

現代科学と弁証法 川崎 健 (海洋学)

I 科学 (science) は科学者の価値判断 (value judgment) から中立 (neutral) なのか？

この問題についての論争が、2011 年以来、日本科学者会議 (JSA) の機関誌「日本の科学者」の誌上で行われている。この命題は、唯物論哲学の根本命題の一つである。

議論のあらましを紹介する。

(1) 科学は価値中立的でないとする見解 (宗川吉汪・鯨坂 真)

- 科学を没価値とするのが、中立説である。中立説は、権力者にとって好都合である。権力者は安心して科学と科学者を自分たちの手に囲い込む。価値中立説は、科学を権力者に渡す仕掛けである。(宗川：福島原発災害と科学者、日本の科学者 2013 年 1 月号)
- 事実認識と価値評価の間には絶対的壁はない。価値判断は事実認識の道案内をし、科学の研究・利用は、階級性と無縁ではない。両者は絡み合い、相互移行する。(鯨坂：事実認識と価値判断の問題、2013 年 7 月号)
- 価値中立説は、科学が人間活動の一環であることを忘れ、科学を真理として神棚に祭る。科学価値中立説の哲学的あやまりは、事実と価値の相互浸透を理解できないことである。(宗川：科学の価値中立説は正しいか、2014 年 1 月号)
- 中立説は、科学を権力の手にゆだねる。(宗川：「科学価値中立論者」に問う、2014 年 7 月号)

(2) 科学は価値中立的であるとする見解 (池内 了・嶋田一郎・北村 実)

- 科学の価値中立性と科学者の社会的責任を論ずる際の出発点は、真理と価値観を区別することである。(嶋田 真の学際性と新しい科学者の社会的責任 (2012 年 8 月号))
- 科学はコインの裏表と同じく、幸福と厄災の両面がある (池内 持続可能な社会への変革とともに、JSA 第19回総合学術集会予稿集 2012 年 9 月)



- 科学研究の没価値性・価値中立性を否定するのは、行き過ぎである。科学者は、自分の研究と応用に、責任をもたなくてはならない。(北村、科学の価値中立性と科学者の社会的責任、2014年4月号)
- (科学の価値中立性を認めないと、) 科学という共通の客観的土俵の上で権力側の科学者と闘うことができなくなる(嶋田 科学論に関わる専門家の本格的議論を 2014年5月号)。

(3) 物理学者菅野礼司による整理(科学の価値中立性について、2015年7月号)

これまでの議論には、「科学」と「技術」の社会的機能を混同して、科学を否定的に捉える傾向がある。自然科学には「知的欲求を満たす」機能と「知識の活用」の二つの機能がある。「科学の価値」には「理論的価値」と「利用価値」があり、区別すべきである。これまでの議論は、「利用価値」についてなされているように思える。

自然法則は人間の意識とは独立に存在するものであるから、科学理論は価値中立である。「利用価値」は両刃の剣であり、中立的である。価値中立説は科学を科学を権力の手に渡す仕掛けになったというが(宗川 2013)、論理の飛躍であり、納得できない。

## II 科学・価値・真理

以上の論議に共通しているのは、科学・価値・真理のそれぞれについての概念規定が整理されていないことである。この三者は、相互関連しており(相互浸透ではない)、相互関連の中で、理解しなければならない。

エンゲルス(1820-95)は、科学を労働として捉える。

“労働(手と言語諸器官と脳との協同)によって、人間はますます複雑になった作業を遂行する能力をもちえていった。狩猟と牧畜(筆者注:自然物採取)とに加えて農耕(注:農業)が現れ、紡績(注:製造業)などが登場し、最後に芸術・科学が現れた。これらすべては、頭脳の所産として現れた”(サルがヒトになることに労働はどう関与したか 自然の弁証法(抄) 秋間 実訳 新日本出版社 2000)。

イギリスの物理化学者 JD バナール(1901-1971)は、「科学は科学者の営為」である、という。(歴史における科学 鎮目恭夫訳 みすず書房 1967)

物理学者・哲学者の戸坂 潤(1900-45)は、「科学は、対象を反映する真理性と社会の生産力や生産関係によって規定されるイデオロギー性を持つ」という(科学論 1935)。



