

卒業論文の書き方

島川 博光

2004年 12月

2013年 1月 改訂

2015年 8月 改訂

2019年 2月 改訂

2020年 1月 改訂

2020年 9月 改訂

2024年 12月 改訂

卒業論文の書き方

概要

この小文は、著者の方々に、卒業論文や修士論文をどのように書けばよいのかということ伝える目的でまとめたものである。この TeX ファイル自体が卒業論文や修士論文のフォーマットで書かれている。この TeX ファイルを override する形で書けば必然と卒業論文・修士論文の体裁はまとまる。

論文の最初につける概要を書く上で、次のヒントが役にたつ。概要は、1 章から最後の章まで書ききった後に、それを読み返してみて、次の質問

- あなたは何をしましたか？
- 何が問題だから、あなたはその研究を実施したのですか？
- どうやって、その問題を解決しましたか？
- どんな結果が得られましたか？
- その結果は何を意味していますか？

に対する答えを本文の中から探す。そして、その答えを順に書く。

よって、概要は以下のようなストーリー展開で考えるとよい。

1. まず、研究の位置づけとして、自分の研究が何であることを規定する。
2. つぎに、この研究が解くべき問題を規定する。問題はひとつに絞って書く。
3. 自らのアイデアを示す。問題を解決するため、本論文で実施することを説明する。本論文のアピール・ポイントとして、一番の「売り」をしっかりと打ち出す。
4. 適用結果を示す。アイデアを実装し実験した結果を示す。

5. 実験の結果得られた，もっともアピールしたい知見を明示する．当然ながら，研究結果から誰が見ても納得する知見を書く．この知見が，この研究のご利益となる．

特に概要は査読者が最初に読む箇所なので，この論文が何をしようとしているのかがはっきりわかるように書く必要がある。

ちなみに、FIT に申し込むために書く論文の概要の場合は、アイデアの発表になるので、上記の 1, 2, 3 までを書くことになる．

卒論，修論では，1 ページの概要が書ける．これらに対する答えを 4 つの段落にして，書いていくのがよい．もし，論文誌に論文を投稿するなら，概要は 5 行から 10 行ぐらいにまとめることが求められる．その場合は，上記の質問の答えを，それぞれ 1 つの文で書くつもりでまとめると，比較的，楽に書ける．

How to Write Thesis

abstract

This handout is stated for students to understand how to write its thesis. Several key ideas are explained here.

Override the TeX source file, and you can automatically get a formatted thesis.

An abstract should be written after the whole parts of the paper has been finished. When you write an abstract, please answer the following question, reading back your paper.

- What is your proposal?
- What problem do you solved?
- What have you done to solve the problem?
- What result have you obtained in your work?
- What does the result mean for the problem?

All answers of these questions must be specified in the abstract with clear and short sentences.

目 次

概要	i
abstract	iii
目次	iv
図目次	vii
表目次	viii
第 1 章 はじめに	1
第 2 章 何を書くか	2
第 3 章 各章で留意すべきこと	3
3.1 まえがき	3
3.1.1 問題提起	4
3.1.2 過去の研究からの進歩	4
3.1.3 研究の到達点	5
3.1.4 論文の構成	5
3.2 本文	5

3.2.1	背景	5
3.2.2	方式の説明 (What)	6
3.2.3	方式の実現方法 (How)	6
3.2.4	実験と評価 (Is that true?)	7
3.3	むすび	7
第 4 章	論文のまとめ方	8
4.1	題名	8
4.2	全体にわたって	8
4.3	論文のデッサン	9
4.3.1	はじめに	10
4.3.2	2 章 (バックグラウンド)	10
4.3.3	3 章以降 (自分がやったこと)	11
4.3.4	おわりに	11
4.3.5	書き出す前に「章割」	11
4.3.6	書く順序	13
第 5 章	図や表の書き方	14
5.1	図の書き方	14
5.1.1	TeX で PPT で作った図を使いたい!!	14
5.2	表の書き方	15
第 6 章	数式の書き方	18

