

## 特集

### 境界設定問題はどのように概念化されるべきか

伊勢田 哲治 京都大学 大学院文学研究科

#### 1. 境界設定問題とは

本論考で考察するのは、科学哲学の主要問題として扱われてきた（すくなくとも一時期あつかわれていた）「境界設定問題」（the demarcation problem、線引き問題と呼ばれることもある）を現在われわれはどのように捉えるべきか、そして「科学」や「疑似科学」という概念をどのような枠組みの下で使うべきか、ということである。以下で紹介するように、科学と疑似科学の境界設定という問いは疑似問題ではないかという指摘もあって現在は考察する人が少ない。しかし、境界設定問題を疑似問題ですませてしまうのは、現在のこの問題の重要性からすれば大変残念なことである。本稿では、境界設定問題が抱える概念的な難問と実用的な判断との間をどのように橋渡しするかということとを考察し、「ベイズ的な更新」や「若干不正確な要約報告」といった概念装置を使った橋渡しの方法を提案する。

まず、境界設定問題がどのような問題として考えられてきたかということを中心に振り返る。境界設定問題は、現在、科学と疑似科学、すなわち科学のようだが科学ではないものをどのように線引きするか、という基準の提示の問題として定式化される。典型的な疑似科学としては、占星術、さまざまな代替医療の基礎理論（陰陽五行説やホメオパシーなど）、超心理学（超能力研究）などがしばしば用いられ、そうしたものと科学の違いはなんだろうか、という問題が考察される。これは、科学とは何か、という、より大きな問いの一部であり、その意味では科学哲学の中心問題と言ってもよいだろう。

#### 1.1 境界設定問題前史

科学についての哲学的思考の歴史の中で、科学を他のものから区別する基準を提示する試みは繰り返さされてきた（以下本段落の記述については伊勢田2018<sup>(1)</sup>を参照）。18世紀後半のイマニュエル・カントは自然科学を特徴づけるものは体系性や合理的原理（数学的法則）だと考え、そうした法則をもたなかった当時の化学を自然科学から除外した。1830年代に英国科学振興協会が設立されたとき、事務局長や会長をつとめた科学哲学者ウィリアム・ヒューウェルの科学方法論のイメージ（観念によるまとめあげ）にそぐわない分野（例えば骨相学や音楽など）は協会に入れてもらえなかったと言われている。

1920年代から30年代にかけては、ウィーン学団によって

科学の言語の改革運動が展開された。ウィーン学団は現代の科学哲学の出発点となった運動である。そこでは、いわゆる「意味の確証理論」と呼ばれるテーゼが提案された。これは、言明の意味はその文の真偽を確かめる実験や観察などの手法によって与えられる、という考え方であり、このテーゼによればいかなるやり方でも真偽を確かめることができない言明は無意味だということになる。ウィーン学団は、この考え方をドイツ哲学などの形而上学的な言明にあてはめ、そうした言明は無意味であるから科学から排除されるべきだと主張した。

#### 1.2 ポパーの反証主義

このような前史はありつつも、現在境界設定問題と呼ばれる問題が疑似科学との線引きという形で定式化されるのは1950年代で、比較的最近のことである。具体的には、オーストリア生まれでイギリスで活躍した哲学者カール・ポパーによって、この意味での境界設定問題が科学哲学の基本問題として設定された（以下、ポパーについては伊勢田2003<sup>(2)</sup>、第1章などを参照）<sup>(3)</sup>。

ポパーはウィーン学団の周辺で科学哲学の研究を始め、最初の著書『探求の論理』はウィーン学団がウィーンでの活動を行っていた1934年に出版された。ポパーは第二次大戦後イギリスのLSEに就職し、科学哲学者として大きな影響力を振るうようになる（『探求の論理』も『科学的発見の論理』というタイトルで1959年に英訳されてから広く知られるようになった）。その当時おこなった講演の中で、ポパーは、精神分析やマルクス主義など当時流行していた自称「科学的」な言説を名指しして、それらは科学としての必要条件を満たしていないから科学とは呼べないと主張した。この主張は科学哲学者の間で大きな論議を巻き起こし、境界設定問題が科学哲学の主要テーマの一つとして定着することとなった<sup>(4)</sup>。

ポパーは境界設定問題への回答として、「反証可能性」と呼ばれる基準を提唱している。反証可能性とは、ある仮説に対して、「こういう証拠が出てきたらこの仮説を放棄せざるをえない」となるような証拠というものを想定できる、ということである。たとえば、「すべてのXはYである」という形の仮説は、「YでないようなX」という反例が出れば放棄せざるをえない。他方、「YであるようなXが存在する」という存在についての仮説は、探索する領域が限定されていないなら反

例の作りようがなく、反証可能ではない。

ポパーは、この反証可能性を、ある仮説が科学的であるための必要条件だと考えた。その観点から見た時、マルクス主義や精神分析は、反例と思えるものが出てそれを処理できてしまう仕組みが理論そのものに組み込まれているため、反証可能ではない、とポパーは考えた。たとえばマルクス主義は「共産主義革命はイギリスで最初に起こる」と予想していたが、実際にはロシアで最初に共産主義革命が起こり、予測をはずした。しかしこれは歴史の持つ弁証法的性質（ある正の方向の動きには必ず反対する動きがあり、両者が合わさって次のステップに進む）によって、イギリスでは反動が強かったのだ、説明されてしまった。精神分析もせめぎ合うさまざまな力が心の中にあることを想定するため、予想に反する言動も対立する力によって説明できてしまう。ポパーはこういう特徴を持つ理論は何かを主張しているように見えて実は何も主張していないのと同じだと考える。この他にも、占星術など、そもそも予測が非常にあいまいな言葉で語られるために反証条件がはっきりせず、反証不可能になるようなものもある。こうしたものはすべて（科学の装いをとるかぎりにおいて）疑似科学だということになる。

