

## Scientific Reports レフリーガイドからみた論文査読の基準： 審査基準を満たして質の高い研究論文を書こう！

加藤 雄一郎<sup>1</sup>

### Peer-review judgment for publication of manuscript regarding guide to referees in Scientific Reports: writing a scientific manuscript for high-impact journal.

Yuichiro Kato<sup>1</sup>

#### 1. はじめに

超一流の科学雑誌である Nature から『Scientific Reports』（2-year impact factor = 4.259 @2016 journal metrics）の論文査読の依頼を受けた。Nature は1869年に創刊された英国科学雑誌であり、自然科学系の研究者であれば、誰でも知っている世界で最も権威のある学術雑誌の1つである。掲載される論文は、独創性、重要性、社会性などの観点から査読を受けたもので、掲載率は約8%という厳しさを持っている。これまでにノーベル賞クラスの研究成果が数多く掲載されており、「X線の発見」「DNAの二重螺旋構造」「ヒトゲノムの解読」など著名な研究が目白押しである。このような雑誌であるため、著者が研究者の道を志したときから、Nature に論文を掲載させることは大きな夢となっている。したがって、査読の依頼があったときには、「何かの間違いでは？」と思ったほどである。『Scientific Reports』は、Nature が刊行するオンライン・オープンアクセスな科学雑誌であり、研究のテクニカルな部分での妥当性を判断基準としている。極めて独創性の高いインパクトのある研究成果は求められていないため、敷居はかなり低くなる。すべての自然・臨床科学分野を対象としており、査読期間が45日以内と非常に短いことが特徴である。

国際誌からの査読依頼は名誉なことであるが、短い査読期間内に内容の精査をしなければならず、責任も重くのしかかる。もし、期間内に査読することができないと判断される場合は、論文事務局へ直ちに「できない旨」をメールすることになる（多忙を極めていたり、内容が自分の専門分

野外のときはこれに該当する）。さて、依頼を受けた論文だが、タイトルをみると確かに著者の専門分野と言えらる。しかし、内容はアブストラクトで確認するしかない。論文のストーリーや方法論の詳細については分からないが、概要は以前行っていた研究に近い内容だったので、悩んだ挙句引き受けることにした（「よし！気合を入れて行こう！」）。『Scientific Reports』では、査読をするにあたって、「審査員のためのガイド（レフリーガイド）」を参照しなければならない。一流の科学雑誌の手引書なので至極当然なことなのだが、これがなかなか的を射ているのである。

そこで本稿では、論文の審査基準について『Scientific Reports』のレフリーガイドを紹介しながら、論文の質を高めるためにどのようなことに注意すべきか査読者目線から論説する。論文の審査プロセスや審査基準を知ること、どのような論文が「学術論文に求められるのか」「一流誌に掲載されるのか」を伺い知ることができるであろう。

#### 2. 論文の審査プロセス

学術雑誌に投稿する論文は、一般的に査読という審査プロセスを経て、アクセプト（掲載可）またはリジェクト（掲載不可）が決定される。論文の掲載可否を審査する人（レフリー）たちは、編集者（エディター）や査読者（レビューワー）である。編集者は、その雑誌の編集委員会（Editorial Board）を構成しているメンバーである。『Scientific Reports』は、すべての自然・臨床科学分野を対象にしているため、41のカテゴリーに

1) 平成国際大学スポーツ健康学部  
(y.kato@hiu.ac.jp)

において編集委員会が構成されている（表1）。編集委員会の構成メンバーは、その雑誌の性格を反映したものであり、自分の論文を投稿するのに相応しい雑誌かどうかの判断材料となる。私が担当することになった論文の研究分野は「Neuroscience」であった。論文が投稿されると編集長は、その論文を審査するのに相応しい編集委員を選び、その編集委員が論文審査の担当者となる。この担当編集委員は、論文の掲載可否を決定する実質的な責任者である。担当編集委員は、投稿論文に関する研究分野に精通している不特定多数の研究者の中から、査読者を選定することになる（『Scientific Reports』では2名）。したがって、どのような人が査読者として選出されるかは、担当編集委員次第である。また、査読作業は完全なるボランティアである（研究者は科学の発展のために献身的である）。

査読された論文は、査読者から担当編集委員へ返され、編集長から投稿者へ送られる。論文審査において査読者は、次の4つの評価を下すことになる。国際誌における基本的な姿勢はリジェクトすることにあると言っても過言ではない。

