

1 『岩波 哲学・思想事典』(岩波書店 1998) の「実験」の項目

(渡辺博) [「観察」の項目も担当。Hacking『表現と介入』の訳者]

「科学の理論を経験によって裏付けたり、逆に反駁したりする手段のうち最も重要なもの」

「典型的には、テストされる事柄、およびそのために必要な状況などの十分な理解に基づいて設計された〈装置〉を用い、実験者の操作の結果として装置の中で生じる現象を〈観測・測定〉し、その結果をテストに対する自然の答えとして〈解釈〉する。」

・ 実験は再現可能

「注目に値する興味深い事実を明るみに出す実験、事実群の収集や物理定数を測定する実験、技術的応用を主眼とする実験もある。」

・ experiment は experience (経験) と語源を同じくする [歴史的な話。省略]

「最初に述べた典型的な実験の観念を理想化すると、理論は事実に先行し、実験状況ならびに予想される答えの意味も予め完全に理論的に把握・理解されているという要請に導かれる。」

「しかし、デュエムが指摘したように、複数の理論や仮定が実験状況を理論的に構成しているため、どの理論もしくは仮定がテストされるのかを客観的かつ疑念の余地なく断定することはできない。」

伊 (伊勢田) : 心理系だと実験はまた特殊な意味で用いられ、ランダムイズ (無作為化) されていない「実験」は quasi-experiment (疑似実験) と呼ばれ、そもそも実験と見なされない。

石 : 実験とそうでないものを分けるのはキャリブレーションをやっているかどうかという感じがする。

伊 : 実験と実験でないものとの区別とちゃんとした実験とそうでない実験との区別は微妙

熊 : 「大爆破実験」などは、自然に対してアクションするから実験と言うらしい。しかしそれは本当は観測であって実験ではない

長 : 実験は再現可能と言うが、再現することしか取り出せないのではという気がする。数字の値を出すような実験の場合は、何度も何度も実験して、その結果を積分

してノイズをどんどん落としていき、ちゃんと見えてくるシグナルの情報だけを取り出すような感じでより精密に数値を求めていく、というイメージがある。しかし実験にもいろいろあって、ある問いに対して実験的にアプローチする第一歩のようなときは、実験手法の確立をしながら実験をやるので、系を支配しきれてなくて再現しない結果が出ることはけっこうある。そういう場合、自分の見当違いで、他のパラメータがあってそちらが重要なのではないか、というように新たなモチベーションが出てくる。

熊：典型的なのは探索(exploration)という作業ではないだろうか

長：そういったものも実験と呼ぶ

伊：ということは、再現可能性はよい実験の条件ではあるが、実験であるかどうかを左右するものではない、ということか

[担当者の補足

: ここは私のレジュメが良くなかったようで、「実験は再現可能」の部分は原文では「実験は原理上再現可能なものとして記述されることによって、実験者の個人的な思惑ではない、客観的な事実としての身分を得る。」となっていました。]

2 Stathis Psillos, Philosophy of Science A-Z, Edinburgh University Press 2007

Crucial experiment (p.55) – Duhem-Quine thesis(p.71-2)

[やや大雑把な説明]

決定実験

二つの理論 T1 と T2 があり、それぞれから予測 A、 $\neg A$ が導き出されるとする。そこである実験により、A という結果が出た場合、T2 は反証され、T1 は確証される。このときその実験は決定実験である。

これに対し、デュエム・クワイン・テーゼは

「予測は理論のみからではなく、理論+補助仮説群から導き出されるので、それぞれの理論は単独ではテストされず、補助仮説をいじることで生き延びることができる（つじつま合わせをして実験結果と整合的にできる）のだから決定実験は不可能だ」と述べる。

長：実験家の能力として、実験結果とその結果によって理論とか補助仮説のどの部分が修正されるのかを、明確に 1 対 1 に近い感じになるようにいかに実験を組むかがその実験家の力量とされているところがある。

そういったことは教育の初期の段階でよく聞かされて、できるだけ決定実験になるように、というセンスがある。

熊：現場では常に暫定的という感覚でやっている。

石：T3 が出てくるのがうれしい

伊：それを否定しようというわけではなく、決定実験は理念として哲学の中で重視されてきたタイプの実験。科学史上でもある程度はあると思う

3 Edward Craig, Routledge Encyclopedia of Philosophy, 1998

Experiment by Margaret C. Morrison

1 Historical overview

科学的活動の特殊なカテゴリーとしての実験は17世紀の科学革命までなかった。

道具の発達と科学アカデミーの成長による。

実験の主な機能は理論選択の裁決者(arbiter)と考えられていた。

実験の技術の分析はほとんどなかった。

石：これは本当なのか

[ギリシア時代の実験めいたもの、錬金術などをめぐって議論]

