

## 巻頭言

### 科学と技術はどこまで広がっているのか —真理に。人の心に—

橋本文彦  
大阪市立大学 理事



#### 1. 科学で「真理」は解明できるのか

##### 1.1 「科学」とは何か

私たちは「科学」という言葉で、どのようなことを思い浮かべるだろうか。日本人の多くは、物理学などの「自然科学」を思い浮かべるのではないだろうか。しかし、もともとこの言葉の本来の意味は自然科学にとどまらず、社会科学や人文科学も含めたものである。例えばドイツ語のWissenschaftは、本来の「科学」を意味する単語であるが、日本語に翻訳する場合には、上述のように（誤って）自然科学のみを思い起こさせてしまうので、通常は「学」とか「知恵」と訳される。自然科学を意味するためには、あえてNaturwissenschaftと言わねばならない。

##### 1.2 形式化と一般化、そして予測

それでは、自然科学・社会科学・人文科学の全ての共通する「科学」の特徴は何で、逆にこれらの違いはどこにあるのだろうか？科学に共通する特長は「一般化」と「形式化」であり、さらにこれによって、未知の事象<sup>(1)</sup>を予測することである。

「一般化」とは、「全ての〇〇は××である」という形で理論を作り上げることである。もともと私たちが観察可能なものは、有限複数の個別事象であるが、それをそのまま記述したものは科学理論とは呼ばれない。複数の事象に共通する特徴（法則）を見つけることで、すでに観察された事象だけでなく、まだ観察されていない未知の事象に対しても、一定の条件を満たしている場合に、その結果事象を予測できることが科学理論に共通する特徴である。

他方、「形式化」とは、観察された（あるいは観察すべき）事象を記号や数式、あるいは法則や言語、プログラムなどで表現することである。これによって、科学は個別事象から上述の一般化をすることが可能となる。例えば、一定の条件下で「全てのXはYである」と記述することで、条件を満たすXに個別事象の何が入っても表現することが出来る。また、事象の関係を数式で表現したりコンピュータのプログラムとして表現したりすること（＝形式化）で、その変数部分にはすでに観察された特定の事象に対する情報でなく、未知の事象に対しても適応できる形とする（＝一般化）ことができる。ただし、論理的に当然であるが、個別事象をどれほど多く集めたとしても、それが有限である限りは、そこから（無限の一般事象に対する）理論を導き出すことはできない。科学はそれが「科学的」である限り、創造的論理的飛躍<sup>(2)</sup>なしに理論を作ることはできない。

##### 1.3 ポパーの反証可能性

科学理論は、その構築が論理的に行えないというだけでなく、その真偽の検証もまた論理的には行うことができない。

ある理論が主張する「すべてのXはYである」という文は、どれほど多くのXがYであるという観察事実を持ってしても、やはりその観察が有限である限り、まだ見ぬXについてそれがYであることを保証することはできず、従ってこの理論が正しい（＝真である）ことを検証することはできない。

このことを指して、K. Popper<sup>(3)</sup>は、科学理論はそれが真であると検証されることは決してないと主張した。彼は、むしろ常に反証される可能性を持っていながら、未だ反証されずに生き残っているものが科学理論であり、それが反証されても、別の理論がより真に近い理論として生き残り、そのようにして理論は真理に向かって進化する、と唱えた。例えば、星占いは予測を提供するが、さまざまにアドホックな説明を加えることでその予測は常的中したこととされる。そうではなくて、意味のある予測をなし、その予測が常に外れる可能性（＝反証可能性）を持ちながらも、いまだ反証されていないものが科学理論であるとされる。

このように、科学を实践する主体が人間である限り、観察と論理だけからは「真なる理論」に到達することはできない。それでも科学者が真なる理論をもとめるならば、科学者はどのように科学を实践していく必要があるのだろうか。

#### 2. 科学と人間

##### 2.1 宗教・文化

宗教が科学に対して強い影響を与えたのは、ガリレオ・ガリレイ裁判までであると考えている研究者も（特に日本には）多いかも知れない。しかし、現在においても宗教はそれぞれの文化・社会での価値観の形成に根強く関与しており、それは科学の方法論に影響を（「悪影響」という意味ではなく）与えている。

例えば、人間を（神が造ったものとして）他の生物と質的に区別するのか、他の生物との量的な差でしかないと考えられるのかによって、「クローン人間」についての議論は大きく異なってくる。あるいは、「脳死」や「安楽死」という人の死に関わる問題は、科学的な意味での議論だけでは決着をつけることができないことは周知の通りである。私たちが「生と死」を扱おうとするとき、宗教や文化の影響を避けて通ることはできないのである。

## 2.2 環境

レイチェル・カーソンが「沈黙の春」で制限のない科学の発展に警鐘をならしたのは半世紀以上も前（1962年）の事である。「沈黙の春」の分析と主張にはその後の研究の中でほぼ否定された論点もあるが、科学による環境破壊について鳴らした警鐘は、現在でもなお、解決されてはいない。

「環境クズネツ曲線」をご存じだろうか。横軸に経済の発展、縦軸に汚染物質の排出量をとると、経済が一定程度に発展するまでは汚染物質の排出が増加するが、さらに経済発展が進むと、汚染物質の排出量が減るというものである。日本をはじめ、多くの先進国のデータを確認すると、確かにそのようなグラフになっていることがわかっている。

