすべき責務が真の科学に課せられている。」「真の科学教育」に基づいて、このような「自然と生物の発展法則を深く学び…社会化された自然で世界と人間の歴史と現状、未来を学ぶことが、…国民的科学とその教育の大道を開くだろう。」<sup>3)</sup>

この「人間と自然」との関係性を現代において考察していくためには、かつての公害教育のように、一面的に「社会」に問題を還元していくことも、また、「環境教育」として、主体としての人間の社会的働きかけを捨象して、「環境」に問題を還元していくことも誤りであると考えられる。

しかし、一方において岩田氏の提起は、狭義の自然科学教育の範囲を超えた内容まで含んでおり、科学教育として、その「問題」をどのようなものとして把握するののかという視点と、科学教育は、そのどの部分を担うのかという限定(意義と限界)も押さえておく必要があると考える。

この小論は86年に雑誌『教育』(国土社)に投稿し、87年12月号に掲載になった論文(「『自然科学教育を問い直す』ために——『人間と自然との物質代謝』とその異常性を、科学教育の柱の一つとして設定することについて——」)に、手を加えて整理したものである。

## 〔1〕 まず、問題の本質が吟味されなければならないと考える。

——「自然」の構造(歴史性等)に基づく「問題」の構造の分析が必要——

「問題」があるから科学教育の課題とするのでは、「問題」と思われるものの数だけ課題が増加していくこととなる。ここでは、田中一氏の提起に依拠しながら、岩田氏等が提起する問題を吟味してみたい<sup>4)</sup>。

まず岩田氏等の提起する問題を「人間と自然との物質代謝」と、その異常性という「問題」

として把握してみたい。このような「社会的物質代謝」が科学の対象となりうると判断するためには次の二つのことが吟味されなくてはならない。

まず「科学」そのものが、その「問題」を分析できる段階に達しつつあるのか、ということである。

また、その次には人間と自然との関係が、その発展段階として、このようなことを提起しつつあるのかということが吟味されなくてはならない。

「物質代謝」の異常性(攪乱)というような「問題」が提出される状況をつくりだしたのは「資本主義的生産関係」に基づく「物質代謝」である。この点に関しては今世紀の後半に「問題」が顕在化する必然性が社会史として根拠づけられよう。しかし、その「物質代謝」の異常性の自然的基礎や、「問題」が派生してくる自然史としての必然性は自然科学も分析すべき事柄であろう。

田中氏は「人間と自然との物質代謝」への接近視角を次のように設定している。少し長いが引用しておこう<sup>4)</sup>

「私達が直面している資源枯渇と環境問題は、単に私達の地球にだけ生じてくる問題ではない。資源枯渇と環境汚染とが、知性体が生存している天体の有限性に基づくものとすれば、この宇宙に数多く存在すると考えられる。」「このような意味で、私達の直面している課題は、宇宙的課題と規定することができる。」

「それは、他の天体に生存する知性体との間の共通の条件によって解決されるべきものである。そして、この共通の条件とは、同じ自然の中で生存しているということである。かくして、自然の構造の研究が、解決のための手掛かりとなる。」

「人間が直面している様々な課題は、…三つの系列(引用者註：無機、生物、社会に対応している<sup>5)</sup>)の…著しい違いからくるもの」である。「しかしながら、主系列(無機)と二次系列(生物)とは、長い自然史的過程を経て、一つの安定した状態に達してきた。その安定した状態の核心は、自然における物質の循環と呼ばれているものである。従って、人間と自然との共存というものが可能であるとすれば、それは、主系列と二次系列との間に成立した安定な関係の核心である物質の循環を損うことなく、ただ、その速さを早めることであろう。主系列と二次系列の関係を考慮することなく、三次系列(社会)が、その運動性の著しい高さを武器として、直接的に主系列あるいは二次系列に作用したため、自然の破壊と呼ばれている事態が現れているのである。」<sup>4)</sup>

ここでの「宇宙的」という課題は何を意味するのであろうか？

これは、我々が現在知りえている法則性の普遍的に、他の惑星、知的生命体にも当てはまらざるを得ないと思われる法則性に基づいて「問題」の構造を吟味することに他ならない。このような法則性の典型として同じ原子・分子等の物質から出来ている生命を考えるならば、「物理法則」を挙げることができよう。このことはまた自然科学の普遍的に成立する部分に依拠して「問題」の構造を吟味してみることと同じであろう。

[2] 「自然の構造」という視点からの分析枠は「人間と自然との関係」を  
科学教育として扱う場合に、どのような課題を提起するのであろうか？

産業資本主義の発達に対応して「社会科学」の発生する必然性があった<sup>6)</sup>。しかし、20世紀の

現代にいたって、「人間と自然との社会的物質代謝」の「総体」の構造が、科学の対象として位置づけられることを現実には要求しはじめている。このことへの「問い返し」が今必要になっていると思う。ここでは、この視点から、二つのことを提起したい。

①「自然」の3つの「系列」（主系列：無機，二次系列：有機，三次系列：人間社会）の「層構造」に基づいて、「社会的物質代謝」を評価すること。ここからは、何をもって「人間と自然との社会的物質代謝」を「測度化」すべきかという課題が出てくる。

②また、「目的論」そのものの「自然史」としての位置づけも再考を要求されていると考える。「自然」そのものの「歴史」のうち「目的」を設定すべきではないかという問題意識からである。これは強いていうならば、「目的論」の3つの系列の「構造」に基づく展開であるといえよう。

