

〈仮説〉と〈仮説実験的認識論〉

——ジョン・ハーシェル、ウィリアム・ヒューウェルと板倉聖宣——

井藤伸比古¹

キーワード：仮説 仮説実験的認識論 ハーシェル ヒューウェル 板倉聖宣 ダーウィン
ジェヴォンズ デューイ 仮説実験授業 仮説演繹法 科学方法論

目次

はじめに

- 1 〈仮説〉と〈仮説実験的認識論〉
- 2 科学方法論の体系的論議の始まり — 百科事典の時代 —
- 3 〈科学方法論〉の先駆者ハーシェル
- 4 ハーシェルと板倉の科学方法論との類似点 — 『自然哲学研究序説』をもとに —
- 5 ハーシェルと板倉の科学方法論の相違点
- 6 ハーシェルとヒューウェルの〈仮説〉のとらえ方の違い
- 7 ヒューウェルとダーウィン
- 8 ヒューウェルの科学方法論 — 『帰納的諸科学の哲学』をもとに —
- 9 科学方法論としての〈仮説演繹法〉と〈仮説実験的認識論〉
- 10 板倉聖宣の教育論 — 仮説実験授業と仮説演繹法 —
- 11 認識の原理としての〈仮説実験的認識論〉
- 12 まとめ

はじめに

科学史をみると〈仮説〉の重要性を述べる科学者は多い。たとえば、200年前のイギリスの科学者ハーシェルは「科学の法則は〈帰納的推測 / 大胆な仮説 / 法則の特定〉という3段階によってのみ到達できる」と書いている。現代では、板倉聖宣が「法則的認識は、仮説を実験的に検証することによってのみ行われる(仮説実験的認識論)」と述べている。時代は違っているが、両者の主張は関連づけられるものだろうか。またそうであるならば相違点はあるのだろうか。

特に板倉は「その〈仮説実験的認識論〉は科学のみならず、教育や日常的な認識でも同様に成り立つ」とも述べ、科学以外にも言及している。

そこで科学史の中で〈仮説〉という言葉に着目し、ハーシェルから板倉までの科学方法論・認識論の概略をつかみ、それぞれの違いについて論じていく。

¹ 愛知県立芸術大学非常勤講師

1 〈仮説〉と〈仮説実験的認識論〉

〈仮説〉とは何か。かんたんに言えば何かを行うときに「もし〇〇だったら、こうなるだろう」と考えることである。²

科学者は、まるで探偵のように〈仮説〉を立てて謎を解き、法則を見つけていく。

たとえば、チャールズ・ダーウィン(1809-1882)は、「進化論」を提唱したことで有名である。そのダーウィンが書いた『種の起源』(1859)は、はじめに〈仮説〉を立て、それを解いていくという展開になっている。

(『種の起源』を)実際に読んでみると、実は探偵小説の謎解きを楽しんでいるような、わくわくする面白さがあるのです。それはダーウィンの思考プロセスが、データと理論を駆使して犯人を追いつめていく推理小説の流れそのものだからといえましょう。

理論的に組み立てた大きな「仮説」を最初に提示し、それをさまざまな文献やデータ、自らの実験を積み重ねながら実証していくのですが、その粘り強さと情熱には驚くべきものがあります。

(長谷川真理子³2015 p.75)

科学史を見てみると、〈仮説〉をたてて実証していく方法は、ダーウィンに限らず、一般的な方法となっている。板倉聖宣⁴は、次のように述べている。

近代科学の誕生がそういう素晴らしい効果をもたらしたのは、〈仮説・予想を実験して確かめたものだけを真理とする科学〉を、個人的な確信を超えた〈社会的に共有できる事実〉として社会的な財産にする道を開いたからだ。

(板倉聖宣 2012 p.91)

つまり、近代科学の誕生には〈仮説・予想を実験して確かめたものだけを真理とする〉という方法が必要だったのである。その方法を〈仮説実験的認識論〉という。それを一文にまとめると次のようになる。

法則的認識は、仮説を実験的に検証することによってのみ行われる。

(板倉 1966a:1969 p.207)

板倉が言うように、科学者たちは、だれもが〈仮説を実験的に検証〉して法則を見つけてきたのであろうか。

² 〈予想〉と〈仮説〉とはどう違うか。〈予想〉は1回きりの現象に問うもの、〈仮説〉は何回でも問いただしうるもの(板倉1966a:1969「仮説とは何か」p.272)。

³ 長谷川真理子(1952-)進化生物学が専門、進化論に関する著書多数。『種の起源』は、ベストセラーとなり、大反響を呼ぶ(長谷川2015 p.24)。

⁴ 板倉聖宣(1930-2018) 科学史学、教育学が専門、「仮説実験授業」の提唱者。教育に関する著書多数

その疑問について考えるため、科学方法論の体系的論議の始まりを見ていく。近代科学全体を見通し始めたのは1800年代であり、フランスやイギリスで百科事典を作るようになってからである。そこには、一人一人の科学者がどのように法則を見つけてきたかが書かれている。

ジョン・ハーシェル(1792-1871)は天文学を中心とする科学者であるが、1830年に百科叢書の1冊として『自然哲学研究序説』を書き、「どうやって科学者は研究するか=科学方法論」を論じている。