筆者の見解を示そう。まず、ここでいう科学とは、自然科学と明確に規定する。科学とは科学者の労働によって体系化された知識の総体であり、客体を認識する科学者の頭脳労働の所産である。

一方、科学的価値は科学者の主体的思考に基づく客体の判断基準である。社会学者の見田石介（1937～）は、価値とは「主体の欲求を満たす客体の性能であり、欲求に由来する主観的屬性である」という（価値意識の理論 弘文堂1966）。

以上述べたように、科学と価値は主体に関わるが、これに対して真理は労働や価値から独立した、客観的法則性であって、主体である科学者によって認識される対象である。科学者は、研究という労働によって相対的真理を認識し、頭脳に反映させる。研究方法が精緻化し、理論構成が体系化されるにしたがって、科学者は、主体から独立に客観的に存在する絶対的真理に接近していく。ある実験について複数の科学者による追試が同一の結果を得たとすれば、科学者は、絶対的真理すなわち客観的法則性に接近したことを意味する。

（相対的とは、時間や場所や観点によって異なること、絶対的とは、ほかに較べるものが存在しないこと、である）、

### Ⅲ 科学的真理は価値判断から中立である — 存在と意識との基

#### 本的な関係 —

マルクス（1818—1883）は、論理学に関する著書をこそ書き残さなかったけれども、「資本論」という「論理学」を残した（レーニン：ヘーゲルの弁証法（論理学）の見取図 1919、「哲学ノート」 第二分冊 松村一人訳 岩波文庫1956）。マルクスは、ヘーゲル（1770—1831）のうちにあるすべての価値あるものを取り、それをいっそう発展させた。（哲学ノート）

レーニン（1870—1924）（唯物論と経験批判論、1909）によれば、“物質とは、意識とは独立に存在しながら人間の意識に反映される客観的実在である”（反映論）。

マルクスは、「『経済学批判』への序言」の中で、次のように述べている。

“私の研究にとって導きの糸となった一般的結論。人間は、彼らの生活の社会的生産において、一定の、必然的な、彼らの意志から独立した諸関係に、すなわち、彼らの物質的生産諸力の一定の発展段階に対応する生産諸関係に入る。これらの生産諸関係の総体は、社会の経済的構造を形成する。これが実在的土台であり、その上に一つの法律的および政治的上部構造が立ち、そしてこの土



台に一定の社会的諸意識形態が対応する。物質的生活の生産様式が、社会的、政治的および精神的生活過程一般を制約する。

人間の意識が彼らの存在を規定するのではなく、逆に彼らの社会的存在が彼らの意識を規定するのである。

社会の物質的生産諸力は、その発展のある段階で、それらがそれまでその内部で運動してきた既存の生産諸関係と矛盾するようになる。これらの諸関係は、生産諸力の発展諸形態からその桎梏に一変する。その時に、社会革命の時期が始まる。“

マルクスのこの短い文章の中に、自然と社会を含めたマルクスの唯物論哲学が凝縮されている。整理すると、次のようになる。

1. 人間の意識（価値判断）は、社会的存在（客観的事実）から独立で、後者によって規定され、その逆はない。意識（当為=Sollen）は事実（実在=Sein）の反映であって、一方向の関係であり、相互浸透はない。
2. 生産諸力と生産諸関係は社会の経済的構造（客観的実体）を形成し、これが実在的土台であり、これに意識形態が対応する。  
実在（事実）が意識（価値判断）を規定し、その逆はない。科学的真理は、価値判断から独立している。
3. 実在（経済構造）の中の内部矛盾、すなわち、生産力と生産関係の矛盾、はしだいに増大し、それを解決するために、社会革命が起こり、新しい経済構造に移行する。  
すなわち、量から質への転化である。

観念論や不可知論は、客観的実在が意識から独立していることを否定する。「科学的研究は人間の観察や実験を通じて人間の主体的行為として行われるものであるから、客観的実在が存在したとしても、それを知ることは不可能である」とする。