### (1) 人間と自然との社会的物質代謝の様式史としての「人間の歴史」

「問題」の構造を吟味する前にまず、人間の「社会」についての基本的な視点が確認されていなければならない。

まず、「人間と自然とのあいだにおける物質代謝の一般的な条件であり、人間生活の永遠の自然的条件であり、…人間生活の総ての社会形態に等しく共通なもの」として「諸使用価値を生産するための合目的的活動」としての「労働過程」を「社会」を考える際の基礎として確認しておく必要がある<sup>7)</sup>。この「労働は、まず第一に人間と自然との一過程である。この過程で人間は自分と自然との物質代謝を自分自身の行為によって媒介し、規制し、制御するのである。」<sup>8)</sup>「ここで銘記すべきことは、『人間と自然のあいだの物質代謝』が労働手段を媒介として労働の規制のもとにおかれているという点であり、このことが他の生物と人間とを区別している。」<sup>9)</sup>

これを、もう少し自然科学に引きつけた形で述べると次のようになる。

「人間は、自然の発展過程において発生した生物の進化過程で出現した生物の一種族である。いっさいの生物がそうであるように、人間もまた、たえず自然環境に働きかけ、これを制御し、物質代謝を行ないつづけることなしには存続できない。」<sup>10)</sup>「いずれの生物でも、自らの系(system)を維持していくためには、外的環境を程度の差こそあれ、自らの系の均衡を保つために、制御(control)できなければならない。そのために、生物は、単に外的環境から働きを受けるだけでなく、能動的に外的環境に働きかける。この能動的な外的環境こそ、生物存続の条件である。」<sup>9)</sup>

しかし、「人間は、この制御活動を、他の生物と決定的に異なる仕方で行なうことによって、外的環境に対する制御能力を著しく高めてきた。外的環境に対する人間の制御活動の特徴は、(1)意識的活動であること、(2)生得的な器官によるだけでなく、自らが変形させた自然(生産用具)をもちいての活動であること、(3)個人的、孤立的な活動だけでなく、社会的な協働的活動であることにある。」<sup>9)</sup>「人間の生産力が上昇していくにつれて、人間の自然制御能力はしだいに局所的なものから、大局的なものになってきている。自然制御が大局的になるというのは、人間の自然に対する働きかけの能力が増していくにつれて、人間が自然を変化させる範囲が、空間的にも時間的にも広がってきたということである。」<sup>9)</sup>

しかも、この「社会的物質代謝」は、資本主義社会に至って「巨大化」しており、「自然的な物質循環」とは質的に、明確に異なっている<sup>10)</sup>

そして、この「巨大化」を為しとげた「資本主義的生産」は、「第一に、資源問題を人類史的

にも新たな段階に引き上げる。」ここには、「資本の偉大な文明化作用」がある。

しかし、「第二に資源の多面的な開発・利用が資本の利潤追及の手段としておこなわれるために、それによる大きな制約とゆがみを余儀なくされる。」

「資本主義的生産」には、この二つの側面があることを押さえておかなければならない。<sup>10)</sup> このような「現代資本主義がもたらした生産力の巨大化」は、「巨大独占体による資源の占有、収奪にもとづく資源浪費の技術と資本蓄積のうえに築かれたものである。」それは、資源の「[枯渇]危機を呼び起すとともに、他方では公害・自然破壊を大規模に引き起し、人間と自然との物質代謝の大規模な攪乱という事態を生ぜしめている」わけである<sup>10)</sup>

この場合、大野陽朗氏は[枯渇]よりも先に、環境限界がおとずれる方が早いと指摘しており、この主張が正しい場合には、物質代謝の攪乱に基づく「環境限界」による危機がまず、訪れることとなる。<sup>11)</sup>

## (2) 「物質代謝」への「問い直し」：「三系列層構造」に基づく見方

### [A] 「三系列層構造」に基づく「三次系列」についての見方と課題

マルクスには、「物質代謝」に関して三種類の概念があり、それを「自然の階層性」という点から吉田文和氏は次のように分析している。<sup>12)</sup>

①「化学変化を示す物質代謝は化学的運動形態であり、三者のうちでは、最も低次なものである。」(引用者註：無機ないし主系列段階)

②「人間が自然から物質を取得し生産・消費の廃棄物を自然に排出することを示す[人間と自然のあいだの物質代謝]は、人間の生命の基本的条件」である。(引用者註：二次系列段階)

③「商品の交換、使用価値の転換を示す社会的物質代謝(質料転換)は、人間の社会生活の不可欠な条件である。」(引用者註：三次系列)

資本主義社会においては、その「社会的物質代謝」=「商品交換」は「資本」を媒介として実行される。つまり、「人間と自然のあいだの物質代謝」が「資本の形態転換、質料転換、資本の再生産としてあらわれる」わけである。「この場合、大きくみれば、人間が労働によって自然から物質を取りだし、生産、消費の廃棄物を自然にもどすことが、[人間と自然のあいだの物質代謝]であり、よりくわしくみると、生産と消費の各段階において、化学変化としての物質変化をふくんでいる。」<sup>12)</sup>つまり、「系列」という言葉でいいかえると、それらの「物質代謝」の背後に主・二次系列としての背後が存在していることになる。故に、「労働による[人間と自然のあいだの物質代謝]の[媒介、規制、制御]という視点から必然的に導き出される結論は、この物質代謝が自然法則と社会からの二重の性格規定をうけとるということである。」<sup>12)</sup>