第7章 英文の書き方	20
7.1 まずは論理	20
7.2 インタネット上の AI ツールの利用	20
7.3 教員への提出形式	23
7.4 図，表，参考文献を必ずつける	24
7.4.1 参考文献は英語で書かれたものだけを参照する	25
7.5 簡単な英語で書く	25
7.6 主語	26
7.7 時制	27
第8章 おわりに	29
参考文献	31

図 目 次

5.1	PPT で作った図	14
5.2	https://tablegenerator.com	17

表 目 次

5.1	Difference between Target System and Example System	16
-----	---	----

第1章 はじめに

卒業論文は、うまれて始めて書く論文である。だから、どう書くべきかが分からないのはあたりまえだが、だからといって、好きなことを書けばよいと言うものではない。何よりも、論文で提案する手法がどういったもので、それを使うことで何が解決できるのかが、読者にわからないといけない。

論文とは「論理の文」であり、幾何の証明のようなものである。事実を順に組み立てて、結論として自らの主張に導くことが重要である。さらに自らの主張を証明するために、実験を実施し、提案する手法を定量的に評価すべきである。

論文で主張する手法は、執筆者のオリジナルなアイデアを含んでいなければならない。よって、関連する他の研究をしっかりと調査した上で、提案する手法がそれらと何が違うかを明示しなければならない。

この小文では、卒業論文をいかにまとめるをのべる。

第2章 何を書くか

卒業論文や修士論文は、このフォーマットにしたがった場合、20 ページを目安に書くことを勧める。20 ページで主張できることには限界があることを知るべきである。あれもこれも主張しようとする、どれもが不十分になってしまう危険性がある。たとえば、ある方式を考案したとして、その方式の精度が良いということと、計算時間が速いということと、簡単なハードウェアで実現できるということを全部主張するには、ページ数が足りないかも知れない。卒業論文では、テーマを所定のページ数で議論できる程度に絞り込みたい。

このテーマを既存手法と比べて、何がよくなっているかを書くようにすることが大切である。既存手法と比較すると、源氏と平家の戦いのように、ドラマティックな書き方になり、読者にとっても分かりやすい論文になる。

第3章 各章で留意すべきこと

3.1 まえがき

「まえがき」では、論文の位置付けを行なう。位置付けというのは、3.1.1 から始める節に説明されるような要素からなる。

1章にあたる「まえがき」もしくは「はじめに」は査読に論文を通す上で重要な役割を果たす。「まえがき」では、問題を提起する。しかし、同時に Introduction（導入）であるからこれは面白そうな論文であると思わせないと査読に通らない。問題を示すだけでは興味はひけない。問題点とそれを解決するエレガントな方法を示すと、

- 「へえー、勉強になりそう。しっかり読んでみよ」

と査読者は思う。こうなれば、半分ぐらい、査読に通ったようなものである。もし、「まえがき」が「○○という問題がある。」「」が必要である。」で終わっているとしよう。そうすると、査読者は

- 「じゃ、お前は一体、何をするねん？」

とちょっと腹を立てしまう。こうなると、ほとんど難しい会議の査読に通らない。

1章では、最初に、

「○○という問題がある。」

「」が必要である。」

と20から30行ぐらいを使って記述し、その次に、

「本論文では、…の手法を提案する。」

「この手法は、xxx を用いて、yyy するので、既存の方法では不可能であった zzz が実現可能で

と自らの方法の主張点を 4 から 5 行ほどで書く。さらに、

「本手法を実装したシステムにより実験を実施したところ、

*** 率が □□% となり、本手法が○○の問題解決に有効であることが実証された」

と 1 から 2 行で書いて、査読者に驚きを与え、

- ほ～ら、読んでみたいやろー

というメッセージを送る。

新しいことを主張する論文では、問題提起だけでなく、後半も重要である。

3.1.1 問題提起

「まえがき」は英語で Introduction とされる。つまり、導入である。読者に対して、これは面白そうな論文であると思わせ、この論文を読みたいと思わせることが前書きの役割りである。通常は、「世の中ではこういった問題があり、その問題を解決する」という問題提起の形をとるとうまく書けることが多い。この問題は、読者が「まえがき」を読んだときに「なるほど、確かにそうであるな」と思うようなものであれば、読者の興味を引くことになる。別の言い方をすれば、論文で主張する方法を使うことで何が解決できるのかが、読者にわからないといけない。問題点を説明する簡単な例を述べても良い。