科学方法論については、ハーシェル以後、ヒューウェル、ミル、ジェヴォンズなどが著作を残している。その中でジェヴォンズ(1835-1882)は、ハーシェルから40年後に〈仮説〉をたてることの重要性を論じ、社会の事象にも実験が可能であることも明らかにしている(小野2008)⁵。

そこでハーシェルとヒューウェル(1794-1866)について、百科事典の時代を背景に、科学者と〈仮説〉との関係について見ていく。

2 科学方法論の体系的論議の始まり ー百科事典の時代ー

1800年代初頭のイギリスは、いち早く産業革命を成し遂げ、大英帝国として世界中に躍進しようとしていた。百科事典の編纂はフランスから始まり、イギリスでもブリタニカ百科事典(1768年、初版)に続いて数々の百科事典が出版され、図書館だけでなく家庭にも置かれるようになった。

そんな中で出版された『ラードナー・キャビネット百科叢書(Lardner's Cabinet Cyclopædia)』(1829年～1846年出版)⁶は、全133巻61タイトルで、著者は40人ほどいる。ジョン・ハーシェル(1792-1871)は『自然哲学研究序説』(1830)と『天文学要論』(1833)の2冊を書いている。

ハーシェルの生涯の友人に、ウィリアム・ヒューウェル(1794-1866)がいる。2才年下で、同じケンブリッジ大学で学び、大学の要職につく。ハーシェルの『自然哲学研究序説』に刺激されて、彼自身も、科学の歴史や方法についての著書を出版する。

科学方法論についての体系的な論議は、1800年代にハーシェルとヒューウェルから始まったといえる。

そんな2人は、『種の起源』(1859)を書いたチャールズ・ダーウィン(1809-1882)に、強い影響を与えている。ハーシェルについては、『自伝』の中で、その偉大さを記している⁷。ケンブリッジ大学でヒューウェルから直接学んだダーウィンは、ヒューウェルの言葉を『種の起源』の最初に掲げている。

3 科学方法論の先駆者ハーシェルとは⁸

⁵ 小野(2018)による。小野健司(1962-)、専門は教育学。

⁶ ラードナーが中心となって作られた。Dionysius Lardner, ロンドン大学で自然哲学と天文学の教授を務める。

⁷ 『ダーウィン自伝』(1958)の中で、ダーウィンは、ハーシェルとフンボルトの著書について「ほかのどんな本も、いや1ダーズの本をいっしょにしても、この2冊程の影響を与えたものはなかった」と書いている。日本語訳(2000)p.76。また『種の起源』(1859)の巻頭に、ダーウィンは、ヒューウェルとベーコンの言葉を掲げている。

⁸ ブットマン(2009)により、ハーシェルの略伝を述べる。ブットマン(1929-)は、ドイツの科学史研究家。大学図書館の司書の合間にいくつかの伝記を書き、天文学の文献を集める。

ジョン・ハーシェルは、ケンブリッジ大学で学び、28才で数学のコプリー賞を受賞したが、父の死により、天文学の仕事を引き継いだ。

父ウィリアムは、音楽教師の合間に、自作の望遠鏡で星の観測に励み、天王星を発見してコプリー賞を受賞する。それは、古代から知られていた5つの惑星に天王星が加わる大発見であった。国王付き天文官の地位も得て、安定した生活の中で、ヨーロッパ中に数多くの巨大望遠鏡を作っている。

息子ハーシェルは、天文学のみならず、光学、音響学、地質学など、幅広く研究をした。

1830年(38才)のとき、『キャビネット百科叢書』の第14巻として『自然哲学研究序説』を書き、フランス語、ドイツ語、イタリア語に訳された。その後、大学教授の要職に就くことを断り、個人研究者として、南アフリカへ4年間の天文観測に専念する。そこでビーグル号で世界一周をしていたダーウィンの訪問を受ける。さらに、写真の研究を行い、写真術の発展にも貢献する。55才で準男爵の位を受けた。

このようにハーシェルは生涯にわたって研究を楽しみ、科学方法論について述べた。要職に就くことを断り続けたハーシェルも、1850年に造幣局局長に就き、1871年に亡くなったときには国葬が営まれた。

4 ハーシェルと板倉の科学方法論との類似点 — 『自然哲学研究序説』をもとに⁹

まず『研究序説』の最初は、研究の楽しさを次のように述べている。

(12節) 「自然科学」の追求には、喜びがある。それは、他のあらゆる分野の知的な喜びと同じだ。どんな生活を送っている人も、どんな状況でも、自分の人生に位置づけて、楽しむことができる。自分の仕事の合間にも楽しむことができるし、日常生活の偏見・抗争から、もっとも喜ばしい避難場所にもなる。(p.15、筆者訳、以下も)

科学研究の楽しさを実感をこめて述べている。読者である一般の人たちに自然科学を楽しく研究することを伝える文章になっている。天文学者としてのハーシェル自身も、夜空を丹念に望遠鏡で観測し、膨大な記録を残している。

板倉も、科学者について同様なことを書いている。

もともと科学者というのは、自分自身のやりたいことを、自分自身の費用で、自分勝手にやっていたのです。(板倉1979 p.19)

ハーシェルは、〈仮説〉をたてることの重要性について、次のように書いている。

⁹ 使用するのには、ハーシェル『自然哲学研究序説』Herschel, John (1830) *A Preliminary discourse on the study of Natural Philosophy*, London, Longmanの1851年版(全386ページ)である(以下『研究序説』と略す)。補助として1881年版も使う。ハーシェルには「仮説(hypothesis, -ses, -tical)」という言葉が47回出てくるので、それをキーワードにして読み進める。

