

## 科学の特質: コメント付き<sup>1</sup>

ここに訳出した「科学の特質」はざっと読む限りよくまとまっているしひっかかる場所もまずない、流石に AAAS が責任を持ってアメリカ合衆国国民のために作っただけのことはある、という感想を持つ人が大多数だと思われる。しかし、深呼吸をした後じっくり読み直すとなかなか突っ込みどころ満載である。

ここでは、科学哲学的立場からのコメントはほとんどしない。ここで訳されている文章が「厳密な学」的態度で読むに耐えるとはあまり感じられないからである。使われている言葉を、その意味が明確かどうかあまり深く詮索しないで、普通の日常会話に出てくるように解釈して、つまり哲学や数学の厳密な態度を取らない解釈をした上で、普通の評論として読む場合に問題になることに関するコメントを記す。

以下、[C] で始まる一段入った段落は訳者コメントである。Political correctness は一切顧慮しない。

人類の長い歴史の間に、物質の世界、生き物の世界、そして心理や社会について妥当性が確認された関連しあった考え方が発展してきた。生物種としての人類やその環境のより広範囲で信頼するに足る理解がこの考え方により時が経つにつれ可能になってきた。この考え方の発展のために使われてきた手段は観察、考察、実験、および確認のための特別な<sup>2</sup>方法である。これらの方法は科学の特質の根本的な側面であり、知識を獲得するほかの方式と科学がいかに異なる傾向を持つかを反映している。

[C] 「知識を得る方法」として科学が格別であることがここでは強調されている。「知識」とは「ある物事について知っていること」であり、「知る」ということを調べると大抵「知識を得ることだ」と説明してある。西欧の伝統では「知識」は「真なる知識」と了解されている<sup>3</sup>。そうすると、西欧の伝統にのっとる

<sup>1</sup>The Nature of Science (Chapter 1 of *Science for All Americans* (Copyright 1989, 1990 by American Association for the Advancement of Science) の大野訳 (2020 April). ほぼ直訳 「科学の特質」は極めて不満足な代物なので、どうしてそうなのか説明をつける。

<sup>2</sup>原文 particular = used to single out an individual member of a specified group or class. つまり、「格別な」ということ。

<sup>3</sup>(岩波の哲学辞典などによれば) プラトン以来の伝統では「知識とは正当化された真なる信念である」ということになっている (JTB 定式 justified true belief account). つまり「あることが信じられており、それを信じるのが正当化されており、しかもそれが真であるとき、そのあることは知識になる」と了解されている。これに対して Gettier は「正当化される理由」と「真である理由」が異なりうることを指摘した。このようなときには信じていることを真の「知識」と呼ぶべきではないだろう。

限り、普通の科学で使われる「特別な方法」の他に本当に知識を得る方法はあるのか反省する必要があるだろう。もちろん、日常的に必要な知識(判断選択のための情報)を得るために精密な実験や観察をすることはほとんどない。しかし、まともな知識は、普通にいうところの実験や観察に耐えるものだけではないのか？ つまり、ここで取り上げられている「特別な方法」というものは科学で(理想的には)極限まで磨きがかけられている方法ではあるが、すべてのまともな知識を得る方法に萌芽的に含まれるものであり何ら特別であってはならない、ということこそ「科学教育」のイロハではないのか？ もちろん世の中で「知識」とか「知っていること」というものにはピンからキリまであるのだが、「知」の基本は孔子の言った「知るを知るとなし、知らずを知らずとなせ」ということであり<sup>4</sup>「本当に知っているだろうか」という反省のない知識は本物ではない。そういう意味で「知」には二大別があるのだ、反省のある知とそうでない知と(しかし、後者は本当に「知」と言ってよい代物なのか分析反省があるだろう)。「科学」とは反省のある知に磨きをかけたものであって、何ら特別のものであってはならない。この観点から見て、こういう一般向けの解説は基本的に的を外しているのではないか<sup>5</sup>。

何れにせよ、科学を議論するとき「知」とは何か、何であるべきかという議論をすることは滅多にない。科学哲学の本にもほとんどない、ということには留意しておくべきだろう、

---

例えば、ある人は  $X = A \vee B$  を信じている。それを信じる理由は  $X = B$  が正しいことを信じているからであるが、彼は  $A$  については知識がないから  $X = A$  の真偽を判断することはできない。実は、 $X = A$  は真であるが  $X = B$  は偽である。それでも確かに  $X = A \vee B$  は真である。つまり、彼は、 $X = A \vee B$  という命題を信じる論理的に正当な理由「 $X = B$  が正しい」をもって信じているので、JTB 定式によれば、この命題について知識を持っていることになるが、これは到底容認しがたい。つまり真かつある人の信念の一部であり、しかもその人が信じる正当な理由があると言えども、その人は何もこのことについての知識はない。信ずる理由は本当でないのだから、「知識を持っている」とは言い難いこととなる。

科学的で真の命題と宗教的には真かつ経験的に偽な命題を組み合わせることで、いくらでも傑作な例が作れる。「信じる理由」が曲者なのである。

ここでは、へんな信じる理由を捏ね上げないものとする。しかし、JTB 方式は破綻していることは認識しておくべきだろう。つまり「知る」ということはどういうことか本当は考え直さないといけないのである。

<sup>4</sup>これは洋の東西を問わないようである。例えば、ソクラテスの弁明の 6d には「この男は、知らないのに何か知っているように思っているが、わたしは、知らないから、そのとおりにまた、知らないと思っている。だから、つまりこのちょっとしたことで、わたしのほうが知恵があるらしい。」

<sup>5</sup>それどころか、信頼できる知識を得る、すなわち、それに頼れば淘汰されにくくなるような知識を得る方策というものは生物の進化途上で発生してきたものであると考えるのが自然である。つまり、科学あるいは知識の生物学を考えるべきだろう。

科学と数学と技術の結合が科学的活動 (endeavor) であり、この結合がこの活動を大いに成功させてきた。その一つ一つは特性と歴史を持っているが、それぞれは他の二つに依存し補強し合うから、最初の三つの章<sup>6</sup>は科学、数学および技術の姿を科学事業における役割を強調して描きだし、それらの類似点と相互の関係を明らかにする。