伊：そもそも人間が介入して自然の本質を探るという発想がなかった。

「科学的活動の特殊なカテゴリー」とは違ったカテゴリーでの実験があった

とは言ってもよいかもしれないが、落下の理論があっても、

それを実験によって確かめようと思わなかった。

17世紀までは静かに観察して思考を巡らせるというのが正しい科学のあり方で、日常的な観察の上に哲学的な議論がのっかっていた。

自然を観察してその規則性を調べるとかその背後の力を探るとというのが

一つの大きな流れとしてあって、その中では手を動かして何かをするというのは職人など卑しい身分の者のやるものだとむしろ蔑まれていた。

熊：歴史的な話はほどほどにしたい。17世紀以降でやることがいっぱいある。

伊：19世紀も統計的手法が入ってきた大きな節目になっていて、

19世紀以降のみを相手にするという科学史の考え方もある。

2 Experiment as distinct but subordinate

理論が優勢な地位を占め続けた。マックスウェル、アインシュタイン

哲学的・歴史的な説明は決定実験か重要な発見に結びついた実験に焦点を当てた。

実験の詳細は議論されなかった。

その結果、実験は理想的な仕方の特徴づけられ、ワーキング・サイエンティストが特定の結果を確立するのに直面する困難は取り上げられなかった。

実験の哲学的分析は実験の機能とその理論への関係について単純な見方をしていた。論理実証主義は科学の基礎としての観察の重要性を強調したが、実験の結果や手続きがどのようにして安定化・妥当化されるかの分析はしなかった。

決定的な観察報告の強調は、『科学革命の構造』(1962)においてトマス・クーンによって最も影響ある仕方而异議を唱えられた。

彼は科学の実験だけでなくすべての経験の解釈が背景理論の知識に依存していると論じた。観察の理論負荷性
結果として、単一の経験も実験も理論選択のための中立的な基盤を与えることができない。

理論負荷性への反応として、科学社会学者は実験という形での自然への訴えが競合する理論間で決定するのに決定的であったことを否定する。

そのような決定やデータの解釈は社会的・政治的要因に基づいてなされる。

哲学者は観察が理論負荷的であることを受け入れながら、それらの理論がある決まった世界へと対応していると主張することによって答えた。

伊：この節からすると、クーンは実験は subordinate だとする立場だ
ということになるのか

鈴：科学史はやっても、実際に実験がどうやられているかは
あまり重視していなかったということでは

伊：しかし、その後新実験主義ではクーンはわりと評価される。
クーンの exemplar (模範例) という概念は理論主導ではなく実験主導で、
彼は実験主義を擁護していたという評価。

[「理論科学者」が科学史上どれぐらいいただろうかという議論あり]

3 The rise of experimentalism

哲学的探究の別個の領域としての実験の強調は Ian Hacking の仕事(1983)に始まる。

彼は哲学者たちに、道具の作成や作用、計算や測定、現象の創造や対象の操作、
のような活動に注目するよう促した。

結果として、実験の理論への関係をどう特徴づけるべきなのか（'experiment has a life of its own'）、実験の方法論があるのか、道具の信頼性や理論をどう考えるべきか、などの新しい哲学的問題が生じた。

ハッキングは実験の実践のさまざまな側面の理論からの独立性を強調した。

顕微鏡、電子銃、加速器を使って操作

そこで操作される対象の知識はそれらの低いレベルでの因果的性質（質量や電荷など）に由来する。

それらの対象の実在性を保証するのは、単にそれらについて実験ができるという事実ではない。それらの対象は自然の他の側面の探求において操作され、道具として使われ得るのでなければならない。

「それを吹き付けることができるなら、それは実在する」[対象実在論 or 介入実在論]

伊：実験主義と介入実在論は独立の話。

実験主義をとっても実在論にコミットしないというのもあり

しかしハッキングの主張（実験の独立性、対象実在論）について疑問が生じる。

霧箱で電子をパイオンから区別するのに電気力学の知識が必要

ルビーレーザーを使ってビームをつくる時、誘導放出を理解するのに量子論が必要
[操作には低いレベルでの因果的一般化以上の理論が必要とされるという話]

異なったグループが実験結果や実験の実践を異なった仕方で評価する場合に解釈の論争が生じる。

70年代後半になされたチャーム・クォークの存在を調べる実験

ハドロン・ビームが操作される際に、クォークが操作されたか。

[ここは、何が操作されているかが解釈によって異なるなら、

何か実在しているか言えない、という対象実在論に対する批判]

この例は、実験、現象、道具、理論間にある複雑さの程度を示している。

実験の分析は教科書の歴史では明白でない微妙な理論的影響をしばしば明らかにする。

1888年に Hertz が電磁波をつくることに成功したが、Maxwell の理論と合わなかった。

そのことをイギリスの科学者たちは無視したが、Hertz は気にしていた。

実験室でのイベントから実験的事実への移行は単純なものではない。

実験的事実の確立には実験の解釈を評価することが含まれる。

そのこととはある結果の正当性を決定することと背景にある想定の妥当性を評価すること

とを含む。

Franklin(1986)の証拠モデルと Pickering(1984)の社会モデル。

Galison(1987)は自然的制約と社会的制約の両方を認める。

実験の哲学の文献は主に二つの種類の関心に焦点を当ててきた。

- ・ 実験のハウツー

理論的な仕事と異なる実験室の実践と技術を強調する

- ・ 実験の適切な特徴づけとその科学的实在論と理論確証への含意についての認識論的な議論

後者は二つのオプションを提示する。

- ・ 実験の「理論」 実践を理解し成文化する(codify)枠組みを与える試み
- ・ 実験の実践のローカルな本性に焦点を当てる 統一的な見解や方法に抵抗

石：巨大実験の話はないのか。国家規模の。

伊：科学史ではマンハッタン計画が巨大実験のはしりとされている。

ビッグ・サイエンスと言うのだが、それを専門に研究する科学論の人もいて、特殊だという認識はある。

熊：私の知っているのでは、国際共同観測というのがある。

[1899年 国際緯度観測事業]