(196)ベーコン¹⁰の言う「重要な事例」については、無関係な原因を排除しなければならない。その最も安全な方法は、対立する「2つの仮説」を立てることである。

事象を事前に判断するために「仮説をたてる」ということは、常に起こる。それは、起こりうるすべての考えの中で、2つまたは3つの主要なものにしぼるということである。そして「仮説」をイメージする(実体化する)ことで、行動を起こすことが可能になる。(p.186)

ハーシェルが言う「2つの仮説を立てる」は、ダーウィンの『種の起源』で実際の手法として使われている。『種の起源』では、まず地球上のありとあらゆる生物は「たった1種の前種から生まれたのか」「創造主が多数の生物種を作ったからか」の2つの仮説を立て、そのどちらが正しいかを実例を元に論じている。

ハーシェルは、〈科学方法論〉について「次の3つの方法によってのみ到達できる(we can only arrive at in three ways)」と書いている。

(210) 次に科学を構築する法則について述べる。それは次の3つの方法によってのみ到達できる。

- 1 「帰納的推測」わかる範囲のすべてのことを調べ特定する。¹¹
- 2 「大胆な仮説」を、事実と比較し、事実を試す。
- 3 「帰納的推測」と「大胆な仮説」を組み合わせ、法則を特定する。そして公表する。

(Herschel 1830: 2nd ed 1851 p.198)

これは板倉が「仮説を実験的に検証することによってのみ行われる」と書いたことと似ている。実は、ハーシェルより43才年下の科学者、ジェヴォンズ(1835-1882)¹²も同様なことを書いている。「科学の方法(帰納的推理:inductive reasoning)」についても次の4段階を提示している。

- 1 「最初の観察」
- 2 「仮説を立てる」
- 3 「演繹推理」
- 4 「証明」

私たちは、特殊な事実から一般的な法則を得なければならない。実際には、このことは、帰納論理法のすべての段階を踏むことによってのみ可能となるのである。

(ジェヴォンズ1876, 小野訳2008 p.37)

¹⁰ フランシスコ・ベーコン(1561-1626) イギリスの哲学者。近代イギリス経験論の創始者。

¹¹ この1の段階で「仮説を立て」「それでうまく行った例が何度もある」(212, p.200)と書いている。

¹² ウィリアム ジェヴォンズは、イギリスの経済学者。近代経済学の創始者の一人。彼の『(サイエンス・プライマリー)論理学』1876という一般の人々に向けた小冊子は、明治初期の日本で4種類の訳本となり、文明開化期の日本に影響を与えた。小野(2008)による。

We have to get a general law from particular facts. In reality this can only be done by going through all the steps of inductive reasoning (Jevons1876 p.104)

ハーシェルもジェヴォンズも科学で法則を見つけるには「〈仮説〉を立てることによってのみ可能である」と言っている。その点から言って、2人とも板倉の考えと同様で〈仮説実験的認識論〉の先駆者と言っている。ただ膨大なページの中から見つけた1つの「のみ」で、ハーシェル、ジェヴォンズがどれほど重要視していたかは、検討を要する。

5 ハーシェルと板倉の科学方法論の相違点

ハーシェルは〈仮説〉の重要性を何度も述べている。ただ「仮説に頼りすぎるな」と次のように書いている。

(216)「仮説」をたてることで、本質的な部分を形成する可能性がある。かといって、いくつかの限られた場合を除いて、「仮説」は事実とはほど遠い。「仮説」に頼りすぎてはならない。「仮説」は、法則を一般化するための足場になるが、「足場を建築物と取り違え」てはならない。事実と反して、仮説に固執して偏見を持つことはよくある。それは、哲学する者すべての悩みの種である。(p.204)

板倉も「仮説について、まず第一に注意すべきことは、仮説とドグマ¹³の区別である」(板倉1966a:1969 p.268)と述べており、さほどの違いは見られない。ただハーシェルは「〈仮説〉を立てるより前が大切」と次のように書いている。

(208)「よく練り上げられた仮説」というものは、公正な帰納的考察によって得られるものである。そんな仮説を立てた場合、一歩すすめて「一般化する」という点で、失敗はほとんどありえない。さらに、より普遍的に「法則をグループ化する」ことができる。(p.196)

つまり、〈仮説〉を立てる前に「公正な帰納的考察=よく観察してよく考えること」を求めている。それに対して、板倉は次のように書いている。

科学はたくましい想像・議論から始まり、実験によって終わる。(板倉1968:1971 p.18)

科学の方法の第一段階について、ハーシェルは「帰納的考察」といい、板倉は「たくましい想像・議論」と言っている。その違いは、後半で論じる。

¹³ 独断的な説

6 ハーシェルとヒューウェルの〈仮説〉のとらえ方の違い

ハーシェルの2才年下で、科学的認識論を唱えた科学者にウィリアム・ヒューウェル(1794-1866)がいる。ヒューウェルは自然科学研究よりも〈科学方法論〉に関する論議で名を残している。

