

## 戸田山(2015)『科学的事実論を擁護する』へのコメント

科学基礎論 D1 本間真佐人(2015/08/28)

標記の著書は、2015 年度前期に本研究室の輪読素材として通読したものである。本稿は、執筆者が研究対象とする環境科学の観点から、本書に対する意見を述べるものであるが、まず本書の全体的な構成に触れておきたい。大まかな内容は、タイトルから想像する通りのものである。出だしの部分では、科学的事実論論争における主題の簡単な整理と、その現代的なルーツである論理実証主義についての解説が行われる(序章、第 1 章)。残りの第 I 部では、事実論的立場が反事実論的なバイアスから立ち直るきっかけとなった奇跡論法の戦略が示され(第 2 章)、悲観的帰納法および構成的経験主義という、本書がターゲットとする強力な事実論批判を挙げ、それぞれに対する科学的事実論側の戦略がそれぞれ述べられ(第 3-5 章)、科学的反事実論が決定不全性概念を用いることで正当な議論が可能となるかどうかの検討がなされる(第 6 章)。第 II 部では、科学的事実論の立場が悲観的帰納法に対抗するための、三つの選択的懐疑論(対象事実論、構造事実論、半事実論)がそれぞれ紹介される(第 7-9 章)。そして第 III 部では、ファン＝フレーセンが提唱する構成的経験主義と、構成的事実論との相違や事実論的立場をとる優位性等を全体として示しつつ、公理系アプローチ及びモデル中心的科学観についての解説、そして著者の立場の軸となるギャリーの構成的事実論と観点主義が紹介され、著者がすすめる「科学の科学」を目指す上で必要な「ミニマルな事実論」としての構成的事実論の再定式化が行われる(第 10-12 章、終章)。

さて、本書序章でも描かれているように、科学的事実論論争は、経験主義と合理主義という古くからの哲学的対立の延長線上にあるものと捉えることができる。一方で、論理実証主義が登場する半世紀ほど前、C. S. Pierce が提唱したプラグマティズムを世に広めた W. James は、こうした「伝統的な哲学上の対立を無化すること」をその目的としていた(伊藤、1994)。19 世紀当時の近代科学発達による決定論的な思想の強まりと、そうした機械的に人間を捉える思想に対する情緒的反動から、社会全体に一種のジレンマ状態(「19 世紀の悪夢」)が生じていたという背景もある(魚津、2006)。とかく James は、こうした対立あるいはジレンマを克服するための方法として、プラグマティズムを紹介したのである。私見では、「19 世紀の悪夢」とは別の形式で、類似した状況が現代の科学、主にリスクを扱う科学においても見られるように思われる。たとえば科学的不確実性と安全性の追求の葛藤である。「19 世紀の悪夢」においては、観察から導かれる予測によってあらゆる出来事が決定論的に捕らえられる世界観(経験主義的)と、人間は単なる世界のあやつり人形ではなく理性によって自発的に行為するという直観(合理主義的)が対立していた。他方の現代的なリスク科学においては、不確実性の複雑な絡み合いがあるという事実によって導かれる科学の限界(経験主義的)と、ここまで発達した科学なら絶対安全を担保できるという信念(合理主義的)の葛藤が生じているように思われる。自身の研究関心に照らしてみると、従来の科学的事実論論争のようにどちらかの思想に軍配を上げようとする試みには、不安や恐怖を覚える。

科学的研究を進める動機は、分野だけでなく研究者個人によって様々あるだろう。建前的な話は抜きにして、科学的探究によって知見を得ること自体に重きを置く者と、何らかの行為を指示する知見を得ることに重きを置く者の、少なくとも 2 通りが考えられる。環境リスク、あるいは環境影響