人間が認識を通して知るのは、相対的真理である。真理の認識のプロセスは螺旋状で、絶対的真理に接近する過程である。アインシュタインが1905年に発表した論文「動いている物体の電気力学」は、それまでの「時間」と「空間」の概念を根本的に変え、学界に衝撃を与えた。空間と時間は結合して四次元の世界をつくり、空間・時間は伸長・縮小する、という新しい物理的世界観を示した。

同じ対象について、複数の人が同じ方法で実験（観察）して、同一の結果が得られる場合には（再現性）、客観的真理に接近したことを意味する。こうして得られた相対的真理は、実験方法がより精緻になり、結果解釈の論理構成がよ



り緻密になるにつれて、絶対的真理に接近していく。

iPS 細胞についていえば、これは万能性を持った細胞であって、実際にこれから網膜細胞などが作製されれば、客観的真理の存在が証明されることになる。このような再現性が客観的真理の保証である。

物理学者の武谷三男（1911-2000）は、ニュートン（1642-1727）力学の形成や湯川秀樹（1907-1981）の中間子の発見などから、科学発展の道筋として

現象論的段階（現象の観察）



実体論的段階（物質的実体や構造の発見）



本質論的段階（本質的法則の発見）

の三段階論を提唱した（弁証法の諸問題、1948）。

武谷の「本質論段階」とは、どういうものなのか。科学発展に限界はない。物理的世界の認識は、ニュートン（1642-1727）の古典力学、プランクの量子論（1900）、アインシュタインの相対性理論（1905）へと高まってきたのである。

しかし、この過程は、絶対的真理への接近過程である。物理学の理論は、さらに発展していくであろう。

#### IV 唯物論的弁証法

（1）形而上学（metaphysics）は事物を、すべて切り離されていて、静止している、として捉えるのに対して、弁証法（dialectic）は、事物は、すべて関連し合い、変化し、運動していると考ええる。

マルクス以前に弁証法をもっとも包括的に述べたのは、ヘーゲルである。ヘーゲルの最大の功績は、弁証法的世界観を包括的に叙述したことである。しかし、ヘーゲルは観念論者であった。マルクスとエンゲルスは、その核心をつかみ、唯物論的に改造して、弁証法的唯物論を創り上げた。これを発展させたのが、レーニンである。

エンゲルスは、“弁証法の諸法則は、自然およ、び人間社会の歴史から抽出される”として、3法則を示した（弁証法、「自然の弁証法（抄）秋間 実訳 新日本出版社 2000」）。

##### 1. 量の質への急転およびその逆の急転



## 2. 対立物の相互浸透

## 3. 否定の否定

レーニンは、“世界のすべての過程を対立物の統一として認識する”と述べている（弁証法の問題によせて、哲学ノート 第二分冊 松村一人訳 岩波文庫 1956）。

### (2) 対立物の統一

マルクスは、もっとも単純なもの、もっとも普遍的なもの、もっとも大量なもの、から始めた。それが、資本論における商品の分析である。使用価値と価値の統一である。

商品は、使用価値と交換価値（価値）という二重性を持っている。価値は、抽象的人間労働の結晶である。性質の異なる2つの商品が交換されるのは、価値という等質な人間労働を含んでいるからである。

エンゲルスは、対立物の統一の例として、次のものを挙げている。

数学では、プラスとマイナス 微分と積分

物理学では、作用と反作用

生物学では、同化と異化

（反デューリング論）

### (3) 量から質への転化

対立物の統一の中で、すべての事物は、生成し、発展し、衰退し、消滅する。この過程で生ずるのが、量から質へ、質から量への転化である。

例として相転移（phase transition）を考えよう。

純水について： 1気圧の下で 沸点：100℃ 融点：0℃

液相状態の純水に熱を加えると（量）、エネルギーを獲得して水分子の活動がしだいに活発になり、沸点に達すると、気相に転移して水蒸気となる（質）。冷やすと（量）、エネルギーを放出して、水分子の活動がしだいに弱まり、融点に達すると静止して、固相に転移して氷となる（質）。

エンゲルスは、化学式を挙げる（反デューリング論）

CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	蟻酸	沸点 100℃	融点 1℃
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	酢酸	118℃	17℃