ハーシェルは〈仮説〉の重要性を強調したが、友人のヒューウェルは違っている。「発見的なツールとして〈仮説〉を利用することを認めた上で、それを読んで勘違いする読者が出てくるのではないか」と書く(伊勢田2018¹⁴ p.27)。ハーシェルが「推測」の段階で「仮説を立てる」ことを認めたことに警鐘をならしたのである。さらに「単なる推測から重要な物理的真理が予見された例は人類の歴史に1つも無い」とも書いている(伊勢田 p.28)¹⁵。ヒューウェルは、あいまいな仮説は認めない。たとえばドルトンの原子説(1805)も認めていない¹⁶。

そんなヒューウェルも、ハーシェルの著書を、書評(1831)の中で次のように評価している。

(ハーシェルの)書は〈現代科学が持続的で着実に進歩をとげ、現在の繁栄に至る上で貢献した研究方法の規則や教えを詳しく解説しよう〉という重要な試みの最初の1つである。(Whewell 1831¹⁷, 伊勢田p.8より引用、〈〉は引用者)

その後すぐにヒューウェルは、『帰納的諸科学の歴史』(1837)と『帰納的諸科学の方法』(1840)を著す。ライバル心を燃やすようにして書いた大著である¹⁸。

そんなヒューウェルとは、どんな人だったのだろう。

7 ヒューウェルとダーウィン

ヒューウェルは大工の父を持ち、聡明であったため奨学金をもらってケンブリッジ大学に入学する。ハーシェルとは、朝食を共にしながら研究について話す友人の一人でもあった。

卒業後、大学の教授(鉱物学,道徳哲学)の職を得、学生であったダーウィンを教えた。そこで学んだダーウィンは、ビーグル号の航海後ヒューウェルの斡旋で地質学協会事務局長の仕事を得ている。

ヒューウェルは、41才のときケンブリッジ大学トリニティカレッジの学寮長になり、生涯その職をつとめる。当時の科学界の重鎮と言える。

¹⁴ 伊勢田哲治(1968-)専門は倫理学・科学哲学。

¹⁵ 伊勢田によると、この言葉は地質学者セジウィック(1785-1873)の演説からの引用で、ヒューウェルの書評(1831)に掲載されている。

¹⁶ ヒューウェルは、『帰納的諸科学の哲学』第2版(1847)第1巻、pp.422-423に次のように書いている。「原子の仮説は、ドルトン博士が言うように、明確で有用な一般化である。しかし満足のいく証拠は何もない。原子は、これ以上小さくできない単位というが、それは今の観測技術においての話ではないか... この問題は、古くて奇妙な問題である(英語の原文より抄訳)」。逆にハーシェルは、「原理論、または定比例の法則は、おそらく、自然の研究がこれまでに明らかにした中で最も重要である」(Herschel 1830:1851 (339)p.101)と述べて、ドルトンの説を賞賛している。

¹⁷ Whewell, William. (1831) Review of J. Herschel's 'Preliminary discourse on the study of Natural Philosophy'. The Quarterly Review 45 (90), 374-407

¹⁸ ダンネマンは『大自然科学史』(1923)の中でヒューウェルの『帰納的諸科学の歴史』を「ただ唯一の例外」(翻訳1954: p.7)と高く評価している。つまり当時の科学史の本の中で、体系的にしっかり論じたのはヒューウェルだけであった。また、ヒューウェルの2つの著書を、同時代のエジンバラ大学教授フォーブスが高く評価した言葉も紹介している。「驚くほど多才にして勤勉そして精力ある1人のイギリス人の哲学者によって、不滅の記念碑が打ち立てられた」(p.8)と。

ダーウィンの『種の起源』は、後年、ヒューウェルと同世代の学者たちの批判的となる。「仮説を立てる前に十分な観察をすることを重要視すべきだ」と考える科学者たちからすれば、ダーウィンの論は妄想に等しいと思われたからである。

ダーウィンは、『種の起源』巻頭に最初にヒューウェルの言葉を掲げたことが功を奏したせいも、ヒューウェルから直接批判は受けてはいない。ダーウィン自身は、ヒューウェルについてさほど高い評価を下しているわけではない。『ダーウィン自伝』には、友人フッカー¹⁹との対話の中で「まったく。あの男(ヒューウェル)ほど非常にたくさんの本の序文を読んだのだらうね」(p.127)²⁰という言葉を残している。

8 ヒューウェルの科学方法論 — 『帰納的諸科学の哲学』をもとに²¹—

ヒューウェルの著書は全2巻の大著で、大学の教科書のような構成である。前半の『第1巻』(全770ページ)では「数学」「力学」「化学」「生物学」など、それぞれの科学の基礎的内容を述べている(『哲学』Book1からBook10)、それから「科学の方法論」について論じる第2巻に入る(『哲学』Book11からBook13)。

その『哲学』第2巻には「仮説(hypothesis, -ses, -tical)」という言葉が202回使われているので、それを中心に見ていく。

まず、ヒューウェルは、「科学」となる道筋を次のように書いている。

(Book11,1章)「知識」を得るには、観察と実験から得た事実を、アイデアや概念に適合させなければならない。さらに、そうした知識が集まり普遍的で包括的になったとき「科学」となる。(p.3)

「仮説」に先立つ「観察・実験」の重要性を述べている。それはハーシェルと同じだが、〈仮説実験的認識論〉とは違う。

別の箇所でも、「仮説」を立てるには、「事実」を注意深く準備することが必要だと述べている。

(Book11,5章3)「仮説の使用」(p.56)

仮説を立てるときは、事実と比較しつつ、勤勉かつ注意深く、準備することである。そして、それが実際の出来事の過程と一致しないように思われるときは、すぐにその考えを放棄する。