を扱う科学は、そもそも問題解決指向が強い。「環境」という文言を付した時点で、何かの制御を念頭にする場合がほとんどである。そのため、後者にモチベーションを置く研究者がそのほとんどを占めると考えられる。喫緊の問題を扱う上では、科学的探求そのものへのコミットメントに見切りをつける状況も生じる。すなわち、環境科学においてはプラグマティズムをひとまずの基盤に置くほかないと考えられる。例えば、EPAによる水系環境影響評価の指南書であるCADDISは、まさしくその概念的基盤として、つまり提供する手法の根本に置くアルゴリズムとして、プラグマティズムを採用し、体系的な手法を構築している(CADDIS, 2012)。このような観点からすると、本書を読む限りでは、やはり科学的实在論論争の生産性に関して疑問が残ってしまう。執筆者が確認した限りでは、本書の中で扱われていた「科学」の事例は、物理学や化学、生物学といった基礎的な分野だけである。著者が構築を目指す「科学の科学」とは、どのような「科学」に関するものなのだろう。

第11章の終わりでは、著者の、ギャリーの観点主義に対する不満として、観点という概念が融通無碍に扱われる点、そして「観点主義が实在論と呼べるかどうか論争的」である点を挙げている。執筆者からすれば、後者の不満に関して、科学的实在論に再び引き戻す必要性がいまいち理解できない。もちろん本書の目的からすれば、实在論の枠組みをこえた立場を採用することが憚られるのはわからなくもないが、果たして「科学的实在論論争の枠組みの中で」、科学的实在論を擁護するだけでよいのだろうか。そうした枠組みをこえて、科学的实在論を擁護する必要もあるのではないだろうか。著者の目的として「科学自体を知る(捉える)」という部分に重きがあるということは理解できるものの、「捉えたその先」がいまいち見えてこなかった。こうした部分が、科学者から「まだやってるの」と言われてしまう一因に思えるのである。あとがきで著者が挙げる「素朴な疑問」も、確かに価値はあるものの、試験当日に「物理が苦手になった」と言っても点数がとれる訳ではない。身も蓋もないことを言っているようではあるが、リスクを扱う科学はそのような感覚で進められていると考えられる。背に腹は変えられないのである。本書では、科学的实在論論争が「いかに限定的で偶然な諸前提のもとで成立しているのかを明るみに出すこと」を心がけているとするが、著者が捉える「科学」も限定的である。科学という言葉が融通無碍に使われているように思えてならない。もし限定的な意味での「科学」を捉えようとしているのであれば、この点について多少の考慮を述べてもよかつたのではないだろうか。

最後になるが、本書の通読は、科学的实在論論争の論点だけでなく、まだまだ修行中の身である執筆者にとっては科学哲学的な研究事例の一つとして、非常に参考になった。本書の通読は、私の研究の一つのターニングポイントになるだろう。

#### 【参考文献】

- 戸田山和久(2015)『科学的实在論を擁護する』名古屋大学出版会
- 魚津郁夫(2006)『プラグマティズムの思想』ちくま学芸文庫
- 伊藤邦武(1994)「1 プラグマティズムの源流」(新田義弘ら(1994)『岩波講座現代思想7 分析哲学とプラグマティズム』岩波書店)
- CADDIS(2012)Causal Assessment Background([http://www.epa.gov/caddis/si\\_approach.html](http://www.epa.gov/caddis/si_approach.html))

## 科学的事実論の擁護を巡って

北大農学院 動物生態学研究室 M2 大久保 祐作

戸田山和久氏による著作『科学的事実論を擁護する』は、科学的事実論と反事実論の論争がこれまで辿ってきた歴史を、科学哲学という学問の起源にまで立ち返って俯瞰している。さらに、反事実論者の批判を踏まえ、これまでの事実論が抱えていた難点を克服した「擁護に値するミニマルな事実論」の構築を目指している。本小論では、「ミニマルな事実論」の展開で生じる問題を、生態学との関連から素描することを目指したい。

戸田山氏は、第十章の「公理系アプローチからモデル中心的科学観へ」の中で、「そもそも生物学に普遍法則や公理系として形式化可能な理論があるだろうか」と述べている。実際、現代までの事実論論争を扱った第1部・第2部では物理学や化学を用いたケース・スタディが豊富に取り入れられているが、生物学に関して言及されている箇所はほとんど見当たらない。これは、事実論論争が生物学を念頭に置いてこなかったという歴史を反映したものであると同時に、これまでの科学哲学が公理系アプローチへの偏りを持っていたことの現れと言えるのではないだろうか。したがって、戸田山氏の目指すように素朴な科学的事実論が構成的事実論へと変化し、モデルの解釈がメカニズム探求型の科学とも馴染む意味論的捉え方をしたものへと移行するならば、事実論や科学哲学の展望を考える上で、生物学（と、生物学の哲学）において議論されてきた事項を確認することは十分に意義のあることではないかと考えられる。以下は、その一例である。