田中氏のいう意味での「社会」を、「生物」と対等な意味での系列であると称するためには、そもそも「系列」そのものに対する反省がまず、必要となろう。

最初に、とりわけて「二次(生物)の「系列」としての安定性と、それが安定である根拠が問われることになる。この「二次」との連続性によって「三次」の「系列」としての対等性が評価されることになる。

「二次系列」の安定的存在の根拠を知るためには、その「系列」としての「生成過程時」の分析も必要である。この場合、その「系列」としての生成過程時に、独立栄養生物が生まれた、と

いうことを問題にする必要がある。これはまさに「生命の起源」の問題でもあり、「二次」は明らかに「系列」としての安定性の危機を乗り越えてきている。「三次系列」の「系列」としての安定性と、その根拠もこれらの延長上でとらえていかなければならないだろう。

この上で、三次に関しても、それを「系列」と称しながらも「二次」とは異なるとするためには、その異質性についての分析が必要となる。このためには「社会的物質代謝」の「二次」との「異質性」に対する自然科学としての評価が必要となる。ここでは、物質循環の著しい「肥大化」に対する質的・量的評価に加えて、いわゆる「階層間」の著しくまたがった「効果」の波及性などについても考えていく必要があるだろう。これらは、自然が本来もっているものの著しく展開したものであるにすぎないと同時に、また「異質性」もそこには存在している。

田中氏は「人間社会」の著しい特徴として「情報」、「作用の局所性と効果の広域性」、「目的意識性」の三つをあげている<sup>4)</sup>。自然の発展として、これらの特質を考えていくなれば、これらの基礎となる自然法則とともに、それらが形成されてきた宇宙進化史としての意味も考えなければならないだろう。[品川嘉也氏は「情報構造」(プリゴジヌの「散逸構造」と同じ<sup>13)</sup>)の発生を宇宙膨張に求めている。この上で「意識そのものが、宇宙の情報構造の一つであり、その情報構造(の一つとしての脳)が宇宙を認識している。意識とは宇宙の自己認識である」とも述べている。また、「自由」性の自然科学からみた根拠づけも試みている<sup>14)</sup>]

また、「人間と自然との社会的物質代謝」の「二次系列」としての基礎を探るためには、その「主系列」としての基礎の意味もまた、反省してみる必要がある。田中氏の「宇宙的規模の課題としての把握」は、「物質代謝」への「主系列」的基礎からの接近を意味している。

同様に「二次系列」の基礎としての「主系列」の意味を論ずることもできよう。このことは、「物質代謝」の物理的背景を問うことと同義であろう。この点に関しては、シュレディンガーの「予想」に反して、生物といえども熱力学の法則にそっていることがしめされている<sup>15)</sup>。しかし、また、無機的な自然界から見た場合、「生物」(二次系列)段階における物質およびエネルギー等の循環速度は著しく早められているという質的相違も有している。(その一例として、田中氏は、単位質量あたりの発熱量が、太陽に比較して生物の場合、百万倍も大きいことをしめしている<sup>4)</sup>)

にもかかわらず「二次系列」からの接近は、現時点においては、「宇宙的」と称しうる段階ではないと考える。

主系列に関していえば、例えば「物理学」はそれ自身「宇宙的」であり、「進化」の方向性を科学として論じうる。しかし、「宇宙生物学」は主張はされているが、いまだ確立している段階とはいえないだろう<sup>16)</sup>。他の宇宙生命体との比較によって、「人間」そのものの在り方を客観化しうる段階には至っていない。このことは、生物に関する「進化」の方向性を現状では規定しえないことを意味している。(この意味において、「自己運動」としての後述するような「自己家畜化」のあるべき方向性を規定することはむずかしい。)

当面の課題に即していうならば、社会的物質代謝の社会的「制御」の必要性という課題は社会科学として提起しうるのであろうが、しかし、主系列・二次系列とのかかわりにおいて、社会的に何をしていくべきなのかの方向性は現実には見い出されていない、と言えるわけである。(田中氏の「ソフトマテリアルパス」<sup>4)</sup>：「二次系列依存文明」は原理的に可能な一つの方向性をしめしたところに意義があろう。その可能性が現実的であるかどうかは別問題としてある。)

遠い将来、「生物」のみならず、「社会」についての科学も「宇宙的」なものになることがあるかも知れない。そのような時には、光合成、化石燃料の存在、その解放時期、物質循環の長期的維持といったようなことが、普遍的な知的生命体の惑星における進化過程一般の問題として吟味されることになろう。

また、自然科学的な視点から「人間と自然との社会的物質代謝」の様式の歴史としての『人間の歴史』に対する評価も必要であると考えている。「現代」が何であるかを見るためには、「歴史」の中に位置付けてとらえなければならない。しかし、自然科学からそれを見る時、従前の社会科学からの「時代区分」と同じようになるとは限らないであろう。そこに自然科学としての独自性と意義があるはずである。

河宮信郎氏は「エントロピー代謝という視点から定常系・循環系を考察することが基本に据えられるべきであろう」として「地球システムの共時的構造は、物理的（無機的）自然・生態的（有機的）・人類的（社会的）自然のエントロピー代謝系としての入れ子構造であり、その…入れ子構造の歴史的成立と時間的変遷が化学進化、生物進化、人類進化に他ならない」としている。<sup>17)</sup> 吉岡齊氏は、この河宮氏の主張の基になっている穂田敦氏の理論を「開放定常系の階層構造モデル」と呼んでいる。これは「地球—生命系—人間社会という三つの階層をまとめて扱った議論」となる。（ただし、吉岡氏は「階層構造モデルを完結させるためには、膨張宇宙—太陽・地球・宇宙空間系—地球大気—生命系—人間社会の五階層モデルを立てるほうが正しい」と穂田氏を批判している。<sup>18)</sup>