ヒューウェルも「〈仮説〉は重要だ」と多くの箇所で述べている。

¹⁹ ジョセフ・フッカー(1817-1911) 植物学者。ダーウィンの親友、「進化論」の論文をハクスリーと共同で発表することを、ライエルとともに提案する。

²⁰ 「いつも序文だけしか読まず、真意を理解していない」と揶揄している。

²¹ 使用するの、ヒューウェル『帰納的諸科学の哲学』の第2版(1847)のうち『第2巻(Volume the two),全679ページ』である(Whewell, William.(1840:2nd ed. 1847) *The Philosophy of the Inductive Sciences, founded upon their history. 2 vols.* London, Parker West Strand、以下『哲学』と略す)。

(Book11,4章7)「**事実の統合—ケプラーの19の仮説**」(p.41)

ケプラーが法則を発見したとき、ケプラーは火星の動きについて、まず19の仮説を立てた。そして、それぞれを計算して、惑星の軌道は楕円だと確信したのである。

ヒューウェルがここで言う〈仮説〉は〈作業仮説〉である。それに対してハーシェルは、新しい理論を生み出す〈体系的な仮説〉を中心に論じている。

例えば、ケプラーがどうして3法則を発見できたのか。ハーシェルは「〈火星が太陽を中心とした単純な楕円軌道でまわっている〉という1つの仮説からケプラーは問題を解いた(Herschel 1830 p.41)」というのに対して、ヒューウェルは「19の仮説から、それぞれを計算することによって、楕円を確信した」と言う。ヒューウェルは、〈仮説〉よりもその後の思考に重きを置いている。「勤勉に注意深く」立てた仮説から、問題解決が始まるというのである。

(Book11,5章7)「**仮説を使う**」

仮説の枠組みは仕事の始まり(p.57)

仮説の枠組みは、真実を追う探求者にとって、終わりではなく仕事の始まりである。「仮説」を立て、多くの労力を使って「仮説が正しいかどうか確かめる」こと、それが発明を生み出す通常のプロセスである。

〈仮説〉を持ち続けて〈観察〉をしていくことについて、次のような比喻で、書き表している。

(Book11,5章3)「**仮説の検証**」

仮説→観察→まとめあげ(p.60)

これらの仮説のそれぞれの後には、対応する一連の観察が続き、そこから真実につながる力が導き出される。仮説は船長のようなものであり、観察は軍隊の兵士のようなものである。そして、発見の目的のために、ばらばらで切り離された事実をまとめあげなければならない。

さらに、公式を導き出すための並々ならぬ努力について、こう書いている。

(Book13, 136章7)**仮説の使用**(p.393)

仮説を立て計算をしていくだけでは、真の公式の作り上げ、主要な発見ができるわけではない。そのためには、多大な労力を払い困難を乗り越え、さらに幸運という条件も付け加わる。科学の歴史の中で、我々は、ケプラーが単純な公式を導き出すために、どれだけ時間をかけ、どれほど懸命に働いたかを見てきたであろう。

ヒューウェルの主張には、精神論・根性論が含まれている。それは、彼が努力を積み重ねて社会的地位をつかんできたことと重なる。

最後に「科学の方法」について、ヒューウェルは「6つの過程」を示している。

(Book13,1章4)「科学の形成において使われる6つの過程」(p.336)

- 1 事実の確定
- 2 現象の測定・観察
- 3 概念の明確化
- 4 現象の法則を見つける
- 5 原因を見つける
- 6 発見したことを他に適用する

以上、ハーシェルとヒューウェルとが〈仮説〉についてどのように述べているかを見てきた。両者の主張はそれほど違いはないかもしれない。ただ「仮説」の重要性については、ハーシェルが直接的であるのに対して、ヒューウェルは「仮説を立てるだけでなく、そのあとも慎重に観察、まとめあげ、反証を大切に」と主張している。両者とも、仮説を立てる場合に「観察すること」の大切さを述べているのは同じである。

ハーシェル、ヒューウェル、ジェヴォンズらの作り上げた科学方法論を〈仮説演繹法〉と言う。次に、それについて述べていく。

9 「科学の方法」としての〈仮説演繹法〉と〈仮説実験的認識論〉

〈仮説演繹法〉とは何か。ニディチ(Nidditch 1968)²²は、「科学の方法」として、次の5段階を提示している。

- 1 観察
- 2 問題を明確にする
- 3 仮説をたてる
- 4 実験
- 5 理論の定式化²³

それは、「一般的に仮説演繹法と呼ばれる手続き」(野家 2001)²⁴で、さらにニディチは「その科学の方法は、ハーシェル、ヒューウェル、ミル、ジェヴォンズとその後継者によって作られた」と書いている(Nidditch 1968 p.4)。

それに対して、板倉(1990)は〈科学の過程〉²⁵を次の言葉で表している。

科学、それは大いなる空想を伴う仮説とともに生まれ、討論・実験を経て、大衆のものとなつて初めて真理となる。

つまり「科学」の過程を4段階で提示している。

²² Peter Harold Nidditch (1928-1983)、イギリスのシェフィールド大学教授哲学部長、学内にNidditch賞がある。

²³ Nidditch(1968)の原文では 1observation 2define a problem 3 hypothesis 4experimentation 5 formulation of a theory