①掲載可

②小改訂で掲載可

③掲載するには大幅改訂が必要

④掲載不可

2人の査読者が「④掲載不可」と評価したならば、その論文はリジェクトされる。どちらか1人が④で、1人が③以上であれば、担当編集委員が判断を下すことになる。採択率が低い人気の高い雑誌ではリジェクトになるだろう。査読結果の手紙に「残念ながら (regrettably) …」「不運にも (unfortunately) …」といった言葉があったならリジェクトである。この手紙をもらった気持ち新たに、別の学術雑誌への再投稿を検討することになる。かく言う著者も両手の指では数えられないほどリジェクトを経験している。論文リジェクトはショックだが、めげずに頑張ろう。

さて、掲載の可能性がある場合には、②③の評価が下され、要改訂となる。第一稿目で①の評価が出ることはほとんどないと思って良い。査読結果の手紙には、査読者からのコメントが掲載されているので、それに従って改訂していくことになる。改訂した論文は、査読者への回答書とともに返送することになる。改訂論文は、査読者の元へ送られ、問題がなくなるまで上述のやりとりが繰

表1 『Scientific Reports』に編集委員会が構成されている研究カテゴリー

Categories	
1. Astrophysics	22. Mathematical Physics, Thermodynamics and Nonlinear Dynamics
2. Atomic and Molecular Physics	23. Microbiology
3. Biological Physics	24. Molecular Biology
4. Cancer	25. Nephrology
5. Cardiology	26. Neurology
6. Cell Biology	27. Neuroscience
7. Chemical Biology	28. Obstetrics and Gynaecology
8. Chemical Physics	29. Ophthalmology
9. Chemistry	30. Particle Physics
10. Clinical Oncology	31. Pediatrics
11. Condensed Matter Physics	32. Plant Biology
12. Critical Care Medicine	33. Psychiatry
13. Earth and Environmental Sciences	34. Public Health
14. Ecology and Evolutionary Biology	35. Quantum Physics
15. Electronics, Photonics and Device Physics	36. Radiology
16. Endocrinology	37. Respiratory Medicine
17. Fluids and Plasma Physics	38. Rheumatology
18. Gastroenterology and Hepatology	39. Stem Cells and Development
19. Genetics and Genomics	40. Surgery
20. Immunology	41. Urology
21. Infectious Diseases	

り返される（図1）。要改訂になったときの査読者コメントは、自分では気づけなかった問題点の指摘など、論文の質を高める上で非常に有益である。問題点が解消され、査読者の評価が①②になると、返送した改訂論文は担当編集委員の判断でアクセプトされる。論文アクセプトの手紙ほど嬉しい知らせはない、ここは素直にガッツポーズで喜ぼう！

### 3. 審査基準

論文をアクセプトさせるためには、前章で述べたように査読者を納得させるような理論的記述が大切になる。一方、論文が科学論文として最低限の要件を守っていないければ、国際誌ではリジェクトされるのが一般的である。したがって、科学論文としての体裁を整えることに注意しなければならない。

『Scientific Reports』では、この科学論文としての妥当性を審査基準としているため、その査読者のガイドラインはとても参考になるだろう。論文執筆に関する詳細については、様々な参考図書が発行されているので、そちらも大いに活用してほしい。ここでは、査読者がどんな目線で論文審査をしているのか紹介する。

レフリーガイドによれば、「査読者は論文の技術的な正当性と科学的な妥当性を評価することに注意すべきである」となっている。これは『Scientific Reports』の目的によるところであり、一般的に評価すべきポイントである研究の独創性やインパクトについては「出版後の研究コミュニティに委ねよう」というスタンスである。技術的な正当性と科学的な妥当性は、次の2点について言及される。「方法は適切であり厳密に実施され

ていなければならない」「結論はデータによって完全にサポートされていなければならない」である。これらのことは、論文を作成する際の基本なので、査読者としては初めにチェックしたい内容でもある。したがって、査読者は、著者の主張が何で、その主張を裏付けるためのデータが何で、そのデータを出すためにどのような実験デザインを用いたのか注意深く読み込んでいくことになる。レフリーガイドでは、査読するに際し、表2に示すような質問項目を考慮するように指示される。