吉岡氏の主張の前三者を「主系列」のうちに組み込むならば、これらの主張は、「三系列墨層構造」としての見方の「開放定常系の構造」という側面への投影とみることが可能であろう。しかし「系列」というものは、「開放定常系」（「散逸構造」）によっては把握しきれない豊富な内容をもっており、両者を同等なものとする見方は一面性を生むだろう。<sup>19)</sup> 「社会的物質代謝」を「自然」と「社会」との「二重の性格」をもつものとして考察すべきことは、強調されることが多いのだが、その「構造」の性格にまで立ち入って吟味することが要求されつつある。

#### [B] 「三系列墨層構造」を自然史の産物として把握する『歴史科学』という見方

前述までの「三系列墨層構造」を自然の歴史的過程の産物として見ることによって、「社会」についての科学を『歴史科学』として考察するという課題としてとらえていく。ここでは、この『歴史科学』としての意味を、自然の全歴史の発展において「自然の構造」を背後にもつものとして「社会」をとらえるという意味において使用するわけである。自然の発展として、「三系列墨層構造」において「人間と自然との社会的物質代謝」（とその様式史としての「人間の歴史」）を分析すると、そこには、「系列」としての自己の確立という課題も問われつつあると考える。（後述）

「三次」を特徴づける「社会的物質代謝」の課題を3つの系列の構造に基づいて整理してみると、例えば、次のようなものを挙げるができる。

(1) 主系列としてのエネルギー・エントロピー流（熱力学的側面）：「社会的物質代謝」の基礎としての「主系列」

(a) 主から2次への進化過程：熱力学からみた生命の起源論・進化<sup>20)</sup>



質的：「自己家畜化」（進化）の方向性をどのように考えるべきか

量的：主・三次とのかかわりにおける人口問題

\*ここでの課題は、人間の進化の方向性を意識的に把握するという課題を提起している。

(3) 三次系列—「資本」がもつ自己矛盾性

\*当面の社会的生産様式の提起する課題である。

ここでは、とりわけて(1)と(2)とにかかわって課題を提起しておこう。

(1) にかかわって

「人間と自然との物質代謝」の「社会的分業」を媒介としての実施と、その様式変遷史として「人間の歴史」に、「三系列層構造」の視点に基づく分析のとりわけ「主系列」（熱力学等）の背後からの接近は、どのような課題を提起するであろうか。

「商品体は、二つの要素の結合物、自然素材と労働との結合物である。」そこでの「労働は、それによって生産される使用価値の、素材的富の父であり、土地は母である」とよく言われる？

ここにもあるように、「物質代謝」には二つの要素が必要であり、「母」としての自然そのものも、そこでは忘れることができない。

従前は比較的「労働」そのものが強調されてきたように思われる。これは、人間の能動的な「技術」等の行為に積極的な意味をみいだしていくものであり、この強調は忘れてはならない。「自然」の存在はある意味であたり前であり、「労働」の基礎をなすものとして、それ自身の「限界」などということをして「課題」とするような生産力水準ではなかったからである。自然の大きな枠組みそのものを意識せざるを得ないようになったのは、資本主義的生産の「巨大」な発展があればこそである。この意味では、物質代謝の一つの要素である「自然」の意味が課題となるということは、すぐれて歴史的な問題であることがわかる。

増殖する価値としての「資本」、この背後にあるのは人間の目的意識的労働行為であり、それはあらたな価値増殖を行なっている。これは、社会総体として見た場合、その労働行為を行なり主体の再生産のための価値消費を差し引いても、なおかつ剰余が発生するということである。この剰余は現代において「資本」として機能している。これらは社会科学上での考察である。

この増殖の根拠はどこにあるのだろうか。ここでは、その主系列的意味を探ってみたい。主系列からみた価値増殖の根拠は、「系」外から流入していると考えなければ説明がつかない。人間の労働行為といえども、「無」からエネルギーを作り出すことはできない。主系列的背後から、「物質代謝」を考察するならば、それらのエネルギー的根拠が「太陽エネルギー」にあることは自明であろう。そのエネルギーの「固定化」としての「農業・林業」によって「物質代謝」は、長い間維持・発展してきた。それが、一定の発展段階に達した時に、はじめて人口の一定部分を直接的な生産活動とは異なる部門に配置していくことが徐々に可能となっていく。これは歴史的には、狩猟・採集であったし、農業の発生は、その固定化を意識的にコントロールする方法を確立させていき、固定化の規模と量は増大していった<sup>22)</sup>

この「固定化」と、その人間社会での「富」（資本主義社会では商品）としての発現のためには、「労働行為」を必要とする。この固定化の量に大きく規定されながら、人口を含めた生産力水準が大きく平均としては規定されている。（個々の領域では「略奪」等の移動によって変動

