

## よりよい科学論文を書くために

2001年5月16日

政策研究大学院大学

細江宣裕

[nhosoe@grips.ac.jp](mailto:nhosoe@grips.ac.jp)

### 1. 何のために論文を書くか

この小文は、論理的な科学論文を執筆する手がかりを、その構成の仕方を中心にまとめたものである。論文を書く目的は、筆者と読者のあいだで筆者の主張を共有することである。そのためには、読者が理解しやすいように書かなければならない。それは、論理的に書くということである。このために肝要なことは、最初に証明すべき命題とその重要性を示し、それを証明する手法を明確にしたうえで、実際にその手法を用いて証明する、という形式で論文を構成することである。その際には、重要なことをなるべくはじめに示し、論理の飛躍がないように後段の伏線を十分に張り巡らし、なるべく少なく書くことである。

#### 1.1 この小文の守備範囲

この小文が議論の対象としているのは、論文の書き方であって、研究の進め方全体ではない。論文執筆は、研究活動のほとんど最終段階においてなされる。通常、研究活動は以下の一連の作業を含む。

研究活動

1. 解くべき問題(命題)の発見
2. 問題点が生じた原因の追求・分析
3. その原因を取り除く、あるいは問題点を回避する方法・政策の提示
4. その方法・政策が確かに問題を解決することの証明
5. 論文執筆
6. 口頭報告

研究活動を構成する要素は、論文執筆という活動以外にもたくさんあるが、ここでは、研究成果がすでにまとまっていること、すなわち、上記の 1 から 4 までが完了していることを前提として、その内容をいかにうまく表現するかという点に注目して、論文の書き方についてまとめる。

以下では、論文執筆活動より以前の段階の研究活動の内容に触れることもあるが、それは特別な場合である。もしもあなたが、どのようにして研究テーマを決定し、どのように(どのような視点・手法で)分析を行い、どのような結論を得るべきか、ということに関心があるならば、以後、読み進んでも得るところはない。それは、また別の機会にまとめられるべきことである。

## 1.2 あなたの考えを読者と共有するために

さきほどの、「うまく(表現する)」という表現は多義的で曖昧である。それをそのままにしておいては意味のある議論ができないので、ここでは、「筆者の意図を正確に表現し」、かつ、読者がその意図を正確

に理解するように(表現する)」ということの意味とする。前者は当然のことである。筆者自身が自らの考えを正確に表現できなければ論文自体が無価値である。この点についてはおそらく誰もがすでに知っているはずのことである。ところが、後者については一顧だにしない人が多い。論文とは、単に自己表現のために書くものか。否、論文とは、筆者の考えを(特定ないし不特定の)相手に伝え、理解してもらい、その考えを彼我で共有するために書くものである。相手あつての論文である。あなたは、誤解なく理解してもらえるように論文を書かなければならない。正確に書くことと、誤解なく理解してもらうことは同値ではない。むしろ、相手は誤解して当然である。なぜなら、論文に書いてある事柄は新しい事柄で読者にそれに関する知識がないことが多いはずだからである。そもそも、すでに誰かが書いたような古い事柄ならば、いまさらもう一度論文として書く価値はない。

読者に正確に理解してもらおうとするならば、読者には最後まで読みとおしてもらうのが一番である。ここでもまた、「不思議なことをいう人だ」と思った人がいるかもしれない。そんな人たちは、常日頃から読者はみんな私の論文を読み通すはずだ」と思っているからだろう。否、そんなことは決してありえない。いかなる読者でも、あなたの論文を無価値(平たく言えばつまらない、場合によると、腹がたつ)と認めた時点で、それ以上読むのをやめてしまう。最後まで読んでもらうためには、読者にストレスを溜めさせないことである。順序を考え、メリハリをつけて興味深く書き、わかりづらそうなところは詳しく書き、誰でも知っているところはさらっと書く。たくさん書けばそれだけ読者の負担になるから、なるべく少なく書く。(もちろん、欠落があつてはいけませんが。)顧客志向の論文を書くことが肝要である。

## 2. どこになにを書くか

およそ、論文というものは次のような構成をとるだろう

(第0章) 要約

第1章 導入

第2章 分析手法の紹介

第3章 問題点の分析

第4章 まとめ

### 2.1 導入部になにを書くか 「伏線を張る」

論文の構成において意識すべきことは説明の順番である。最も重要なものは冒頭に置く。冒頭に来る第1章(あるいは第1節)は、どの論文においても最も重要である。なぜなら、読者がこの論文を読み続けるかどうかを決定する場所であり、また、読みすすめるための基礎知識を得るところだからである。これは、推理小説で伏線を張ることと等しい。伏線を張っておけば、論理の飛躍を防ぐことができる。論理の飛躍は、科学論文にとって致命傷となる。