この考え方は確かに科学的思考の持つある特徴をとらえているように見える。しかし、細かく見ていくと反証主義を境界設定基準として使うのは非常に困難であることがわかる。まず、そもそも厳密な意味である仮説が反証されるということがありうるか、という問題がある。ほとんどの仮説は単独では何の予測にもつながらず、初期条件や実験器具などについての補助的な仮説と組み合わせるはじめて何かの予測を導き出すことができる。しかし、そのような場合、仮説から予想されるような結果が生じなかったとしても、テストされている仮説が間違っていたとは限らない（初期条件や補助的な仮説が間違っていたのかもしれない）。このため、論理的には科学的仮説は決定的に反証されることはない（こうした主張をした哲学者の名前をとってデュエム＝クワインテーゼなどと呼ばれる）。そうすると、反証主義をとると、論理的には科学的な仮説などは存在しないことになってしまう。

もちろん、実際には初期条件や補助仮説の正しさが十分確認された状態というのは存在するし、その場合（論理的にはともかく）実際には仮説は反証され、放棄される。しかし、この意味で反証というものを考えた場合、占星術的な予言など、疑似科学的主張の多くもまた実際には反証されており、反証されているということは反証可能でもある。つまり、実際上の反証ということでポパーのいう反証可能性をとらえるなら、今度はあまりに排除されるものが少なくなってしまう。

ポパー自身は、仮説が反証されたときに、初期条件や補助仮説を非難して仮説を生き延びさせようとするを「規約主義的方策」とよび、そのような方策を採用しないことこそが科学的なのだと考えた。ここでは、科学的かどうかの判定のポイントが、仮説そのものが反証可能かどうかではなく、仮説が不利な証拠に直面したときの方法論の方に移行していることを注意する必要がある。

残念ながら、このようなやり方で反証主義を救う試みもありうまくいかない。というのは、科学者たちは一見仮説が

反証されたように見えるときに、工夫して仮説を生き延びさせるといことを繰り返し行ってきており、そのいくつかはまさに科学の成功事例として知られるものだからである。これについての科学哲学の議論でよく言及されるのが海王星の発見である。18世紀に天王星が発見され、その軌道がニュートン力学を用いて計算されたが、天王星の実際の位置は予想とずれていた。しかしここで天文学者たちはニュートン力学が反証されたと考えるのではなく、未知の惑星が天王星に影響しているために予測がずれたのだと考えた。そして、もしそうした未知の惑星があるならこのあたりで観測されるはずだ、と予想された方向に新たな惑星が見つかり、海王星と名付けられた。これは普通に考えればニュートン力学の勝利と言ってよい事例だが、ポパーの反証主義を杓子定規にあてれば、疑似科学的な事例だということになってしまう。これはやはりポパーの考える基準が厳しすぎると言わざるをえないだろう。

### 1.3 さまざまな境界設定基準

このような批判にさらされたこともあり、ポパーの反証主義は、その後、科学哲学内にほとんど支持者がいなかった。それにかわって、1960年代から70年代にかけて、さまざまな哲学者がさまざまな線引きの基準を提案してきた。例えば、T・クーンは自身のパラダイム論の観点から、「パラダイムに基づいたパズル解決の営みを行う」という観点から線を引き（Kuhn 1974、占星術は予測が外れてもそれをパズルとしてとらえず言い逃れをするだけなのでパズル解決をしているとは言えない）。<sup>(5)</sup> I・ラカトシュはリサーチプログラム論の観点から、反証への対処が完全に非生産的になってしまったプログラムに固執することが疑似科学的だと考えた。<sup>(6)</sup>

さまざまなアプローチを大まかに分類するなら以下のようなになるだろう。<sup>(7,8)</sup>

- 論理的アプローチ：  
科学理論の論理的な特徴（証拠との整合性など）を使って線引きを行う。意味の確証理論や素朴な反証主義はこれにあたる。
- 方法論的アプローチ：  
科学を特徴づけるのは理論そのものよりもその理論にたどり着くための方法論であると考え、ある分野が特定の方法論に従っているかどうかで線引きを行う。ポパーの反証主義の方法論的部分や、その後のクーンやラカトシュの考えなどもここに分類できる。
- 態度からのアプローチ：  
ある研究者コミュニティが科学的かどうかを、批判や反例へのメンバーの態度など、個々の研究者の態度を見て判断するアプローチ。科学者が自然法則による説明を重視する態度や、明晰さを重視する態度などが具体例として挙げられる。
- 社会的・歴史的アプローチ：  
科学を社会的・歴史的な存在としてとらえ、科学の特徴を社会的に明らかにしたり、歴史的系統関係を明らかにしたりするアプローチ。科学社会学者のR・マーソンの科学の

