

現代「科学的思考」の方向性

—近代「科学的思考」の超克—

愛知県立岡崎高等学校教諭

兼松 正人



1 はじめに

自然や他の生物・人間たちを支配する必要があるという、いわば「力の文明」という考え方が、近代西欧思想の根底にはある。このような人間中心主義（ヒューマニズム）は、現在に至って自然破壊などのさまざまな諸問題を引き起こしている。この小論では、近代「科学的思考」を追究することによって、現代「科学的思考」のあるべき方向性を見出していく。

2 クロード＝ベルナルの実験

19世紀フランスの生理学者クロード＝ベルナル(Claude Bernard 1813～1878)は、「一酸化炭素(CO)中毒」の解明過程をその著『実験医学序説』(岩波文庫1938年、改訳1970)でつぎのように展開している。

一酸化炭素中毒で死んだ「犬」を解剖すると、すべての血液(動脈血も静脈血も)、また心臓のどの部分も「真赤」であることを「観察」した。そして、他の動物(うさぎ・鳥類・蛙など)でもまったく同じですべての血液は「真赤」であるという事実も「観察」した。そこでベルナルは、帰納法によって、「一酸化炭素中毒の場合、全身の血液は真赤である」と結論した。

十年後の1856年に、ベルナルはこの問題を再び取り上げて、「静脈血が動脈血と同様に真赤なのは、

酸素を多く含んでいるからであろう」と演繹法によって推論した。すなわち、一酸化炭素中毒の動物は、毛細管の中で、酸素が炭酸ガス(CO₂)と入れ替わるのが妨げられていると推論したのである。このことから、彼は次の「仮説」を提示した。

一酸化炭素中毒の生物の静脈血には、動脈血と同様に酸素が多く含まれている

この「仮説」を証明する方法が、「実験」である。彼は、一酸化炭素中毒の生物の静脈血に、水素を通す「実験」を行った。しかし、この「実験」は失敗であった。静脈血には酸素がなかったのである。ふと思いついたベルナルは、一酸化炭素中毒の生物の動脈血にも水素を通してみた。意外にも、動脈血にも酸素はなかったのである。先に提示した「仮説」は「実験」によって否定されたのである。しかも、血液が真赤であるのに、静脈血ばかりか動脈血にも酸素がないとはどういうことであろうか。

そこで、ベルナルは「実験」結果から演繹法によって、第二の「仮説」を考えた。

一酸化炭素中毒の生物では、一酸化炭素が酸素と置き換わって血液中の酸素を追い出した

この「仮説」を証明するために、彼は健康な動物の動脈血を試験管に採り、一酸化炭素を加えて、外気との接触を断ちよく振った。すると試験管の中の一酸化炭素の割合は減り、酸素の割合が増えた。このような「実験」によって、「一酸化炭素は血液中の物質(後にヘモグロビンと命名)と結合して、酸素を追い出す」という性質が判明したのである。そして、第二の「仮説」は、次の「学説」となる。

一酸化炭素は血液中のある物質と結合することによって酸素を血液から追い出し、したがって組織に酸素は送られず、よって生物は死ぬ

3 近代「科学的思考」

「クロード＝ベルナルの一酸化炭素中毒の実験」を具体例として、近代「科学的思考」を追究していく。

観察→仮説①→実験①→仮説②→実験②→学説

ベルナルは、上の手順で「一酸化炭素中毒」の解明をしていったのであるが、ここでの「科学的思考」とは、「観察と実験」である。

(1) 観察

「観察」とは、事実を外から見ることである。偏見なく注意深く見ることである。しかも、できるだけ多くの事実を見るのである。ベルナルは、「一酸化炭素中毒の生物の血液(動脈血も静脈血も)はすべて真赤である」ことを「観察」した。

そして、この「観察」した事実に基づいて一酸化炭素中毒に関する「仮説①②」を立案した。「仮説①」は、「血液が真赤なのは、酸素が多く含まれているからである」ということであり、この「仮説①」が「実験①」で証明されれば、「動脈血で運ばれた酸素は、毛細管から組織にいきわたらず、生物は死に至った」という学説となる。しかし、「実験①」は失敗し、「観察」した事実と「実験①」で得られた「一酸化炭素中毒の生物の血液(動脈血も静脈血も)には酸素はない」という事実から、「一酸化炭素が酸素と置き換わって血液中の酸素を追い出した」という「仮説②」を立案する。このように、「観察」とは、「実