²⁴ 野家(2001)は、その5段階の4番目に「テスト命題の演繹」を加えている。

²⁵ 板倉の〈科学の過程〉は、〈仮説実験的認識論〉と「科学的認識は社会的認識である」という2つの命題を具体的な表現にしたものである。

1 大いなる空想を伴う仮説 → 2 討論・実験 → 3 大衆のもの → 4 真理

それでは〈仮説演繹法〉と板倉の〈科学の過程〉とは、どこが違うだろうか。

まず、〈仮説演繹法〉は「観察」から始まり、〈科学の過程〉は「大いなる空想を伴う仮説」から始まる。さらに〈科学の過程〉は「大衆のものとなる」ことを必須としている。

板倉は「科学者は、仮説を立てることから研究を始める」ことを、ガリレイを例に書いている。

ガリレイは、浮力の実験などからアリストテレスの法則に納得がいかなかったので、じっさいにそれをたしかめなければすまなかったです。つまり、ガリレイには、アリストテレスの法則がまちがいで、自分の考えの方が正しいだろうという予想があったからこそ、それを自然に問いためすことが必要になったのです。
(板倉1964:1969 p.25)

つまりガリレイは「ピサの斜塔で落下実験をしたから、アリストテレスの法則のまちがいに気づいたのではない」「まず予想(仮説)があったからだ」というのである。

さらに、板倉(1997²⁶)は「脚気」の歴史を例に、〈科学の過程〉を説明している。

「麦飯や玄米を食うと脚気が治る」という民間療法は、江戸時代から知られていた。しかし当時の森林太郎などのエリート研究者たちは、脚気について研究したものの、麦飯・玄米については「科学的根拠がない」と認めなかった。そして100年間の「討論・実験」をへて、海外でエイクマン²⁷などによってビタミンが発見され、国内でも麦飯や玄米の効果が認められるようになる。戦後になって、ビタミンB1剤が普及して、やっと脚気が克服される。

どうして初期の段階で「麦飯や玄米を食うと脚気が治る」という仮説を、エリート研究者たちは認めることができなかったのか。
(板倉1988より、要約した)

つまり、いくら「観察」や「実験」を重ねても、鮮明な〈仮説〉がなければ問題解決は始まらない。さらに「大衆のもの」となったときに真理が確立される。

ダーウィンの「進化論」も同様である。『種の起源』(1859)は、次のような展開になっている。第1章で「なぜ、この地球上にこれほど多様な生物がいるのか」という「問題提起」をする。それに対して2つの〈仮説〉を立てる。「たった1種の前種から、多数の品種が生まれた」「創造主が多数の生物種を作り、それが固定化している」の2つである。そして2つの〈仮説〉の検討(第2章から第13章)をして、最後の14章で「たった1種の前種から、多数の品種が生まれた」と考えざるを得ないという結論を出す。

²⁶ 板倉(1997)は「まず現象論的法則を認めること」を述べ、その中で〈科学の過程〉に言及している。

²⁷ エイクマン(1858-1930) 1929年ホブキンスと共にノーベル賞受賞。

『種の起源』は重版を重ね、多くの言語に翻訳された。内容もさることながら、展開のおもしろさから、人気を得た。しかしイギリスの学者たちからは「空論に過ぎない」との批判を受ける²⁸。「結論を出すには、根拠が乏しい」というのである。ハーシェル、ヒューウェルは『種の起源』に対して、まとまった学問的な論評は残していない(内井²⁹ 1979 p.71、松永³⁰1987 p.98³¹)が、2人の科学方法論を踏襲する学者たちは、ダーウィンの空想にも似た大胆な〈仮説〉を認めなかった。それが150年の時を経て、今では、遺伝学、進化生物学などの発展によって、ダーウィンの主張は真理となった。

このように〈仮説演繹法〉と〈科学の過程〉との違いは〈仮説〉の重要性にある。ただ板倉の〈科学の過程〉は、1800年代の〈仮説演繹法〉を修正した形で生まれたとも言える。

10 板倉聖宣の教育論 一仮説実験授業と仮説演繹法一

戦前の日本に『正道理科教育』(昭和13:1938年)という著書があった³²。訓導、阿部武夫によって書かれた。そこには「指導原理としての仮説演繹法」pp.14-20という章があり、〈仮説演繹法〉は3段階で教えることになっている。

「作業^マ仮設」「実験観察」「法則」

その方法について阿部は、「(我々は)大科学者の境地に子供を立てて生き生きとした創造性のある教育はできないものかと考えたのである」(p.15)と書いている。

具体例として「アルコール」の授業が挙げられている。

1 「作業^マ仮設」では、児童が疑問を持って問題を作る。

「アルコールは蒸発しやすいか、燃えやすいか、ヨードを溶かすか」

2 「実験観察」を児童が行う。

3 「法則」3つの法則「蒸発しやすい、燃えやすい、水に溶けぬものでも溶かす」を受け入れる。

上記のような〈仮説演繹法〉と〈仮説実験授業〉とはどう違うのだろうか。

〈仮説実験授業〉は「科学上の最も基礎的一般的な概念・法則を教えて、科学がどのようなものかということを体験させることを目的とした授業理論」で、授業書を使って、

「1問題」「2予想」「3討論」「4実験」

²⁸ たとえば長谷川(2015) P.76

²⁹ 内井惣七(1943-)専門は科学哲学、科学史。

³⁰ 松永敏男(1939-)専門は科学史、生物学。

³¹ 松永(1987)は次のように書いている。ハーシェルは「『種の起源』はめちゃくちゃだ」と言い、自著『自然地理学』(1861)の脚注で短い批判をしている。さらにダーウィンがそれに反論を書き「ハーシェルに代表される旧世代の科学者に反発した」と。ハーシェルもダーウィンの仮説を認めることができなかつたのである。