#### (1) 論文は技術的に適切であるか？

質問項目①では実験デザインや調査方法が科学的な水準で実施されているかどうかの問題となる。論文の主張を裏付けるためのデータは、適切な研究方法によってのみ信用を得ることができる。査読者は「対象者のサンプルサイズやグループ分けが適切になされているか？」「実験条件や実験課題の設定が適切になされているか？」「計測方法は適切で厳密に行われているか？」「目的で明らかにしようとしていることを証明できる実験デザインになっているか？」などをチェックしていくことになる。これらは科学論文に求められる技術的な問題であり、ここに疑念を持たれてしまうと『あなたの主張は根拠が薄い、あるいは不適切である』と評価されてしまう。何かの効果を検討する際に比較対照群の設定がない、または比較条件の設定がない場合などがそうである。例えば、有酸素性運動の反応時間への一過性効果を検討するのであれば、有酸素性運動の前後で反応時間を計測することになる。反応時間の計測を運動前後で2回繰り返すことになるので、その繰り返し効果を考慮しなければならない。この時、コントロール条件として運動なしの条件を設定しなければならない。また、条件が2つになるため、被験者内デザインであれば、運動条件とコントロール条件の実施順序はカウンターバランスを取らなければならない（半数の対象者は運動条件から開始し、残り半数の対象者はコントロール条件から開始して、2つの条件を実施する）。このように、順序効果などの要因を厳密に統制しているかどうか問われることにな

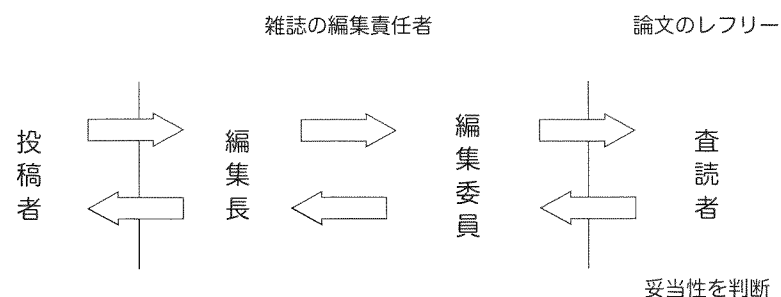


図1 論文の審査プロセス

表2 レフリーガイドにみる査読者への質問項目

質問項目
① 論文は技術的に適切であるか？
② 主張は納得できるか？納得できない場合、さらにどんな根拠が必要となるか？
③ 主張は実験データによって完全にサポートされているか？
④ データの統計解析は適切であるか？
⑤ 研究コミュニティにおいて標準的に期待されるデータとして利用可能か？
⑥ 主張は先行研究の文脈の中で適切に考察されているか？
⑦ 論文が現時点でアクセプトできないのであれば、要改訂を勧める潜在的価値があるか？
⑧ 論文は明確に書かれているか？そうでないならば、どうすればより分かり易くすることができるか？
⑨ 人や動物を対象にしたことで生じる倫理的な問題はないか？

る。したがって、研究目的を明らかにするために、どのような実験デザインを用いているかは非常に重要であり、そのためには研究計画を綿密に練ることが大切となる。

次に計測方法の妥当性や技術的な問題が問われる。例えば、有酸素性運動の強度や時間について酸素摂取量や心拍数を基準に設定しているか、コントロール条件として何を実施させたのかなどが問題となる。また、反応時間計測では刺激呈示のタイミングや反応課題が適切かどうか、試行回数や条件の統制を厳密に実施しているかが問題となる。筋電図や脳電図を計測するなら、国際的に標準的な手法を用いているかチェックされることになる。これらの技術的な部分でクレームが付くとデータの信頼性を疑われることになる。したがって、科学的に妥当性の高いデータを収集するためには、測定・評価方法の技術的な部分をクリアしておかなければならない。

## (2) 主張は納得できるか？

質問項目②の主張が納得できるかどうかは、それを言うだけの根拠が、適切な研究方法と統計的なデータによって裏付けられているかどうかの問題となる。データがないにも関わらず、ただの類推による主張の場合、査読者は「根拠のない主張」と判断する。このように論文の主張は質問項目③の実験データによってサポートされる必要がある。仮にデータがあったとしても適切な研究方法と統計によって証明されていなければ、「根拠が薄い」「データに問題点がある」と指摘されることになる。つまり、①で厳密に実験・調査されたデータに基づいているか、さらにそのデータが統計的

にサポートされているかが大切になる。統計的に有意であるかどうかは、主張の根拠として大事なポイントである。そのため査読者は、データがどのような結果をもたらしたのかを正確に知りたいのである。したがって、質問項目④の統計解析が適切に行われているかどうかをチェックすることになる。

