*Japanese Psychological Review*
2016, Vol. 59, No. 1, 137–141

# 科学的方法の多元性を擁護する[1)]

佐　倉　　　統
東京大学

# In defense of pluralism in the scientific method

Osamu SAKURA
The University of Tokyo

Rather poor reliability in reproducibility, i.e., less than 40 or 30% success in replication, has been revealed not only in psychology but also in the life and medical sciences. This has been driven by the strong pressure for privatization and commercialization among the academic fields. However, maintaining high standards in reproducibility is not the only approach to realize actual scientific method. Several examples have suggested the effectiveness of a pluralistic set of methods in ethology, cultural anthropology, cognitive psychology, primatology, etc. These include qualitative, rather than quantitative approaches, i.e., historical narrative, collecting anecdotes, and anthropomorphism. Methods should be subordinate to the goal of scientific researchers, and not the other way around.

**Key words:** scientific methods, pluralism, PLACE, reduction to law, historical narrative, anecdotes
キーワード：科学的方法，多元主義，PLACE，法則還元，歴史叙述，逸話法

## 1. はじめに ――ことは心理学のみにあらず

あらゆる知識は確率的である。ここでは，知識とは状態や現象を記述する命題と考える。その命題が真である確率が十分に高いならば，その知識は「正しい」とされるが，確率は決して 1 になることはない。

知識が真である確率を信頼できるほど十分に高くするために，古来いろいろな方法が開発されてきた。独立変数を制御して実験的な系を使う，作業仮説を立てて仮説－演繹サイクルを何回も回す，統計的な記述や推定や検定をおこなう，などざっくりと言えば「近代自然科学の方法」は，現在のところもっとも信頼性の高い知識を得るために洗練されてきた方法の一群である。再現性（追試）を厳密に要求することも，その中に含まれる。

だが，高い再現性を保つことは科学的方法のうちの重要な要素ではあるが，すべてではない。再現性を高くすることで偽陽性（false positive）の確率を下げることはできるが，それが極度に偽陰性（false negative）の確率を高めてしまっては本末転倒である。澤・栗原（2016）が述べているように，実験で得られた値などの再現性のみに注目すると，仮説構成概念を見失うおそれもある。

しかしもちろん，再現性が低すぎる状態を放置しておいて良いということではない。昨今，研究結果の再現性の低さが問題になっているのは心理学だけではない。生命科学でも同じ状況が問題視されており，*Nature* に掲載された医学・生命科学領域の論文では 70% 以上が結果が再現できなかったとされている（Wadman, 2013）。その原因は心理学の場合とおおむね同じであるが，生命科学では HARKing はあまり強調されていない。一方でポジティヴな成果を出すことへの圧力は生命科学の方が強いように見える。これは生命科学の方が産業界との結びつきがより強いからかもしれない。*Economist* 誌がこの問題を大々的に取り上げている（Anonymous, 2013）ことからも，それがうかがえる。アメリカ国立衛生研究所（NIH）やアメリカ細胞生物学会（ASCB），アメリカ科

1)　本稿で述べた知見は，JSPS 科研費 25245064，255610126 の助成を受けた研究を遂行する際に得られたものである。

学振興協会（AAAS）などは相次いで対応策を打ち出した。たとえばNIHでは，助成金申請の段階で先行研究の信頼性チェックをより厳密にしたり，一次データのオープンデータベース格納を促進して追試をしやすくしたり，追試の成功失敗も含めて既発表論文の信頼性を検討するサイト（PubMed Commons）を運営するなどの対応をとっている（Collins & Tabak, 2014）。真摯な取り組みや制度づくりは一定の評価を得ているものの，決定的な有効打にはなっていないと思われている。

## 2. CUDOSからPLACEへ ——科学者の行動規範の変化

なぜ再現実験は成功しないのか？　本特集所収の諸論文で繰り返し指摘されているように，肯定的な結果のみ出版されるバイアスや後付けバイアスなど，さまざまな要因がある。しかしここでは，そもそも科学の駆動原理がその傾向を助長する性質を内包していることを指摘したい。