エートスに関する研究などがここに含まれる。

この他にも、理論の形而上学的側面を見るアプローチや理論的成熟度を見るアプローチもある。

#### 1.4 ラウダンの批判

このように、1970年代まで多くの境界設定基準が提案されてきたのだが、1980年代にはぱったりと下火になる。その転換点となったと目されるのがL・ラウダンの「境界設定問題の墓去」と題された論文である。<sup>(9)</sup> これは境界設定問題が死んだという診断の論文のようなタイトルだが、実質的にはこの論文が境界設定問題を終わらせたと言ってもよい。

ラウダンは、これまで提案されてきたさまざまな境界設定基準（検証可能である、反証可能である、よくテストされている、進歩する、成長する、驚くべき予測を成功させる、役に立つ信頼できる知識を生む、蓄積的に体系を構築する、など）を検討し、どれも必要十分条件でないどころか、必要条件としてすら問題があると論じる。多くの基準でコペルニクス、ケプラー、ガリレオといった近代科学の父たちが「科学」から排除されてしまうし、進歩や成長を科学の要件としてしまうと、ニュートン力学のように完成されてそれ自体としてはもはや発展の余地がない分野が科学でなくなってしまう。

ラウダンは、境界設定が失敗する理由を、「科学」と呼ばれている活動が非常に多様であることに求める。多様なものの総称であるために、「科学」の共通項が見つかる確率は低く、「科学的」かどうかというのは疑似問題である。もちろん、科学と占星術のような分野を差別化する必要はラウダンも認めるのだが、それについては根拠のある知識主張と根拠のない知識主張の区別さえつけられればよい、と考える。

ラウダンの論文以降、科学哲学者たちは境界設定基準を論じることを放棄するようになっていく。たとえば邦訳もされているS・オカーシャの入門書<sup>(10)</sup> は科学哲学の定番の入門書となっているが、この本では科学全体の共通項がないことを理由に、境界設定基準を明示することはできないという立場をとっている。これは、科学という概念をいわゆる「家族的類似性」に基づいてとらえようという考え方である（オカーシャはその用語を使っていないが）。家族的類似性とは、家族のメンバーがお互いに似ていても全体に共通する要素がない（子供が父方の祖父にも母方の祖母にも似ていたとしても、父方の祖父と母方の祖母本人たちは似ていない、など）ように、部分的な共通性によって結びついたグループを指す。つまり、理論物理、実験物理、観測天文学、分子生物学、生態学、古生物学、経済学、実験心理学など、いくつか具体的な科学の分野を思い浮かべ、またそれぞれの分野の歴史の変遷を念頭におくと、個々には共通するテーマや手法があっても、全体に共通するもの考えるのは難しい、というわけである。

このような現状においても、旧来のイメージの延長上で新しい境界設定基準を提案する議論も少数だがないわけではない。たとえば、森田<sup>(11)</sup> は新しい説明項の導入のしかたによって科学と疑似科学が区別できると論じている。しかし、科学哲学コミュニティの大勢はオカーシャのような路線へ進んでいる。

## 2. 境界設定の実践的重要性とプラグマティックアプローチ

その一方で、科学と疑似科学を見分けることの社会的重要性は高まっている。

### 2.1 創造科学・知的設計説

象徴的なのがアメリカ社会で大きな問題となっている創造科学や知的設計説をめぐる問題である。<sup>(12,13)</sup> 進化論は人類もまた進化の産物であり、他の動物と先祖を共有すると考えるが、アメリカにおいて大きな影響力を持つキリスト教原理主義においては、人間は神の似姿として個別に創造されたという聖書の記述を文字通りに受け取るため、こうした進化論の考え方は不都合である。そこで、進化論に対抗するためのさまざまな方策が考えられてきた。

最初に行われたのは進化論教育を州法で禁止することであったが、これは言論の自由に反するというで違憲とされたため、1970年代には原理主義者たちは別の方策を考えはじめた。その一つが、「科学的創造主義」や「創造科学」と呼ばれるものの提案であり、これは、聖書の記述を文字通りにうけとるという前提で行われる「科学」である。文字通りにうけとる、という中には、宇宙と地球の古さがせいぜい一万年程度であるという主張や、ノアの大洪水で地上のさまざまな地質学的特徴を説明するという「洪水地質学」などが含まれる。1980年代には、これを「進化科学」と同じだけの時間公立学校で教えるべしという州法がアーカンソー州やルイジアナ州で成立した。しかしこれらの州法に対しては、偽装した宗教教育であるとして違憲判決が出た。

科学哲学との関係で興味深いのは、アーカンソー州法の違憲裁判において科学哲学者のマイケル・ルースが証人として呼ばれたことである。ルースは科学の必要条件をいくつかあげ、「創造科学」はそれをまったく満たしていないため科学ではありえないと証言した。違憲判決の中でもルースの証言が引用され、そこでは科学の条件がテスト可能性、反証可能性、暫定性、自然法則に導かれること、自然法則による説明をめざすことの5項目に整理された。これは一種のチェックリスト形式の境界設定基準ともいえるだろう。

こうした判決をうけて、今度は聖書の要素をなくし、宇宙や生命や知性が「知的設計者」によって創造されたということだけを主張する「知的設計説」を公立学校の教育に組み込む運動が行われるようになってきた。これもまた社会的に大きな問題となり、教育委員会の場などでせめぎあいが行われている。創造科学・知的設計説をめぐる問題はアメリカ社会において現在進行形の問題である。

