



論文必勝法

論文執筆の作法

—正しい論文の書き方—

島岡政基 | セコム (株) IS 研究所

読まれる論文と読まれない論文

あなたが他人の論文を読むとき、まずどんな論文を選ぶだろうか？ たとえば、卒業論文などを具体的に書き進める段になって先行研究の調査不足を指摘され、慌てて調べ始めるようなときを想像してみしてほしい。当該分野の論文誌や国際会議を中心に、題目や著者を頼りに、あるいは調査済みの論文の関連研究を辿ったりして、読むべき候補を絞り込んだ経験はないだろうか。候補を絞ったら、次に読むのは概要や序論、結論などに目を通していくと、読むべき論文かどうかおおよその見当がついてくる……そのような経験を多くの人が少なからず経験していると思う。慌てて調べるわけでもなく、限られた時間の中で自分の研究に関係しそうな論文を探そうとすれば、多かれ少なかれ似たようなことを研究者は繰り返している。

候補を絞り込んだ上で内容を読み進めていくときのことを、もう少し想像してみよう。概要や序論を読んで、もう少し詳しく知りたいと思った論文があったら、次に論文のどこを読むだろうか。手法、結果、関連研究などさまざまかもしれないが、大事なことは、あなたは知りたい情報に真っ先に辿り着こうとしている、ということである。そして、それがどこに書かれているのか、あるいは書かれている箇所を読んでも知りたいことが書かれてい

るのか、すぐに見つけられなければその論文を読み進めることはあきらめて、ほかの論文を先に読むことになるかもしれない。

小説のように頭から読み進めていくストーリー性のあるものと違い、学術論文は読者が興味のあるところをピンポイントで読むことが多い。そのため、題目や概要などに目を通せばどのような内容が書かれているかを判断できて、どこを読めば何が書いてあるかが短時間で読み取れる構成となっている必要がある。これこそが、読まれる論文としての最低限の要件である。逆にいえば、いかに優れた研究内容であっても、こうした論文としての完成度が不十分であれば、読まれもしない残念な結果に終わることもある。

読まれる論文になるために

では、一定の完成度を備えるために、どのように書けばよいだろうか？ 査読付き論文を書く上で著者が意識すべきは大きく2点に大別できるだろう。1つは論文の構成であり、もう1つは査読の採録基準である。

論文の構成を知る

典型的な論文の構成法は、Introduction, Methods, Results And Discussionの頭文字を取って



IMRAD と呼ばれる。多くの読者が知りたいポイントは、おおむねこれらに集約されるため、研究内容や論旨展開に応じて多少のアレンジはあるとしても、この構成から大きく外れるほど、読者は知りたいポイントに辿り着けなくなると考えてほしい。実際には、関連研究なども含めて図-1のような構成が一般的だろう。

なお、論文構成にとどまらず、いわゆるトピックセンテンスのような段落構成や、主語・目的語の距離などの文構成についても、論文を書く上で重要なスキルである。また書き進める順序などにもノウハウがあり、必ずしも1節から書き進めない方がよいとも言われている。これらについては良書も多く、また紙面の都合もあり、いくつか筆者のおすすめを紹介しておくにとどめたい^{1), 2)}。

査読基準を知る

本会論文誌ジャーナル（以下、本会ジャーナル）の採録の評価尺度は、1) 新規性、2) 有用性、3) 正確さ、4) 構成と読みやすさ、5) 本会との関連の5項目であり、1), 2) は研究内容の質を、3), 4) は論文としての完成度をそれぞれ評価する³⁾。後述する具体的な基準のばらつきはあれども、筆者の知る限りは、いずれの論文誌もおおむね同様の

- | |
|------------------------|
| 1. 序論 (Introduction) |
| 背景 |
| 動機付け |
| 目的と仮説 |
| 貢献 |
| 2. 関連研究 |
| 3. 提案手法と評価方法 (Methods) |
| 提案手法・前提条件 |
| 評価条件・環境 |
| 評価方法 |
| 4. 結果 (Results) |
| 評価結果 |
| 5. 考察 (Discussion) |
| 得られた知見 |
| 制約事項 |
| 6. 結論 |
| まとめ |
| 今後の取組み |

図-1 論文の一般的な構成

尺度で評価されているようである。本節では、本会ジャーナルにおける1)～4)の具体的な基準について述べていく。

新規性

新規性を示すにはさまざまな方法があるが、本会ジャーナルでは以下のいずれかの観点から評価することを1つの目安としている（もちろんこれらに限らない³⁾。

従来提案されていないと判断できる新しいアイデアを提案しているか、既存アイデアを組み合わせたものでも自明ではない新しい利用法を提案しているか、あるいは技術的に新しい知見を与えるデータを提示しているか等の観点からご評価ください。

