

論文の書き方

1. はじめに

研究とは科学者が自らの興味に従って新事実を明らかにし、独自の仮説を構築する営みである。科学論文とは、その新事実や新仮説を科学界に提示して評価を問うものである。それに対して他の科学者が興味を示さないときは、その新事実や新仮説に科学的な価値がないか、あるいはそれらの独創性が他の科学者の理解を超越しているかのいずれかである。

研究および論文の成功を判定する基準は、他の科学者がその論文を引用することである。例えば引用が否定的であっても、成功と言うべきである。したがって、他の科学者が興味を示してくれそうな新事実を発見し、あるいは新仮説を思いついたとき、心の中に論文執筆の意欲が沸き立ってくるはずである。その興奮を感じることができた者は、それで科学者として成功する資質を備えた自負してよい。

2. 論文を書くときの現実的な手順

2-1. 論文執筆の順序

論文は、一般的には、1. 「タイトル」、2. 「著者の名前と所属住所」、3. 「要旨」、4. 「序文」、5. 「材料と方法」、6. 「結果」、7. 「考察（と結論）」、8. 「謝辞」、9. 「引用文献リスト」からなり、多くの場合、内容を分かりやすくするための「図表」が加わる。「要旨」の外に、あるいは「要旨」の代わりに「要約」を付す場合もある。

多くの場合、この順序で論文を書くことは難しいし、望ましいことでもない。研究目標の確立よりも実験のほうが先行していることが多い学生の場合は、なおさらである。実験を終了し、出したデータを解析してみたら主張点を決めることが多いからである。

そういう場合には、先ず「材料と方法」および「結果」を書き、次いで「考察」を書き、その後に「序文」を書くのが普通である。ここまでくれば、「引用文献リスト」を作ることができる。論文によっては「謝辞」を必要としないこともあるが、若い科学者には謝辞を書くべき恩人が複数いるのが普通である。「要旨」や「要約」は、論文全体のまとめであるから、最後に書くべきである。

「材料と方法」および「結果」から書き始める理由は、この二章の内容が、すでに事実として確定しているからである。すなわち、この二章の作成は、作文のためには頭を使うものの、基本的には思考力を必要とせず、初めて論文を書く若者にとっても比較的容易な作業なのである。この作業の間に、しかし、その後の執筆の意欲と自信が生れるので、重要な出発点になる。

次に「考察（と結論）」を書くが、このときに最も頭を使うことになる。論文の価値は、ここで決まる。ゆえに、だれもがここで四苦八苦する。しかし、自己の思わぬ能力の高さ、発想の豊かさを発見して愉悦に浸ることができるのも、この章を書いているときである。

「考察」ができると論文の全体にわたる論理が決まったことになるので、そこへと読者を引き込むような導入、すなわち「序文」を書けば良い。これで論文の本体が完成する。

「要旨 (Abstract)」は最後に書くが、決して単なる「要約」なのではない。読者は、論文を手にしたとき、まず「要旨」を読み、そのうえで、その論文全体に読むべき価値があるかないかを判断する。「要旨」とは、換言すれば、自分の論文を読みたいと思う人を可能な限り増やすための、PR 文なのである。したがって、最も魅力的で、かつ、最大の情報伝達容量をもった言葉を駆使して、これを書くべきである。

「要約 (Summary)」は要旨と似ているが、ふつう結果と考察を単純に短縮したものであり、著者の思想を伝える効果は小さい。今日では「要約」を付す論文はほとんどみられ

なくなった。

「引用文献表」は、上記の過程で引用することが必要であった文献をリストにするだけであり、教室の習慣や、投稿する雑誌の規定スタイルに沿って書けばよい。

「図表」は、やはり上記の過程で使用することが必要であった図表であり、引用個所の論理に沿った説明文を付すとよい。普通は、実験を終えて新しいデータを入手したとき、そのデータをさまざまに図表化し、それらを良くよく見て、そこで論文の骨子となる「論旨」を発見することができれば、論文を書くことになる。よって、図表は最初から多数作られていることが多く、論旨が決まったときに、それらの中から必要なものを選ぶことになる。実は、この過程が「考察」の主要部分なのである。

2-2. データから新知見を発掘する

実験や調査によって入手した新しいデータは、まず、最も標準的な図法によって図化する。自動分析記録計などを使っている人にとっては、計器から出てきた記録紙が標準的な図となる。そこに理解しがたい現象があれば、実験方法やデータ処理法などに誤りがないかをチェックする。誤りがなければ、その図は新知見を訴えているのかもしれない。それが何を意味しているのか、可能性がある限りの推察をし、その推察に沿ってさまざまに図表を描き換えてみる。標準的な図や計器が吐き出した記録紙だけを見ては、この考察は深まらない。