ルースの証言はしかし科学哲学者には評判が悪く、たとえばラウダンはルースの挙げた条件はどれも境界設定基準として失敗していると批判している。<sup>(14)</sup> その後の科学哲学者たちは境界設定問題を避けるため、創造科学・知的設計説を「死んだ科学」「悪い科学」「後退的科学」などと呼んでいる。<sup>(15~17)</sup> しかし、たとえば「悪い科学」を公立学校で教えることは特に何の憲法違反でもないため、論争の中ではむしろ「科学の一種」とみとめるのは創造科学・知的設計説に有利に働くという指摘もある。<sup>(18)</sup>

## 2.2 そのほかの領域

科学かどうかが重要であるような問題領域は創造科学・知的設計説には限らない。<sup>(19)</sup> D・レズニックは科学とそうでないものの線引きが重要な分野として公教育、医療、工学、研究助成、法廷、公共政策を挙げている。<sup>(20)</sup> 医療、工学、公共政策などは、基礎となる情報の信頼性が非常に重要であり、多くの人に深刻な影響を与えうる。研究助成においては、資金が疑似科学的な研究に浪費されないようにする必要がある。

法廷と境界設定の関係はわかりにくいかもしれない。アメリカの法廷では、嘘発見器やDNA鑑定を証言の中で使ってよいかという問題について長い論争の歴史が存在する。そうした論争の歴史を反映する形で、「証拠法」と呼ばれる法律の中にダウバート基準 (Daubert Standard) という基準が組み込まれている。<sup>(21)</sup> それによれば、法廷における専門家の証言は「十分な証拠やデータ」に基づかなくてはならない、とか、「信頼できる原理や方法」に基づかなくてはならない、といったことが定められている。さらに、判例の中ではより具体的に①テスト可能性 (反証可能性)、②錯誤率 (error rate)、③ピアレビューと出版、④一般的受容といった条件が挙げられている。これらの基準が実質的に法廷における証言が「科学的」かどうかの判定基準として働くことになる。

レズニックのリストには入っていないが、美容・健康商法も科学性の有無の判定が重要な役割を果たす領域である。たとえば日本では2010年代なかごろに「水素水」と呼ばれるものが流行した。これは高濃度の水素を含むとされる飲料で、美容や健康によいとされる情報がインターネットなどに溢れていた。しかし、水素は密閉容器でなければすぐに空気中に逃げてしまうはずであり、当初から水素水に対する疑念も存在していた。それをうけて、2016年には国民生活センターが「水素水」と表示された商品の検査を行い、まったく水素濃度が高くないもの、表示より低いものがあるという結果を報告した。<sup>(22)</sup> 2017年には消費者庁が3社に対して景品表示法違反で措置命令を出した。また、そもそも水素を摂取することの効果についても国立健康・栄養研究所が2016年時点での知見をまとめ、「現時点における水素水のヒトにおける有効性や安全性の検討は、ほとんどが疾病を有する患者を対象に実施された予備的研究であり、それらの研究結果は、健康な人が市販の多様な水素水の製品を摂取した時の有効性を示す根拠になるとはいえない」と結論づけている。<sup>(23)</sup> これはもちろん無数にある美容・健康商品の一例にすぎないが、どういうものであれば美容・健康商品として販売してよいかの判断には、商品そのものの説明 (この場合であれば水素の濃度) や商品の効果の説明 (この場合であれば水素を摂取することの効能) が、少なくとも現在の科学の知見に反しないことが求められるだろう。

## 2.3 科学内での境界設定問題

以上の事例はいずれも科学の応用の事例であったが、科学者たち自身がなんらかの境界設定基準を必要とする場合もある。現在進行中の「再現性の危機」 (replication crisis) をめぐる取り組みも科学内で科学の条件が問題化している例といっ

てもよいだろう。<sup>(24)</sup>

再現性の危機はさまざまな分野を巻き込んで進行しているが、特に大きな問題となっているのが心理学の分野である。発端となったのは2011年に権威ある心理学のジャーナルに未来予知能力を実証したと主張する超心理学の論文が掲載されたことだった。なぜそんな論文が掲載されてしまったかが調査される中で、心理学で黙認されてきた一般的な研究手法に問題の根源があることがわかってきた。これは心理学の研究全般の信頼性をゆるがすこととなり、心理学の研究の再現性をチェックする大規模なプロジェクトが始動した。2015年に発表された調査結果によると、100本の論文を対象とした再現実験のうち、もとの実験と同様な統計的に有意な結果が得られたのは3分の1にとどまった。<sup>(25)</sup> こうした結果をうけて、現在心理学の方法論の見直しが進んでいる。具体的には、問題のある研究を防止するために、研究計画を事前登録したり生データを共有したりする方法が提案されている。<sup>(26)</sup>

こうした運動のキーワードとして、「科学的」という言葉が繰り返して使われる。そもそもの発端からして、現状の心理学が疑似科学としての超心理学と方法論的に区別がつかなくなっていることが問題だったのであり、再現性の危機の克服は心理学を科学として立て直す運動だと言ってもよいだろう。もちろん、研究計画の事前登録や生データの公開を行わない心理学研究がすぐさま疑似科学的だと判定されるわけではないが、現在の取り組みが進んで心理学の中で一般化していけば、従来のやり方に固執する研究はしだいに疑念の目でみられるようになっていくだろう。

