

統計革命：Make statistics great again

—特集号の刊行にあたって—

三浦麻子^{1,2}・岡田謙介³・清水裕士¹

¹関西学院大学

²大阪大学

³東京大学

本特集号の目的は、統計革命とでも名付けうるような、心理学のデータ解析における新しい潮流について、この特集号を読めばその概略がある程度は把握できるような見取り図を提示することである。その3本の柱は、ベイズ統計モデリング、モデル評価、そしてオープンサイエンスである。

ベイズ統計は、不確かさを確率によって表現し、データの情報を用いてこの確率を更新していく統計学の枠組みである。その大きな特長の1つに、原則主義的であること、つまり「確率による不確か性の表現、データによるその更新」という原則をあらゆる問題に対して汎用的に適用していくことがある。典型的な心理学における統計的推定の問題では母数が未知（不確か）であり、データは手元にあって既知であるので、ベイズ統計では母数を確率変数として推定することになる。また、仮説評価の問題では、複数の仮説間での不確か性があるので、ベイズ統計では仮説についての確率を考え、データによってこれを更新することになる。こうした、データの情報を得たもとの母数や仮説についての確率は、ベイズの定理によって得ることができる。このように、ベイズ統計は基本原則を様々な場面に演繹的に適用していく、シンプルで汎用性の高い枠組みである。

心理学においてベイズ統計的アプローチがとくに最近注目されている大きな理由に、統計モデリングという考え方との相性のよさがある。ベイズ統計モデリングでは、データがどのような心理学的生成過程を経て得られたものなのか、そのメカニズムを表現する確率モデルを考え、データに当てはめて、現象の理解や予測に役立てる。このとき、心理学データの生成過程を表現する統計モデルは、理論や個人差、条件の効果などさまざまな要素を反映しなければならず、必ずしもシンプル

なものにはならないことも多い。しかし、コンピュータの計算速度の向上と確率的プログラミング言語（BUGS, JAGS, Stan など）の発展によって、心理学データに対するベイズ統計モデリングは現実的で有用な方法となっている。

こうしたアプローチを活用する心理学研究では、従来に比べて、利用できるモデルの自由度が格段に上がることになる。したがって、仮説やモデルの評価をどのように行うかは重要な統計的問題の1つとなる。また、この評価は必然的に、得られたデータのサンプルサイズに依存する。したがって、サンプルサイズの設計法もまた、重要度の高い問題となる。

さらに、ベイズ統計による方法は、本誌59巻1号で特集した心理学における再現性の問題が叫ばれる中で、頻度論的な有意性検定に過度に依存した研究慣習のオルタナティブとして支持されてきた側面もある。そうした経緯から、再現性を担保するためのオープンサイエンスの潮流とも関連が深い。

モデリングの自由度が上がるということは、ある研究目的で収集されたデータであっても、異なる目的から分析・モデリングできればまた別の研究でも活用できうるということもある。幸い、Open Science Framework や figshare など、データやプログラム、各種研究素材をオープン化して広く研究コミュニティで活用するためのプラットフォームが提供され、誰もが利用できるようになっている。こうした新しいオープンサイエンスの潮流は多彩かつ活発である。

今を去ること15年ほど前、心理学の世界は構造方程式モデリング（SEM）という「新しい統計手法」に席卷されており、これもある種の革命であった。例えば狩野（2002）は、従来多用されて

きた分析のうち何をどのようにSEMが包含しうるかについて解説し、また希薄化の修正や適合度評価の重要性など、従来の分析が看過してきた点を緻密に検証できるSEMの有効性を強調した。このたびのベイズ統計と統計モデリングも、分析者を手法依存の制約から解放するという意味で類似した魅力を持っているが、その自由度は格段に高く、上記に示したような、構築したモデルをオープンにする枠組みとの相性のよさという点で、心理学におけるデータの取り扱いに極めて大きな視点の転換をもたらすことになる。

ベイズ統計の活用を謳う人々の主張はときに過激である。コロンビア大学の統計学者 Andrew Gelman は、仮説検定と p 値は科学に重大な被害を与えたと主張している (e.g. Gelman & Carlin, 2017)。また豊田 (2017) は、放送大学テキスト『新訂 心理学統計法』に「有意性検定からの脱却」という副題をつけた。企画者らは今のところ「伝統的統計学を一切捨てよ」という主張に与してはいないが、例えば Reinhart (2015) に数々の指摘があるとおおり、その本質をじゅうぶんに理解せぬままに「有意性検定のルールに載せる」ことの必要性だけが厳格に叫ばれたこと、ルールに載せさえすれば自分の主張を通せる、とばかりの誤用を看過してきたことの罪は軽くないと考えている。その意味を知るためにも、新しい潮流について学ぶことは有意義だろう。さらに言えば、新しい統計ならば誤用されないわけでもない。さらなる罪を重ねないために、正しく理解し、正しく活用することを当初から学んでおくべきである。

本特集で提供する見取り図は、心理学がこうした統計革命を生き抜いて新体制に順応するためのレシピとなりうる。データ解析に関する知識は、自らが分析者となる場合はもちろんのこと、投稿論文を査読する際にも必要とされる。一般に、心理学者はデータの収集に際する方法論には厳しいが、分析に際するそれには相対的に概して甘いことが多い。それゆえに「統計に自信のない人が分析した投稿論文を統計に自信のない人が査読する」ことが頻繁にある。新しい分析手法に関して

は特にこれがより大きな問題となりうる。「よくわからない」ので正しいものを棄却するか、誤りを看過するか、いずれの過誤が生じるかは時と場合によるだろうが、心理学の学術的なクオリティを下げてしまうことは言うまでもない。

いかなる統計理論にもとづくにせよ、科学としての心理学の信頼性を維持するためには、データと誠実に対峙するためによりふさわしい手法を選ぶべきであり、また選ばれているかどうかをピアレビューで検証する必要がある。そのための学びは終わることがない。

なお、編集委員の三浦のほか、ゲストエディターとして2名が企画に携わった。いずれもがベイズ統計と統計モデリングを自身の研究に積極的に活用している。岡田謙介は、心理統計学の方法論の開発、評価、応用といった研究を行う心理統計学者である。清水裕士は、従来の伝統的統計学をより正しく用いるための活動も積極的に展開している社会心理学者である。これらお二人と、オープンサイエンスに深い関心をもつ社会心理学者である三浦との協働で編まれた本特集が、心理学と統計学の今後の良き協働の発展に寄与せんことを願う。

引用文献

- Gelman, A., & Carlin, J. (2017). Some natural solutions to the p-value communication problem—and why they won't work. *Journal of the American Statistical Association*, 112, 899–901. <https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1311263>
- 狩野 裕 (2002) 構造方程式モデリングは、因子分析、分散分析、パス解析のすべてにとって代わるのか? *行動計量学*, 29, 138–159. <https://doi.org/10.2333/jbhmk.29.138>
- Reinhart, A. (2015). *Statistics done wrong: The woefully complete guide*. San Francisco, CA: No starch press. 西原史暁 (訳) (2017) *ダメな統計学：悲惨なほど完全なる手引書* 勁草書房。
- 豊田秀樹 (2017) 新訂 心理学統計法—有意性検定からの脱却 放送大学教育振興会。

— 2018. 4. 27 受理 —