ここでは、それぞれについてどのように構成すればよいかを簡単に解説する。

a) 従来提案されていないと判断できる新しいアイデアを提案しているか

典型的には、幅広いサーベイを行った上で、類似手法はあるもののいずれも提案手法とは異なるということ（問題領域が違う、解決手法が違うなど）を示していく。どれだけ調べようとも無の証明には限りがあるので、著者らがどの程度丁寧にサーベイを行っているかがポイントとなる。より具体的には、引用件数の十分性に加えて、複数の観点から偏りなく調査できているか、という点も評価の対象になり得る。

b) 既存アイデアを組み合わせたものでも自明ではない新しい利用法を提案しているか

これは単に組合せが新しいだけでは不十分で、新しい利用法の提案などと合わせて論証することでその妥当性を評価しやすくなる。たとえば、性能改善の手法としてA～Eが、コスト削減の手法として $\alpha \sim \gamma$ が既知であったとして、「既存の問題領域においては手法Bと手法 α の組合せは効果が弱いと考えられていたが、まったく別の問題領域においてはBと α の組合せは効果が大きいのでは

ないかと考え実証してみた」という組立て方は分かりやすい。また、「手法Cと β の両立は従来難しいと考えられていたが、著者らは提案手法Xによってその両立を実現する」などの主張も可能であろう。本質的な新規性は手法Xに帰着するはずだが、それによって従来実現し得なかったCと β の組合せを可能とすることが、ここでの新規性といえる。

c) 技術的に新しい知見を与えるデータを提示しているか

たとえば、従来は自組織の持つネットワークでしか観測し得なかった外部からの不正侵入のトラフィックを、国内外の組織と協働して世界中の多拠点で定点観測した結果を分析したデータなどは、国・地域別の傾向分析を研究する上で有益なデータとなり得るだろう。また、世界各国で定点観測するにあたり、国・地域ごとの規制等の違いを克服したなど、情報連携の観点からも新たな知見があればなおよいだろう。

有用性

同様に有用性に関しては、以下のいずれかの観点から評価することを1つの目安としている（もちろんこれらに限らない）³⁾。

提案手法の有用性が性能評価等により示されているか、または製品化、あるいは公開された作品、プロダクト等（ソフトウェア、ハードウェア等）で技術的有効性が客観的に確認されているか、という観点からご評価ください。

同じくそれぞれについてどのように構成すればよいかを簡単に解説する。

a) 提案手法の有用性が性能評価等により示されているか

たとえば処理時間やメモリ使用率といった客観性の高いエビデンスに基づいて量的評価を行うことは、分かりやすい典型的な記述であろう。

一方、利用者実験において操作性の向上など客観性の曖昧な情報を測る場合は、注意が必要である。評価尺度として、たとえば作業時間の長短が

考えられるが、単純に既存手法Aで測定した後に提案手法での作業時間を測定すると、学習効果が働く可能性がある。この場合はグループAでは既存手法→提案手法、グループBは提案手法→既存手法の順にそれぞれ測定して両グループを分析するなどの方法が考えられよう。

b) 製品化、あるいは公開された作品、プロダクト等（ソフトウェア、ハードウェア等）で技術的有効性が客観的に確認されているか

a) に対してやや分かりにくいかもしれないが、a) のような直接的な評価が難しいケースでも、総合的な優位性を示すことができれば有用性として評価する、というものである。

たとえば、実験系で性能評価されたシステムの大規模導入を実証するにあたり、単に性能だけの比較にとどまらず、総合的な評価を示すケースなどが考えられよう。具体的には、性能比だけで見ると大規模系ではいくらかのオーバーヘッドが生じたものの、従来よりも電力消費量が削減でき、トータルコストではメリットが大きいことを明らかにした、という具合である。

正確さ

論文における著者らの個々の主張には、それぞれに論理的な妥当性が求められる。特に科学技術を扱う論文には、著者らの主張を裏付ける客観的なエビデンスが示されていること、あるいは反証に必要な情報が十分に提供されていることが求められる。これらが不十分な論文は、仮に間違いがあっても読者がそれを正すことができないことになる。たとえば実験条件が曖昧であると、第三者が同様の実験をやっても同様の結果を得られないかもしれない。正確に値が一致することまでは求められないものの、おおむね同様の傾向が観察できる程度の情報は提供されることが求められる。

たとえば、ブラウザの警告画面の分かりやすさを評価する利用者実験では、実験参加者のリテラシーとして、コンピュータの利用経験や情報科学分野の



履修の有無などを示しておくことが望ましい。第三者が再評価するにあたり、同様の傾向を備えた母集団を揃えて実験を行えば、おおむね同様の結果が得られるだろうと期待できるからである。