## 2.4 プラグマティックアプローチ

以上のように、科学性の判定が重要な意味を持つ問題領域が科学の内外に多く存在している現状において、科学哲学がそれについて何も意見を述べず、「境界設定問題は疑似問題だ」というラウダンの結論や、「科学には家族的類似性しかない」というオカーシャのようなスタンスで満足してよいのだろうか。むしろ、境界設定問題は現在の科学哲学への需要を反映する形で問題を立て直すべきではないだろうか。

そもそもなぜ境界設定問題が疑似問題となってしまったかといえば、科学と疑似科学の間に例外を許さないような明確な線を引く問題として問題設定してしまったことに原因がある。これは英米系の哲学で行われる「概念分析」と呼ばれる作業に共通する特徴なので、境界設定問題だけが特殊なわけではない。しかし、哲学内部で閉じた論争ならともかく、「科学的」かどうかといった実践的な含意の大きい概念について、そうした哲学の内部の都合でゲームのルールを決めてしまおうというところに無理がある。本節で紹介してきたさまざまな問題において必要なのは、「これは間違いなく科学と言える」「これは少なくとも科学とは言えない」といった、両者の典型例をきちんと挙げることができるような基準であり、グレーゾーンをゼロにすることは必ずしも重要ではない。

こうした観点からの提案が、レズニックの「プラグマティックアプローチ」である (Resnik 2000)。レズニックは、それぞれの領域において求められる「科学」の内容が異なっているため、問題領域ごとに別々に境界設定を行えばよいではないか

と提案する。ただ、共通項として、現在「科学的」かどうかは問われるとき問題となっているのはなんらかの意味での情報の信頼性である。したがって、それぞれの分野での境界設定基準も、どういうタイプの信頼性がどの程度求められているのかを反映したものでなくてはならない。ここでは「プラグマティック」は、哲学上の立場としてのプラグマティズムについて話しているというよりは、実用性を重視した、といったくらいのニュアンスであろう。

本稿もまた、プラグマティックアプローチが境界設定問題の今後の基本的な形となるべきであるという立場をとる（伊勢田2011aなどでその方向での試みを論じている）。しかし、プラグマティックアプローチに基づいて具体的な境界設定基準を考えていくのと並行して、プラグマティックアプローチがどのようにして可能なのかについてももう少し哲学的・概念的な基礎固めを行う必要がある。本稿の残りではその面での検討を行う。

### 3. 線引きをしない境界設定問題の概念化

プラグマティックアプローチの大前提となっているのは、「科学」であることの必要十分条件を与えなくとも、何が科学で何が疑似科学かということについて十分有意義なことを語りうるということである。しかし、ラウダンの批判が正しければ、科学と疑似科学の間に線が引けないのならそもそも疑似科学などというものは存在せず、よい科学と悪い科学があるだけだということになる。この考え方の下では、プラグマティックアプローチも、何らかの対象を疑似科学と呼ぶ点で、旧来の境界設定問題と同じ過ちを犯していることになる。

ラウダンらが科学と疑似科学の間に境界線が引けないと主張するとき、微妙に異なる2つの主張が明確に区別されずになされているように見える。

- 例外のしつこさ (persistence of exceptions) :  
どんな境界設定基準を提案しても、明らかな例外が発生してしまう
- 境界の曖昧さ (vagueness of the boundary) :  
区別すべき対象が連続的に配置されており、明白な線引きの場所が存在しない

この二つの問題は必ずしも常に同居するわけではないが、ラウダンの批判においては両方が使われている。たとえば、反証可能性を境界設定基準として提案する場合、反証可能性がないのに科学の一部とみなさざるをえないもの（非常に基本的なパラダイムの一部など）もあれば、反証可能性があっても科学の一部とみなせないようなもの（簡単に真偽が確認できる占いなど）があり、これは「例外のしつこさ」の事例である。それに対し、反証可能性の度合いというものを考えることもでき、非常に細かい予測を行うために反証可能性が非常に高い仮説（「一週間後にこの県でマグニチュード3程度の地震が起きる」）からもっと反証可能性が低い仮説（「これから一年以内に日本のどこかでマグニチュード2以上の地震が起きる」）、ほとんど反証可能性のない仮説（「そのうちどこかで地震が起きる」）などが連続的に存在する。ここでどのくらい

反証可能性が低ければ「反証可能性がない」ことになるのかははっきりしない。プラグマティックに境界設定するといっても、これらの問題は結局どうなったのかという問いには答えを与えておく必要があるだろう。

ここで生じているのは、明確に線を引けない対象について「科学か否か」といった二値的な判断をすることの正統性の問題であり、実は科学の境界設定に限らず、多面的な基準で評価されるのに、言葉の使い方としては二値的であるような曖昧述語全般に一般化できるような問題である。そこで、以下で提案する解決も、必要な修正を行えば他の曖昧述語の多くにもあてはめ可能なものとなっている。<sup>(27)</sup>