この章では科学の働く仕組みについて、科学リテラシーのための要件として推奨される知識を概観する。この章では三つの主要な事柄に注目する：科学的な世界観、科学的な調査法、および科学事業の本性である<sup>7</sup>。

## 科学による世界の見方

科学者には、彼らが何をするか、そしてそれについてどう考えるかということについて、つまり、世界の本性とそれについて何を学ぶことができるかということについて、共有する基本的な信念と姿勢がある。

[C] 「基本的な信念と姿勢を共有している」というのは果たして本当であろうか？ 小児性愛者からの研究資金を受けることは非難されても<sup>8</sup>、宗教関係の基金から資金を得ることは非難されない<sup>9</sup>、というようなことが起こるといことは、実は科学者の信念や姿勢が基本的なレベルで共有されていないということではないだろうか？

## 世界は理解可能である

この宇宙の物事は、注意深く系統的に研究すれば理解可能な整合的なパターンを持って生起すると科学は想定している。科学者は、知能と感覚の延長である装置を使えば自然界全体の規則性が人間に発見できると信じている。

<sup>6</sup>ここでは第1章の科学の部分しか訳出しない。

<sup>7</sup>もとの構成は次のように続く。Chapters 2 and 3 consider ways in which mathematics and technology differ from science in general. Chapters 4 through 9 present views of the world as depicted by current science; Chapter 10, Historical Perspectives, covers key episodes in the development of science; and Chapter 11, Common Themes, pulls together ideas that cut across all these views of the world.

<sup>8</sup><https://jbpress.ismedia.jp/articles/-/57592?page=2>

<sup>9</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Templeton\\_Foundation](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Templeton_Foundation) 例えば日本では東京工大の地球生命研究所。一応まともであるべき研究所に資金を提供していることが提供元の免罪符になることに注意。もちろん、「まともであるべき」研究所の内実を今の文脈では考えに入れなくてはいけないのかもしれない。まともな研究所でないならば、このような資金の入手を非難されるべきではない。

[C] ここに書いてあることは量子力学を考慮の外におけば、単純に正しいのかもしれない。しかし、そもそも日常的に普通の意味で自然界が人間に簡単に理解可能でないのが近代的な意味での科学哲学は生まれてきたのである。理解可能という言葉は曲者であるとはいえ、「理解可能な整合的なパターンを持って生起する」と信じるというのは言い過ぎであるし、科学の理解のためにも有益でもないのではなかろうか。では、どういうことをものを考えている科学者は想定しているだろうか？

平たく言えば「奇跡がないこと」であろう。この宇宙の物事は注意深く系統的な研究をしてもすべてが理解可能とは限らないが、それは人間に対して悪意や善意をもって生じることはない<sup>10</sup>。信仰は奇跡に対する信仰だから<sup>11</sup> 科学の世界の見方は宗教、特に一神教のものの見方と根本的に相容れないということが最小限の科学リテラシーである<sup>12</sup>。

科学のものの見方と今まで得られた知見とに整合的な議論として次のような

<sup>10</sup>(サブ) マルティンゲールであると言えようか。Submartingale 原理こそ熱力学第二法則の一般化であろう。老子(第五章)にある通り「天地は不仁。万物を以て芻狗と為す。」

<sup>11</sup>フォイエエルバッハ「キリスト教の本質」第十四章「信仰は奇跡に対する信仰であり、信仰と奇跡とは絶対的に不可分である」(Faith is the belief in miracle; faith and miracle are absolutely inseparable)

<sup>12</sup>「奇跡」については、村上陽一郎「奇跡を考える—科学と宗教」(講談社学術文庫 2269 (講談社, 2014) が参考になる。宗教の立場で「奇跡」は超常現象一般ではなく、「神のみ技」としての超常現象であり、また神の力と人間の力を合わせて何かしようとする「魔術」とも全く違うものであるが、「神」の存在を前提にしなければ、それは普通にいう超常現象の一種である。ここで科学者は「奇跡がないことを想定している」と書いたが、それは頭ごなしに超常現象がないと言っているのではなく、その時点で理解不能な現象に出会ったとき(もちろん錯覚やまやかしでないことの確認は重要である)、わからないことを素直にみとめ科学の対象として「保留する」という意味である。村上氏は「19世紀以降の「科学」は、すでに見たように、自然(人間を含めた)に関して、それを超える何者かを認めることを拒否する。むしろ、その拒否を自らの特性として規定した。」(p152)と述べる。今までのところ、結果的に、懐疑的態度を一貫して維持する限り、「拒否してきた」。しかし、科学がそれをする限り、それは頭ごなしの拒否ではない。「科学はこれをもって自らの特性として規定した」というのは誤解あるいは曲解である。この解釈に立って彼はさらに次のように続ける。「それゆえ間違っていないのは、科学が自然を超えるものを認めることを拒否したのは、いうまでもなく、「科学」の自己規定に関してである、という点である。言い換えれば、自己の扱っ範囲のなかに、自然を超越する何かを組み入れることを拒否したのである。そうすることによって、科学は科学であることができる、と宣言したのである。従って、科学がもし「奇跡」を科学的根拠に従って「否定」とすれば、それは、自分自身が設定した権域を、自ら犯し、権域の外に踏み込んでいる、という自己矛盾に陥ると言わなければならない。」つまり、科学に奇跡を否定することはできない、というのが彼の結論である。これはある意味では正しい、というのは、例えば、奇跡は普通検証に耐えるだけの事例がないからである。「あるとは言えない」という謙虚な言明こそが普通の結論であろう。何も自己矛盾が生じるからではない。

ここでも「科学」以前にきちんと物を知っているとはどういうことか、という反省が基本である、という立場で「奇跡」も考えるべきである。科学者から見るとき「宗教的主張」は謙虚さを欠くと見える。しかし、この結論に至るにはものを考える人間としてまともであればいいのであって科学者として見る必要はないのではないか。