験①②」の事実をも外から見ることを意味している。

(2) 実験

「実験」とは、「仮説」の正誤を検証する方法である。「観察」が、事実をそのままに(偏見なく)外から見る方法であるのに対して、「仮説」という思想の正誤を検証する方法である。ベルナルは「仮説①②」とその正誤を検証する「実験①②」を行っている。「実験①」は「一酸化炭素中毒の生物の静脈血に水素を通す」という実験であり、「仮説①」は誤りという結果が得られた。ここに「科学的思考」の大きな特色がある。思想(「仮説」)の正誤を検証する方法があるという特色である。さらにベルナルは、「動脈血にも水素を通す」という「実験①」を行ったことが重要である。当然に「動脈血には酸素はある」という常識にとらわれずに事実に向かう心得が「科学的思考」である。そして、「一酸化炭素中毒の生物の動脈血にも酸素はない」という事実の「観察」こそ、「仮説②」を産む原動力となるのである。

「健康な動物の動脈血を採り、一酸化炭素を試験管へ入れて、外気との接触を断ってよく振る」という「実験②」は、「一酸化炭素が血液中の酸素を追い出し、生物を死に至らす」という「仮説②」の正しさを検証している。このように、「科学的思考」の大きな特色は、「実験」によって思想(「仮説」)の正しさを検証できることにある。言い換えれば、「実験」によって検証された思想(「仮説」)は、年齢・性別・国籍などを問わず誰の思想であっても学説(真理)となる。

(3) 分析

「観察と実験」という「科学的思考」は、いずれも外から見るという意味で「分析」という認識方法である。「分析」とは、分けて知ることであり、ベルナルの具体例で言えば、「一酸化炭素中毒の動物を解剖(分ける、分析)して、すべての血液(動脈血、静脈血、心臓など)は真赤である」という事実を「観察」する認識方法は「分析」である。

けれども、「科学的思考」の「分析」とは、物質を実際に解剖し、分ける方法だけではない。「実験①」のように「静脈血の中の酸素」だけに注目して、

水素を通してその存在を検証しようとする方法には、抽象的(概念的)な「分析」という認識方法が行われている。実際には存在しなかった「静脈血中の酸素」を仮定した実験であったのである。

「実験②」においても、「健康な動物の動脈血のある物質は、一酸化炭素と結合し酸素を追い出す」という結論の「ある物質」とは抽象的な「分析」によるものである。

このように見てくると、外から見るという科学的思考である「分析」とは、ただ単に外から見る認識方法ではなく、物質的に解剖して「仮説」を生みだし、抽象的に分解し、「実験」を可能とする思考方法である。したがって、「分析」という「科学的思考」は、「観察」→「仮説」→「実験」→「学説」の全体に関わる思考方法である。この意味で「分析」とは、「帰納法」も「演繹法」も含む思考法であり、分けるだけでなく、推論によって「総合」していく方法でもある。従来、「分析」と「総合」とは対峙するものと考えられてきたが、「分析」と「総合」とは、相補関係として、科学的思考の外から見るという「分析」に含まれると思われる。「分析」とは、内容豊富で多機能な認識方法である。

(4) 分析の問題点

クロード＝ベルナールの「一酸化炭素中毒の実験」を具体例として、科学的思考である「分析」を考察してきた。

この「分析」を科学的思考とする「観察」と「実験」によって、科学はめざましく発展し、現代社会に生きる私たちの生活を便利にし、物質的に豊かにしている。けれども、地球規模での環境破壊や多量に開発された核兵器の問題などによって、科学的思考に対する信頼が揺らいできている。近代「科学的思考」のどこに問題点があり、いかに克服すべきなのかをこれまでの「科学的思考」の追究に基づいて考察してみたい。

外から見る認識方法である「分析」は、物質でも生物でも静止させて分けて知る認識方法である。動いている(生きている)ものは、分けられないからである。抽象的(概念的)に分ける場合でも、運動・生命を静止(固定)する抽象的(概念的)な空間が想定さ

れている。物質のように空間内に静止(固定)している場合は、「分析」的認識が適しているが、生命や精神のように空間内に静止(固定)せず、むしろ動き(流動)続ける対象は「分析」的認識が適さない。精神や生命は、空間的に分けること(分析)は不可能な時間的なものである。古代ギリシアのゼノンがパラドックス(逆説)で示したように、アキレスの走りは点や線という空間内に静止(固定)させることはできず、「分析」的認識は不可能である。無理に「分析」的認識をすれば、アキレスは空間的に想定された無限の点を通過することはできず、亀に追いつくことさえできないことになる。けれども、実際にアキレスは亀に追いつき追い越すのである。

4 おわりに

アキレスと亀のパラドックス(逆説)が意味するのは、空間内で思考する「分析」的認識にいかにか慣れ親しんでいるかということである。むしろ、学校教育の中で繰り返し「分析」を練習している。それは「科学的思考」を育成する教育実践と言ってもよい。ここで確認しておきたい。現代は「科学」の時代であり、将来も科学は人間生活を改善し続けるであろう。けれども、現代「科学的思考」の方向性は、「分析」的認識の限界を自覚して克服する方向へ向かうであろうと主張したいのである。それは動き(生命・個性・時間)を静止(固定)させずに認識する方法である。