さて、生態学者はなんらかの現象を説明するために様々なモデルを構築するが、単純なモデルは一般性が高い反面、システムの挙動を正確に予測することができず、複雑なモデルは予測精度が高いが適用できる場面が少ない、というトレードオフがあると考えられている。モデル中心的科学観に基づけばこうした2種類のモデルは、どちらが優れているということではなく、あくまでも観点・目的の違いということになる。むしろ、同じ現象に対して観点や目的の違いに応じた複数のモデルが存在することを許容することこそ、観点主義の強みである。しかし、Matthew R. Evansら(2013)はここである疑問を投げかける。

・果たして、本当に単純なモデルは一般性が高いのだろうか。

例えばここで、数式で書かれた二つのモデルを比較してみよう。

$$1) \frac{dN}{dt} = \alpha N + \beta N^{1+\alpha}$$

$$2) \frac{dN}{dt} = \alpha N$$

このとき、1)のモデルは 2)を特殊例として保存するので、1)は 2)を完全に包括したまま、より広い適用範囲を得ることができる。こうした点を踏まえて Evans らは、単純かつ一般性が高いが予測精度に劣るモデルは、そのモデルをテストする試みを阻害し、そのモデルに組み込まれたファクターがどれだけシステムの挙動に影響を与えているのか不問にされたままモデルが使用されてしまうのではないかと危惧している。

こうした点に関する批判は、必ずしも新しいものではない。例えば、S. J. Gould らの論文 (1979) をきっかけに、進化生物学の分野では適応主義と呼ばれる考え方に関する論争が巻き起こった。ここでいう適応主義とは、生物のもつなんらかの形質が、自然選択の結果生じたものであると解釈する考え方である。Gould らは、生物が一見適応的でなさそうな形質を持っていたときに、進化生物学者たちはその形質がどのような点で適応的であるのか考えるばかりで、適応主義そのものをテストしようとしていない、と述べている。この批判で言及された適応主義も、非常に単純かつ一般的だが予測精度に劣るモデルと解釈することができるであろう。

いずれの例も問題の肝要は、予測精度の悪さゆえにテストすることが困難なモデルが、一般性が高くかなり広範に成立するモデルだと受け入れられてしまうこと、またそのモデルに組み込まれたファクターがどれほど大きな役割を果たしているのか不問にされてしまうという点にある。しかし、構成的実在論においては「普遍的法則」が存在し、「真なる一般言明」によって表現できるとは見なされない。したがってモデルが真であるか偽であるかを問う論理実証主義的な立場も採用できず、こうしたモデルに要求できるのは「どの程度実在システムに類似しているか」を問うことである。そうなれば、構成的実在論の枠組みの中では『(真偽についてではなく) 確証度(confirmation)が増すとはどういう事態であるか』を議論することが、極めて重要性を増すだろうと考えられる。

### 【謝辞】

今回、本書を北大科学基礎論研究室の方々と輪読できる非常に貴重な機会を得ることができました。本書の著者である戸田山和久氏とともに、松王先生をはじめとする科学基礎論研究室の皆様に心より感謝申し上げます。

### 【参考文献】

- 戸田山和久(2015)『科学的事実論を擁護する』名古屋大学出版会
- Gould, Stephen Jay, and Richard C. Lewontin. (1979)"The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 205.1161: 581-598.
- Matthew R. Evans, Tarja Knuuttila, *et al.* (2013) "Do simple models lead to generality in ecology?" *Trends in ecology & evolution* 28.10 (2013): 578-583.