ものが可能であろう。われわれの数理，論理能力は進化の結果である。すなわち，その能力が世界で生存のために有効だということである。そのためには外的な世界が十分論理的にできていなくてはならない。したがって，われわれ生物の過去 40 億年の経験に照らし合わせれば，世界はかなりの部分（少なくとも生物に関係してくる部分）が普通の意味で理解可能であると想定することは合理的である。つまり，科学的探究がわれわれの期待する世界の合理的理解を与えてくれると信ずる十分な経験的理由はある。

これを理論の経験あるいは観察負荷性と呼んでいいだろう。科学哲学者たちは「観察の理論負荷性」を議論したが，「理論の観察負荷性」を論じているのを見たことがない。

科学は，ユニヴァースという言葉が意味するように，この宇宙は広大だが単一の系であり，その基本法則はどこでも同一であるとも仮定する。たとえば，地球表面で落下する物体の運動を説明するのと同じ運動の原理と重力が月や遊星の運動をも説明する。永いあいだにいくつかの修正はあったものの，これと同一の運動の原理は他の力にも，また極めて小さな原子核粒子から極めて巨大な星々にまで，帆船から宇宙船にまで，弾丸から光線にまで，すべてのものの運動に適用されてきた。

[C] 「その基本法則はどこでも同一であるとも仮定する」とあるが，そう仮定することが今までの経験事実に反していないことには注意すべきである。ただの仮定ではないのである。そのような「仮定」に経験的論理的な矛盾がないかどうかはいつも誰かが見張っているものであり，信仰と違って科学はそれに縛られているわけではない。

### 科学的なアイデアは変更の対象である

科学は知識を生成する過程である。この過程は現象の注意深い観察と，観察結果に意味を付ける理論の考案との両者に依存する。新しい観察はその時々 of 支配的理論に異を唱えるかもしれないので，知識の変化は不可避である。ある理論が一組の観察結果をいかによく説明しようとも，別の理論が同じくらいあるいはもっとよく合うかもしれないし，より広い範囲の観察に合うかもしれない。科学においては，新しい古いに関わりなく理論のテスト，改良そしてときに破棄はいつも進行している。完璧で絶対的な真理を確保することはできないとしても，世界の記述とその仕組みのますます正確な近似は得られると科学者は考えている。

[C] 科学が与えてくれる重要なものに新たなものの見方考え方というものがある

る。もちろんそれらは実際の自然現象を説明しようとして編み出されるのが普通ではあるが、それが本来の役に立たなくとも、新たな考え方として<sup>13</sup>重要である、ということはある。典型的な例は自然選択である。これはアリストテレス流の究極因 final cause<sup>14</sup> やデザインなどが必要であるという考え方は間違いであることを論理的に示す。これは純粋な意味では経験科学の命題ではないが科学的探究なしには生まれなかった考え方だろう。(熱力学のような)現象論的見方やくりこみとか対称性の自滅などという考え方も好例である。注意しなければいけないことはこれらの考え方は真偽を超越していることである。

[C] この論説を通じてどういう理論がいいか、ということについては、より広い現象をより精密に記述できるのがいい、という以外に書いてない。どんどん周天円を増やすようなことに対する歯止めについての議論がない。次のパラグラフでもより経験と合うこととさら役に立つことを「われわれが知識を本当に獲得しつつある」印とみなしている。これはわれわれ本職の基礎科学者の判断基準とは大きく違うだろう。

### 科学的知識には永続性がある

科学者は絶対的真理に到達するという考えを捨て、幾分の不確定性は自然の一部であるとして受け入れるが、ほとんどの科学的知識には永続性がある。強力な構築物は生き延びてより精密になり広く受け入れられるようになるので、あるアイデアの徹底的破棄よりもその変更が科学では普通である。たとえば、相対論を定式化する際にアインシュタインはニュートンの法則を捨てたのではなく、より一般的な発想の中でそれが適応範囲の限られた近似に過ぎないことを示したのだった(NASAはニュートン力学を衛星軌道の計算などに使っている)。さらに、科学者の自然現象を正確に予測する能力がますます増大しつつあるということは、世界がいかにか動作するかという知識をわれわれが本当に獲得しつつあるということの説得的な証拠である。継続性と安定性は変化していくことと同じく科学の特性であり、科学の信頼性はその暫定性<sup>15</sup>と同じくらい広く受け入れられている。

<sup>14</sup>ただし、アリストテレスが究極因というときは生物の発生や適応の文脈においてのみであり、後世の学者たちが誤解したような、哲学的に壮大な意味があるわけではない。E. Mayer, *What makes biology unique?* (Cambridge UP, 2004) に次のようにある。“Aristotle’s telos has nothing to do with purpose” either Man’s or God’s. It was the Judeo-Christian God who (with the help of neo-Platonism) imposed the dominance of cosmic teleology upon Aristotelian nature. Such sweeping purpose is the very opposite of Aristotelian (philosophy)” (Grene 1972:395-424). Modern Aristotle specialists (Balme, Gotthelf, Lennox, and Nussbaum) are unanimous in showing that Aristotle’s seeming teleology deals with problems of ontogeny and adaptation in living organisms, where his views are remarkably modern (Mayr 1988: 55-60).”

<sup>15</sup>原文は tentativeness. Thesaurus を見るとその含意がわかる: PROVISIONAL の見出しで例え

[C] 相対論的力学と普通の力学では同じ量，例えば運動量とか質量といっても，定義は違う（あるいは公理化するとすれば無定義用語になるときその枠組みは違う）から概念的には根本的に別のものである，と科学哲学者は言いたがり，それには一理ある。しかし，観測と照合する際に測定する量には両理論で根本的に差があるとは普通考えない，つまり，操作的には差はないと受け取られているのではなかろうか。したがって実際的には「永続性」が普通である。

永続性の理由は根本的にはわれわれが五感で感じる世界の安定性に求められるべきではなかろうか：世界観が変わっても花の色が変わって見えるわけではない。

### 科学はすべての質問に完全な答えを与えるわけではない

科学的な方法では有用な結果が得られないような事柄はたくさんある。たとえば，信仰（超自然的な力やものの存在あるいは人生の真の目的など）は一その本性から言って一証明したり反証したりすることはできない。また，正当な科学的アプローチは，ある信仰（奇跡や易や星占術や迷信など）に頼る人々によつて的外れだと捨て去られる可能性が高い。科学者は善悪に関する争点に決着をつける手段を持っているわけでもない。とは言え，ときに，ある行為の帰結を特定して選択肢の検討を助けることはあろう。