3.1.2 過去の研究からの進歩

論文で主張する手法は、執筆者のオリジナルなアイデアを含んでいなければならない。つまり、論文では、過去の研究の成果とは違う、新しいものを提案しなければならない。過去の研究を説明し、それとの違いを示すことになる。

過去の研究を説明するには文献の引用が必要である。文献としては論文で取り上げる研究になるべく近いものを選ぶべきである。まれに全く新しい分野を拓くような論文もあり得るが、そういう場合でも最も近いと思われる過去の研究を引用することが必要である。そこで、過去の研究の到達点ではどのような課題があり解決される必要があったのかを述べる。

3.1.3 研究の到達点

上で主張した課題に対してどのようなアプローチをしたのかということを概略説明し、どういう結果が得られたのかを簡単に説明する。「まえがき」では、研究の到達点は簡単に述べるのが大切で、不必要に論文を長くする説明は慎むべきである。論文の位置付けができていれば、それ以外は真に必要な内容に限定する方が良いであろう。

読者にとって困る論文とは、理論が難しい論文ではなく、「やってみたらこうなった」という主張だけがクローズアップされたような論文である。こういう論文では、多くの場合「まえがき」で主張すべき論文の位置付けが抜けている。自分が提案する方式が、従来解決されていなかったどういう課題を解決するためのものなのかを主張することが重要である。

3.1.4 論文の構成

それぞれの章で何を述べるかを説明する論文の構成を述べても良い。しかし、これは必須ではない。述べるとしても非常に短くすべきである。

3.2 本文

3.2.1 背景

現状を説明する。関連する他の研究について述べるのが一般的である。また、後に記述する方式を説明する上で、前提として読者に知っておいてもらいたい事実や用語があるなら、これらを説明しておく。

3.2.2 方式の説明 (What)

新しいことを主張するためには、まず、自分の主張が人に理解されるように努力する必要がある。新しいことであれば、著者が最も良く理解しているはずなので、少なくともその分野の多くの専門家が著者の理解に付いて来られるように、できれば少し分野の違う人も付いて来られるように、わかりやすく論旨を展開することが必要である。

「わからないのは読者が悪い」という態度は良くない。どんなに優れた方式でも理解されなければ評価もされない。新しい道具（数学や記述法など）を利用する場合には特に気をつけて、読者がフォローできるようにするべきである。違う分野の手法を応用するような場合も同様である。たとえば、読者は情報処理の専門家であっても、数学や物理学や化学の専門家であるとは限らない。当然、不必要に難しい内容や道具を持ち出すのは良くない。新しい道具は持ち出すだけの理由（難しくなるのではなく簡単になるというような）が必要である。難しい数式などが多く出てくる場合には、読者が数式を追うことに注意を取られて論旨を見失うことがないように、論文末に付録として数式をまとめるというのも有効である。

また数式だけの羅列も好ましくなく、難しい場合は式の意味するところをことばで補って理解を助ける工夫も必要である。数学の論文ではないので、必要以上に厳密な証明のためにページ数を消費するのも好ましくない。

3.2.3 方式の実現方法 (How)

先に提案した方式をどうやって実現するかの説明が必要である。方式だけを提案して、その実現方法を示さないのは、やはり、正しくない態度であろう。ただし、実現方法は、できるだけ、簡潔に書くべきである。卒業論文に実現方法を事細かに書く学生がいるが、それは新しいものを主張する論文としてはふさわしくない。評価させるべきは新しい方式、すなわち、アイデアであり、実現方法でないであることを理解して欲しい。

3.2.4 実験と評価 (Is that true?)