本稿の基本的なアイデアは、これまで提案されてきたさまざまな「境界設定基準」を、単独で線を引くためのものではなく、判断の対象の「科学度」についての信念を改定していくためのエビデンスとしてとらえ、その集積によってあいまいさの少ない形で「科学」か「疑似科学」かという判定ができるはずだ、というものである。より具体的には、2つのステップを通して「多面的で連続的な基準を使いながら最終的に科学的か否かという二値的な概念を適用する」という状況を実現する。2つのステップとは

- ベイズ的更新によるふりわけ
- 若干不正確な要約報告

である。この2つのステップがどのようなものかということについて順次説明する。

#### 3.1 ベイズ的更新によるふりわけ

ベイズ的更新 (Bayesian Updating) とは、確率論におけるベイズの定理を用いて信念を更新する手法を指す。ベイズの定理は以下のような形で与えられる。

$$P(h|e) = \frac{P(h)P(e|h)}{P(e)}$$

$h$ を仮説、 $e$ を証拠としたとき、この式の左辺 $P(h|e)$ は「証拠 $e$ が与えられたという条件での仮説 $h$ の確率」を意味する。 $P(h)$ を事前確率、 $P(h|e)$ を事後確率、 $P(e|h)$ を $h$ の尤度と呼ぶ。 $P(e)$ は文献によって呼び名が異なるが、ここでは $e$ の期待度 (expectedness) という呼び方を採用する。「ベイズ主義」(Bayesianism) といった場合には、通常はここでの確率を主観的な確率 (信念の度合い) と解釈するが、本稿では必ずしもその限定は必要ではない。ベイズ的更新とは、証拠 $e$ が得られたときに、この式を用いて $P(e|h)$ を求め、その値を新たな事前確率 $P(h)$ として採用する操作を指す。

この式の $h$ の部分に「この対象 (仮説、分野、研究者など)  $X$ の科学度は $a$ だ」という文が入り、 $e$ の部分にたとえば「 $X$ は反証可能である」「 $X$ は自然法則に基づく説明を行う」等の文が入ることで、ある対象の科学度についてさまざまな証拠を用いながら信念の更新をおこなっていくという作業を表現できる。

ここで、「科学度」は科学としての性質が一定のグラデーションをなすととらえたときの、その度合を示し、図示する

ならば0から1までの数直線のようなもので表せると考える。もちろん、科学度のようなものが本当に存在するのかということは注意深く考える必要があるし、科学度のようなものがあつたとしても、それが0から1までの一次元構造を持つとは限らない（たとえば  $a < b < c$  かつ  $a < d < c$  だが  $b$  と  $d$  の間には順序関係がないような半順序構造をとることはありうる）。しかし、ここではできるだけ単純なモデルで考える。

ある対象（主張、理論、研究分野、研究者） $a$  がどの程度科学的かについての当初の判断は科学度直線上の確率分布  $\varphi(a, x)$  によって与えることができる。ここで、 $\varphi(a, x)$  は  $F(a, x)$ : 「 $a$  の科学度は  $x$  である」という文のそれぞれの  $x$  の値に対して確率  $P(F(a, x))$  を返すような関数である。この確率分布  $\varphi(a, x)$  は、最初の状態をまったく偏見のない状態とするなら、0から1まで一様分布するはずである（図1）。ただし、いわゆるベイズ主義においては出発点となる事前確率は主観的な信念の度合いでよく、つまり、われわれの事前の予断を反映したものであつてかまわない。をベイズ的に更新するために  $G(a, c)$  「 $a$  は性質  $c$  を持つ」を使う。



図1：事前の一様分布

それぞれの  $x$  の値について以下のベイズの定理を適用し、 $P(F(a, x))$  を更新していく。

$$P(F(a, x) | G(a, c)) = \frac{P(F(a, x)) P(G(a, c) | F(a, c))}{P(G(a, c))}$$

「反証可能」、「進歩する」、「自然法則を扱う」、「新しい説明項の導入が一定のルールにのっとっている」などは「例外のしつこさ」の問題があり、いずれも科学の必要条件や十分条件だと考えると無理がある。しかし、「科学度が低ければ低いほど、そうした性質を持つ確率も低い」という尤度についての主張だと考えればある程度もつもらしい。

これは、科学度の高さと絶対的な相関の低い性質についても適用可能である。たとえば、クーンの「パラダイムに基づくパズル解決を行う」という基準を満たしていたからといって科学度が高い保証はあまりないが、科学度の高さと正の相関がある、つまり「科学度が高い対象ほど、パズル解決の伝統を持ちがち」という条件が最低限満たされているなら、ベイズ的更新において利用可能である。

### 3.2 若干不正確な要約報告

ベイズ的更新を繰り返すと、理想的にはそれぞれの判定対象  $a$  の科学度はせまい範囲に収束していくはずである（図2）。そうした対象の集合  $S = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  を考えたとき、それらの対象の科学度の分布がどのような形をとるかは一概には言えない（この集合は仮説、分野、研究者集団など、科学的かどうかの判断の対象となる雑多なものを含むことになる）。しかし、現在典型的な科学とみなされている対象（物理学の理論、分子生物学という分野、実験心理学者たちのコミュニティなどは、高い科学度と相関する特徴を多く持つために科学度1に近いあたりに分布するであろう（図3の  $a_5, a_6, a_7$  など）し、典型的な疑似科学とされているもの（創造科学の理論、占星術という分野、代替医療の実践者の集団などは低い科学度と相関する特徴を多く持つために科学度0に近いあたりに分布するであろう（図3の  $a_1, a_2, a_3$  など）。

