

第 1 章

レポート・論文の書き方

1. 実験で大切なこと

“とりあえずで、始めない！” “やってみてから考えない！”

きちんと企画をし、実験計画を練ってから実験を始めましょう。まず実験の目的を明確にし、その目的に沿った実験か、方法は妥当であるか、などをよく検討してから始めましょう。

“常にデザインどおりに実験がうまくいくとは限らない！”

念には念を入れて練った実験計画であっても、そのとおりにいくとは限りません。うまくいかなかったときのことも考えておきましょう。その際は、他のデザインを考え直す時間も計画上見込んでおきましょう。

“実験ただけで終わりだと思わない！”

実験が終わると結果が出たことに満足してしまい、これで終わりでのよいような気持ちになってしまいますが、そうではありません。結果に対する考察をして、はじめて実験したことに意味が出てきます。考察にあたっては、自分の考えではなく、先行研究をよく読んで論理的かつ客観的に考えることが重要です。

“適当に書かない！” “何も考えずにただ書けばよいというわけではない！”

レポート・論文の書き方には決まりがあります。ただ文字を並べただけでは‘書いた’ことにはなりません。同じ実験を誰がやっても同じ結果が導かれるように書かなければなりません。

2. 実験計画を立てよう

独立変数（説明変数）と従属変数（基準変数）

科学的な実験計画を考える上で、忘れてはならないものの一つに変数の扱いが挙げられます。変数とはその名のとおり、場面・条件などによって値が変わるものです。例えば“円の直径の長さ”と“円周の長さ”というのは、どちらもそれぞれ色々な値をとることができるので変数といえます。この変数の関係を数式化したい場合には変数に文字名をつけるのが一般的です。先の例でいえば、「円の直径の長さ」を x と呼び、「円周の長さ」を y と呼ぼう！という具合です。そうすると $y = \pi \times x$ という数式が成り立ちます。ここで、 π は変数じゃないの？と思う方もいるでしょう。 π （円周率）というのは文字で表されていますが、条件ごとには変化しません。円の大きさがどのように変化しても π の値は約 3.14 で変化しません。 π （円周率）は実在する値ではあるのですが正確な数値で表すことができない（このような数を無理数と呼びます）ので π という文字で表現しているだけで、 x や y のような変数ではありません。このように条件によらず変化しない値を定数と呼び、変数とは区別して扱います。

数学では y が x の関数である場合、その関係式を $y = f(x)$ と表します。この式において x を独立変数、 y を従属変数と呼ぶことがあります。 $f(x)$ とは x で構成される数式（関数）という意味です。先の円の例でいえば、 $f(x)$ は $\pi \times x$ を意味します。また独立変数が複数ある場合は、 $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ と書けます。どちらの場合も独立変数 (x) の変化が従属変数 (y) にどのような影響を与えるかを表現しています。

しかし、先の円の例でいえば、 $x = y \div \pi$ と表現することも可能です。この場合、右辺 $y \div \pi$ は y の数式であり $x = f(y)$ とみることができるので、 y を独立変数、 x を従属変数とすることができます。そうすると、円の例の場合は x と y はどちらも独立変数にも従属変数にもみることができます。いったいどちらを独立変数、従属変数とみればよいのでしょうか。

実験心理学においては、独立変数とはあるシステムに対する入力 (input)、従属変数とはシステムからの出力 (output) と捉えるとよいでしょう。簡単にいえば、実験環境で研究者が操作的に定義できる“実験条件”のことを独立変数、実験によって測定される結果のことを従属変数とすることになります。例えばミュラー・リヤー錯視において、斜線の長さを実験的に操作して、錯視量の変化をみる場合、斜線の長さを独立変数、錯視量を従属変数とし、逆にすることはありません。

条件の統制

実験を行って独立変数と従属変数の関係进行分析する場合、たいてい独立変数の数が多く、すべての独立変数による影響进行分析することは困難です。そこで、研究目的に応じてどの独立変数の影響をみたいのかを明確にします。実験対象の独立変数を決めれば、他の独立変数は変動しないようにする必要があります。つまり、実験対象外の独立変数については値を固定し“定数化”します。このような作業を“統制”と呼びます。例えば、ある病気に対する年齢の影響を調べたい場合、年齢以外でその病気に影響する変数は統制しなければなりません。例えば、その病気には年齢以外に体重と血圧、が影響すると考えられる場合、体重と血圧についてはある一定の値を持つ被験者を集めて実験を行うことにより、年齢以外の変数による影響を排除します。たいてい独立変数の数が多いため、予備実験・予備調査などを行い、あらかじめどの独立変数について実験や調査をすべきか、またその他の変数をどのように統制するかを検討することが非常に重要です。この統制がしっかりできていないと、実験結果を分析しても独立変数と従属変数の関係を明確にすることができず、期待される研究成果を得られないことになってしまいます。