これは、経済発展に同期して汚染物質をださないための技術が進歩・発達して、またその技術のために費やす資金が生まれるので、汚染物質の排出量は低下する、ということで説明がなされる。多くの科学者が環境クズネツ曲線を例にとって、科学技術を発達させることの重要性を説いた。

他方、「ポリューション・ハイブン仮説<sup>(4)</sup>」によると、クズネツ曲線は「見かけ」の汚染物質量を示しているだけであって、（従来経済成長に起因するとされてきた）この汚染の低下分は他国へと輸出されているだけであるとされる。すなわち、先進国では経済発展と国際的な要請のために環境基準が厳しくなり、また人件費が上昇している中で、より環境基準が緩やかで人件費が安い他国に工場を移転することで、本来自国で行う生産を他国で行うことで汚染物質排出もまた他国で行われることとなり、自国の排出量が低下したように見える、というものである。このことが意味するところはもちろん、発展途上国においては自国分以外の汚染物質排出も引き受けることになるために、（工場誘致等による）経済の発展に伴って、汚染物質排出量は急上昇して、かつその後にも（さらに後から来る国に汚染物質を輸出しない限りは）低下しない、ということになる。

科学者は、見かけの相関と因果関係との相違について、十二分な訓練を受けているはずだが、環境クズネツ曲線の当初の説明（経済成長は科学技術の成長を促し、いったん悪化した環境も結局は科学技術の発達によって改善できるという説明）を素直に受け入れたものも多く存在したのである。

## 2.3 科学における確率とコミュニケーション

すでに述べたとおり、自然科学・社会科学・人文科学に共通する特徴は「予測すること」である。高度に精緻化された理論であるほど、その予測は決定的で詳細なものとなるが、通常はある一定の確率で統計的に述べられることになる。

本紙の読者にはいうまでもないだろうが、以下の四つの文は全て同一の統計分析の結果に対して可能な表現である。

1. AとBとの間に因果関係があるとは言えない
2. AとBとの間に因果関係が成立することは否定できない
3. BがAの原因であったとは断定できない
4. BがAの原因であった可能性がある

では、AとBとの相関係数を示した上で、因果関係と相関関係の違いにも言及して研究者自身が意識し、また他者に伝

えれば良いのかというと、そう簡単ではない。多くの人間は、言語表現の違いに対して、経験的にそれぞれの表現に対する「意味」を理解しており、専門の科学者から見ると同一の分析に対する文表現であったとしても、その表現の差異を「意味の差異」と捉える。それどころか、同一の数値に対してもその数値表現が異なると、異なった「意味」に受け取ることが先行研究から知られている<sup>(5)</sup>。例えば「1%」という表現と「100人に一人」という表現では聞き手の理解が異なる事を科学者は理解せねばならない。あるいは「雨が降るだろう」と「雨がふると思われる」でも聞き手は異なった確率値を理解し、結果として異なった行動をすることになる。科学が「真理」を追求し、それによって未来の予測をするならば、その予測は「意思決定の指針となる予測」でなくてはならない。

1.の表現を伝えられた人と2.の表現を聞いた人では確実にAに対する意思決定と行動が異なってくるだろう。3.の表現と4.の表現でも同様である。科学者は、これを「同じ意味である」と「教育・啓蒙」して済ませようとするのではなく、むしろ人間の理解過程を「理解」した上でコミュニケーションする責任があることを自覚しておく必要がある。

科学者は、何をどこまで知ることができるのか。そもそも「真理」は私たち人間（の文化や心）と独立に存在するのか。どうしても有限でしかあり得ない観察と理論的考察によって、その真理を知る、あるいは真理に近づくことはできるのか。また、そこへ至る過程で、科学者は人間の社会や心にどこまで踏み込むことが可能で、また許されるのか。科学者は社会とどのような関係を築けば良いのか。科学者の一つ一つの言動は、その意図の範囲にとどまらず、社会において非常に強い影響を与える。昨今言われているような「科学的不正をしてはいけない」の域にとどまらず、その責任の重さを科学者は常に自問・自省しながら研究を進めていく必要があるだろう。

## 注

<sup>(1)</sup> 時間的に未来の事象だけでなく、もはや私たちが観察できない過去に起こった事象や、空間的に私たちが到達できない場所での事象を含む。

<sup>(2)</sup> 簡単に言えば、単に「論理的飛躍」であるが、理論を構築するためという意味を込めて「創造的」という語を加えた。

<sup>(3)</sup> K. Popper (1972). Objective Knowledge.

<sup>(4)</sup> ポリューション・ハイブン仮説も、「仮説」という呼び名の通り、それが実証されているという訳ではない。ただ、この「仮説」が理論的に否定されていない以上、クズネツ曲線が科学技術の発達を支持するばかりではないことを意識する必要があるだろう。

<sup>(5)</sup> 例えば、竹村和久(1994)「個人的意思決定の行動論的分析」では、様々な文による確率的表現とそれに結びつけられた確率値の非常に詳細でしかし堅固な差異について実証的に示している。

## 執筆者紹介

博士(経済学)。大阪市立大学大学院文学研究科哲学専攻前期博士課程修了。大阪市立大学経済学部教授を経て現在、大阪市立大学理事兼副学長。岡山大学大学院理学研究科で「学際科学基礎論」、大阪市立大学大学院共通教育科目で「研究倫理」などを担当している。