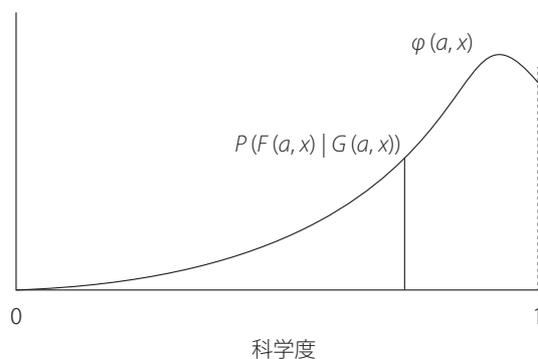


図2：典型的科学の更新後の分布

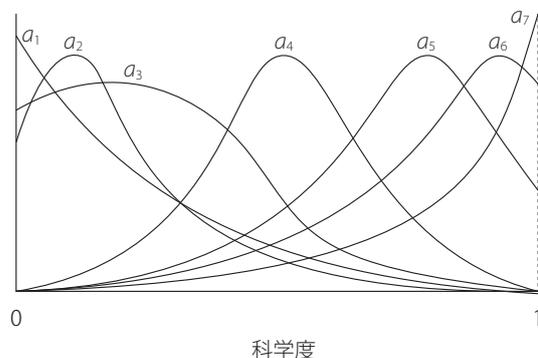


図3：判定対象の集合  $S$

さて、さまざまな判定対象の科学度についてわれわれの態度が定まったとして、こうした数直線的な考え方はあまり実用的とはいえない。実際問題として、いろいろな仮説や分野の科学度がいくら、といったことを我々が日常的に言うことは考えにくいし、仮にそういう物言いを導入したとして、ある分野の科学度が0.2だということがわかったとして、それをどう扱っていいのかもよくわからない。われわれが日常的に使うのは、「あの仮説は科学的ではない」とか「この分野は疑似科学だ」といった二値的な判断であり、そうした判断でなければ行動の指針（信じる、信じない、行動の基礎として

使う、使わないなど)としては使いにくい。

このような、程度をゆるす判断と二値的な判断の関係の一つの捉え方として本稿が提案するのは「若干不正確な要約報告」(somewhat inaccurate summary report, SISR)という考え方である。<sup>28)</sup> この考え方によれば、ある対象が「科学的」「非科学的」という二値的な判断は、その対象が科学度の高さ(低さ)と相関の高いさまざまな特徴を持つことから高い(低い)科学度を持つと判断される、という非常に複雑な情報を若干不正確に要約したものだということになる。若干不正確だというのは、そもそも正確な線が引けない連続的な対象についてあたかも線が引けるかのように報告するのがこうした二値的な判断だからである。

図3に即していえば、「 $a_1$ は疑似科学的だ」とか「 $a_7$ は科学的だ」といった表現を、このグラフから読み取れることのおおまかなまとめとして述べるとき、我々はSISRを使っていることになる。また、こうした連続的な対象についてあえて二値的な述語をあてはめるとき、「どちらとも言えない」対象が生じるのは常である。図3における $a_4$ のような対象はそうしたグレーゾーンとして扱われることになるだろう。

しかし、われわれの日常における実用的な判断においては、若干の不正確さはあっても、判断や行為の指針として使いやすい形で情報が要約されるのは非常に重要である。「科学的」かどうか、哲学的には疑似問題ではないかとすら言われるのに、さまざまな領域で重要度を増しているという現状は、この概念がSISRだと考えれば非常にすっきりと理解できる。

#### 4. まとめ

本稿では、科学と疑似科学の間の境界設定問題という、科学哲学の定番の問題が科学哲学の中で現在どうとらえられているのか、そして科学哲学の外でどのような重要性を持つに至っているのかを概観した。ラウダンは、科学と疑似科学の間に明確な線が引けないことや既存の基準に常に例外が存在することを理由に、境界設定問題は疑似問題だと主張し、多くの科学哲学者が現在それを受け入れる。他方、その疑似問題が教育、政策決定、法廷、そして科学における方法論の見直しなどのさまざまな場面で重要性を増している。

しかし、プラグマティックに考えるなら、科学の必要十分条件を与えることができなくても、有意味に「科学」「疑似科学」などの語を使えばよいはず。本稿ではベイズ的な更新のモデルを導入することで、必要十分条件が提示できないような場面でも「科学」や「疑似科学」という言葉が使えるような概念的枠組みを示した。この枠組がどのくらい有効性を持つのかを考えていく上では、細部をつめていくことが不可欠である。とりわけ、既存のさまざまな境界設定基準を科学度の判定にどう使い、科学度の評価とSISRをどう関係づけるかを明確にしていく作業が別途必要である。ラウダンのように「疑似科学」のような概念を使用不可能にしてしまうよりは、その道を残す本稿の提案は有望なものといえるのではないだろうか。