に富む。)このような位置づけからみると「近代」としての「産業革命」の基礎には周知のように「農業革命」が位置づいていたことになる。<sup>23)</sup>

この農業の発達の時代表分も、主系列サイドから行なうならば、例えば、農業の発展は、その発生期を別として、農耕面積である外延量の拡大期間と、その外延量の拡大が限界に達することによる単位面積あたりの収量の技術である内包量の深化期間とに大きく区分するという考え方もできる。この「外延拡大期間」と、「内包深化期間」とを区分することによって、中世の都市・農業技術進歩を、それらが外延拡大限界に到達した後の内包深化期間に対応するということから説明しようという試みも存在している。このような位置づけからすると「中世」の部分は『人間の歴史』における典型となり、「産業革命期」は、化石燃料に依存していく特殊な時代である、ということになる。このような対応でうまく説明できるかどうかは別としても、もし、一般的なエネルギーの「固定化」の質的相違に基づく時代区分が可能であるとするならば、主系列に基づき宇宙一般に適用可能なため、外部エネルギーの固定化を必要とする「知的生命体一般の歴史」を概括していくこともやがては可能となろう。現状ではほど遠いが、『人間の歴史』は、このような構造的な見方をすることによって、始めて自然の構造をも包括する宇宙一般に普遍的な『歴史科学』に包摂されることとなる。(このような一般化が為された段階では、歴史教育の順序としては、例えば主系列的基礎の大枠から教えていくということも考えられる。)

「工業」は、この意味において発生以来、「固定化」されたエネルギーの「消費」(次の生産のための消費だが)によって維持されている部門であるといえよう。その「消費」を超える「固定化」の生産力によってこの活動は維持される。「産業革命」を準備する、この意味での基礎の一つとしては、「農業革命」が位置づけられる所以である。「農業革命」等をベースとして、主系列からみた「基礎」が形成されていく中で、「工業」はさらなる価値増殖をめざして自己拡大していく。「工業」の一定発展段階において、従前の「動力手段」(これらは基本的に、その時点での「エネルギー」に規定されている。：人間、家畜、水・風車、森林資源・炭)との葛藤が生じた。しかし、本来ならば、この「葛藤」の解決は、その時点での獲得可能なエネルギーの固定化に基づくならば、「技術水準」を超えては解きえないはずである。「無」からはエネルギーは生み出せないからである。あらたな「動力手段」の要求は、イギリスにおいては周知のように森林資源の枯渇という危機に際して、「化石燃料」(石炭)を使用するという打開策をみいだした。<sup>24)</sup>この「化石燃料」は過去の固定化されたエネルギー形態である。この過去形態のエネルギーの社会的物質代謝過程への投入は、「物質代謝」を維持するエネルギー総量を確実に増大させた。しかも、この化石燃料は、「石油」に象徴されるように、ごく僅かな「石油」によって、より多くの「石油」を掘りだしうるという性質をもっている。この観点から歴史を考察するとき、「近代」が動きはじめた時期における「化石燃料」とは、実は「固定化」の絶対量の飛躍的増大としての意味をもっていたのではないだろうか。人類は、一定生産力水準に達することによって、はじめて固定化の過去燃料に手を出すことができるようになった。ここでは、産業革命期における「石炭」産業の果たした役割、現代において石炭から石油への転換に基づく「固定化」流量の増大の20世紀後半の資本主義社会をささえるメカニズム等が分析課題となっている。

河宮氏は、「資本」としての活動の側面を無視してはいるが、主系列に基づく熱力学から分析をおこなって、「近代」が「石炭」という化石燃料に大きく規定され、「現代」が「石油」という化石燃料に大きく規定されていることを指摘している。(これと同じ論理で、未来が「分裂反

応」に基づく原子力に規定されるとはいえない。「原子力」には、そのような再生産構造がないからである。しかも、長期にわたって「放射能汚染」を防御していくエネルギーを考慮すると採算があわない。しかし、これも未来のエネルギーの先取りとしては産業として成立する。このように、考えると、現在は、一方において「化石燃料」としての「過去」と、「未来」との犠牲によって成立していることがわかる。)<sup>25)</sup>

## (2) にかかわって

以上の分析は、とりわけ、「主系列」からみた社会的物質代謝の分析であったが、また、次のように二次系列にかかわるものとして、小原秀雄氏は「自己家畜化」という課題を提起している。<sup>26)</sup>

「現在の人間は、いわゆる社会的文化的存在であるが、それは生物としてのヒトをうちに含んでいる。」この「生物でもある」ことは、「社会科学…ではとくに無視されがちであった。」これは、今までの言い方をするならば、「三次系列」の「二次系列」としての基礎を確認するということができよう。「三系列墨層構造」のとりわけ「二次」の局面を強調するわけである。

「他方最近では、自然科学の側から、社会的法則性を無視して[ヒト]を強調する傾向が生まれた。」しかし、「人類は、生物種ヒトとしての動物であるが、同時に動物から出発しながら他のあらゆる動物とは決定的に異なる人間」になっている。すなわち、「人間の起源とは、動物を含みながらの人間化の過程である」というわけである。すなわち、「二次系列」は「三次系列」を媒介として発現しているわけである。

つまり、「道具および生産物のすべても同様であるが、…経済社会の基本的法則性が働いていることは社会諸科学が明らかにしてきた」わけであるが、他方で「現代社会の構造を論ずる場合には自然を含めた構造的な見方をする必要がある」というわけである。

「人間は、自分たちの世界、——社会化された自然——をみずからの働きで作ってきた」のだが、「人間自身における社会化によって人間化した〔原自然〕的性質は、もともとは動物から引き継いだものである。」ここでの「社会化された自然」とは、「人間の社会的活動の対象となった自然である。この自然の社会化は、今日宇宙空間にまで拡大されている。」