炭素原子1個という組成の質的な差異（変化）が、化合物の分子の性質の量的な差異（変化）をもたらす。

地震について、考えてみよう。：日本近海の地震は、海のプレートである太平洋プレート、フィリピン海プレートが。北米プレートやユーラシアプレートの方へ年当たり数cmの速度で動き、陸のプレートの下へ潜り込む。このとき、陸のプレートの端を引きずり込む。これが跳ね上がるのが、地震である。

ひずみが一定量貯まると、質的变化としての地震が発生する。

#### (4) 否定の否定

エンゲルスは、次のような例をあげている（反デューリング論）。

“オオムギの粒が正常な諸条件に出会えば、つまり、好都合な地面に落ちれば、熱と湿気に影響されて、独自の変化がそれに起きる。発芽する。穀粒はそれとしては消滅し、否定され、それに代わって、その穀粒から生じた植物が、穀粒の否定が、現れる。”

“地質学の全体は、否定された否定の一連列である。古い岩石層の破壊と新しい岩石層の堆積が次々と起こってくる一連列である。”

“数学：  $a$  を否定すれば  $-a$  ,  $-a$  と  $-a$  でこの否定を否定すると  $a^2$  となり、否定された  $+a$  が得られる。  $a^2$  は2つの平方根  $+a$  と  $-a$  を持つ

#### (5) 全体と部分 :

ヘーゲルは、小論理学の中で、次のように述べている。

“全体と部分（*das Ganze und die Teile*） *whole and part*

内容は全体であり、自らの対立者である諸部分（形式）から成っている。諸部分は相互に異なっていて、独立的なものである。しかし、それらは相互の同一関係においてのみ、すなわち、それらが総括されて全体を形成する限りにおいてのみ、諸部分である。しかし、総括は部分の反対であり、否定である。”

海水（*sea water*）を例に挙げよう。

海水の物理的3要素は、STD という測器によって得られる観測値としての、S（*salinity* 塩分）、T（*temperature* 水温）、D（*depth* 水深）である。水深というのは水圧 P（*water pressure*）の代理指標（*proxy*）で、水深が10m増すごとに、1気圧増加する。この3つの要素（部分）によって、海水の密度  $\sigma_t$ （全体）が決まる。密度というのは、体積あたりの質量のことである。

密度の変化によって、運動が起こる。

S,T,P が部分であって互いに独立であり、全体としての密度を構成する。



## 海水の運動の例 熱塩循環 thermohaline circulation (図1)

メキシコ湾流から派生した暖水が、北大西洋北部に流れ込む。ここで海面が冷やされ (T の低下)、また結氷によって海水の塩分 (S) が上昇し、密度が高まる。この海水は沈降するが、それとともに水圧 (P) が高くなり、密度はさらに高くなって、NADW (North Atlantic Deep Water 北太平洋 深層水) が形成される。量から質への変化である。

NADW は大西洋西岸沿いに南下して、インド洋および太平洋に入って、北上して、世界の深層を循環する。循環中に周りの海水と接触してしだいに T が上がり、S が高くなって密度が低くなり、北太平洋北部とインド洋北部の表層へ向かって湧昇し始める。湧昇すると水圧が低くなるので、さらに密度が低くなって浮き上がり、表層水となる。量から質への変化である。深層水は否定され、この表層水は北大西洋北部の出発点に戻る。太平洋からインド洋に出る経路は、NEC (North Equatorial Current, 北赤道海流) からフィリピンの東側を通り、ボルネオ島とセレベス島の間を南下して、ジャワ島の東からインド洋に出る ITF (Indonesian Throughflow インドネシア通過流) である。

北大西洋北部で表層水が再び否定されて、深層水となり、次の循環に移る。(否定の否定)。

### (6) 世界認識発展の典型例としての物理学理論の発展

相対性理論 (参考: 佐藤勝彦 「アインシュタイン 相対性理論」NHK 出版 2014)

アインシュタインは 1905 年に「動いている物体の電気力学」という論文を書いて、物理学界を震撼させた。アインシュタイン以前の物理学では、時間 (time) と空間 (space) は、たがいに独立なものと考えられていた。アインシュタインは、この考え方をひっくり返して、時間と空間は結びついていることを示したのである。彼は、時空 (space-time) という四次元世界 (four-dimensional world) の概念を提出したのである。物理的世界についての人間の認識は、「時間と空間は互いに独立」という段階から、「時間と空間は結びついている」という段階に高められたのである。