論文の冒頭に必要な要素は、

証明する命題

証明方法・手法

## 証明結果の概略

その命題が解くに値するほど重要であることの説明(動機)

である。

あなたなら、なにを基準にして読むべき論文や本を決めるだろう。まず第一に、そこで扱う問題(厳密には命題)であることに間違いない。それから、その問題を分析した末に、どのような結論・結果が出たのかも知りたいだろう。もちろん、これは普通は論文の最後に出てくるものだから、そのすべてを冒頭で直ちに知りたいとまでは思わないだろうが、少くくは知りたいだろう。新しい事柄でなくて、古い事柄であっても、普通に世間に広まっているのとは異なった結論が出ているならば、なぜそんな結論になったのか、その論証過程・証明方法を知りたくなるはずだ。逆に、誰でも取り組むような事柄で、結論や手法までそれらと同じならば、読みたくはないだろう。さて、もしその論文がすこしでも新しい問題・命題を扱うのであれば、その問題の重要性について知りたいだろう。すなわち、研究の動機である。以上の、動機、命題、手法、結論の4つが大まかにでも示されていれば、読者は、よほど新しかったり難解でない限り、論文の大筋の見当が付くはずだ。あらずじさえ見えれば、読者はきっと、ストレスなく最後まで読み通すことができるだろう。

### 2.1.1 命題

論文の目的は命題の真偽を証明することだから、その命題を提示することが事の第一番目である。

「命題」ではなく「テーマ」や「ピック」ではいけないのか、と考える人もいよう。それでは不十分である。

たとえば、テーマやトピックとしては、「新内閣における日本の緊急経済対策の是非」といったものがあるだろう。ところが、これでは証明できない。これでは漠然としていて、また、短い時間、紙幅のうちに証明するには大きすぎるからである。筆者であるあなたに利用可能な時間も少ないが、読者が辛抱強く読むことができる時間はもっと少ない。もちろん、この研究対象が大きすぎるという問題を、これ以上ここで論じてみても始まらない。なぜなら、この命題選択の問題は、論文執筆段階の説明の巧拙に依存する問題点ではなく、命題を発見する研究過程の巧拙に依存するものだからである。それはこの小文の守備範囲外である。一言だけ示唆するならば、「新内閣における...」ではなく、たとえば、「株式市場介入策が株価に与えた影響」ぐらいに明確で狭い「命題」である必要がある。

論文が分析の対象とするものの範囲をここで一旦確定させたら、(最終段落の付言を除いて)決して、その範囲を超えて議論してはならない。論文の守備範囲を越えることは読者を惑わす原因になる。

### 2.1.2 手法

手法に関する議論は、論文の第2章であらためて詳細にすることになるが、冒頭でも、少しぐらいは示さなければならない。命題の真偽を証明する手段が、統計的手法なのか、個別の事例調査なのか、理論的考察なのか、あるいは他のものなのか。これらのどれであっても、たとえば、単に「統計的手法によって」というのでは物足りないだろう。どんな統計的手法なのか、どういう種類の標本を使ったのか、もしあれば、その手法にどんな利点、新味があるのか述べる必要があるだろう。(これは第4点目の「動機」にも関わることである。)また、類似の手法を用いた有名な先行研究が存在すれば、それに言及するとよい。

説明を非常に簡便に済ませても、おそらく誰でもよく分かってくれるだろう

### 2.1.3 結論

以上の先に示した手法で証明した命題の真偽についての結果を、第 1 章の最後にでも示すべきである。もちろん、その結果のすべてを示す紙幅はないだろう。また、そうしてしまっただけでは論文に少し面白みがなくなってしまうだろう。いわゆる、「垣間見」というやつである。いくつかの前提条件の違いでいろいろな結論が出てくるならば、その最も重要なもの・魅力的なものを述べればよい。(たとえば、人口や GDP 成長率の予測ならば、中位推定や大体の推定区間を示せばよい。)結論は論文の着地点である。これが示されていれば読者は安心して読み進むことができる。着地点が分かっているならば、証明段階で多少込み入った議論になったり、その分量が多くなったとしても、途中で道を失うことはない。