それらの図表は、広い机や床に並べるなどして、時間をかけてじっくりと見て、例えば、Aが原因となってBが起ったとか、Cが正しいならばDも間違いではないとか、何がしかの仮説をおけばEは説明可能だとか、いろいろと推理し、より可能性の高い推察へと絞り込んでいく。それが論文の論理になる。

以前からよく調査研究されている現場や専門領域では、新規な発見に恵まれることは珍しいが、採集観察方法や分析方法を改善することによって、新しいデータが得られる。また、時空間的に高密度な分析、あるいは反対に長期のタイムシリーズや広域をカバーした大きなデータセットは、それ自体が新知見である。ただし、それらが何を物語っているのか、それを読み取るのは科学者の仕事である。ふだんから自分の研究領域とその周辺における科学の現状を勉強している科学者に対しては、データセットの方から興味深いことを語りかけてくるであろう。短期決戦型の研究では、この自然からの語り掛けを経験することは難しい。

以上の過程では、考えついたことがらを、その都度、いわば手当たり次第にメモしておくことが大切である。これらの作業は非常に重要な作業であり、持てる限りの知識と頭脳を投入しなければならない。ここに科学の神髄がある。これに成功すれば、論文作成の過半を越えたことになる。この過程で新しい現象を発見し、それを説明する仮説を考えれば、それ以上の幸運はない。

なお、この作業中に思いついた面白い考えや仮説は、そのときには不合理と思われたとしても、メモしておくことよい。それらは、後に思わぬ考察の種になることがある。

2-3. 新知見を報告する論文のシナリオ作成と原稿作成

上記のような過程を経て手にした「新知見」を論理的に記載することが、論文の核心になる。このときの論理とは、簡単にいえば、その新知見がなぜ今まで発見されなかったのか、それをなぜ今回は発見できたのかを説明することである。そして、その新知見に、なぜ、どんな価値があるのかを述べるのが「序論」である。また、従来知見や疑問と照らし合わせたときに実際にその価値が発揮されることを、その論理に沿って論述するのが「考察」である。そうしたことを考えつつ、各章に書くべき重要事項をメモしていく。

「結果」では、上記(2-2)で作成したメモから、次の「考察」で必要となる項目を順次取り出して記述することになる。「材料と方法」は、実際に行ったことだけを記載するので、最も書きやすい章である。ただし、それには、「結果」と「考察」を合理的ならしめる

に必要な内容と水準が、順序よく記載されていなければならない。それを見極め、メモをとる。

以上のメモを集めて「序論」から「考察」までのストーリーに沿って並べかえ、シナリオを作る。それができれば、前述のように「材料と方法」から始めて、箇条書メモないしシナリオ文に肉付けする要領で本文を書き始めることができる。本文を書いているうちに、論理の飛躍や矛盾に気づき、それを補うことによって新しいアイデアが生まれる。図表を見るだけでは気がつかない「発見」が、文章を書くことによって生まれる可能性は非常に高い。だから、論文を書くことが大切なのだ。

3. 科学的な文章を書くために

科学論文によく見られる文章の欠陥は、以下の諸項目に関するチェックで防ぐことができる。

3-1. 文章表現の全般に関すること

- 1) 主語、動詞、目的語、補語など、文章を構成するために必要な語が完備しているか、また、それらの時制、態、数などの関係を正確に示す助詞が正しく使われているか
- 2) 何を指しているのかが判然としない指示代名詞を使っていないか、あるいは意図していないことを指しているように読み取られうる指示代名詞の使い方をしていないか
- 3) あいまい、おおげさ、不適當な形容詞や副詞を使っていないか
- 4) 文脈と矛盾する接続詞を使っていないか
- 5) 受動態を過剰に使っていないか
- 6) 科学論文になじまない、非論理的な言葉や不合理な表現を使っていないか
- 7) 科学論文では、和文論文であっても、英数字等を挿入するときには英語論文の書き方に順ずることが望ましい。たとえば、100mは100とmという2単語なので、その間には英字1文字分のスペースを入れ、100 mとする。ただし、25°C, 35%, 42°30'Nなど、極少数だがスペースを入れない習慣の例外がある。10~50 g いうときの~印は、数学では別の意味を持つ記号であり、国際的には通用しない記号なので、10-50 g と書くべきである。