[C] 総じてこの章は宗教に対して反省が不十分か，及び腰である。超自然的な現象の証明や反証はできない？ さらに科学の方法を認めない人を科学は説得できないということも主張されているように見える。これは本当かもしれないが，しかし，「科学の方法」の大元にあるものの考え方を認めないということは倫理的欠陥ではないのか。科学リテラシーの要件を与えるのがこの章の目的であるとされているが，そういうことは，結局，一般にはできないと認めているように読める。

科学は人間が「知る」という行為を真面目に扱う方法の自然な延長上にあるという基本的立場ではこういうことを認めるわけにはいかない。この章のように科学をどちらかと言えば方法論的に取り上げその倫理的意味を捨象してしまうと上のような結論は逃れがたいように見える。突き詰めると，科学を成り立たせる基本的な人間（あるいは生き物と言っていいのかもしれない）としての全宇宙的に普遍的な構えを問題にしないからこういうことになるのである。

---

ば unconfirmed, unsettled, indefinite, penciled in, to be confirmed, SPECULATIVE の見出しで conjectural, untried, unproven, unsubstantiated; exploratory, experimental, などなど。これは今の文脈で使うべき言葉なのだろうか。

## 科学的探究

根本的には、科学の諸分野は証拠への依拠、仮説や理論の使用、使用する論理の種類など多くの点で類似している。それにも関わらず、いかなる現象を研究するかとかどのように仕事を進めていくかについては科学者たちは互いに大きく隔たっている：頼りにするのは歴史的データなのかあるいは実験的諸発見なのか、定性的なそれとも定量的な方法なのか、どこまで基本原理に訴えるか、どのくらい他の科学の諸発見に頼るか、などで大いに異なる。それにもかかわらず、科学者間の技術や情報や概念の交換はいつでも行われ、科学として正当とみなされる研究とはどういうものであるかということについては共通の理解がある。

科学的研究はある特定の研究の文脈を離れては容易に記述できない。科学者がいつでも従う決まった筋道などただに存在しないのだ。間違いなしに彼らを科学的知識へと導くような単一の道はないのである。そうは言っても、探究のやり方として科学に独特の性格を与える特徴はある。これらの特徴は特に本職の科学者の仕事の特性ではあるが、日常生活で関心のある多くの物事を科学的に考えるために誰もが活用することができる。

[C] 繰り返しになるが、ここでも科学と日常的な考え方は本質的にあるいは質的に違うものであるという見解が見え隠れしている。「文脈を離れては容易に記述できない。科学者がいつでも従う決まった筋道などただに存在しないのだ。」ということでは科学的とはどういうことかは「一口には言えない」ことであり、したがって、誰にでもできることではない、というのが自然な結論になりかねない。もちろん「科学的とはどういうことか」を闡明しようとして科学哲学は失敗したのである<sup>16</sup>。しかし、こうなってしまうのは、基本を抑えないからなのだ。基本は

- (i) 私はこのことについて本当に知っているだろうか、
  - (ii) 私が頼っている方法や論理は本当に信頼できるのだろうか、
- と機会あるごとに一息吸って反省すること、これである。要するに「知る」と「知らず」を判別しようと努めることに尽きる<sup>17</sup>。

<sup>16</sup>須藤靖, 伊勢田哲治: 「科学を語るとはどういうことか 科学者哲学者にモノ申す」(河出ブックス 2013) の p47 に次のようなやりとりがある:

須藤: 私は科学哲学とは「科学とは何かそしてその健全な発展のためにはいかなる方法論を用いるべきであるか」を提唱する学問だと思い込んでいたのですが実はその定義からしてまちがっているようですね。

伊勢田: どちらかと言えばそれは失敗したのですよ。

<sup>17</sup>この基本は基本そのものにも適用される。つまり、「反省すること」はいいことかどうか反省が必要である。多分こういうことのために「科学とは何か」「倫理とは何か」というような問題は論理的分析に馴染まないのである。



もちろん倫理とは何かなどといえればキリがない議論の泥沼に入ると批判されるかもしれない。しかし、それでも一般市民に倫理や道徳の教育をしようとするのだから、その中の根本的に重要な徳目として「知ることについての反省」を加えて良いのではないだろうか。「その核心は信仰を持たない」ということである。もちろん「信仰を持たない」ということがいいか悪いかについての不断の反省も求められる。

[C] 以上のような基本的立場に立てば、「科学的知識」と言われるものは「知のヒエラルヒー」の根源にある、ということができ、それは明確に述べられて然るべきことであるように思われる<sup>18</sup>。

### 科学は証拠を要求する

科学的主張は現象を観察することで早晚成否が決着する。そこで科学者は正確なデー

<sup>18</sup>ここで、科学的知識は「究極の真理」として聖化されていると言っているのではない。しかし、この頃の科学哲学が目指しているのは「究極の真理」として聖化された科学的知識を頂点とする「知のヒエラルヒー」を解体することであり、そうした位階秩序を支えている「客観性の神話」を非神話化することである。「これは同時に、科学哲学を「科学の婢」の地位から解放し、それに「科学的理性批判」という本来の哲学的課題を遂行させることにつながるであろう。」(野家啓一「科学の解釈学」(ちくま学芸文庫 2007) p012)

野家「科学の解釈学」の p015 によれば「「解釈学」とはローティが示唆する意味で、すなわち近代哲学の支柱である「認識論」と「基礎づけ主義 (foundationalism)」とを否認する意志を象徴する言葉として理解されねばならない。」そして Wikipedia によれば「基礎づけ主義」とは:「ある信念 (belief) を正当化するための何らかの基礎を認めることができるかという問題を肯定するのが「基礎づけ主義」である。実際に基礎として働くような信念は絶対確実からはほど遠く、あるいはたとえそれ自体で非常に確からしいという程度の基準がつかわれたとしても、基礎的信念自体が非常に無内容なトートロジーであって他の信念の基礎として働かない。こうして基礎づけ主義は時代遅れと見なされるようになり、近年では、基礎づけ主義を放棄して整合説 (ある命題が真であるかどうかは、その命題と他の命題群との整合性によって決まるとする立場) を支持するものが勢力を持つようになってきた。