多くの場合、卒業論文では実験結果が重視されると思って良い。特に、過去に類似の研究がある場合には、その方式との比較実験が重視されることが多い。可能な場合には、こうした比較実験があると、提案方式の優位性を主張するのに絶大な効果がある。

しかし、問題なのは、こうした比較実験が必ずしも可能でない場合である。たとえば、類似研究の論文に記載された情報だけでは必要なパラメータが得られないこともあるし、比較実験を行なうためには膨大なプログラムを書かなくてはならない場合もある。同じデータが揃えられないという場合もある。これは、なかなか難しい問題であるが、著者は完璧な比較実験ができない場合に、提案方式が優れているということをいかに理解してもらうかという観点で実験を行なっていただきたい。

3.3 むすび

ここでは得られた結果をまとめる。得られた結果以上の効果を主張することは慎まなくてはならない。必要以上に効果を主張すると、効果を実証するための実験が不足しているとの指摘を受けることになる。また、論文のページ数が限られているため、十分に議論できなかった点があったり、さらに別の効果を主張するための実験ができなかったような場合には、これらを今後の課題として指摘する。これによって論文が到達した点と未到達の点を明らかにすることができる。

第4章 論文のまとめ方

4.1 題名

題名は、その論文の顔である。これが悪いと誰も論文を読んでくれない。

- その論文のセールスポイントを1語で入れる。
- セールスポイントはそれを聞いただけで、何をしているかが判るようなものにする。
- 英語名でも検討すること。

できれば、題名を声を出して読んでみる。一息ですらすらと読めるような題名にしたい。

4.2 全体にわたって

以下の構成要素が必要である。

- “Why”, “What”, “How”, “It that true?” が必要

Why なぜこの研究が必要か？ ひいては、この研究の価値は何か？

What 解決策、すなわち、新しい方式

How 解決策の実装方法

It that true? 本当に解決できているかの評価

- 読者(査読者)が読むのは、概要、図、「はじめに」、「おわりに」、本文の順。

したがって、概要、「はじめに」ぐらいで勝負は決まる。

- 長い論文は禁物．読者は読むのが嫌になる．通常，卒業論文では 20 ページ前後が原則．
- 新しいことを説明するには，
 - － 読者にまず，おおまかでよいからイメージを掴ませることが大切．
 - － それからそれを正確に規定していく．
 つまり，トップダウンに書く．日本人の論文はボトムアップが多い．
- 大事なことは数少なく絞る．

そして，それらを itemize, description，さらには図を使い，余白を十分にとって目立たせる．
- 有名な既存のものがあれば，それと対抗する形で書き進めると書くほうも読むほうも楽である．源氏と平家の戦いのように書けば、だれにだってドラスティックに文を書ける。
- 読者が流れを予測できるように書く．以下のパターンを大切にすることである。つまり、“Why”，“What”，“How”，“Is that true?” の順に書き、
 - － “Why” であげた問題を
 - － “What” で書く方式で解決し、
 - － “How” でその方式を実現する方法を述べ、
 - － “Why” であげた問題が “What” で書いた方式で本当に解決できていることを “Is that true?” のところで示す。

4.3 論文のデッサン

論文は論理の文である。幾何の証明のように書く。諸君が三角形の合同を照明するときには、まず、2 つの三角形の合同であることを示す以下の 3 つの原則

- 3 辺が等しい

- 2 辺とそれに囲まれた角度が等しい
- 1 辺とその両端の角度が等しい

のうち、どれを使って問題を解こうとするのかを決めるであろう。それと同じで、論文もどういった事実を使って、なにから順番に説明していくかを決めなければ論文は書けない。まずは、頭の中の事実を並べることから始める必要がある。論文のデッサンを作ることから始めるのである。

まずは、それぞれの章に何を書くべきかを説明したうえで、その材料を整理する。

4.3.1 はじめに

- “Introduction” であるから、何をしたかを読者の興味を引くように書く。
- この研究の価値は何であることを述べる。
何が問題か (Why) を書き、それを解くために何をしたか (What) を書く。
- できれば特長を 3 点にまとめて、箇条書としたい。
- 提案手法の評価が定量的なものなら、その結果だけを書くと読者を引き付けられる。
- 全体が 20 ページなら、はじめにと background は 4 ページぐらいに収める。
早く、中心的話題に持っていく。