3. レポート・論文の必須項目

- (1) タイトル
- (2) 要約
- (3) はじめに・緒言・目的
- (4) 実験方法
 - ①被験者・対象動物・対象物
 - ②実験日時
 - ③実験機器・実験装置・実験器具
 - ④実験条件
 - ⑤実験手順
 - ⑥分析方法
- (5) 結果
- (6) 考察
- (7) まとめ・結語
- (8) 引用・参考文献

実験の前に大切なこと

人や動物などを扱う場合、倫理的な問題について検討する必要があります。動物の場合ですと、虐待にあたるような実験は行ってはいけません。例えば、その実験によって動物の命が絶たれる、または後遺症が残るなどです。人間の場合ですと、被験者の個人情報の保護は当然ですが、インタビューやアンケート結果の管理方法も大事です。インタビューやアンケートに記載された内容には、その人物の思想や価値観が表れているので、それを第三者に見られるようなことがあってはなりません。名前の特定できる状態でインタビューやアンケート結果を見る権限は関係者でさえ一部に限るべきです。実験を実施する前に、実験計画を所属機関の倫理委員会で諮り、許可を得ましょう。

(1) タイトル

‘タイトル’というのは、新聞の見出しのように、それを見ると一目で中身まで想像できるようなものでなければなりません。論文やレポートの詳細ではなく全体を示すものです。目的を参考に考えるとよいでしょう。メインタイトルのみで表現することが難しい場合は、サブタイトルをつける

ことも可能です。科学論文を読む人の大半は、タイトルだけを見て、自分に関係のある内容かを判断し、関係あると思わないと中身を読んでくれません。自分の書いたものを多くの人に読んでもらうためにも、タイトルは中身を正確に反映したものであること、欲を言えば、最も言いたいことがわかるようなものにしましょう。

(2) 要約

主要な内容を最初または最後にまとめたものが要約です。要約とは、他者がそれを見て論文やレポートの全容がわからなければなりません。短くまとめなければならないことから、著者本人しかわからないような内容になってしまう場合も多くあります。要約には論文の全容だけでなく、その著者のまとめる能力も表れてしまうため、最も力を入れて書くべきところです。要約には、結論だけ記載するなど、重要な部分のみを記載するのではなく、短い中にも、「はじめに、実験方法、結果、考察、まとめ」と一通りの流れを書かなくてはなりません。

レポートや論文を書くときに、まず要約を書くといいでしょ。要約を最初に書くことにより、全体をどのようにまとめるべきかが頭の中で整理できます。全体を書き進めていると自分では気がつかないうちに結論と関係のないことや矛盾したことを述べてしまうことがあります。最初に書いた要約と今まとめている内容を時折照らし合わせながら進めると、そのような書き損じが少なくまとめることができます。逆に、全体を書き進めているうちに、要約を書き換えるべきだと気がつくこともあります。そのような場合はその都度要約も書き直した方がよいでしょう。要約に合わせ全体を直し、全体に合わせ要約を直すことにより、細部にわたってまとまりが出てきます。

(3) はじめに・緒言・目的

研究や実験により何が明確になり、何が科学的に証明され、それがいかに有効であるかを論理的に示します。今直面している問題点や解決しなければならない課題を明確にし、その解決によりどのような成果が得られるかを示すことを目的とします。

この緒言を書くにあたっては、最新の他者の研究をよく調べる必要があります。なぜなら、今から行おうとしている研究や実験はすでに他者が成果を出しているかもしれないからです。また問題解決の方法を考え仮説を立てる場合にも、先行研究は非常に重要です。どんな優秀な論文であっても必ず他者の研究成果を引用・利用しています。全くのゼロから研究を築き上げることは不可能です。テレビの発明というのは電気や電波の発明の

上に成り立っています。ほかにも身の回りにあるものすべてがさまざまな過去の成果の上に成り立っているのです。研究もまたしかりであるということをお忘れないようにしましょう。

他者の先行研究を一通り調べ終わったら、次にそれら先行研究で解決されていない部分は何か、自分の研究は他者と何が違い、その違いにどのような意義があるのかを理論的にまとめます。また、先行研究の成果で自分の実験方法や仮説に取り入れられるものがあれば積極的に取り入れましょう。ただし、取り入れる場合には、その研究成果が信頼に値するものかを十分吟味する必要があります。