もちろん整合性は「真」を意味しないから、それだけでも上のような立場は問題であるが、もっと基本に戻って考えると、きちんと整備できる (完全性定理の成立する) 論理ではある体系が成立するようなモデルは一義的でないどころか同型でさえない (例えば Lowenheim-Skolem の定理)。論理外の基礎がなければ自然科学にはならないのである。その基礎はもちろんわれわれが生物であることからくる。

解釈学の立場では「観察とは生の事実をあるがままに受動的に写し取るのではなく、逆に理論的枠組みに則って事実を解釈的に〈構成〉する能動的行為なのである。」そして「理論負荷性があれば観察で理論は倒せない」(野家, 上掲 p022)。この人たちは「観察」の「理論負荷性」は論っても「理論」の「観察負荷性」に相当する事実は一切無視する。「観察負荷性」というよりも「経験負荷性」というべきであろうが、理論を操るわれわれがどうして理論を操れるようになったか、を問うことをしない。「理論」の側には認知されようとされまいと「基礎づけ」はすでにあるのだ。つまり「科学の解釈学」は始点から破綻している。

もっとも、p026 に「新科学哲学の戦略目標はむしろ「自然科学の人文社会科学化」にあるということが出来る。」と本音が出ている。要するにこれは劣等感の裏返し、ルサンチマンの発露に過ぎないのだ。

タを得ることに注力する。自然的な状況から完全に人が組み立てた状況(たとえば実験室)までの様々な状況下でなされた観察や測定が実証を与える。観察では科学者は彼ら自身の感覚、それらを助ける機器(たとえば顕微鏡)あるいは人間の感覚から大きく離れた性質(たとえば磁界)を活用する機器を利用する。科学者は受動的に観察したり(地震、鳥の渡り)、収集したり(岩石、貝殻)、あるいは能動的に世界を探索したりする(地殻に穴を穿って、あるいは試験的な医薬を処方して)。

[C] 冒頭の二つの文は微妙な関係にある。「早晚決着はする」がそれは「データが正確」でないといけない。これがそう容易でないことはこの章の後の方に出てくる通り。

ある状況下では科学者は条件を意図的に精密に制御して証拠を集めることもある。たとえば、温度を制御したり、化学種の濃度を変えたり、ある生き物を別の生き物と交配したりする。一度に一つの条件を変えることでその効果を、他の条件が変化して複雑になることを避けることで、同定できると期待できる。しかし、しばしば条件を変えることは実際的でなく(星を研究するときなど)、また倫理的でない(野生動物を檻に入れたり)。そのようなときは諸因子の影響を推測するために自然に生じうるできるだけ広範囲の条件下で観察を行わなければならない。証拠に依拠するゆえに観察のためのより良い機器と技術の開発には大きな価値が置かれ、ある研究者あるいは研究グループの見出したことは他の人々によってチェックされるのが普通である。

### 科学は論理と想像の融合調和である

あらゆる種類の想像と思考が仮説や理論を作るときには使われるが、科学的議論は遅かれ早かれ論理的推論の原理—つまり推論、実証および常識からなるある基準に則らなくてはならない。科学者はしばしば、ある一つの証拠の価値とか、ある特定の仮定の適切さについて、したがって、いかなる結論が正当化されるかについて、意見の一致を見ないかもしれない。それでも、彼らは証拠と仮説を結論に結びつける論理的推論の原則については意見の一致を見ているものである。

科学者はデータと十分完成した理論だけで仕事をするわけではない。しばしば、物事のありようについては暫定的な仮説しかない。科学ではどのデータに着目するかとかどんな追加のデータを探すべきかなどを選択するためにそのような仮説が広く使われる。実際、仮説を定式化して検証するのは科学の核心的活動の一つである。有用である仮説はどのような証拠がそれを支持し、どのような証拠がそれを否定するか示唆するものでなくてはならない。原理的に検証できない仮説は興味深くとも、科学には有用でないだろう。

[C] ここに書いてある「反証可能性のない言説が有用でない」というポパー流の話は標準的ではあるが、考えてみると少しおかしい<sup>19</sup>。科学は「論理と想像の融合調和」で詩作と見紛う創造性が有用であるとも次のパラグラフに書いてあるのだから、「反証可能性のない言説」も十二分に有用でありうることは自覚すべきだろう。世界観は間違っていれば経験的に否定可能であろうが、否定されていない世界観は(より自然な言い方をすれば、「正しいと信じられている世界観」は)強力に研究の動機を与え駆動するものだ。それどころか間違った世界観や宗教さえ強力に研究の動機を与え駆動するものであることは歴史上の実例多数が証明する通り<sup>20</sup>。

論理の使用と証拠の詳細な吟味は必要であるが、科学の発展のためには通常十分でない。科学的概念はどんなにデータや分析を増やしても自動的に生まれはしない。仮説あるいは理論を発明して世界がいかにか作動するか想像し、それらをどうしたら現実のテストにかけることができるか考えるのは、詩を書いたり、作曲したり、高層建築を設計するのと同じくらい創造的なことである。ときには科学的発見は予期せずに偶然にさえなされる。しかし、この予期しないことの意味を見抜くためには知識と創造的洞察がふつう要求される。一人の科学者によって見落とされたデータの側面は別の科学者によって新たな発見へとつながるかもしれない。

### 科学は説明し予測する

科学者は現時点で受け入れられている科学の原理を使ったりそれと整合的な説明を構築することで現象の観察結果の意味を理解しようとする。このような説明—理論—は広い範囲に通用するかもしれないし、限定されたものかもしれないが、それは論理的にまともであるとともに十分な量の科学的に正当な観察群を組み込んでいなくてはならない。どのくらいそれまで無関係と思われていた現象間の関係を明らかにするかで科学理論の信用度が決まる。大陸移動の理論は、地震、火山、諸大陸間の化石の対応、大陸の形及び大洋底地形のような広範にわたる現象の関係を明らか