³² 『正道理科教育』(1938, 大分県女子師範学校附属小学校 訓導阿部武夫著)、その第1章は「理科教育の新動向」では「国家の総力を傾けて聖戦を続けている我が国は、銃後国民に向けて、不拔に科学精神を涵養せよと呼びかけている」で始まり、第2部「指導」の中に「指導原理としての仮説演繹法」とある。

の4段階を繰り返す授業を展開する。

しかし〈仮説演繹法〉は「最も基礎的一般的な概念・法則」を教える授業ではない。さらに「授業書」もない。授業書の必要性について板倉は次のように書いている。

「仮説実験授業類似の授業はずい分早くから行われていた」が、成功しなかった。それは「実験の結果を前もって推理させても、その必然性が明らかにされず、その必然性を裏付けられるような問題(実験)群が用意されなかった」からである。板倉(1970 p.90)

つまり、〈仮説実験授業〉では「推理の必然性を明らかにする問題群＝授業書」が用意されているが、類似の授業では用意されなかった。

阿部の著書は、日本での理科教育の流れの中で書かれたものである。及川平治³³(1875-1939)は戦前の新教育運動の中心人物で『分団式動的教育法』(1912)という著書がある。阿部(1938)は「力動的」という言葉を記しており、及川(1912)からの理科教育の流れにそっている。

〈仮説演繹法〉という言葉は、戦前では『正道理科教育』以外には見つけることができなかった。このような〈仮説演繹法〉が戦前の教育運動の中に存在したことはまちがいない。

11 認識の原理としての〈仮説実験的認識論〉

〈仮説実験的認識論〉は、認識の原理でもある。板倉は次のように書いている。

すべての認識というものは、実践・実験によってのみ成立する(板倉 1966b:1969 p.203)。

つまり、〈仮説実験的認識論〉は「科学方法論」「教育論」のみならず「認識論」そのものだというのである。

古代ギリシャの哲学者ヘラクレイトスも同様な言葉を残している。

"予想しなければ、予想外のものはいだせないだろう。それはそのままでは捉え難く、見出しがたいものなのだから" ヘラクレイトス³⁴



ジョン・デューイ(1859-1952)も、幼児は、言語取得の過程で〈仮説/実験〉を繰り返していることを、次のように述べている(小野2007 p.83)。

³³ 大正期の教育学者、新教育運動指導者。宮城県や東京の訓導を経て、明石女子師範附属小学校主事、仙台市教育研究所所長。小野(2007)は、及川と、及川に影響を与えたジョン・デューイ(1859-1952)について書いている。

³⁴ 板倉(1955)「予想論」の冒頭に掲げられている。板倉の典拠は、田中未知太郎訳『ヘラクレイトスの言葉』アテネ文庫、1948 pp.12-13

たとえば〈犬〉という概念は、〈多くの犬について、これをその各成分に分解して、その不動なるものをふるい落とし、共通のものを抽象して出来るものである〉との通常の考えは間違っている。(そうではなくて) 児童は、その初めて経験した犬について学んだところのものを、さらに第二の犬に要求し期待する。ゆえに、小さき犬と猫を誤ったり、大きな犬と馬とを間違えたりする。けれども、〈その期待の必ずしも満足せらるるものにあらざることを〉悟る度に、〈犬〉という意味は、幾度か改善せられ、この如くにして、ついに概念に達する。

デューイ『思考論』(How We Think, 1910、西川庸平訳『デューエーの心理学』(1931)掲載³⁵

つまり、幼児は「いぬ?」「いぬ?」と〈仮説〉を立て、大人に問いかけることで「いぬ」という概念をつかんでいくというのである。それは〈仮説実験的認識論〉であると言える。

さらに板倉には「何をするにも仮説実験」ということばもある。

どんなことをするときにも、予想を立ててからやると、失敗してもなぜ失敗したのかわかって、早く成功することができるようになるのです。これは「何をするにも仮説実験」とも言えます。(板倉 1992 p.59)

本当に私たちは「何をするにも仮説実験」しているだろうか。日常生活の中で、私たちはどのように「仮説実験」しているだろうか。

最近の脳科学の研究では、脳が「記憶」にどう関わっているかがわかってきている(柿木2015 p.15)。脳科学では「記憶を作る」ことが次のように説明されている。

目から捉えたイメージは、電気信号となり脳内の海馬と呼ばれる小さな組織に送られる。そこで、さらに電気信号が神経細胞をリレーして1つのルートを作る。その異なるルート1つずつが記憶となる。つまり、すべての事象の記憶は「海馬」の中で作られ、その後、大脳皮質に送られて長期記憶となる。

このように、板倉の「仮説実験的認識論(何をするにも仮説実験)」という認識の原理は、「すべてのイメージは海馬で作られ記憶となる」という脳科学研究の成果と重なっている。