意図的なデータ捏造や改変は論外として，しかし科学者とは功名心を求めるものである。かつて科学社会学者のMerton（1973）は，科学者が無私の精神を発揮して真理を追究することが科学の駆動原理であるとして，その主な特性を“CUDOS”と略称した。Communalism（知識の公共性），Universalism（普遍性），Disinterestedness（利害への無関心），Organized Skepticism（組織的懐疑主義）である。このような特性が科学者の知識生産活動にある程度備わっていることは確かだとしても，これらだけで科学的知識が生産されているとするのは，さすがに理想的に過ぎよう。その四半世紀後，物理学者で科学技術社会論者でもあるZiman（2000）は，科学者の行動規範はもっと利己的であるとして，“PLACE”という標語を提唱した。Proprietary（知識の独占），Local（局所性），Authoritarian（権威主義），Commissioned（権力からの委託），Expert work（専門家主義）である。今日，より実態に近いとみなされているのは，CUDOSではなくPLACEである。これは，とくに20世紀の最後の四半期に，科学的知識の産業システムへの組み込みがさらに進み，金銭的な利益に直結すると共に知的財産や著作権の管理が厳しくなっていったことが原因である（上山，2010）。この傾向がとくに著しかったのが医学・生命科学で，それがこの分野で再現性の低い研究が量産されていることの原因になっているというのが大方の共通した分析である（Wadman, 2013）。2014年に日本で起こったSTAP細胞騒動は死者まで出した悲惨な事件だったが，この潮流が行き着いたひとつの地点だったとも解釈できる（榎木，2014；須田，2015）。

心理学は生命科学ほどにはその成果が産業的に応用されることはないが，しかし，PLACE的な側面は皆無ではない。人間の心の問題には社会からの関心も高く，ユニークな現象や理論を発見すれば社会的知名度は高くなるから，むしろ他の自然科学の基礎的研究分野に比べれば，PLACE的要素は強い方かもしれない。また，他の分野と同様，研究者間での競争への圧力が高まり，業績評価を極端に重視することは，PLACE的側面を重視する傾向をさらに助長することになる。

だとすれば，再現性を高めるための方策を科学者個人の良心や倫理に頼っても，あまりうまく機能しないだろうと予想される。むしろ外側からの「枠」をはめる制度を整備する必要がある。その一例として，仮説と方法のみ事前に登録しておく事前登録制（池田・平石，2016）は強力な提案であり，かなりの程度機能すると思われる。しかし，これは現在の追試や再現実験にも言えることだが，事前登録しておいて発表された追試論文が，研究成果として科学者の権威主義や知識独占欲をどの程度満たすかは，不明である。他人の実験の追試だけには満足しない，より功名心に駆られた研究者は必ずや出現し，現在と同様の状況は，小規模にはなっても続くだろうと予想される。

また，追試による再現性の確認は科学的知識生産システムの根幹をなす作業であるにもかかわらず，ボランティア的行為で支えられている。したがって，追試作業のコストが高くなると機能不全を起こす可能性がある（山田，2016）。MertonのCUDOSモデルが正しいとすれば，科学者は無私の規範に基づいて真理の公共性を担保する行為に励むはずであるが，今日，業績としてなかなか評価されない追試実験や論文査読を喜んでたくさんこなす研究者は例外的だと思う。オープンアクセス・ジャーナルや追試結果のみを蓄積していくサイトの運営などは，それなりに機能しているとこ

ろもあるようだが，研究内容の質保証など別の問題も生じかねず，これらの方法やシステムだけですべてが解決するとは到底思えない。

## 3. 方法論的多元性への誘い

冒頭，あらゆる知識は確率的であると述べた。知識が真理である確率を徐々に高めていく過程は，生命体が自然環境への適応の度合いを徐々に高めていく過程と良く似ている。どちらも，情報（知識，遺伝情報）が適応度を増していく過程である。言いかえると，科学の知識は，生命体の進化と同じように，多数の変異体の中から適応度の高いものが選択されて残っていく過程を体現している（Cziko, 1995；Hull, 1988）。知識の「適応度」が何かというのは難しい問題だが，ここでは単純に，既存の謎を解明する問題解決能力と，新たに生産的な課題を生み出す問題生産能力が高いこととしておく（Laudan, 1977）。

さて，だとすれば，「再現性が低い実験結果が多数報告されている」という状況は，ある生命体の自己複製確率が低いというのと同値である。追試で確認されなかった知識は，やがては消え去っていく。確認されれば，生き残っていく。生物も科学の知識も，そうやって生き残ってきたし，これからもそうだろう。生存確率がゼロであれば絶滅するが，そうでなければ，細々とではあれ，生き残ることができる。40% は，その生命体（あるいは知識の集合体）が生き残るには，おそらく十分な確率である。多産多死型の生物種では，新生児死亡率が 10% に満たない種は珍しくない。