<sup>19</sup>須藤靖、伊勢田哲治前掲 p65 には次のようにある:

「この問題をこのように解きなさい」「この問題がおもしろい」というのもデータで証明されたり反証されたりする性質のモノではない。科学は全く反証可能性のないものに依存してる。パラダイムを含めた全体が反証可能ではない。

<sup>20</sup>彼がこれらの地図と報告をたよりにして、地球周航という大規模な計画をたてたとき、彼自身はただ他人の錯覚によって欺かれていたに過ぎない。一つの錯誤、正直に信じ、正直に受取られた誤謬、これが結局マゼランの秘密であった。

しかし、われわれは誤謬を軽蔑してはならない。いったん精霊の手に触れられ、偶然に導かれるならば、たとえどんなに愚な誤謬からも、最高の真理が生まれうるものなのである。[ツヴァイク「マゼラン」第三章]

にしてきたので信頼性を増して行ったのである。

科学の真髄は観察による検証にある。しかし、今まで知られている観察と合うだけでは科学理論として十分でない。理論は理論を作るために使われたのではないさらなる観察事実にも合わなくてはならない；つまり、理論は予測能力を持たなくてはならない。理論の予測能力の検証は何も未来の事象についての予測を要求しているのではない。予測はまだ見出されていないかあるいは研究されていない過去からの証拠についてのものでもいいのだ。たとえば、人類の起源についての理論は、ヒト類似の化石の新たな発見で検証できる。このようなアプローチは地球史の事象や古生物の復元に明らかに必要である。造山運動や星の進化のようなわれわれが通常観察するよりはるかにゆっくりとしか進行しない事象の研究にもこれは必要である。星からの光の諸特性間の予期されていなかった関係が星の進化の理論によってすでに存在する観測データの中にあるはずだと予測されるかもしれない。

[C] しかし、科学の重要な役目には「世界観に関わる」ということもある。この章は根本的な問題では腰が引けているようだから、そしてアメリカの作品なので無理もないが<sup>21</sup>、物の見方を変えることは大事なはずだ。Wallace-Darwinの進化生物学はその典型例であろう。ルクレティウスが書いたように昔の人は原子論を宗教的迷妄からの解放と見たのであった。したがってわれわれの世界の見方、世界観、は正しいのだろうか、と反省することは科学的なことなのだ。

### 科学は偏向を同定し回避する

何かあることが真であるという主張に出会うと、科学者はその主張にはいかなる証拠があるのかという応対をする。科学的証拠は、しかし、データの解釈、データの記録や報告の仕方、あるいはそもそもいかなるデータを考慮に入れるよう選択するかなどに関して偏りがありうる。科学者の国籍、性別、生まれた民族、年齢、政治的信条等々のため彼らはあれやこれやの証拠や解釈を見出したり強調する傾向を持つかもしれない。たとえば長年にわたって霊長目の研究は一男性研究者によってなされてきたので一オスの競争的な社会行動に焦点があった。この分野に女性研究者が入ってくるまでメスが社会を構築する行動の重要性は認識されてこなかった。

<sup>21</sup>「今日の(特に若いアメリカ人の)物理学者に比べれば、ボルツマンは特別の哲学的準備があった、とは言え、それは彼の時代の中央ヨーロッパでは見られないというほどのレベルではなく、独学だったと考えるべきだろう」(“Boltzmann had an exceptional preparation in philosophy, compared with a physicist of today (especially if young and/or American), but certainly at a level that was not impossible to find in the Mitteleuropa of his days, and as such he is to be considered an autodidact.”)と Carlo Cercignani 著の *Ludwig Boltzmann The man who trusted atoms* (Oxford UP, 1998) p192 に書いてある。

研究者、サンプル、方法あるいは機器に由来する偏向はいかなる場合でも避けうるわけでないかもしれないが、科学者は偏向のありうる起源や、いかに偏向が証拠を左右するかを知りたいと考える。いつでも目論見通りいくわけではないにしろ、科学者は自分自身や他人の仕事にありうる偏向に敏感でありたいと思うし、そうあるように期待されている。ある研究分野を検知されていない偏向から守る方法はその分野で多様な研究者や研究グループが働いていることである。

### 科学は権威主義的でない

他の分野と同様、科学においてもそれに精通した情報源に、ふつうは関係分野の専門家に、情報や見解を仰ぐのは適切である。しかし、敬意を表されている権威筋が間違っていたことは歴史において何回もあった。長い目で見れば、いかに有名であれいかに高い地位にしようといかなる科学者にも他の科学者のために何が真であるか決めてやる力は持っていない。というのは真理に近づく特権を付与された科学者がいるなどとはだれも信じないからだ。科学者には彼らの研究で到達しなくてはならないあらかじめ確立された結論などはない。

短期的には、主流の考えと折り合いの悪い新しい考えは激しい批判に晒され、そういう考えを研究している科学者はその研究へのサポートを得るのが難しいかもしれない。実際、正しい知識を構築するために新たな考えを攻撃することは道理にあった科学の作業なのである。ときには、大いに権威のある科学者でさえ、他の科学者たちを納得させるに十分な証拠が蓄積されているのに、新たな理論を受け入れるのを拒むこともある。長い目で見れば理論はその帰結で判定される：ある科学者が先行する理論よりもより多くの現象を説明したり、より多くの重要な疑問に答える新たな、あるいは改良された理論を持って登場すれば、究極的には、新たな理論がとって変わるのである。