ちょうど「刑事コロンボ」のような構成を考えればよい。(ただ 1 回の例外を除いて、)このドラマでは、必ず冒頭で犯人が明らかにされる。ドラマの見所は、コロンボ刑事が手がかりを集めながら、聴衆にとっては自明であるはずの犯人にじわりじわりと迫っていくところにある。論文もまたかくあるべし。

### 2.1.4 動機

以上の 3 点をふまれば、論文の中での道筋はちゃんとつくはずである。問題は、その道筋に入る「手前のところ」にもある。すなわち、証明しようとする命題の価値を示さなければならない。どんなに緻密な証明をおこなった論文であっても、証明する内容が下らないものであったり、すでに誰かがやり尽くし

てしまったものであれば、その論文は無価値である。「この論文に価値がある」ということを示すのも筆者の責任である。これが研究の動機についての説明である。

この論文が証明しようとしていることの価値を示すためには、もっと具体的には、たとえば、その論文が支持する・支持しないある政策を行った場合にどのような良いこと・悪いことが期待されるのか、その政策を実行しなければどんな悪いことが、どれぐらいの規模で起こるのか、なぜその問題が重要なのか、などを説明すればよい。定量的・定性的説明のどちらでも構わないが、そこで述べられる善悪・大小は論文後段で証明されることになる。

普通われわれが直面する問題は大きく、広い。「新内閣における...」ということまで絞っても様々な事柄が含まれる。それがひとつの論文の中で扱う命題としては不適切であることは、既前に述べたとおりである。ただし、あなたが選んだ非常に狭い範囲の問題が、では、全体の「新内閣における」数々の問題の中でどのような位置を占めるのかを示しておく必要がある。(たとえばこの小文の第 1.1 節のように。) とくに、全体の中でどのぐらいの範囲を扱い、どれぐらい重要なのか、その比重をしめすことで扱う問題の重要性を示すことができる。

他の研究との比較もまた有用である。これまでの先行研究において、どこからどこまで明らかにされていて、どのような結論が得られているのかを示す。これは、どの範囲が残された新しい研究領域であるかを暗示する。自分の研究が彼らの研究と同じ範囲のものであったとしても、もし結論が異なっているならば、結論の対比は重要である。先行研究とは異なる結論を導いたということは、それはそれで自分の研

究の独自の貢献になりうるからである。

ただし、注意しなければならないことは、某省・某県庁の方針・目標だからというのは、まったく説明にならない<sup>2</sup>。論文執筆以前の研究活動の中で、こうした方針・目標が、何らかの価値基準に従ったときに正当性を持つかどうか(あるいは、どういう価値基準に従えば正当化されるか)、すでに吟味されていなければならない。

なお、この小文の中では、動機についての説明の順番が 4 番目に置いたが、それは、命題 手法 結論の 3 者間の緊密な関係を強調する目的であえてそうした。実際の論文の中では、研究動機は命題の直後か直前に示されるのが普通であろう

以上の第 1 章の内容を、さらに小さくまとめたものが要約である。内容は第 1 章と変わらない。当然、要約は第 1 章より先に置かれる。最も気の短い読者にでも読んで貰えるように、要約が用意されるべきである。実際、この小文の冒頭の第 1 段落はその目的で書かれている。

## 2.2 分析手法の説明の仕方 「世界観」の共有

解くべき問題が決まれば、それを実際の解くための手法が必要である。解く作業は証明の仮定そのものだが、いきなり証明をしても読者は理解してくれない。どのような手法を使って証明をおこなうのか、と

---

<sup>1</sup> たとえば、常温核融合の追試に「失敗」した、といったような論文がこれに該当する。

<sup>2</sup> ただし、批判の対象にすることは十分にあり得る。

い手法についての予備知識を読者に与えておかなければならない。

この第2章(第2節)で明らかにしなければならないことは、分析の視点である。これは、前提・仮定・理論と評価尺度からなる。ここでいう理論は、必ずしも単一の確立された理論でなくても構わない(そうであるに越したことはないが)。あなたの頭の中にある「世界観」を読者と筆者で共有できる形で示したものであればよい。理論を明らかにしなければ全く話を理解できないし、前提、仮定や価値尺度を明らかにしなければ議論が噛み合わない。念頭に置く尺度が筆者と読者の間で共有されていないければ、その政策の善し悪しの評価が捻れる可能性がある。たとえば、理論的背景として競争市場における人間の利己的行動メカニズムを前提とし、物事の善し悪し(たとえば政策の効果)を判断する価値尺度として、利潤や消費量の多寡を用いる、といったことである。