この上で小原氏は「基本的には人類は歴史的に…自己発展の道を歩んで人間になった」として「それが人類の形質のうえで自己家畜化として現れている」と述べている。「生物の世界を規定する諸法則性が、人間化と生物界の社会化とを自己運動の結果、生み出したのである。」

「〔自己〕家畜化の論理」で、小原氏が提起した「根源的問題」は「人間が作り出す世界と人間自身とが相互に規定され統一された存在である」ということである。これは「自己運動」、「自己発展」の「社会」にかかわる二次系列という局面上での現れということになる。小原氏は、これによって、「人間の出現以来、自然史は社会史を含み、社会史は自然史を含んで発展」しているのだが、「20世紀において、このありかたが具体的に人類の課題」となりつつあることを問題提起している。<sup>29)</sup>（ただし、この方向性を規定することは、自己発展する系であるだけに難しいだろう。）

これらの物質代謝の主および二次系列としての背後の分析視角からの接近が、科学教育として「物質代謝とその攪乱」の問題を考察していく場合の接近方法の特徴づけるものであろう。「構造」の総体をとらえることなしに、「社会科学」の問題領域に科学教育が飛躍しても、真にその

課題を科学として分析していく能力を学校教育において創造していくことはできないだろう。ここには科学教育の接近方法の特殊性と、それに基づく意義と限界があるということになる。このことが正しく押さえられていなければ、科学教育は、「課題」の危機性・緊急性によって解体されることとなる。

### 〔C〕「社会的物質代謝」を何を指標として「測度化」すべきか

このような「三系列構造」として「人間と自然との社会的物質代謝」を構造的に考察すると、その「社会的物質代謝」を何を指標として「測度化」すべきかという課題にも示唆を与えることができる。

「社会的物質代謝」は、「主体」と「客体」と、両者の相互作用としての「労働力」の3つの要素が組み合わさったものであるから、その総体について評価しえるような指標が必要である。このような構造をもった全体を、単一の指標をもって「測度化」することは困難なことではあるが、抽出された指標がどの一面を反映したものであるかを押さえるためにも、構造が規定されておかなければならない。

「物質代謝」の「測度化」は、まず「物質代謝」そのものの自然科学的な基礎づけの上に「測度化」が計られなければならない。この「主系列」的な基礎からの「測度」としては、動的な定常構造を特徴づける非線形・非平衡熱力学等に基づいて、例えば、物質循環量、循環速度、エネルギー・エントロピー生成および流量といったものが考えられる。これらの指標が根拠あるものとして示されていくためには、動的な定常構造に関する学問のさらなる発展を待つより仕方がないであろう。田中氏は抽象的な形ではあるが、「運動度」という測度をもって「系列」間の比較を行なっている<sup>4)</sup>

また、「エントロピー学会」を中心に前述の「開放定常系の階層構造」論が槌田敦氏を中心に展開され、「水」の果たす役割などを量的に評価しようとする動きなどが出てきている。「開放定常系の階層構造」論は、今後このような量的な評価の方向性がさらに進んでいかないと、単なる解釈体系に終わる可能性があらう<sup>27)</sup> この意味では、「エントロピー学会」に対しては「開放系」への古典熱力学の限界を超えた適用という批判があるが、むしろ、いまだ「開放系」を語る学問の不充分さに基づく、自然科学的基礎づけの「脆弱」さを指摘した方が妥当であると考ええる。(「ニューサイエンス」の語る「近代科学批判」をどのように捉えるか、という問題を考える時にも、同様な視点が必要であると考え<sup>28)</sup>)

「構造」に基づく視点から「物質代謝」を評価する場合、同様にして、「二次系列」的側面からの「測度化」も考えられる。「主系列」では無機的な側面への投影された姿においてしか「物質代謝」は把握されていないが、その「物質代謝」は本来、「二次」を特徴づけているものである。(「主系列」的基礎は大枠は規定しており、「測度」が粗すぎるという難点がある。)この「二次」の「評価」としては、「生物の物質代謝」に対する指標が転用しうるだろう。前述の農業規模の「外延」、「内包」という諸量も、「固定化」エネルギーの流量の評価にかかわるものである。(釧路分校の高嶋幸男研究室では、当時の「生産量」に着目しての縄文・弥生時代の教材化も試みている。)また、二重の生産活動に基づく「個」と「類」との生産は、その生産量・速度によって「測度化」しうる。その一つの指標は具体的には、「人口」という形で現れる。ちなみに、その大きさは、その「人口」に付属した物質代謝にかかわる基礎物資によっても、その側面に投影された限りの「測度化」がなしうるであろう。狩猟・農業生産量等によって人口量を推定す

るなどがこれにあたる<sup>29)</sup>。このような「量的測度」にかかわる「教材化」としては、板倉聖宣氏が、「人口」という指標に着目しての「授業書」化を試みている<sup>30)</sup>（物質代謝の規模と、人口数との対応関係は現代のように人口を意識的にコントロールしはじめると変化してくる。）