[C] 「新たな考えを攻撃することは道理にあった科学の作業」とされるのは攻撃が道理にあっていときのみのことである。科学史を紐解けば、そうでない例が多すぎるように見える。熱学史は死屍累々であるし、ある権威者が牛耳っていて尻尾をふらなければその分野にいられないなどというのは稀ではない(かつての生命発生の研究とか、高分子物理とか)。結局のところ科学者の社会が大体において零和社会だから理不尽にポストにしがみつかざるをえないのでそうなのである。科学の社会でも universal basic income のような概念があるべきなのかもしれない。そもそもいつの時代でも、特にルネサンス以降西欧では今に至るまで、学会のようなものがあってそれを牛耳って大きな顔をしていた人々はたくさんいた(る)のだが、大部分は振り返ってみれば進歩を阻害しがちであったと言えるのではなからうか。

訳者自身の経験でも攻撃の多くは極めて権威主義的であった。そうなる理由も多くの場合わからないでもない。レフェリーになったり文句を言うのは通常「大物」とみられている人たちではない。したがってしばしば「虎の威」は借りられるのである。

## 科学という事業

科学という活動には個々人にかかわる面，社会的な面そして研究組織的な面がある。科学的活動は現代の世界の主要な特性であり，それは他の何にもまして先行する諸世紀からわれわれの時代を区別するものかもしれない。

### 科学は複雑な社会活動である

科学的作業は多くの異なった種類の仕事に携わる多数の個人を巻き込んで，程度の差はあれ世界のすべての国で進行している。すべての民族や国々から男女が科学とその応用に参画している。これらの人々—科学者や技術者，数学者，医者，技師，プログラマ，司書など—は科学的知識そのものを本来の目的としたりあるいは特定の実際目的のため，科学知識に的を絞って，データの収集，理論構築あるいは通信に携わっているだろう。

社会的活動として科学は不可避免的に社会の価値観やものの見方を反映する。例えば，経済理論の歴史は社会的正義についての思想の発展と並行してきた—ある時代には経済学者は労働者の最適賃金は彼らがやっと生存できるものを越えるものではないと考えていた。20世紀以前には，それどころかこの世紀にずいぶんと入った後でも，女性と有色人種は教育と雇用機会にあった制限のため科学の大部分からほぼ締め出されていた。これらの障害に打ち勝った瞠目すべき少数の人々もその業績は科学の支配層からは過小評価されてきた。

科学研究の動向は科学そのものの文化内部での非公式的な影響，どんな問題が大いに興味深いとかどんな研究方法が最も実を結びそうかについて，世を風靡している意見に左右される。どのようなプロポーザルに資金を出すかを定めるために，科学者自身が参画する込み入った手続きがあり，科学者の委員会が資金援助の優先順位を推薦するために種々の分野の進歩を定期的にレビューしている。

科学は多くのことな舞台で進行する。科学者は，大学，病院，企業や工業，独立研究機関や科学協会などに雇われている。一人で働くかもしれないし小グループや大きな研究チームで働くかもしれない。彼らの職場は，教室，研究室，実験室，あるいは宇宙から海の底にまで至る自然の現場かもしれない。

科学の社会的性格のゆえに科学的情報を広く知らせることはその進歩にとって必須である。ある科学者たちは彼らの見出したことや理論を論文にして学会で配ったり科学誌に出版したりする。これらの論文は科学者が彼らの仕事を他の科学者に知らせ、他の科学者の批判を仰ぐことを可能にし、そしてもちろん世界中での科学の進歩についていくことを可能にする。情報科学(情報の本性とその処理操作についての知識)の進歩と情報技術(とりわけ計算機)の発展はすべての科学に影響を与えた。これらの技術はデータ収集、編纂、解析を加速し、新たな種類の解析を可能にし、発見と応用の間の時間を短縮した。

### 科学はその内容ごとに組織化され種々の研究機関で遂行される

組織としては、科学はいろんな科学分野つまり研究内容の集まりと考えることができる。暗号理論から惑星科学まで数十の分野がある。しかしながら、目的と思想においてすべては等しく科学的であり、相集まって同一の科学活動を形成するのである。分野に分かれているということの利点は研究と研究結果を組織だてる概念的構造が与えられる点にある。有利でない点は分野の分け方が世界の仕組みと調和しているとは限らないことであり、分野間の意志の疎通が難しくなることである。何れにせよ、科学分野に固定された境界はない、物理は化学や天文学や地質学に徐々に浸透していくし、化学は生物学や心理学に徐々に浸透していく、などというように。新たな科学の分野(天体物理や社会生物学のような)は他の分野の境界に不断に生成されている。ある分野は成長した結果いくつかの下位の分野を持つに至りそれらはそれぞれ独自の分野になったりする。

大学、企業や政府は科学的事業の構造の一部である。大学の研究は知識をそれそのものとして強調するのが普通だとは言え、その多くは実践的問題に向けられている。もちろん大学は次の世代の科学者、数学者や工学者を教育することに特に関わっている。工業や企業は通常実地的な目的に向けた研究を強調するが、その多くは、長い目で見れば実りの多い応用をもたらすという前提にも立って、直接的に明白な応用がない研究の資金援助もしている。連邦政府は大学や企業の大部分の研究に資金を提供しているが、多数の国立の実験室や研究所での研究をも支援遂行している。私的な基金や公共の利益団体や州政府も研究を支援している。

[C] アメリカでは研究資金も大抵の国よりも潤沢であり、それはわりと公正な方法で配分されていると思われているだろう。しかし、もちろんそう単純ではなくいくつか深刻でありうる問題はあ

(i) 配分が平等のわけがない。良い大学(例えば分野で top 10)にいれば研究支援組織のオフィサーが回ってきてわれわれの話聞いてくれる。もちろんプロポーザルの採択率が同じわけがない。オフィサーがレフェリーを按配できるか

らである。こういうことは Second rank の大学の同業者に親しい人がいれば自ずとわかる。当然ながら「どういう分野に金を回すべきか」などに関して「ボス」の効果(威力)は(絶大で)ある、

(ii) ではこういう資金援助組織のオフィサーたちが尊敬されているかといえば、もちろんそんなことはない。実情は、彼らはたいてい研究者になり損ねた連中なのであり、研究者中ではあからさまにそういう話が出る。

[C] 科学者たちが流行に弱いということは別に論じるべきだろう<sup>22</sup>。

研究助成機関はどんな研究を支援するか決定することで科学の方向に影響を与える。他の意図的な科学の制御は危険と考えられる研究や実験対象となる人間や動物の処遇に関する連邦政府による規制からくる。