また、提案手法の優位性を示そうとするあまり、いわゆるチャンピオンデータと呼ばれる著者らに最も都合の良いデータを恣意的に選択して評価しているものは、およそ妥当性・客観性に欠ける。チャンピオンデータと言われたいためには、多角的な分析などを通じて疑念を持たれないように努め、利用したデータが恣意的なものでないことの妥当性を論じておく必要がある。

構成と読みやすさ

論文は、読者がスムーズに読み進められるよう論理的な飛躍や破綻がないことが求められる。特に、読みたい部分だけピンポイントでアクセスする読者も少なからずいるため、構成も分かりやすい必要がある。これには、前節で述べた論文構成、段落構成、文構成に加えて、論文の前後半^{☆1}でメリハリを使い分けることをおすすめしたい。

前半では俯瞰的な説明と、後半で必要となる要素技術などの解説を行うことになるが、知識の解説や考え方の説明の割合が多く、また詳しい説明は参考文献に委ねることもできるので、まずは簡潔に書き進めていきたい。

後半、特に結果や考察では、著者らの思考過程を端折らず丁寧に記述していきたい。後半は結果の読み取りや解釈が中心であり、一方で著者らは場合によっては本文に未記載の情報も踏まえて論じてしまっていることも少なくない。丁寧に書き下すことで、記載不足などにも気づくことができれば一石二鳥である。

質的評価

情報処理技術のコモディティ化が進み、より実

践的な評価の重要性が高まってきた中で、一部のシステム開発論文なども含め、単純な量的評価が難しい研究も増えている。このような研究は、いわゆる質的評価の考え方に基づいて論文を書くことで有用性を示し得るのだが、残念ながら実践できておらずに不採録となっているケースも多い。自分の研究の有用性を量的評価で示すことは難しいのではないかと感じたことのある方は質的評価も検討してもらいたい。質的評価のガイドライン⁴⁾とその関連資料⁵⁾に有益な議論が整理されているので、ぜひ一読されることをお勧めする。

推敲しよう

原稿を書き、ある程度の完成度に達したら、まずは**必ず推敲**すること。推敲の不十分な原稿は、査読者は経験的にすぐ感づくし、本質的な部分に誤記が残っていたが故に一発不採録となる残念なケースもないわけではない。

多くの先人が推奨しているように、筆者も音読してみることをお勧めする。論文のためのチェックリストなどを活用するのもよいだろう^{☆2}。

また、指導教官や研究室の先輩、同僚などにコメントしてもらうことも強くお勧めしたい。何度読み返しても自分だけでは気付けない、読み落としている点は少なからずある。特に論理の飛躍などは、往々にして自分にとっては暗黙知となっているが故に生じるものである。

論文にまつわる不正と倫理

査読と同じくらい大事な投稿時の注意事項として不正と倫理について説明する。いずれもそれぞれに広く深い問題⁶⁾だが、ここでは紙面の都合で3つの論点に絞って説明する。

^{☆1} 前後半に明確な線引きはなく、また論文の構成にもよるだろうが、おおむね提案手法の前後で考えておけばよいだろう。

^{☆2} 金森由博：論文執筆のためのチェックリスト、第1.41版、http://kanamori.cs.tsukuba.ac.jp/docs/writing_paper_checklist.pdf (参照 2019-07-05)

ねつ造・改ざん・盗用

論文を書く上で研究者が特に注意しなければならないものとして、ねつ造・改ざん・盗用が挙げられる。これらは研究活動におけるいわゆる特定不正行為として、学術界においては競争的資金の返還など共著者等関係者を含め厳重な処分を受けるものになる^{☆3}。各行為の定義については表-1を参照されたい。

二重投稿

二重投稿とは、本質的に同一内容の研究を複数の論文誌に投稿する行為である。論文には十分な独創性が期待されるが、二重投稿はこれに反する行為として、学術界において強く戒められる。

既発表論文に対する二重投稿は、多くの場合は査読システムによってチェックされるものの、査読者と言えども完全ではない。未発表論文に対しては、査読システムでもチェック困難であるため、非倫理的行為として強く戒められるものである。発覚した場合は、単に投稿論文が拒否されるだけでなく、場合によっては一定期間の投稿禁止処分などが科される。なお、二重投稿の対象となる論文については各学会によってそれぞれ定義が異なるため、既発表論文の出版元にそれぞれ確認されたい^{☆4}。