例えば、(1)で述べた有酸素性運動の反応時間への一過性効果をみる場合、条件の要因(運動・コントロール)、前後の要因(条件の前後に反応時間を計測)の2つの要因があることになる。この場合、被験者内デザインとなるので統計解析には繰り返しありの2要因分散分析(repeated measures ANOVA)を用いることになる。それぞれの条件を別々の被験者で実施する場合は、運動群とコントロール群にグループ分けを実施する(グループ分けは無作為割付が原則である)。この場合、被験者間デザインとなるので繰り返しなしの2要因分散分析(factorial ANOVA)を用いることになる。「有酸素性運動は、反応時間に対して一過性の効果がある」と主張したいのであれば、分散分析の結果に有意な交互作用が認められなければならない。よくある不適切な統計解析は、前後のデータについてt検定を実施することである。仮に運動条件で有意差が出現したとして、この主張を行うことはナンセンスである。つまり、主張をサポートするデータを示すためには、実験デザインに合致した統計解析を用いることが大切となる。

## (3) 研究コミュニティにおいて標準的に期待されるデータとして利用可能か？

質問項目⑤については、『Scientific Reports』

がオンライン・オープンアクセスな科学雑誌であることも関係しているだろう。インターネットの加速度的な普及に伴い、論文・研究データは電子ジャーナルという形で容易に入手可能となった。さらにオープンアクセスであれば、論文取得にかかわる費用は限りなくゼロになる。これによって専門分野を超えて研究概念へのアクセスが増加し、様々な研究成果のデータを利用できるようになった。著者も「体育科学」に軸足を置きながら、実験心理学、認知科学、脳神経科学、予防医学などの研究分野のデータからインスパイアされてきた（オープンアクセスが普及する以前の話であるが…）。何れにしても質問項目①④を満たしたデータは貴重である。反応時間であれば、ある課題を「何ミリ秒」で判断できるのか、下肢筋力であれば、その集団が「何ニュートン」あるのか知ることができる。また、どのような介入をすることで、値がどれだけ変化するのかも分かる。これらのことは、現場において練習やトレーニングを実践する際に利用可能である。したがって、査読者は、質問項目①④をチェックした上で、そのデータの数値の大小が専門的にみて妥当かどうかを見ていくことになる。

#### (4) 主張は先行研究の文脈の中で適切に考察されているか？

質問項目⑥では、先行研究による既知の問題と論文主張との位置づけが、しっかり考察できているかどうかチェックされる。査読者は、先行研究がしっかりとレビューできているか、研究の流れが明確になっているかどうかをチェックする。考察では、データに基づいて導き出された主張が、なぜそう言えるのか論理的な背景について、先行研究を適切に引用しながら説明していかなければならない。「良い論文」というのは、読んで内容が分かり易い論文である。分かり易い論文とは、新しい問題提起を提示しており、その答えが明確に書かれている論文である。先行研究をしっかりとレビューできている論文は、その序論を読めばすぐに分かる。どのような研究成果が既知であり、何が未知の問題なのかを明確に記載されているので、査読者の理解も進むことになる。さらに、その研究課題を設定するにあたり、どのような視点で新しい仮説を立てたのかが明記されていれば、

考察で何を議論するのかも先読みできる。

このとき注意しなければならないのは、研究目的、結果、考察、結論の首尾一貫性である。研究目的を解決するための主張が考察で展開されていない論文の場合、査読者からは「論理性が欠如している」と評価されることになる。「研究目的が明確でない」「考察が単なる結果の解釈である」論文の評価は非常に低くなる。また、問題解決に向けて自分の研究成果がどのように貢献しているのか、文献を引用しながら考察する必要がある。だからと言って、ただ単に引用文献を増やしても、研究ストーリーと関連性の薄い内容であったならば、それは全く無駄な情報となってしまふ。これでは主張が先行研究の文脈の中で適切に考察されているとは言い難く、査読者をイライラさせる結果となる。したがって、論文の作成では、研究の焦点が明確になっており、序論から考察への統一性のあるストーリーが重要となる。

#### (5) 論文が現時点でアクセプトできないのであれば、要改訂を勧める潜在的価値があるか？

質問項目⑦については、質問項目①がクリアされているかどうかを鍵握っている。査読者は、質問項目②⑥に多少の問題が見つかったとしても、実験・調査が厳密に行われていれば、そのデータは信頼が置けるため、要改訂を勧めることになる。質問項目④に大きな問題点が見つかった場合には、実験をやり直す必要があると判断されるため、リジェクトを覚悟しなければならないだろう。このようにデータをどのようにして取得したのかは論文の潜在的価値にとって非常に大切となる。