戸田山和久『科学的事実論を擁護する』を読んで

北大理学院 科学基礎論研究室 D3 尾崎 有紀

戸田山和久による『科学的事実論を擁護する』（2015）は、科学理論が指し示す直接観察不可能な理論的对象（例えば原子など）の存在性格をめぐって行われる科学的事実論論争を、分割統治戦略（Psillos: 1999）という事実論者側の主張、つまり科学理論をその本質的な構成要素（理論変化に際して保存される部分）とそうでない構成要素（理論変化に際して変化する部分）に分け、理論の成功をもたらすのは前者だとする主張を軸に整理しつつ、擁護され得るミニマルな科学的事実論を提示しようとする著作である。本小論は、2015 年度前期にこの著作を輪読素材とした北海道大学科学基礎論研究室のゼミメンバーが、この著作に対して各自の関心に基づいて、または各自が研究に際してとる立場からコメントを行うという企画の一部をなすものである。本コメントの執筆者は、物理学の哲学に関心があり、現在特にマッハやバークリーの現象主義的哲学の研究を行っているので、この観点からこの著作に対してコメントを行う。

はじめに、戸田山氏による科学的事実論論争の枠組みの設定についてコメントを行いたい。戸田山氏は、序章において、科学的事実論論争の枠組みを次のように与えている。まず、(1) 「観察可能な物的対象」が「心と独立に存在する」と考える立場を「常識的事実論」と呼ぶ。そして、(2) このような「常識的事実論」と対立する立場を「観念論」と呼ぶ。この上で、(3) 科学的事実論論争は「常識的事実論」を「不問に付した上での対立」である、とする。枠組みをこのように設定したうえで、戸田山氏は、『科学的事実論を擁護する』の全体を通して、マッハを科学的事実論論争の舞台に乗る「常識的事実論」の論者とし、一方で、バークリーを「常識的事実論」に対立する「観念論」の論者とする。この捉え方それ自体は一般的な捉え方であるかもしれないが、『科学的事実論を擁護する』においてマッハとバークリーの両者をこのように対比的に捉えるために挙げられている根拠が、適切ではないように思われた。

『科学的事実論を擁護する』においてマッハとバークリーを上記のように対比的に捉える根拠は、金属棒の振動の例を用いて示される（以下、本文からの引用）。

金属棒の下端を万力に挟んで、上部を指ではじくと振動するのが見える。この棒を徐々に短くしていくと、だんだん振動は速くなり、やがて振動しているようには見えなくなる。…では、振動しているように見えないとき、棒は振動をやめたのか。そうではない。見えませんが振動していると言ったほうがいいだろう。なぜなら、その棒に触れると、かすかに振動していることがわかるからである。そして、さらに棒を短くすると、その触覚も変化する。最終的には音を発するようになる。さらに新しい現象が生じたわけだ。（pp. 42--43）

戸田山氏によれば、マッハにおいては、この金属棒の例における振動は、原子のような理論的対象と同様「見えない」(p. 43)が、振動は触覚という他の手段により知覚することができるため、いかなる感覚でも知覚することができない原子と異なり「措定することは許される」(p. 43)。一方で、戸田山氏によれば、バークリーにおいては(マッハと異なり)、上記の例における「振動」の措定が許されない。そして、この金属棒の例における「振動」の措定を許すか許さないかという点において両者の見解が異なることが、「じかに知覚されたときにのみ、ものは存在する、というバークリー流観念論は科学にとっては狭すぎる」(p. 42)として、上記のようにマッハとバークリーを対比的に捉える根拠とされている。

しかし、この説明はコメント執筆者には正確さを欠くように思われる。上記の相違点をもってバークリーとマッハの線引きの根拠とする議論には、次の二つの前提があると思われる。まず、(I) 科学に関わる感覚には、少なくとも視覚と触覚の二つの種類があること、またこの上で、(II) これら二つの感覚のうち、バークリーは(少なくとも科学において)視覚を特権視しているということ、の二つの前提である。戸田山氏は、(I)が妥当であり、かつ(II)に対してマッハは、バークリーと異なり、視覚だけでなく触覚も考慮している、よってマッハとバークリーが分けられる、としているように思われる。ところが、(II)の前提は、バークリーの実際の主張と一致しないように思われる。なぜなら、バークリーの著作の中には、計量的な距離概念が視覚ではなく触覚に基づいて得られるという主張が見られるからである。距離概念に関するバークリーの詳細な議論は、主に『視覚新論』(1709)にみられる。この著作の中でバークリーは、(1) 知覚される距離には、視覚的点(視覚によって知覚される点とされる)と視覚的点の間に存在する視覚的点の数としての「視覚的距離」と、触覚的点(視覚的点と同様、触覚によって知覚される点とされる)と触覚的点の間に存在する触覚的点の数としての「触覚的距離」の二つの種類があること、(2) 視覚的距離と触覚的距離は互いに異質であるため互いに比較され得ないこと、(3) 計量的な距離概念は、触覚的距離と触覚的距離の比較によって得られること、を論じている。この議論を見ると、バークリーは、戸田山氏の(II)の前提と反対に、マッハと同様、科学における触覚の意義を認めているように思われる。よって、上記の金属棒の振動の例は、マッハとバークリーの線引きの根拠としては機能しないように思われる。