「主」とも「二次」とも異なる「物質代謝」の社会的という側面に関する「測度化」はいかになされるべきであろうか。

ここでは、「物質代謝」を行なうべく取り結ばれた人間の諸関係そのものの緊密度が評価されなくてはならない。

かつて、「滅亡した動物種族の身体組織を認識するのに遺骨の構造がもつと同じ重要性を、労働諸手段の遺物は滅亡した経済的社会構成体を判断する場合にもっている。なにがつけられるかではなく、どのようにして、どのような労働手段をもってつけられるかが、経済的諸時代を区別する。労働諸手段は、人間労働力の発達の測定器であるばかりでなく、労働がそこにおいて行なわれる社会的諸関係の指標でもある。」と述べられたことがあった<sup>4)</sup>。ここでの「労働諸手段」は、その自然への働きかけの水準の物的な対象的な現れにおいて、「測度化」を試みたものであるといえよう。「主」・「二次」からみたエネルギー・人口等は、この側面を評価することはできない。ただし、「主」・「二次」から見た時の「三次」の「異常さ」としては「測度化」はなしうるが、この時も前提となっているのは、それへ投影された側面に関してのみである。何をもって「社会」の「測度化」としうるかを考える場合には、その時代を特徴づける「物質代謝」の「構造」そのものの吟味が必要である。資本主義社会における「物質代謝」は、「資本」の生成・流通・形態転換として現れており、この側面での測度化は「経済」の分野に踏み込むこととなる。

これら三系列の各々の指標は、対象そのものが構造をもつように、互いに独立ではなく、単一の指標をもって、全てを評価するのは一面的であろう。

### (3) 「三系列層層構造」を踏まえた形での科学教育目的論の展開の必要性

今までの「三系列構造」の視点からするならば、例えば二次系列と比較して、三次系列は果して「系列」としての自己の確立と安定性を獲得しえているのであろうか？

地球的規模にまで拡大しつつある社会活動は、「系列」の維持にとつてなくてはならない地球そのものの「主系列」としての「代謝機構」を徐々にではあるが脅かしつつある。

このことに関して人類はいままで無自覚であることが可能であった。資本主義社会にまで至り、化石燃料を活用することによって人類の「物質代謝」は初めて、この課題に無自覚でいらなくなつた。この点では「二次」と同等な意味で「三次」の「系列」としての確立と安定性は獲得されているとは言えないのではないだろうか。「二次」の「系列」としての生成過程時に対応しているように思われる<sup>31)</sup>

「人間において極度に発展をとげた意識現象は、…物質系のもつ情動的連関…が極度に発展したものである。この結果、対象を認識し、この認識にもとづいて目的意識的に行動する人間が、この自然のなかに生まれるに至つたのである。別の言い方をすれば、自然は遂に人間を生むことによって、人間を通じて自然が自分自身を認識し、自然の発展のなかに目的意識性が生まれるに至つたのである。」<sup>32)</sup>つまり、「認識」という行為そのものも、「自己組織」される「散逸構

造」のひとつの形態として把握していくことが示唆されるわけである<sup>33)</sup> これは「自然」の「自己認識」、「自己運動」にあたり、わずか数 10 cm 立方の脳髄の内にマクロからミクロまでの法則性を反映するという、「認識」行為そのものを自然科学の対象とする可能性へ道を開くものであろう。(ちなみに「自己言及」は「矛盾」につながっており、自己認識の内容そのものである「科学」の性格を、ここから考察してみるという課題もありえるだろう<sup>34)</sup>)

ここでは「人間は、自然のあらゆる質を次第に認識していくことができ、かつその結果にもとづいて自然の質のすべての系列に働きかけ、これを変えていくことができる。」この働きかけが可能であるという物理的根拠も、また、自然を脳髄のうちに反映することが可能であるということと同じく自然のうちに存在していると考えざるをえない。

「これを自然の発展という面からみれば、自然のあらゆる質は人間を通して互いに連関し合うことができるようになったといつてよいであろう。自然は人間の存在を通してその相互連関性を一層飛躍させたのである。」<sup>32)</sup>

「自然は半永遠ともいうべききわめて長い時間を経て、今日人間を生むに至った。それは非重粒子的自然、重粒子的自然、生物の側鎖（系列）の誕生を経てようやく到達した長い歴史的過程である。この自然の歴史は、物質の相互連関性が次第に高まり物質の反応性が一層強まってく歴史でもあった。」<sup>32)</sup> この延長上に「目的意識性」もとらえられるわけである。

「科学教育目的論」は、自然の歴史的過程に位置づけた上で規定をしなければ、その「目的」に基づく科学教育は真の「解決」のための手がかりとならない。「系列」としての社会の安定的生成という課題が問われつつあると考えると、「目的」そのものを三つの「系列」の発展（自然史）の現段階における課題と結びつけた形で論じる面をもっていなければならないのではないだろうか。何を科学教育の「目的」とするかを決定すること事態が、自然の構造のうちに求められなければならないと考えるからである。

このように考えると「天体の有限性がそこに生存する知的存在の以後の発展に対する絶対的障壁のごとく現れたとき、知的存在は、初めてその無限の発展のためになすべき課題に具体的に直面したのである」ということになる<sup>4)</sup>

この課題は、長い宇宙進化・地球進化・生物進化の過程を経た上での、「進化」そのものの方向性をも自らの意識に基づいた上で自己選択・コントロールするという機能をもつ物質系の生成ということを含んでいる。

#### [註]

- 1) 拙稿「教授学方法論についての覚え書き」(II)『釧路論集』1984年12月
- 2) 岩田好宏「自然科学教育を問い直す」『教育』1984年7月号
- 3) 普松仁郎「生きものを教える」(生物教育の転回軸)“巨大な自然力と化した人間社会”農文協1987年、他に戸石四郎編『科学の教室』(自然と人間)新生出版1987年等もある。栽培植物としての作物・家畜や、サルからヒトへ等の教材を扱ったものは他に多数ある。『教授学の探究』5号(1987年)においても、松井愈氏の「教育に地球科学的アプローチを——地球と人間をとらえなおすために——」という問題提起が為されている。
- 4) 田中一『未来への仮説』培風館 1985年
- 5) 芝田進午『人間性と人格の理論』青木書店 1961年 p. 23, 24
- 6) 平野喜一郎『社会科学の生誕』大月書店 1981年
- 7) K. マルクス「労働過程」『資本論』第1巻・第3編 新日本出版社 p. 304, 314