北緯37°のところで極運動を測るというもの。

日本がはじめて国際的な共同に参画した。国の威信がかかっていた。

後進国と思われないために巨大なお金がつぎこまれた。

それでできたのが水沢[緯度観測所]。

日本のデータだけがおかしくて、ドイツから技師が来た。

木村栄がZ項を発見し[1902年]、実は日本だけが正しかったことが分かった。

それが文化勲章第一号[1937年]。

[参考 URL <http://wwwsoc.nii.ac.jp/geod-soc/web-text/part2/2-3/2-3-4-2.html>]

4 A COMPANION TO THE PHILOSOPHY OF SCIENCE(1999)

(Blackwell Companions to Philosophy) Edited by W.H.NEWTON-SMITH

18. Experiment David C. Gooding

5 The Routledge Companion to Philosophy of Science(2008)

(Routledge Philosophy Companions) Stathis Psillos, Martin P. Curd

15. Experiment Theodore Arabatzis

○特徴

[哲学で「実験」と言ったときに、どういう含意があるか・どういうことが問題となるか]

- ・観察（受動的）との対比
装置を使い、自然にない状況をつくり出す（能動的介入 intervention）
- ・F.ベーコン、ハッキング
- ・決定実験、デュエムークワイン・テーゼ
- ・理論との関係
必ずしも理論をテストするために行われるのではない。理論からの独立性⇔依存性
- ・道具の果たす役割、解釈の問題
- ・実験手続き・結果の妥当化（方法論）
- ・社会的要因の影響

伊：能動的に動いて観察するとか、実験の中にも観察的な要素がある中で、
どう理論的に整理するかという問題が出てくる。

能動的かどうかと介入するかどうかはまた別で後者の方が実験にとって本質的。

石：シミュレーションとかはどうなるのか

伊：それはまた議論があります

石：風洞実験は介入しているのか

[飛行機のスケールモデルに風を当てて、風の挙動などを調べる]

伊：哲学的分析としては、**target system** と **model system** があって
model system に介入していて、**model system** についての結果から
target system について推論している、ということになる

石：モデルをつくること自体も介入と言ってよいのでは

伊：モデルを自分が調べたいターゲットに合わせてつくる場合、
モデルをつくる場所に介入が入っているとんでもよいかもしれない

伊：心理学でのランダムイズのように、理想化された状況をつくりだすことが
実験の定義に入ってきたりする

熊：生物系の実験だと操作することによって対象が変わってしまう
そこでは自然を乱さず遠くから見て観察することが大事

石：しかし遠くから見ることで実験と呼べないのか

例えば可視化実験はどうか。煙を流して木の周りの風の流れを見る、など

伊：それは確かに実験と呼ぶべきか観察と呼ぶべきか微妙ですね

比：さきほど熊澤さんが言われた爆破実験もそう

熊：破壊するのだからできるだけ自然を乱さないように

比：爆破しなくても小規模な地震が起きれば同じことが分かるわけで[その場合観察]

熊：伊豆大島で爆破実験をやったことがある。

地震の前に地震波の速度が変わるという話を確かめるために。

数トンの火薬を地下に埋めて爆破し、観測する。10年間にわたって15回ぐらい。

穴を掘って火薬を使うとその付近が壊れてしまうので、次の実験は離れたところでやる。そうすると場所が違うから結果が違ってくる。

実験をやるときに自然を乱すか乱さないかは決定的に大事。

積極的に効果を狙って介入するとか、やむをえず介入して変なことが起こるのにケアするとか、同じ介入と言っても多段の要素があるから一度整理してみたい。

石：可視化実験で、カルマン渦列を知らない人ではカルマン渦列はつくり出せない。

どこにものを置くかが非常に重要。

これが観察だとしても、観察の中にも区別を設ける必要がありそう。

長：観察をどういう頻度で行うか、意図的に設定するということもある。

青：介入と操作は違うんでしょうか

長：科学者は普段あまり介入という言葉は使わない

伊：観察と実験を区別したいという動機がないとその言葉は出てこないのでは

吉：地球科学の感覚からすると、地球には介入できないから介入とは言わない。

過去には介入できないし。介入は物理実験ばい言葉だと思う。

[過去だから原理的に介入できない、という以外にも対象が大きすぎて操作できない、対象が空間的に遠すぎて介入できない、地球の内部には技術的に介入できない、などいろいろありそう]