次に、バークリー哲学における科学の認識論的規範についてコメントを行いたい。『科学的事実論を擁護する』において、マッハは科学的事実論論争の舞台に乘せられ、道具主義の論者として取りあげられる一方、バークリーは上記のように「観念論」の論者であるとしてそもそも論争の舞台に乘せられていなかった。この捉え方は、科学的事実論論争において一般的なものであるかもしれないが、バークリーの著作にも、科学に関する反事実論的あるいは道具主義的な主張が(現代の論争の枠組みにそのままあてはまる形のものではないかもしれないが)みられる。ここでは、(a) バークリー哲学における科学の認識論的規範は道具主義的であることと、(b) バークリー哲学における科学の認識論的規範は

实在論で「ない」こと、の二点について論じたい。(a) バークリーの道具主義的な主張は、バークリーがニュートン力学の批判を論じる『運動論』(1721)にみられる。この著作でバークリーは、ニュートンとトリチェッリによる「communication of motion」の説明を例にあげ、両者による説明において用いられている「力」が、現象の説明のための「数学的仮説 (mathematical hypothesis)」であるという主張を行う(第67節)。ニュートンとトリチェッリの例において、「力」は知覚されない(観察不可能な)理論の対象として論じられているため、「力」が「数学的仮説」であるとするバークリーの主張は、バークリー哲学における科学の認識論的規範を検討するためのヒントを与える主張であると思われる。なお、原文では「説明(explain)」という用語が用いられているが、後の第69節など複数の箇所、物理学(physical philosophy)において現象は原因によって説明されないことが主張されていることから、ここでのバークリーの「説明」という言葉は「記述」の概念で捉えるのが自然と思われる。「力」を「数学的仮説」とすることの説明として、バークリーは、ニュートンとトリチェッリによる説明が、各々独自の「力」概念を用いて行われていることと、それにもかかわらず説明されている結果(results)に違いがないこと(67節)を指摘する。このような、知覚されない(観察不可能な)理論的对象を「数学的仮説」としつつ、説明(記述)される結果を重視するバークリーの考え方は、観察可能な領域としての現象における予測を科学的推論の目的とする道具主義の認識論的規範に親和性があるように思われる。(b) バークリー哲学における科学の認識論的規範が实在論で「ない」ことは、現象主義的なバークリー哲学の立場からは必然的なことであると考えられるかもしれないが、ここでは、バークリー哲学における科学の認識論的規範が实在論で「ない」と考えられる根拠について考察したい。バークリーは、『ヒュラスとフィロナスの三つの対話』(1713)の第二対話において、観察可能な感覚からそれを超えた(観察不可能な)物質へ至ろうとする「推論」が不可能であることを示そうと試みる(「では、反省や推論によって、君はその観念を獲得したというのですね」、「感覚であろうと推論であろうと、君が直接知覚する観念や物は、君に、それが心の外に現実に存在することを示していません」等)。近代的な「物質」概念の否定のために、このような認識論的議論がバークリーにより繰り返行われていることは、現代の科学的实在論論争においてバークリー哲学が实在論の立場となることは「ない」と考える根拠となるように思われる。

最後に、マッハやバークリーのように、「もの」について現象主義的な立場をとる哲学において、物理学の理論がどのように捉えられるか、ということについて、『科学实在論を擁護する』において挙げられていた視点をヒントに、考察したい。『科学实在論を擁護する』において、科学理論の捉え方に、構文論的アプローチと意味論的アプローチの二つのアプローチが伝統的にあること、また、このように考えるための枠組みである記号論理学が紹介されていた。コメント執筆者は研究の関心が物理学にあり、かつ、物理学に関して理論を構文論的に捉えたいと考えている。さて、「もの」について現象主義的な立場をとる哲学において物理学の理論がどのように捉えられるか、という問題について、まず、客観