しかし，追試成功率 40% では知識生産活動の信頼性として不十分であると考える専門家が多いことを，本特集号は示している。その判断は再現性に重みを置きすぎているのではないだろうか。

因果関係の主な解明方法には，2 つのアプローチがある。普遍的法則への還元（reduction to universal law）と歴史叙述（historical narrative）である（Hull, 1984；この他にもアブダクションやアナロジーなどがあるが，議論を単純にするためにここでは省略する）。ある現象における因果関係の説明としてはどちらも等しく重要であり強力な方法だが，科学（西洋近代自然科学）においては前者のみが優遇されてきた。それはおそらく偶然ではなく，人間が因果関係を理解する際には法則還元の方が普遍性が高いと感じるからではないかと思うのだが，この議論を深めるだけの材料を持ち合わせていないので，ここでは省略する。

一方で歴史的現象の説明においては，今でも歴史叙述が因果関係の説明方法として受け入れられている。たとえば，「真田昌幸が 1585 年の第一次上田合戦で徳川軍を撃破できたのはなぜか？」という問に対して，「地の利を活かした奇襲が成功した」とか，「数に優る徳川軍が油断した」など，時系列に沿った現象の推移にもとづく「説明」がなされ，多くの人々を納得させている。合理性が確保できていれば，これも因果関係の説明として必要かつ十分である。また，ここで言う「歴史的現象」には当然ながら，自然現象も含まれる。「恐竜が絶滅したのはなぜか」という問に対しては，歴史叙述の要素なしには十分な説得力をもった回答はできない（自然現象の場合，歴史叙述だけでは十分ではない場合が多いけれども）。

歴史的過程だけでなく，通常の自然科学にもっと近い領域でも，複雑で微妙な現象を対象とする場合には，再現性の担保を優先しすぎると，私たちが知りたい事柄を見逃す可能性があるようだ（第二種の過誤）。たとえば霊長類学者の de Waal（2009）は，人間以外の霊長類やその他の動物が他者への共感能力を持っていることを示すために，数多くの逸話を集めて状況証拠を積み重ねることで結論の妥当性を主張する方法を採用した。

Pepperberg（1999）はインコ（ヨウム）の，Reiss（2011）はイルカの，それぞれ認知プロセスを研究するに際し，de Waal と同じく日常的な行動の逸話を丹念に集めて慎重に推論を重ねていく手法を採用した。Firestein（2012）は，科学的発見の特徴や意義を教育するためにはまだ知られていない事象について教える必要があると述べた本の中で，この 2 人の研究方法と研究成果に言及し，動物の知能や意識を科学的に研究するには通常の厳密科学の方法だけでは十分ではないと指摘し，方法論的な正当性を擁護している。

日本の霊長類学者がニホンザルの社会行動を記載する際に使用したのは，とくに初期の段階では，サルの行動を擬人的に解釈する方法だった（河合，1965）。一見非科学的な擬人化を科学的研究の方法として使用することについては，私もか

つて批判したが（佐倉，1986, 1987），後に意見を改め，その優れた点を積極的に評価するようになった（佐倉，2010）。サルの社会行動はそれ自体非常に複雑な現象であり，また時系列に沿っての歴史的経緯も大きな影響をおよぼすため，定量的なデータ収集と追試による再現性確保だけでは重要な現象や原理を見逃してしまう可能性がある（個人的には，その確率は決して低くないと思う）。したがって，研究の科学的価値を担保するためにこそ，擬人的な解釈を援用するべきなのである（de Waal, 2001）。ただし，擬人主義的解釈ならなんでも良いというわけではもちろんなく，中枢神経系や認知能力，運動能力，社会構造などの人間との類似性を科学的に考慮した上での，より合理的な擬人的解釈（科学的擬人主義）でなければならないのは当然である（de Waal, 2001）。

## 4. おわりに

論点は結局，何を，どのような枠組みで明らかにしたいのかに帰着する。

渡邊（2016）が述べているように，比較的単純な系や，変数の制御が容易な系を対象として洗練されてきた手法（再現性確保もそのひとつ）を金科玉条のように唱えて最優先事項とすることは，場合によっては，本来その学問領域や研究者が共有していた問題群を置き去りにしてしまう可能性がある。動物行動学や文化人類学などのフィールドワークが，直接観察や質的研究法を採用してきたのは，定量性や再現性だけを強調することの不利益を認識していたからである（Dawkins, 2007；Flick, 1998/2009）。