この緒言では、先行研究を引用しながら、①解決すべき問題点、②解決する方法、③解決して得られる成果と意義についてまとめ、目的を明確にします。

先行研究の調べ方

1st ステップ (下調べ)

百科事典、専門書、学会誌などで自分の研究、実験する分野に関することを幅広く読みます。その中には引用文献や引用書籍が多数記載されています。その中で気になる文献名や筆者などの情報をメモします。また、インターネットで研究機関、教育施設などを検索し、自分の分野に近いことを行っているところがあれば、その問い合わせ先もメモしておきます。さらに、上記書籍やサイトで自分の研究に関連するキーワードも幅広く拾っておきます。このキーワードは実際に文献検索する際に、検索対象を広げたり、絞ったりするのに非常に役に立ちます。

2nd ステップ (文献検索)

上記の下調べでメモをした情報をもとに文献を探します。よく利用される検索先として国立情報学研究所 Genii と国立国会図書館 NDL-OPAC の2つが有名です。さらに、医学系の雑誌ですと医学中央雑誌刊行会の医中誌 Web、PubMed、Academic Search などがあります。誌文献名、雑誌名、著者名、関連語句、キーワードなどから自分の欲しい文献を検索します。ほかに大学、企業、図書館、国・公立の研究所、学会などのサイトなどでも検索が可能です。

(4) 実験方法

実験方法は一般的に実験を行った順番に書きます。その行った個々の実験について下記の①～⑥の内容を記載します。

①被験者・対象者・対象動物・対象物

被験者・対象者の人数、性別、所属、年齢、属性（身長、体重、生育歴など）などが記載の対象となりますが、被験者のプライバシー保護やその所属先の機密保持の観点から、その表記方法を検討する必要があります。例えば所属先が会社である場合、会社名を実名では表記せず、「A社」とします。実名で表記する必要がある場合は、そのことを計画の段階から検討しておき、実験を行う前に関係者に記載の許可を得ておくことが必要です。実験後では、もし断られると、せっかく実験を行っても論文として発表できないこととなります。

②実験日時

実験した時期や時間により結果が異なる場合があります。例えば、血圧などは日内変動があるため、いつ測定したかが重要になります。したがって、実験は同じ時間帯で行うことが望ましく、またその時間帯は必ず記録に残し、論文にも明記しなければなりません。

③実験機器・実験装置・実験器具

どのような機器・装置・器具を用いたかを記載します（製品名、会社名なども記載）。実験器具・実験装置・実験器具の測定方法を記載する場合があります。また、実験器具の校正は各機器に合わせて必ず行い、その校正証書・トレーサビリティ（測定機器が校正された経路）証書も保存しておく必要があります。

④実験条件

実験室の温度、湿度、実験時間など、統一した実験条件を設定し、実験目的以外の要因が影響しないようにすることが大切です。それら条件も論文に記載する必要があります。

⑤実験手順

実験を行った手順を時系列で解説します。実験方法をわかりやすく他者が再実験できるように記述します。わかりづらいときには、フローチャートや図を用いるとよいでしょう。

⑥分析方法

結果の分析に用いた統計などの方法を記述します。数種類の分析方法を使った場合には、それぞれのデータにどの分析方法を用いたかをわかりやすく書きます。統計ソフトなどを用いた場合は、ソフト名・バージョン名も記載します。

(5) 結果

実験の結果として得られたデータの基本統計量、分析結果などを記載します。結果と考察を分ける場合は、客観的結果のみを記載します。変化や差などをわかりやすく示すには図表を使うとよいでしょう。図表にはタイ

トルと図番号、表番号をつけます。図は下に番号とタイトル、表は上に番号とタイトルをつけるのが一般的です。また、文章中にはどの図や表を参照するのかをわかりやすく記載します。ただし、図表で明確にわかることをわざわざ文章で繰り返し記載することは避けましょう。文章で示す内容、図表で示す内容をバランスよく読み手にわかるようにまとめましょう。