後段で用いる理論・前提・仮定については、すべてここで説明する。これも伏線である。五月雨式にこれらをさまざまに入れかえて説明されれば、読者は次から次へと異なるものを見せられて、論理展開に不信感を持つ。すなわち、都合のよい手法だけが、都合のよいときだけ、つぎはぎに用いられているのではないかという印象を持つのである。

ただし、説明の詳しさや、説明方法については対象とする読者としてどのような予備知識を持った人間を想定するかによって異なる。理数系の読者を想定しているならば、数式を積極的に使えば効率よく説明できるだろうが、文系の読者であればそうはいかない。歴史問題であっても、中世に強い読者もいれば、近世に強い読者もいるだろう。相手があまり特定できなければ、本文中で一般的・平易な説明を行い、技術的・詳細な説明に関しては付録に追い出すことも一案である。ここもまた、顧客志向の論文が

求められるところである<sup>3</sup>。

### 2.3 分析の結果の書き方 「ストーリー」を作る

あなたの主張(ある命題の真偽)が正しいことを証明するのがこの部分である。その結論を強く意識して、分析結果が確かにその主張を支持していることを示さなければならない。ちょうど、体調の悪い患者を前にした医者のように、患者の病気の原因として考えられるものがどれとどれとどれで、実際に検査を試みたら、どの原因の可能性がどれだけあるかを解明しなければならない。原因の可能性を列挙する際には、原因である可能性が高いものを、多すぎない数で示す。原因である可能性については、なぜ可能性が高いのかの説明が必要である。医者ならば、いろいろな検査をするだろう。聴診、血液検査、レントゲン写真、超音波、内視鏡など。ほとんどの検査結果が、それが原因であることを示唆していなければならないし、少なくとも矛盾するようでは困る。また、(途中段階で検査はすでに行っていたとしても疑われる病気と全く関係ない検査結果について長々と説明してはならない。混乱のもとである。

医者の例では「検査方法」と表現したが、あなたの論文では上で示した「分析手法」である。何が原因であるか、まず仮説を提示した上で、その仮説が正しいことをデータや、理論や、事例から得られる発見によって証明すればよい。分析手法はすでに前節で示してあるはずだから、ここでは、その分析手法に忠実に従って、あなたの仮説の妥当性を検証していけばよい。

---

<sup>3</sup> これは論文に限らず、口頭報告の際にはとくに強く意識されなければならない問題だろう

分析結果を示すとき犯しがちな過ちは、とりとめなく数字や事実の羅列を行なってしまうことである。これは読者にとっては飽き飽きするだけで、何ら、印象的ではない。指標 A が 40%上がった、一方で、指標 B が 10%下がった。ところが、指標 C を見てみると..。」ではまったく面白くない。そうかといって、こうした単なる羅列でなく、あなたが実際に辿った分析過程を時間軸に沿って再現して見せたところで、何ら改善しない。この問題を回避するためには、結果の記述の際にも、前節で議論したような分析手法(視点、理論など)を常に意識して、「ストーリー」を作ることである。ある事実が発見されたときに、それがなぜそうなったのか(あるいはならなかったのか)、必ず自分が前段で説明済みの理論を用いて説明することである。断片的な事実・証拠から犯人の行動を推理するコロンボ刑事のように、分析対象の背後にある構造を推理してみせるのである。あなたが推理してみせるのであって、読者に推理を任せてしまつてはならない。誤解のもとであるし、なにより、読者が論文を読み進む時にかかる負担が大きくなり、論文もうそれ以上読んでくれない可能性が高まる。

どんな刑事ドラマでも、犯人に向かってその「ストーリー」にしたがって謎解きをして見せた直後にかならず受ける反論は、「それは刑事さんの推理でしょ。証拠はどこにあるんです、証拠は。」である。あなたの推理が単なる推測か、それとも確たる裏付けを持ったものなのかは、ひとえにその前段の証明(手法)の説得力の有無に懸かっている。読者に「ストーリー」を語って聞かせる前に、前段であらかじめ分析手法を説明することで、その説得力を確保しているのである。

## 2.4 まとめの書き方 「あくまでも軽く締める」

最終部分で記すべきことは、まとめと論文の限界 拡張可能性に関する付言の 2 つである。ただし、ここでのまとめは非常に簡単でよい。 正確には、ここで沢山書かなくてもよいように、前段でしっかり書いておくことが肝要である。