板倉自身は「仮説実験的認識論」の発見の意義について、1990年12月の講演の中で次のように言っている。

「仮説実験的な認識の仕方を明確にした」というのも私のオリジナリティーだということになると、これは大変なことです。教育の世界だけでなく学問全体の世界に関わる、しかもそれは「認識方法に関する基本的な理論」ですから、これは〈学問における革命〉になります。マルクスが出現して社会の見方に革命が起きたとか、ガリレオやニュートンが出てきて科学に革命が起きたと

³⁵ Dewey(1910) p.128より。西山の訳は、かなり意識してあることもあり、わかりやすい。

か、そういうものに比べてさらにもっと重要な発見ということになると私は思っています。(板倉 2004 pp.46-47)

この板倉の語ったことの真偽は、後進たちが明らかにしていかなければならない。仮説実験的認識論は、教育だけでなく、一人一人の生き方にも関わってくるだろう。

12 まとめ

ハーシェルとヒューウェルは、科学方法論として「仮説を立てる」ことの重要性を明らかにした。その理論の系譜は、ジェヴォンズやデューイから板倉に至る。板倉が〈仮説実験的認識論〉を定式化し「まず仮説を立てること」の重要性を明確にした。それは仮説実験授業の実践から裏付けられている。

さらに認識の原理としての「仮説実験的認識論＝何をするにも仮説・実験」は、脳科学の実証とともに、今後の具体的な活用が待たれる。

【文献】

- 阿部武夫(1938)『正道理科教育』大分県女子師範学校附属小学校(奥付には著作者が学校名になっている)
- 伊勢田哲治(2018)『科学哲学の源流をたどる 研究伝統の百年史』ミネルヴァ書房
- 板倉聖宣(1955)「予想論」『思想の科学』1955年1月号、講談社、『科学と方法』(季節社,1969)に再録。
- 板倉(1964)「きみ自身の科学」『学生通信』三省堂、『科学と方法』(季節社,1969)に再録、p.25。
- 板倉(1966a)「仮説とは何か」『教育』3月号、国土社、『科学と方法』(季節社,1969)に再録。
- 板倉(1966b)「科学的認識の成立過程」『理科教室』6月号、国土社、『科学と方法』(季節社,1969)に再録。
- 板倉(1968)「自然認識の歴史的発展」『教育学全集』第7巻、小学館、『科学と社会』(季節社,1971)に再録。
- 板倉(1970)「マッハ:予想実験教授法の有効性」『科学教育研究』No.2,国土社 板倉(1988)『私の新発見と再発見』仮説社に再録。
- 板倉(1979)「科学をみんなのものに」『科学と教育のために』仮説社
- 板倉(1988)『模倣の時代』上巻、下巻、仮説社
- 板倉(1990)『科学の碑と湯之谷村』科学の碑設立委員会編
- 板倉(1992)「予想たてると見えてくる」『発想法かるた』仮説社
- 板倉(1997)「現象論と実体論と本質論」『たのしい授業』5月号
- 板倉(2004)『哲学的とはどういうことか』pp.46-47 つばさ書房
- 板倉(2012)「政治史の中の仮説実験的認識論(1)」『たのしい授業』1月号、仮説社
- 内井惣七(1979)「19世紀イギリスの科学方法論(1)」『人文研究』31(2), pp.61-79, 大阪市立大学文学部
- 小野健司(2007)「近代教育学における〈仮説実験的認識論〉の系譜(1)及川平治とジョン・デューイ」『四国大学紀要 人文・社会科学編』第28号 pp.77-86
- 小野(2008)「近代教育学における〈仮説実験的認識論〉の系譜(2)ウィリアム・ジェヴォンズと板倉聖宣」『四国大学紀要 人文・社会科学編』第29号 pp.29-42
- 柿木隆介(2015)『記憶力の脳科学』大和書房
- 田中未知太郎訳(1948)『ヘラクレイトスの言葉』アテネ文庫,pp.12-13

ダーウィン、チャールズ著、バーロウ、ノラ編(1958)、八杉龍一・江上生子訳(2000)『ダーウィン自伝』ちくま文芸文庫、原著は1958, Collins,London,

ダンネマン、フリードリヒ(1923)、安田徳太郎・加藤正訳(1954)『ダンネマン 大自然科学史』第7巻、三省堂、安田徳太郎訳(1979)『新訳ダンネンマン 大自然科学史』第9巻、三省堂

長谷川眞理子(2015)『種の起源 ダーウィン 100分de名著』NHK

野家啓一(2001)「実証主義」の興亡—科学哲学の視点から— 『理論と方法』数理社会学会Vol.16,No.1:3-18

ブットマン、ギュンター著、中嶋昌雄・角田玉青・日本ハーシェル協会訳(2009)『星を追い、光を愛して 19世紀科学界の巨人、ジョン・ハーシェル伝』産業図書

松永俊男(1987)『ダーウィンをめぐる人々』朝日新聞社

Herschel,John (1830: 2nd ed. 1851) *A Preliminary discourse on the study of Natural Philosophy*
London Longman

Whewell,William (1840:2nd ed. 1847) *The Philosophy of the Inductive Sciences, founded upon their history*. 1 vols, London, Parker West Strand

Whewell,William (1840:2nd ed. 1847) *The Philosophy of the Inductive Sciences, founded upon their history*. 2 vols, London, Parker West Strand

Jevons, William Stanley(1876) *Logic* London ; New York : Macmillan, p.103

Dewey, John(1910) *How we think*, Boston D.C. Heath & Co. p.128

Nidditch, Peter Harold (1968)*The philosophy of science* Oxford University Press Oxford p.4