弁証法的にいうと、世界という[全体]は、時間と空間という[部分] (対立物) から成っていて、世界はこの二つの対立物が統一されたものである。

さらにアインシュタインは、「時間および空間の相対性」、「質量と速度の関係」、「エネルギーと質量の同一性」、「加速度運動と重力の同一性」などを理論的に明らかにし、原子核分裂の発見に導いた。

つまり、古典力学が到達した相対的真理は、相対性理論によって高められ、



絶対的真理に接近したのである。

## V レジームシフト理論の成立と弁証法

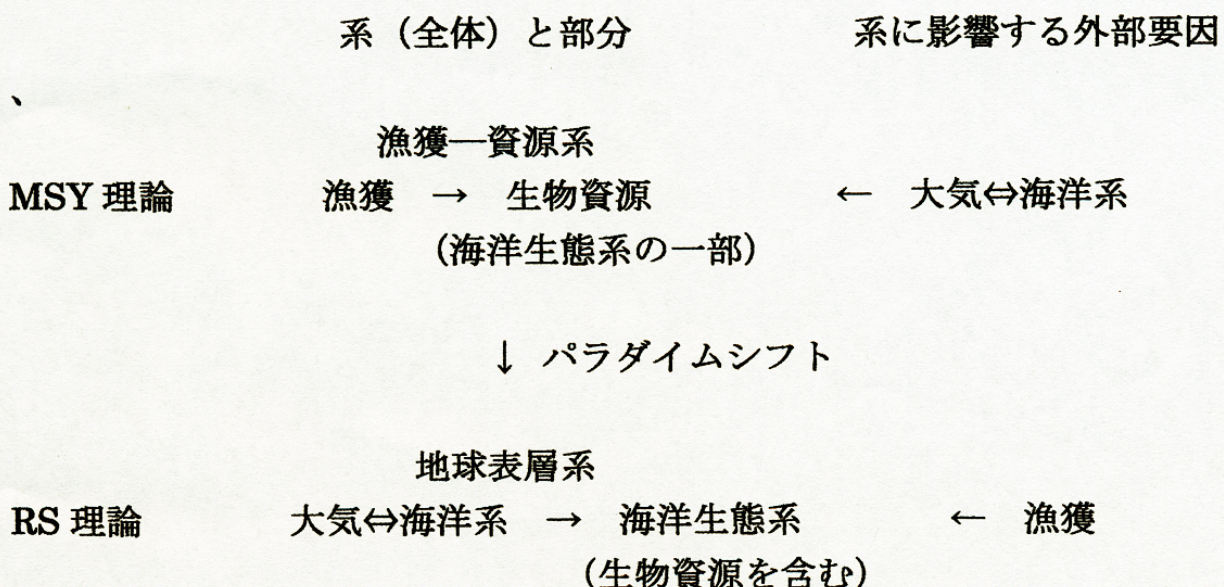
海の生物資源のバイオマス（生物量）は、大きく変動する。なぜなのか。どのようなメカニズムでそうなるのか。これが私の海洋学者としての、生涯のテーマであった。

1970年代までは、海の生物資源は、人間が漁獲努力を操作することによって操作できる、というMSY理論が支配的であった。私は1983年にコスタリカのサンホセで行われたFAO（国連食糧農業機関）の専門家会議で、この理論をひっくり返した。これが、レジームシフト理論である。レジームシフトとは、「大気・海洋・海洋生態系から構成される地球表層系の基本構造（regime）が、数十年の時間スケールで、転換（shift）することである（広辞苑 第6版、川崎2009）。糸口は「全体と部分」の概念である。

### (1) 系(system)における全体と部分

資源操作論は、漁獲量（バイオマス）は漁獲努力の関数で、両者は一つの系の中に存在するとするが、このような自然と社会が混ざり合った系（system）は論理的に存在し得ない。

存在するのは、自然の系である地球表層系である。地球表層系は、部分としての生態系と大気と海洋の相互作用から成り立つ。漁獲努力（漁業）とは、このような地球表層系に外部から働く攪乱要因である。このパラダイムシフトは、次のように表される。