なぜなら 前節までで、論文の内容(筆者の主張とその正しさの証明)のほとんどは尽くされているはずだからである。それでもやはり「奇異に思う人がいるかも知れない、まとめが一番肝心ではないか」と日本語の構造のせいもあるかもしれないが、最後に重要なこと(結論)を述べたいと思う人が多いようである。ところが、この小文の前半でも述べたように、そうした重要な事柄は冒頭に置かれるべきであって、最後になって初めて示すようであってはならない。読者はせっかちで辛抱強さに欠ける。彼らはしばしば途中で読むのをやめてしまう。もし、あなたが伝えたいと思う結論が末尾に記されているならば、そこまで読み進んで貰える確率は低くなり、したがって、あなたと考えを共有して貰える確率もまたとても低くなる。それでは、論文の目的が達成されない。この問題を乗り越えるために、論文冒頭であなたの主張をすでに示したはずである。ここでは、大筋を振り返るだけでよい。すなわち、この論文が何をどのように分析し、その結論がおよそどのようなものであったかを示せばよい。その上で、この結論が「暗示」するものを示す。ただし、証明されてない、あくまでも暗示される程度の事柄だから、「示唆」するほど強力な書き方はできないし、たくさん書けない。

なお、これまでの議論を振り返ってみると気づくことがある。あなたの主張は、本文中で実に 3 度示されているはずである。ひとつは第 1 章、次に第 3 章、そしてまとめの第 4 章。要約に示されたものも含め

れば 4 度である。流石にこれだけ繰り返せば擦り込み効果が出て、読者も印象を強くしてくれるであろう

さて、そのようにまとめたうえで、自分で書いた論文を少し醒めた目で見直す作業も必要である。すなわち、どういう状況の下であればあなたの主張が成り立ち、どの程度の確からしさをその分析結果が備えているか、見直しておき、読者に対して分析の限界を断り書きしておく必要がある。あなたの分析によって、この世のすべての問題を解決できるようになるだろうか、分析は完璧だったろうか、どのような場合にでもあなたの主張は成り立つであろうか。もちろん、違うならば、分析の限界について言及しておくなければならない。ただし、「分析の限界を超える部分」に関する議論は、言葉の定義からただちに、もはや論文の扱う範囲を超える以上、厳密な議論までは必要ない。大まかであってもよいから、分析の限界について言及しておけば、あなたが示した結論がゆがめられたり拡大解釈されて「悪用」されることをある程度防ぐことができる。さらに、あなたの論文に対して予想される批判にも、あらかじめある程度対応することができる。もちろん、この断り書きがすべての面で免罪符になるわけではないが。

こうした、自らの論文についてのある種後ろ向きな指摘だけでなく、もう少し前向きな示唆も可能である。あなたの論文の分析範囲が限定的なものでしかないならば、今後どのような範囲を対象とすべきなのか、あるいは、どの範囲ならば比較的容易に拡張することが可能なのか。手法に限界があるならば、どのような条件・技術が整えばその限界を超えられるのか。今後の拡張についての示唆をすれば、読者にとって有意義だろう。これらの付言を下敷きにして、読者が新しい研究・考察を行うことが可能になる。

## 参考文献

### 一般

杉原厚吉 (1994) 『理科系のための英文作法』, 中公新書.

木下是雄 (1981) 『理科系の作文技術』, 中公新書.

この種類のものはたくさん出ているから、どれかひとつでいい。個人的には前者を薦めるが、英語は関係ないというのであれば後者。(実は、自分のいいたいことを英語で書いてみるのは、意外なことごとでもよい日本語の訓練になる。)なお、木下(1981)はこの種の本の代表。少しミクロな観点からは、たとえば、

高橋昭男 (1997) 『仕事文の書き方』, 岩波新書.

### その他のリスト

・ 悪文の例多数:

宮部修 (2000) 『文章をダメにする三つの条件』, 丸善ライブラリー.

・ 言葉を選択することの楽しみと苦しみ:

柳瀬尚紀 (2000) 『翻訳はいかにすべきか』, 岩波新書.

・ 他人を説得するヒント

なだいなだ (1998) 『アルコール問答』, 岩波新書.

・ その他(メモ)

<http://sun.grips.ac.jp/how-to-write-a-paper.pdf>