- 8) 吉田文和『環境と技術の経済学』第2章「人間と自然とのあいだの物質代謝」青木書店 1980年 p.44
- 9) 置塩信雄『現代資本主義と経済学』岩波書店 1986年「経済学の課題と方法」,『現代資本主義と自然制御能力』p.2,132
- 10) 北条豊「技術論論争」『現代経済学論争』所収 青木書店 1981年
- 11) 大野陽朗「エネルギーと地球」(1982年)『ことば・人間・宇宙』所収 1987年 北海道アジア・アフリカ・ラテンアメリカ連帯委員会発行
- 12) 吉田文和 前掲『環境と技術の経済学』“マルクスの物質代謝(Stoffwechsel)論”
- 13) I. プリゴジヌ他『散逸構造』岩波書店 1980年
- 14) 品川嘉也『意識と脳』紀伊国屋書店 1982年 p.148
- 15) I. プリゴジヌ/I. スタンジュール『混沌から秩序へ』みすず書房 1987年
- 16) 「宇宙生物学」に関係する本は、最近多く出版されるようになってきている。例えば清水幹夫『宇宙の生命』共立出版 1985年, 数理科学『宇宙生命をさぐる』(人類誕生をさぐる)1987年11月号等がある。
- 17) 河宮信郎「物理的自然・生態的自然・人類的自然」エントロピー読本III『エコロジーとエントロピー』所収 日本評論社 1986年
- 18) 吉岡斉「科学史家からみたエントロピー学」前掲『エコロジーとエントロピー』所収/樋田教『資源物理学入門』日本放送出版協会 1982年
- 19) 企業の「適応戦略」を含めた諸活動を、「熱力学の層」(企業とエントロピー)、「ニッチの層」(企業のすみわけ)等から「重層的に把握することを提案したものもある。西山賢一『企業の適応戦略』中公新書 1985年
- 20) M. アイゲン『自然と遊戯』東京化学同人 1981年
- 21) 生産に対して、「消費」にも着目していく必要がある。石沢清史『ガボロジー』星雲社 1983年, エントロピー読本(IV)『ガボロジーとエントロピー』日本評論社 1987年
- 22) 杉本大一郎『エントロピー入門』(地球・情報・社会への適用)第4章 経済活動とエントロピー 中公新書 1985年
- 23) 飯沼二郎『農業革命』未来社 1968年/内田星美他編『産業革命の展開』有斐閣 1981年/リン・ホワイトJr『中世の技術と社会変動』思索社 1985年等
- 24) 若林洋夫は、「産業資本主義確立期におけるイギリス石炭鉱業」の「基幹産業としての評価は確立していないのではないか」という問題意識から、史的分析を試みている。『イギリス石炭鉱業の史的分析』有斐閣 1985年
- 25) 河宮信郎『エントロピーと工業化社会の選択』海鳴社 1983年,「産業社会と地域システム」『エントロピー』所収 朝倉書店 1985年
- 26) 小原秀雄『エントロピー読本II』所収 1986年 日本評論社,「熱学系としての経済システム」『人[ヒト]に成る』「新たな人間学への覚え書」大月書店 1985年
- 27) 田井慎吾『水のエントロピー学』海鳴社 1985年/『科学』1985年4月号 特集「エントロピーと地球」岩波書店
- 28) 新日本出版社編集部編『ニューサイエンス——科学と神秘主義——』新日本出版社 1987年/例えば「決定論」について考えるならば、藤井陽一郎氏はカオス・フラクタル等が提起する「非決定性」の議論に対して、いわゆる「弁証法的決定論」を対置している。氏の立論は、浅田彰氏の「科学論」への批判としては理解できるが、「統計的性格」とは異なる、例えば「量子力学」の観測問題における偶然性の問題は「弁証法的決定論」を豊富化していく萌芽を含んでいると考えられる。カオス・フラクタル等が提起するカタストロフにおける「偶然性」の発現にも、そのような考察を行なっていく必要はないのだろうか。もちろん、そのこととニューサイエンス等の「科学論」とは区分して論じていかなければならないことは言うまでもない。藤井陽一郎「科学における決定論と弁証法的決定論——浅田彰その他の『科学的方法とは何か』批判——」『科学と思想』1988年1月 No.67 特集“ニューサイエンスとその周辺”所収 新日本出版社

- 29) 例えば、赤沢威『狩猟採集の考古学』海鳴社 1983年、佐原真 大系『日本の歴史』1巻・日本の歴史“山の幸・海の幸”小学館 1987年
- 30) 板倉聖宣『日本歴史入門』仮説社 1984年、『社会についての見方・考え方』仮説社 1986年
- 31) 拙稿「[どのような科学観、世界観を構築するのか]を含む[科学教育目的論]の議論を」『北海道の教育』1985年
- 32) 田中一『夜空の星はなぜ見える』「自然」北大図書刊行会 1973年
- 33) 清水博『生命システムと情報』1987年 日本放送出版協会、『生命を捉えなおす：生きている状態とは何か』中公新書 1983年
- 34) 横田正一・他『ゲーデルの世界』海鳴社 1985年