著作権

論文が採録されると、多くの場合は著作権譲渡

表-1 特定不正行為

行為	定義
捏造	存在しないデータ、研究結果等を作成すること。
改竄	研究資料・機器・過程を変更する操作を行い、データ、研究活動によって得られた結果等を真正でないものに加工すること。
盗用	他の研究者のアイデア、分析・解析方法、データ、研究結果、論文または用語を当該研究者の了解または適切な表示なく流用すること。

^{☆3} 「競争的資金の適正な執行に関する指針」（平成17年9月9日競争的資金に関する関係府省連絡会申し合わせ。平成24年10月17日改正）

^{☆4} 本会において二重投稿の対象外とする論文、<https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/kitei/ronbunshi-henshu-kitei.html>

手続きを行うことになる。これは学会や出版社が論文誌やプロシーディングスを発行するために必要とされるものだが、譲渡した以上は著者であっても権利者に無断で流用することができなくなるので注意されたい。研究活動に必要な典型的な流用については、手続きを簡略化して著者に配慮していることも多いが、権利者や流用形態によっては時間がかかることも多いので、早めに確認しておきたい^{☆5}。

また、たとえ自著であっても、既発表論文の文章や図版の流用には適切な引用や権利者への申請手続きなどを行う必要がある。これを行わないものは自己剽窃と呼ばれ、著作権と二重投稿の両面で処分される可能性がある。

なお、二重投稿は各学会の規定するところだが、著作権については著作権法のおよぶところであり、それぞれ異なる規制に基づくものであることを十分に注意されたい。

注意したいこと

最後にこれら不正や非倫理的行為に共通する注意点を以下に挙げておく。

問題の責任は著者に帰する

投稿者だけでなく共著者や所属組織の他の構成員にも影響する場合もある。

掲載までにお咎めがなかったからOKという話ではない

問題が発覚してから遡及して処分されるケースも少なくない。

処罰なくとも社会的評価の低下は避けられない

結果的にお咎めなしでも、疑義が生ずれば関係者（当該研究分野の重鎮）による調査が行われる。度重なれば当該研究分野においていずれ要注意人物のレッテルを貼られることになる。

少し厳しめかもしれないが、これから論文を書

^{☆5} 本会の論文等の著作権の取り扱い、<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/index.html>



く読者が知らずに足を踏み外してしまうことのないよう心から願っている。

何はともあれ書いてみよう

論文として評価される書き方や投稿時の留意点も含め概説した。研究内容や研究フェーズ、著者らの性格や状況などによって書き進め方のバリエーションは無限にあるはずなので、今回示した方法はあくまでも基本的なところである。どのようなやり方にしても、一度実践すればマスターできる簡単なものではないが、経験値なしにマスターできるものでないことも確かである。この連載で多少なりと「よし、論文書いてみよう」「ああ、やっぱり書かなきゃ」と思った読者は（もちろんそうでない読者も！）、ぜひ良い機会と思ってまずは筆をとってみたい。

参考文献

- 1) 酒井聡樹:これから論文を書く若者のために、共立出版(2002).
- 2) 論文誌ジャーナル編集委員会:論文必勝法～基礎から一流誌・会議採録まで～講演スライド, 情報処理学会(オンライン), <https://www.ipsj.or.jp/journal/info/75NC.html> (参照 2019-07-04)
- 3) 論文誌編集委員会:新査読基準採用のお知らせ, 情報処理, Vol.39, No.5, 会告 13 (1998).
- 4) 情報システム有効性評価手法研究分科会:情報システムの有効性評価 質的評価のガイドライン, 情報システムと社会環境研究会 (2013).
- 5) 情報システムと社会環境研究会・コンピュータと教育研究会:論文執筆ワークショップ資料, <https://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2007/fit2007program/html/event/event.html#10> (参照 2019-07-05).
- 6) 日本学術振興会「科学の健全な発展のために」編集委員会 編:科学の健全な発展のために一誠実な科学者の心得一, 丸善出版 (2015).

(2019年7月11日受付)

島岡政基 (正会員) m-shimaoka@secom.co.jp

1998年慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年セコム(株)入社。2004年より同IS研究所。2005～2010年まで国立情報学研究所特任准教授(後に客員准教授)、2019年より筑波大学システム情報系客員准教授を兼務。2014年総合研究大学院大学複合科学研究科情報学専攻博士課程修了。博士(情報学)。認証基盤とトラストの研究開発に従事。本会コンピュータセキュリティ研究会幹事(2015年～)、本会セキュリティ心理学とトラスト研究会運営委員(2014～2017年)、本会論文誌ジャーナル/JIPネットワークグループ編集委員(2015～2018年)、本会論文誌ジャーナル編集委員会副編集長/ネットワークグループ主査(2018年)。