性の問題が考えられる。物理学の理論には、それが科学理論である以上、客観性が求められるべきである。客観性という用語については、「人間の精神から独立した」つまり「人間の知識や信念とは関係のない」物質世界を客観的とする意味規定がある（例えば「確率の意味論」の研究におけるD. ギリース等）。マッハやバークリーのように、「もの」について現象主義的な立場をとる場合、物理学の理論の客観性を、この意味規定における客観性に求めることはできない。では、マッハやバークリーの立場においては、物理学の理論の客観性はどのような種類の客観性と考えられるだろうか。少なくとも、まずは、「なんびとの気まぐれからも独立に正当化できる」、または「理性をもっている誰にでも妥当である」という意味の客観性（ポパー（1959）等）が考えられる。これは、公理や推論規則に関わると思われるので、記号論理学の枠組みでは構文論に関わる主張になると思われる。次に、現象主義的な立場において物理学の理論がどのように捉えられるかという問題に関して、客観性の問題の他に、「感覚」の存在論的身分の問題が考えられる。この問題を、『科学的事実論を擁護する』の第11章で取りあげられていた、モノとしてのモデルという考え方をヒントに、記号論理学の枠組みで考えることができないだろうか。最後に、現象主義的な立場において物理学の理論がどのように捉えられるかという問題について、不変性の問題が考えられる。変化するもののなかに変化しないものをみつけるという問題は、哲学における伝統的な問題と捉えることができると思われる（例えばシュベークラー（1848））。上記のような「人間の精神から独立した」物質世界があるとすれば、これを不変なものと考えることができるかもしれないが、このような物質世界がないとすれば、不変性をこれに求めることはできない。この不変性の問題（何が不変かという問題）を、第11章で取りあげられていた、観点主義の考え方、つまり表象するものとしての公理系と表象されるものとしてのモデルという二項関係を、「誰（観測者）が」を含めた三項関係に拡張するという考え方をヒントに考えることができないだろうか。

戸田山氏による『科学的事実論を擁護する』は、反実在論者ラリー・ラウダンによる悲観的帰納法（過去の理論の成功を前提とする）と、これに抵抗するために実在論者がとる戦略である分割統治戦略とを軸に、科学的事実論論争を整理して理解することを助けてくれる著作である。この著作をゼミで輪読したことは、哲学的に整理が難しい概念や対立軸の理解のためにたいへん有益であった。この本を著された戸田山氏と、一緒に輪読を行った科学基礎論ゼミのメンバーの皆様に感謝致します。

#### 参考文献

- ・ 戸田山和久(2015)『科学的事実論を擁護する』、名古屋大学出版会
- ・ Berkeley, G. (1709) *An Essay Towards a New Theory of Vision*. in A. A. Luce and T. E. Jessop, eds., *Works*. London: Thomas Nelson and Sons. (G・バークリー著、下條信輔・植村恒一郎・一之瀬正樹訳（1990）『視覚新論』勁草書房、東京）

- Berkeley, G. (1721) *De Motu*. in A. A. Luce and T. E. Jessop, eds., *Works*. London: Thomas Nelson and Sons.
- Berkeley, G. (1713) *Three Dialogues between Hylas and Philonous*. in A. A. Luce and T. E. Jessop, eds., *Works*. London: Thomas Nelson and Sons. (G・バークリー著、戸田剛文訳 (2008) 『ハイラスとフィロナスの三つの対話』 岩波書店、東京)
- Popper, K. (1959) *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson, London. (カール・R・ポパー著、大内義一・森博訳 (1971-2) 『科学的発見の論理 (上)』 恒星社厚生閣、東京)
- Gillies, D. (2000) *Philosophical Theories of Probability*. Routledge, London. (D・ギリース著、中山智香子訳 (2004) 『確率の哲学理論』 日本経済評論社、東京)
- A・シュヴェーグラー著、谷川徹三・松村一人訳 (2007) 『西洋哲学史』 岩波書店、東京