#### 注

<sup>1</sup> 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。

- <sup>2</sup> 伊勢田哲治 (2003). 疑似科学と科学の哲学. 名古屋大学出版会.
- <sup>3</sup> Popper, K. R. (1963). *Conjectures and refutations*. Routledge. (邦訳 ポパー「推測と反駁—科学的知識の発展—」. 藤本隆志他訳, 法政大学出版局, 1980)
- <sup>4</sup> 境界設定問題の起源についてもう少し細かい補足しておく。ポパーが反証主義を最初に唱えた1934年の『探求の論理』の中では、「境界設定問題」という言葉はすでに登場しているが、「科学でない」もののイメージとしては数学、論理学、形而上学が挙げられている。「疑似科学」に類する言葉は使われないし、ましてや精神分析学やマルクス主義が名指して批判されているわけでもない (Popper, K. R. (1959). *Logic of scientific discovery*. Routledge, p. 34). ポパー個人の問題意識としては以前からあったにせよ、公にされたのは「科学哲学：個人的報告」(初出は1957年、「科学—推測と反駁—」と改題してPopper 1963に収録)以降である。
- <sup>5</sup> Kuhn, T. S. (1974). *Logic of discovery or psychology of research?*, in P. A. Schilpp, *The Philosophy of Karl Popper, Book II*. Open Court. pp. 798-819.
- <sup>6</sup> Lakatos, I. (1977). *Science and pseudoscience in Philosophical Papers vol. 1*. Cambridge University Press. pp. 1-7.
- <sup>7</sup> 伊勢田哲治 (2011). 疑似科学問題, 戸田山和久・出口康夫編. 応用哲学を学ぶ人のために. 第1章. 世界思想社.
- <sup>8</sup> あとで紹介するレズニックも似たようなリストを作っており、そこでは境界設定基準は言語的・歴史的・社会的・心理学的・認識論的といったカテゴリーに分類されている (Resnik 2000)。ただし、レズニックのリストには、実際には境界設定基準として使うことを想定していない科学の方法論についての議論なども含まれている。
- <sup>9</sup> Laudan, L. (1983). *The demise of the demarcation problem*, in R. S. Cohan and L. Laudan (eds.), *Physics, Philosophy, and Psychoanalysis*, Reidel. pp. 111-127.
- <sup>10</sup> Okasha, S. (2002). *Philosophy of science: A very short introduction*. Oxford University Press. (邦訳 オカーシャ「一冊で分かる 科学哲学」廣瀬覚訳, 岩波書店, 2008)
- <sup>11</sup> 森田邦久 (2008). 科学とはなにか—科学的説明の分析から探る科学の本質—. 晃洋書房.
- <sup>12</sup> 伊勢田哲治 (2003). 疑似科学と科学の哲学. 名古屋大学出版会.
- <sup>13</sup> 伊勢田哲治 (2006). 科学哲学から見た「知的設計」説. 日本の科学者, 11月号, 4-9.
- <sup>14</sup> Laudan, L. (1982). *Science at the bar—causes for concern*, in *Science, Technology and Human Values* 7, pp. 16-19.
- <sup>15</sup> Dupre, J. (1993). *The disorder of things: Metaphysical foundations of the disunity of science*. Harvard University Press.
- <sup>16</sup> Kitcher, P. (2007). *Living with darwin: Evolution, design, and the future of faith*. Oxford University Press.
- <sup>17</sup> Hacking, I. (2007). *Root and branch*. *The Nation*, October 8, 2007. <http://www.thenation.com/article/root-and-branch>.
- <sup>18</sup> Reisch, G. A. (1998). *Pluralism, logical empiricism, and the problem of pseudoscience*. *Philosophy of Science*, 65, 333-

- <sup>19</sup> 伊勢田哲治 (2011). 疑似科学問題, 戸田山和久・出口康夫編. 応用哲学を学ぶ人のために. 第1章. 世界思想社.
- <sup>20</sup> Resnik, D. B. (2000). A pragmatic approach to the demarcation problem. *Studies in History and Philosophy of Science*, 31, 249-267.
- <sup>21</sup> Faigman, D. L. et al. (2002). *Modern scientific evidence: The law and science of expert testimony vol. 1*. West Publishing.
- <sup>22</sup> [http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20161215\\_2.html](http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20161215_2.html)
- <sup>23</sup> <https://hfnet.nibiohn.go.jp/contents/detail3259lite.html>
- <sup>24</sup> Chambers, C. (2017). *The seven deadly sins of psychology: A manifesto for reforming the culture of scientific practice*. Princeton University Press. (邦訳 チェインバーズ「心理学の7つの大罪—真の科学であるために私たちがすべきこと—」大塚紳一郎訳, みすず書房.
- <sup>25</sup> Open Science Collaboration (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science* 349 (6251) aac4716.
- <sup>26</sup> Chambers, C. (2017). *The seven deadly sins of psychology: A manifesto for reforming the culture of scientific practice*. Princeton University Press. (邦訳 チェインバーズ「心理学の7つの大罪—真の科学であるために私たちがすべきこと—」大塚紳一郎訳, みすず書房.
- <sup>27</sup> これは伊勢田2003で素描したあと、2010年11月に日本科学哲学会第43回年次大会で「境界設定問題はどのように概念化されるべきか」というタイトルで講演した内容をさらに発展させたものである。
- <sup>28</sup> この「若干不正確な要約報告」という考え方は、以下の講演などで「一般化されたパーフィット流還元主義」という立場の一環として展開しているものである。Amitani, Y. and Iseda, T. (2018). What can species theorists learn from Parfit? The 4th Conference on Contemporary Philosophy in East Asia, National Chengchi University, Taiwan.