3-2. 論文の構成、内容、スタイルに関すること

以下の諸項目を参考にして、シナリオ作成から執筆清書に至る間に、度々チェックを繰り返すとよい。

- 1) 表題、著者名と郵便宛先、要旨、序論、材料と方法、結果、考察、謝辞、引用文献リスト、図表が規定どおりに揃っているか
- 2) 材料と方法、結果、考察などの各章の内容に混同はないか、特に厳密な事実だけを記載すべき「結果」の中に推察や考察が入り込んでいないか
- 3) 数値と単位、学名、試薬名、人名、地名などに誤記はないか、特に複合語（単位）の記号の書き方は間違いやすいので要注意
- 4) 本文中で言及している図表およびその番号が、添付挿入する図表と一致しているか
- 5) 本文中に引用した文献と巻末の文献リストは一致しているか
- 6) 引用文献リストに記載した論文の掲載誌名、巻号、ページ、刊行年を実物と照合したか

以上のうち、特に2)のチェックを怠ってはいけない。雑誌によっては「結果と考察」という章で書いても良いとすることもあるが、格式の高い学術誌は「結果」と「考察」を峻別する。実験や観測で得られた結果は事実であり、査読者といえどもそれを否定することはできない。もし否定するとすれば、結果ではなく「材料と方法」を否定するのである。「結果」とはそういう性質の章であるから、ここに事実ではない推測を交えると、その著者は科学的な厳密性を欠く人だと評価される。「結果と考察」を許す雑誌は、とくに昔の日本では多かったもので、日本の年配者の中にはこの厳密性を欠いている人が結構いる。これ

から科学者になろうと考えている人は、そのまねをしてはいけない。

単位、図表、引用文献などの書き方（スタイル）は、雑誌によって決められているので、それに従うと良い。そのとき、“.” “,” “:” “;” “-” “/”などの記号はもとより、スペース（字間）にもそれぞれの機能があることに注意しなければならない。似ているからといって勝手に別の記号を使ったり、スペースを詰めたり離したりしてはいけない。よく起る間違いは、日本と西欧とで異なる意味をもつ記号の使い方である。例えば、“～”という記号は、日本では10～100のように数値の範囲を示すとされ、極めて頻繁に使用されるが、国際的には通用しない。また、日本文字の間にあっては気にならない30mというような書き方も、欧文ではまちがいである。“30”と“m”とは二つの異なる単語だから、両者間に一文字分のスペースをおいて“30 m”と書かなければならない。ただし、100%, 25°C, 42°36'Nは例外であり、スペースをおかないのが習慣である。

3-3. してはならないこと

1) コピー／貼付：最近ワープロの普及によって頻繁に行われるようになった悪習は、同一文をコピーしてあちこちに貼り付けるというやり方である。それは、考えることを放棄することであり、思考や論理を基盤とする科学の精神と完全に矛盾する、全く恥知らずなやり方だといわなければならない。

それぞれの事象にはそれぞれの意味があるのだから、それぞれに合致した表現で書き表すべきである。安易に文章表現をコピー／貼付することに慣れてしまうと、新発見を見逃すことにもなる。したがって、コピー／貼付を多用した原稿は、決して高く評価されることはない。そのような原稿を見た校閲者は、著者の愚劣さを怒るにちがいない。

私が最も悲しく思い、ときに侮辱を感じるのは、コピー／貼付が多用されている学生の原稿を校閲しているときである。これをみると、本当に悲しくなり、やがて猛烈に腹立たしくなり、校閲を続けることができなくなってしまう。こういうことは、決してしてはならない。

ただし、このことは「文章」について言っているのであり、スペルチェックができない学名、術語、複合単位などの「単語」は、誤植を避けるためにむしろコピー／貼付を利用すべきである。

3-4. しておくべきこと

なによりも、日常的に良い文をたくさん読むことが基本である。上記の注意事項を参照しながら、どうしてそれが良い文なのかを考え、その真似をして作文して見ることは、大いに役立つ。新聞の文章、ラジオやテレビのニュース番組でのアナウンサーの話し方も、おおむね良い参考になる。大学の講義で聞く文も、科学的な文章としては、身近な見本となる。

反対に、世の中には拙い文もたくさんある。いわゆる、悪文である。その、悪文の悪文たる所以を理解する努力もまた、良い作文能力を身につけるために役立つ。最も身近な悪文の例は、私たちが友達と話している会話文である。日常の会話を文章にし、それを科学的センスで見なおすと、大抵ひどい悪文であるにちがいない。それを添削推敲して論理的な文章へ変えてみると、作文の良い訓練になる。ラジオニュースや授業の伝達文や解説文はそのように組み立てられているのである。

ただし、会話文が解説文に劣ると言っているのではない。会話にはその場その話題に相応しいテンポが必要であり、論理よりも感性に訴える会話文のほうが機能的であることが多い。このことは、科学的な文を書くときには、日常会話の感性から離れて、頭脳を論理的に改造しなければならないということの意味している。このときには、「別人」にならないといけないのだ。上記のような訓練を積み重ねれば、この切換えは無意識のうちにできるようになる。努力は必ず報われる。