最後に、もう少し具体的に現代「科学的思考」の方向性を示しておきたい。

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> (1)人間以外の動植物と共生を可能にする科学 (2)人間も含めた個性(独自性)を認識する科学 (3)流れ続ける時間(循環)のまま思考する科学 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

この方向性に参考になるモデルとして、日本も含めて東洋の循環思想がある。また、分けないという「無分別」の思想がある。そこに自然との共生思想がある。

授業展開例

	学習内容	指導上の留意点	評価の観点				
導入 5分	<p>☆近代「科学的思考」の超克 人間中心主義+力の文明→弊害・限界</p> <table border="1"> <tr> <td>近代「科学観」</td> <td>現代「科学観」</td> </tr> <tr> <td>人間生活を豊かに、便利・快適</td> <td>生命を核兵器・環境問題が襲う</td> </tr> </table> <p>・近代「科学的思考」の不易流行とは？</p>	近代「科学観」	現代「科学観」	人間生活を豊かに、便利・快適	生命を核兵器・環境問題が襲う	<p>・本時の「問題意識」を明確に提示する→ 近代「科学的思考」の何を継承し、何を超克すべきか？</p> <p>・ヒューマニズム(人間中心主義)と世界(自然)征服という「力の文明」とが、問題を提起している。</p>	<p>・本時の「問題意識」を多くの生徒に共有(共感)させることができたか。</p>
近代「科学観」	現代「科学観」						
人間生活を豊かに、便利・快適	生命を核兵器・環境問題が襲う						
展開 35分	<p>☆クロード=ベルナールの「実験」 ・「一酸化炭素中毒」の科学的解明</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>観察→仮説→実験→学説</p> </div> <p>(1) 観察 …事実を外から偏見なく見る方法</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>「一酸化炭素中毒の生物の血液(動脈血・静脈血とも)はすべて真赤である」</p> </div> <p>→仮説①「一酸化炭素中毒の生物の静脈血には、動脈血と同様に酸素が多く含まれている」→ 実験①は失敗</p> <p>→仮説②「一酸化炭素中毒の生物では、一酸化炭素が酸素と置き換わって血液中の酸素を追い出した」→ 実験②は成功</p> <p>(2) 実験 …仮説の正誤を外から確認する方法</p> <p>→実験①「一酸化炭素中毒の生物の静脈血に水素を通す」→ 仮説①は誤り</p> <p>→実験②「健康な動物の動脈血を採り、一酸化炭素を試験管に入れて、外気との接触を断ってよく振る」→ 仮説②は正解</p>	<p>・ベルナールの一酸化炭素中毒の解明過程を具体例とし、「科学的思考とは何か」を追究する意味を説明する。</p> <p>・一酸化炭素中毒で死んだ犬を解剖し、また鳥類や蛙なども解剖したことや「観察」結果から「仮説①」を導く思考過程を説明する。</p> <p>・「実験①」の失敗の後、「動脈血にも酸素がない」ことを確認した意味を理解させたい。</p> <p>・「実験」とは、仮説(思想)の正誤を確認する科学的思考の強力な方法であることを説明する。</p> <p>・「実験①」の失敗の事実を認め、思想(仮説)を改めて「仮説②」を導く思考過程を説明する。</p>	<p>・パワーポイントによって、ベルナールの「実験」の意味をより明瞭に提示することができたか。</p> <p>・「観察と実験」という「科学的思考」の特色を理解させたか。</p> <p>・「帰納法」と「演繹法」の使い方や「仮説」や「実験」の立案の仕方をわかりやすく提示できたか。</p>				
整理 10分	<p>☆近代「科学的思考」= 分析 …外から見る方法 →空間(固定)化し、細かく分けて外から見る方法 →動きや生命は、否定(固定)される。</p> <p>☆現代「科学的思考」の方向性</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(1) 動植物との共生 (2) 個性(独自性)との共存 (3) 循環する時間での思考</p> </div>	<p>・「観察」と「実験」という「科学的思考」は継承して、外から見る「分析」の不十分さを自覚して超克すべきという主張を理解させる。</p> <p>・日本(東洋)の思想に、思考モデルがあることを説明する。</p> <p>・内から見るという哲学の「直観」という思考モデルに気付かせる。</p>	<p>・「分析」という近代「科学的思考」の特色と限界について考えさせることができたか。</p> <p>・現代「科学的思考」の方向性を、無理なく提示できたか。</p>				