科学を遂行する際には一般に受け入れられている倫理規定がある

[C] この文書では絶対に出てこない話だが、科学にはその根底に「知る」ということについての反省がなくてはならない。この反省の結果は広い意味で倫理規範を与える。科学の倫理を論じる時にはこのことを等閑視すべきではない。この啓蒙文書からこの重要な面が完全に欠落していることを意識すべきである。

ほとんどの科学者は科学の倫理規範に則って行動している。正確な記録とその公開と再現性の伝統は、強力に保持され同業者による批判検討に支えられて、大多数の科学者を倫理的な職業行動の限界の十分内部にとどめている。しかし、ある場合にはアイデアや観察を最初に発表したという名声を得る圧力がある科学者に情報の公表を控えたり発見したことを改竄したりするに至らせる。このような科学の本性そのものの毀損は科学の発展を阻害する。こういうことが見つかり、科学者社会と資金を供給している機関に強く非難される。

[C] 再現性の伝統が大きく揺らぎ出したことは今やニュースにもならないだろう。理由はかなり単純で研究対象が複雑に過ぎて研究者の制御を受け付けないことと、出版圧力のために自己規制が疎かになるためである。この二つは相乗効果を発揮する。

<sup>22</sup>E. フロムは彼の「自由からの逃走」の中で(第五章2)「『独創的な』決断は、個人的な決断を土台としているように思われている社会では、比較的にかえってまれであるように思われる。」と書いているが、科学の世界でもこれは当たっているのではなかろうか。



科学倫理の別の領域は科学的実験に由来しうる悪影響に関する。一つの側面は生きている実験対象の取り扱いである。現代的な科学倫理は実験動物の健康、快適さや福祉にしかるべく留意することを求める。さらに、人間を対象にする研究は、たとえそれがある種の重要でありうる研究を制限したり、結果に影響を及ぼすことになるとしても、被実験者が理解した上での同意のもとでのみ、遂行することができる。理解した上の同意は研究の危険性とその意図されている利点を余すところなく開示するとともに、実験に参加することを拒否する権利の明示が求められる。さらに科学者は、そうと知りながらも理解と同意なしに、共同研究者、学生、近隣の人々あるいは社会を健康上あるいは物的な危険に晒してはならない。

科学の倫理は研究結果の応用のありうる有害な効果にも関係している。科学の長期的影響は予測可能でないかもしれないが、どういう応用がありうるかは誰が資金援助することに興味を示すかを知れば突き止めうる。もしも、例えば国防省がある筋の理論的数学を研究する契約を提案してきたら、数学者はそれは新たな軍事技術に関係しているから、守秘義務の対象になりそうであると推測できるかもしれない。軍事機密や企業秘密はある科学者たちには受け入れ可能でも、他の人たちにはそうでない。ある科学者が例えば核兵器や細菌戦争のような人類に大きな潜在的危険をもたらす研究をするかどうかは、個々人の倫理的問題であって、職業倫理の問題ではないと考えられている。

[C] 科学の悪用の際たるものはその懐疑主義の悪用である。例えば D. Michaels *The triumph of doubt: dark money and the science of deception* (Oxford UP, 2020) や N. Oreskes and E. M. Conway *Merchants of doubt* (Bloomsbury, 2010) に多数の例が載っている。R. Carson の *Silent Spring* もそういう例に満ちていたことを思い出そう。こういう動きに如何に対処するかは科学者、科学哲学者などの喫緊の課題である。これは以下に出てくる「科学者が議論の対象になっている公共問題に決定的な解答を与えることはほとんどない」という話に関わっている。そうかもしれないが、意図的にこれを助長する組織的な運動がしばしばある(蔓延している)ということを忘れてはならない。もちろんそのような運動は潤沢な資金を持ち、議会へのロビー活動と献金で大変な害悪を流してきた。その結果、悪いことをするのはアメリカでも共和党だけではないのだ。

このようなアメリカ社会の宿痾とも言える病弊はアメリカ国民のための科学リテラシーのための啓蒙文書でこそ十分に説明がされるべき問題である。しかし、一切そういうことには触れてない。むしろ、科学が社会問題にはあまり有効でないという印象さえ与えているが、穿った見方をすれば、これはこの文書自体あるいはアメリカ科学 establishment のある種の偏向を意味するのかもしれない。

### 科学者は公務に専門家としても市民としても参加する

科学者は公共の関心事を担うために情報、見識あるいは解析的な手腕を提供できる。しばしば、彼らは公衆とその代表者たちが事件(例えば自然や技術災害)のありそうな原因を理解することや計画されている政策(いろいろな耕作方法の生態学的影響など)の可能な影響を評価するのを助けることができる。しばしば何ができないか証言することができる。このような助言者の役をするとき科学者は事実をその解釈からまた科学的な知見を推量や意見から特に注意深く区別することを期待されている;つまり彼らは科学的探究の原理の完全なる使用を求められているのである。それでも、科学者が議論の対象になっている公共問題に決定的な解答を与えることはほとんどない。ある種の争点はあまりに複雑で現時点での科学の守備範囲に入っていなかったり、信頼できる情報がほとんどえられなかったり、あるいは、価値観が科学の外にある話であったりするからである。さらに、科学知識の大きな部分に広く合意があったとしても科学のあらゆる問題にその合意が広げられるわけでもない。まして科学が関係した社会的争点すべてに科学的合意があるはずもない。そしてもちろん、専門外の争点に関しては科学者の意見といえども特に信が置けるわけもない。

彼らの仕事において、科学者は彼ら自身によるあるいは他による偏向を避けるために大いなる努力を払う。しかし、公共の利害に関して、彼ら自身の、組織の、研究機関の、あるいは住んでいる社会の利害が関わる時は他の人と同じく不偏不党でなくて不思議はない。例えば、他の社会的必要と比較して科学がどのように資金援助されるべきかということに関しては、科学に携わっているがゆえに多くの科学者は、理解できないこともないが、客観性に劣るかもしれない。