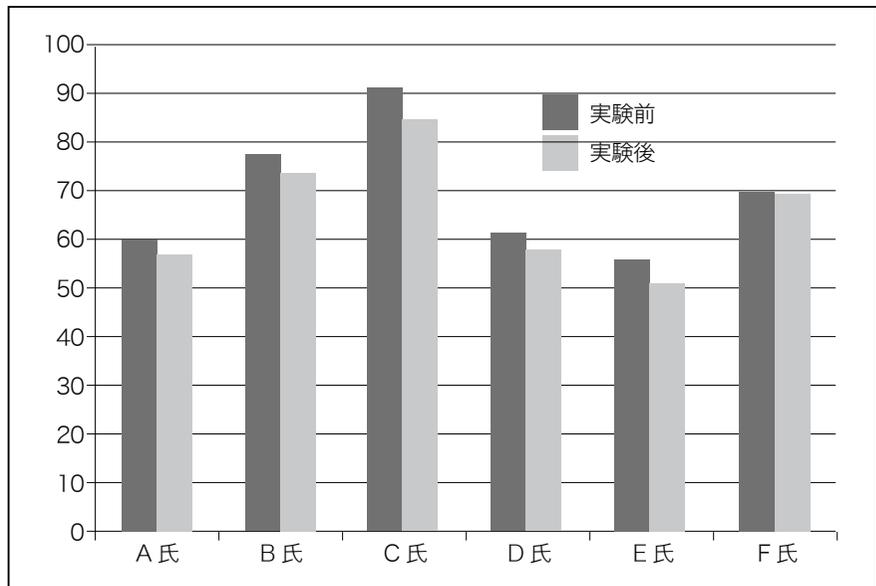


図 1.1 ヨーガ・セラピーの実習前後における心拍数の変化

例えば時系列ではないデータの場合、棒グラフを使うことが多く、折れ線グラフを使うことは好ましくありません。図 1.1 の場合、実習前・実習後というのは時系列ですが、個人のデータでの比較であり、さらに 2 回分しかデータがないため、折れ線グラフにする必要はありません。

(6) 考察

考察はとても重要なパートになります。科学論文では、実験などから得られる結果は数値で示される場合が多いので、考察ではその数値から何がいえるかを述べます。考察では最初に最も言いたいこと、目的に則したことから述べます。考察では良かった結果を支持する内容ばかりに偏ってはいけません。行った研究のデザイン、実験方法の検証も行います。すべてを網羅できる研究デザインや実験方法というのはいないわけですから、得られた結果というのはその限られたデザイン、実験方法の中だけで成り立っていることをよく認識して考察する必要があります。研究デザインの長所や短所、実験方法の限界を示し、その結果の適用できる範囲を明確にすることも考察では重要なことです。また、考察では持論ばかりを展開す

るのではなく、先行研究結果との比較も大切です。

(7) まとめ・結語

レポート・論文において明確になったことを再度まとめます。このときも目的・結果・考察の繰り返しになりやすいので、端的にまとめる必要があります。また、考察で取りあげた先行研究との矛盾点などを引用し、まだ明らかになっていないことや今後解明すべき課題を示し、今後の研究の方向性・展開について述べて締めくくります。

(8) 引用・参考文献

レポート・論文において引用または参考にした文献や資料を記載します。書き方を以下に示しました。

論文 著者名 (発行年), 発行年, “論文タイトル”, 学会誌名, 巻, 号, ページ.

著書 著者名 (発行年), 本のタイトル, ページ, 出版社.

ただし、提出先により書式は異なるので、提出先の形式に従います。

アトラス

環椎^{かんつい} (第一頸椎^{だいいつせい}) をアトラスと名付けたのは、16世紀ベルギーの解剖学者ベザリウスです。アトラスはギリシャ神話に出てくるタイタンと呼ばれる巨神族の1人で、ゼウスとの戦いに敗れたため、その罰として永久に天空を支え続けなければならなくなりました。ベザリウスには頭蓋を支える環椎が天空を支えるアトラスに思えたのでしょうか。

神話では、のちに英雄ペルセウスがアトラスのそばを通りかかります。ペルセウスは「その姿を見た者すべてを石にしてしまう」という怪物メドゥサの退治に向かう途中で、天空を支えるのに疲れ果てたアトラスは、「メドゥサの居場所を教えるから、メドゥサの頭を見せるとアトラスは大きな岩となった」といいます。これがアフリカ大陸にあるアトラス山脈であり、ここから一望できる大西洋をアトラスの海 (アトランティック・オーシャン) と言うようになったといいます。

ところで、地図帳や図譜のことをアトラスといいますが、これは地理学者メルカトルが地図を出版した際、その表紙に天空を担うアトラスの絵を載せたため、それ以来、地図帳などをアトラスと呼ぶようになりました。図譜のこともアトラスといいますが、これは解剖をすすめる際の地図の役割を果たすことから呼ばれるようになったようです。