#### (6) 論文は明確に書かれているか？そうでないならば、どうすればより分かり易くすることができるか？

文章を分かり易く書くためには、1つの文で言うことを1つの情報に絞るべきである。1文に情報をたくさん盛り込むと、査読者に論理の整理を強いることになる。読むのに労力のいる文章ほど、分かりにくいと感じてしまうものである。特に段落の一文目には主題を明示することを強く勧めておきたい。一文目は読み手が最初に情報を得る文であるため、主題を明示することでその段落の内容が何であるのかを査読者に意識づけさせることが可能となる。

そして文脈の前後関係をしっかりと捉えながら書いていけば、査読者が欲しいと思った情報がリズムよく記載された分かり易い文章となる。したがって、論文執筆の際には、冷静に読み手の立場になって、文章を構成する努力が必要となる。

国際誌に論文投稿する場合には、当然英語で記述することになる。英語を母国語としていなければ、自分の意図を正確に伝える英語を書くのが困難であることは言うまでもない。しかし、文法がおかしい、1文1文が冗長である英語ほど読むのに苦勞するものはない。査読をしていると確かに読みやすい英語、読みにくい英語の文章がある。当然、英語を母国語としていない著者の場合、読みにくい論文に当たると内容を理解するのに相当の時間を要するはめになる。このような論文に出会った場合、査読者がよく指摘するのが、「英語が読みにくいのでネイティブチェック(英文校閲)を受けよ」である。著者もネイティブチェックを受けて論文投稿したにも関わらず、このコメントをレフリーから受け取ることが多々ある。それ位、英語らしい洗練された文章にするのは大変な作業なのである。英語が悪いと論文内容も理解してもらえないことになるので、百害あって一利なしである。いくら良いデータを示したとしても、英語が不味いとリジェクトになる可能性が大きくなってしまふ。とにかく英語表現は日頃から意識し、正しい文法を身につける努力を惜しんではならない。そして論文を何度も読み返し完全に完成したならば、ネイティブチェックを受けるようにしよう。

#### (7) 人や動物を対象にしたことで生じる倫理的問題はないか？

人を対象にした実験・調査の場合、人権への配慮が必要となることは言うまでもない。2000年のヘルシンキ宣言の改訂以降は、被験者に対してインフォームド・コンセントの上で研究参加してもらうことが一般的となっている。査読者は、「方法」の「被験者」の節において研究倫理委員会の承認を受けているかどうか、被験者に対してインフォームド・コンセントを行っているかどうかの記載をチェックする。したがって、人を対象にした研究を行う場合、所属機関において研究計画の倫理審査を受けてから実施することが原則となる。

## 4. まとめ

一流の科学雑誌に論文が掲載されることは、研究者にとって名誉なことである。また、そこに掲載された研究成果は、これまで述べてきたように厳しい審査を通ったものであるため、非常に信頼性が高い。また、読めば「なるほど!」と思わせる研究ストーリーで展開されている論文であれば、評価も高くなる。このようなインパクトのある論文は、引用論文として引用すべき文献となっていく。つまり、自分の論文が他の研究論文に引用されてこそ価値があると考えべきだろう。そのための第一歩は、論文を一流の科学雑誌にアクセプトさせることにある。アクセプトされるためには、投稿した雑誌の研究分野で一流とされる査読者の目を納得させ、論文審査をクリアしなければならない。そこで本稿では、国際誌における論文の審査プロセスと、一流の科学雑誌である『Scientific Reports』のレフリーガイドを紹介した。レフリーガイドにある質問項目は、どれも科学論文にとって重要なものである。その中でも特に注目すべきポイントは、「論文は技術的に適切であるか?」「主張は納得できるか?」の2点に集約される。技術的に適切に実験・調査が実施されていれば、そこから得られたデータは限りなく真実に近いことを意味する。したがって、そのデータに基づいて主張が展開されていれば、リジェクトされることはまずないであろう。後は主張を導くための論理展開が納得いく説明でなされているかどうかにかかっている。研究のテクニカルな部分を満たした上でデータを取得し、主張を論理的に導き出した論文を書いて、是非とも査読者を唸らせて欲しい。論文執筆の目的意識が明確になると「自分の主張を証明するためには、どのような実験デザインが適切で、どのようなデータが必要なのか」という発想を持つようになる。このような姿勢で常に研究に臨むことが「質の高い」論文を書くために大切なのではないだろうか。