もちろん，再現可能性を高める努力は不可避である。出版バイアスや HARKing をできるだけ低くすることは，心理学に限らずあらゆる学問分野に共通して，健全な科学的営為を維持するために必要な対応であると思う。

一方で，再現可能性を高めることだけが科学的方法でもないし，心理学において最重要な選択肢とも限らないはずである。科学的方法は，合理性を担保していさえすれば，多元であってよい。むしろ多元性を積極的に許容する方が，科学的に興味深い現象をすくい上げることができるであろうことは，上で述べたとおりである。

研究方法が研究対象や目的を規定してしまってはいけない。目的や対象に応じて，より合理的で説明能力の高い方法を採用（あるいは発明）すべきであると思う。

## 文　　献

Anonymous, (2013). How science goes wrong. *The Economist, 409:8858*, Oct. 19, 26–30.

Collins, F. S., & Tabak, L. A. (2014). NIH plans to enhance reproducibility. *Nature*, *505*, 612–613.

Cziko, G. (1995). *Without miracles: Universal selection theory and the second darwinian revolution*. Cambridge, MA: MIT Press.

Dawkins, M. S. (2007). *Observing animal behaviour: Design and analysis of quantitative data*. Oxford: Oxford University Press.

榎木英介（2014）嘘と絶望の生命科学　文藝春秋社.

Firestein, S. (2012). *Ignorance: How it drives science*. Oxford: Oxford University Press. 佐倉 統・小田文子（訳）（2014）イグノランス―無知こそ科学の原動力―　東京化学同人.

Flick, U. (1998/2009). *An introduction to qualitative research*. 4th ed. Thousand Oaks, CA: Sage. 小田博志・山本則子・春日 常・宮地尚子（訳）（2002/2011）質的研究入門―〈人間の科学〉のための方法論（新版）　春秋社.

池田功毅・平石 界（2016）心理学における再現可能危機：問題の構造と解決策　心理学評論，*59*, 3–14.

Hull, D. (1984). Historical entities and historical narratives. In C. Hookway (Ed.), *Mind, machines and evolution: Philosophical studies* (pp. 17–42). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Hull, D. (1988). *Science as a process: An evolutionary account of the social and conceptual development of science*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

河合雅雄（1965）ニホンザルの生態　河出書房新社.

Laudan, L. (1977). *Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth*. Oakland, CA: University of California Press. 村上陽一郎・井山弘幸（訳）（1986）科学は合理的に進歩する―脱パラダイム論へ向けて―　サイエンス社.

Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Pepperberg, I. M. (1999). *The Alex studies: Cognitive and communicative abilities of grey parrots*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Reiss, D. (2011). *The dolphin in the mirror: Exploring dolphin minds and saving dolphin lives*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

佐倉 統（1986）日本の霊長類学における社会生物学の位置と役割　生物科学，*38*, 169–179.

佐倉 統（1987）霊長類社会生物学に関する理論的覚え書：その擁護と拡張　霊長類研究，*3*, 33–42.

佐倉 統（2010）文体・フィールド・構造―『高崎山のサル』が今もおもしろい理由　所収：伊谷純一郎　高崎山のサル（pp. 364–375）講談社［同書学術文庫版の解説］.

澤 幸祐・栗原 彬（2016）動物心理学における再現可能性の問題　心理学評論，*59*, 46–56.

須田桃子（2015）捏造の科学者―STAP細胞事件―　文藝春秋社.

上山隆大（2010）アカデミック・キャピタリズムを超えて―アメリカの大学と科学研究の現在―　NTT出版.

de Waal, F. (2001). *The ape and the sushi master: Cultural reflections of a primatologist*. New York: Basic Books. 西田利貞・藤井留美（訳）（2002）サルとすし職人―「文化」と動物の行動学―　原書房.

de Waal, F. (2009). *The age of empathy: Nature's lessons for a kinder society*. London: Souvernir Press. 柴田裕之・西田利貞（訳）（2010）共感の時代へ―動物行動学が教えてくれること―　紀伊國屋書店.

Wadman, M. (2013). NIH mulls rules for validating key results. *Nature*, *500*, 14–16.

渡邊芳之（2016）心理学のデータと再現可能性　心理学評論，*59*, 98–107.

山田祐樹（2016）認知心理学における再現可能性の認知心理学　心理学評論，*59*, 15–29.

Ziman, J. (2000). *Real science: What it is, and what it means*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 東辻千枝子（訳）（2006）科学の真実　吉岡書店.

― 2016. 4. 22　受稿，2016. 4. 26　受理 ―