## (2) 大気—海洋系における転換 量から質への転化

太平洋の大気⇄海洋系のパターンは、数十年の時間スケールで転換する。このパターンは、PDO パターンの転換といわれ、warm phase → cool phase → warm phase と転換していく。大気と海洋という部分の間の矛盾が蓄積されて、一定段階に達すると、質的变化が生じて、phase が転換する (図2)。

気候系 (climate system) を構成する大気と海洋との相互作用のメカニズムについての、北西大西洋の最近の研究を示そう (GD McCarthy ら、2015、Nature 521)。

まず、3つの部分 (指数) について説明しよう。

1. 北大西洋振動 : NAO (North Atlantic Oscillation 北大西洋振動)  
北大西洋では、IL (Icelandic Low アイスランド低気圧) と AH (Azores High アゾレス高気圧) がペアをなしていて、シーソー関係にある。アゾレス諸島の気圧からアイスランドの気圧を差し引いた値の変動を NAO というが、NAO は大気の流れのパターンの変動の指数で、数十年の時間スケールで大きく変動している。
2. 熱の南→北輸送 : Sea-level circulation index (海面水位循環指数) :  
図 は北西大西洋の海面の力学的高低図 (dynamic topography) である。Cape Hatteras (North Carolina 州の東岸の Hatteras 島の岬) 沖をメキシコ湾流が東へ流れており、南側で水温が高く、海面が高い。これは、熱が南から北へ輸送されていることを示す。Hatteras 岬の北側と南側の沿岸に設置されている検潮計の測定値の差 (南マイナス北) が、海面循環指数である。
- 3 海面水温 (SST) の変動 : AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation 大西洋数十年スケール振動)

NAO が海面水位の変動に1年先行し、海面水位の変動が AMO に2年先行する。すなわち、海洋が海洋循環の変動の形で NAO に数十年の時間スケールで反応し、海洋が NAO の強制を総合して、AMO として大気へ返すのである、これで大気海洋相互作用が完結する。

すなわち、気候系という全体が大気と海洋という部分から構成されていて (全



体と部分)、大気と海洋は互いに物質(水)とエネルギー(熱)を交換し、安定パターンが数十年スケールで転換する(量から質への転換)。

## (2) マイワシ・バイオマスの大変動

マイワシ・バイオマス(部分)は、PDOパターン(部分)の転換に駆動されて、大変動する(図3)。これは、次のようなメカニズムによる。PDOのwarm phaseでは、アリューシャン低気圧(AL Aleutian Low)が発達し、海水の湧昇が盛んになり、植物プランクトン、そして動物プランクトンが増殖する。そこで、小型プランクトンを主要な食物にしているマイワシのバイオマスが急速に大きくなる。この状態が数十年続くと、PDOがcool phaseに転換し、ALが衰えて、マイワシ資源が衰退する。

## VI 科学者の社会的責任

科学は科学者の営為であるが、到達した相対的真理は、客観的で法則的なものである。科学的法則を見出すことは、科学者の最大の喜びであり、人類共有の財産となる。科学者が科学研究を行う動機には、いろいろなものがあるだろう。純粹に知的好奇心を満たすという動機もあれば、人類の生活や福祉の向上につなげたいという動機もあるだろう。しかし、絶対に考えてはならない動機がある。それは、軍事目的の研究である。軍事研究の最たるものは、第2次世界大戦中にアメリカで行われ、多くの科学者が参加した「マンハッタン計画」である。これによって「悪魔の兵器」原子爆弾が生み出された。

「日本の科学者を内外に代表する機関」(日本学術会議法)である日本学術会議は、1949年1月20日に発足したが、「日本学術会議発足に当たっての声明」には、「これまでわが国の科学者がとりきたった態度を強く反省し、今後は科学が文化国家ないしは平和国家のもとであるという確信のもとに」と述べられている。日本の研究者による戦争協力の軍事研究を反省し、文化・平和のための科学研究を誓った声明である。

近年わが国において、防衛省による大学への委託研究や防衛省と大学との軍学協同研究が推し進められようとしていることには、大きな危惧を抱かざるをえない。