4.3.2 2 章 (バックグラウンド)

- 世の中はどのような状況になっていて、何が問題になっているか (Why) を書く。
- 論文で使われる概念や用語を説明する。
- すでに、行われている研究を紹介する。(他の研究との比較)
2 章があまりに長いようであれば、比較を「おわりに」の前に持って来ても良い。

4.3.3 3章以降(自分がやったこと)

- 何をしたか(What),どのようにしたか(How),本当に解決されているか(It that true?)を書く.
- “What” は題名であげたセールス・ポイントである.
- モデル(What),実装(How),評価(It that true?)の順に書くと全体としての納まりがよい.
- 「モデル」があまりに一般的で難しい場合,先に例を出すと良い場合もある.
- 自分が一番苦労した実装(How)の部分は多くなりがちなので,ここは思い切ってぱっさり切る.
- 読者が提案された手法に興味を持ったら,つぎに興味を持つのは,評価(It that true?)である.

4.3.4 おわりに

- “Why” に対する回答として,何をしたか(What)をもう一度書く.
- 評価(It that true?)の結果を示して,ダメを押す.
- 今後の課題を短く書く.

4.3.5 書き出す前に「章割」

論旨を展開する上での材料を整理する。けっして、論文を書きはじめてから思い付いたアイデアを論文に書いてはいけない。かならず、自分がいままでに検討して、十分に吟味できたものだけで論旨を展開する。論文を書きはじめてから思い付いたアイデアでは、正しい論理の展開はできない。

書き出す前に、材料を置く順序とページ配分を考える。これを「章割り」と言う。

- 各節で書くべき項目や図などの順序を設計する．

その節でつかう図や表を先に書いておくと，章割が成功しやすい．

- 全体が 20 ページなら，
 - － 「はじめに」と background は 15% から 25% ぐらいに収める．
 - － 本論を 50% から 60% ぐらい．
 - － 「おわりに」，参考文献，著者紹介を 15% から 25% ぐらい．
- 自分が達成した業績を主張する章が最も長くなるようにし，
そこに最も中心となる図を持ってくる．
- 章割で力を発揮するのが TeX の機能である．

1. 章割用 TeX ファイルの最初の章の前に

```
\tableofcontents
```

```
\clearpage
```

という TeX コマンドを入れる．これで，目次ができて，そのあとに改行される．

2. TeX の `\chapter{}` と `\section{}` を使って，章とその中の節を作る．最初はタイトルは空で良い．

論文では，通常，`\subsection{}` は使わない．`\chapter{}` と `\section{}` までで留めるのが美しいとされている．

3. 章割はボトムアップで書く．

また，普通は，3 章，4 章，5 章，すなわち，手法，実験と結果，考察から書きだす．そこで必要となる事項を 2 章で書くようにする．章割では「はじめに」と「おわりに」は空でもよい．

章の中の，それぞれの節において

- (a) その節の中で使う図や表を TeX のソースコードに入れる．
- (b) 図や表を説明するために必要なことを，`itemize` 機能を使って箇条書きにする．

- (c) その節で説明するキーワードを節のタイトルの下に，itemize 機能を使って，箇条書きに加える．
 - (d) その節で説明するキーワードをつかって，節のタイトルを考える．
 - (e) 各章を構成するすべての節のタイトルがきまったら，その章のタイトルを決める．その章内のすべての節を代表するキーワードを含めたタイトルとすると，章のタイトルとしてふさわしい．
4. すべての章のタイトルが決まれば，これを PDF 形式にして，チュータや教員に見てもらう．
- チュータや教員はこの PDF ファイルを閲覧するとき，
- － 目次で全体を見ながら，
 - － 本体で細かい部分をチェックできる
- ので，論文全体の論理の流れを見ながら，各節をチェックできる．

4.3.6 書く順序

書きだすのは，中心となる章からである。

- 普通は，3 章，4 章，5 章，すなわち，手法，実験と結果，考察から書きだす．そこで必要となる用語などを 2 章で書くようにする．
- 章割も，この順序がよい．
- 「はじめに」「おわりに」は最後から 2 番目に書く．これだけ読んでも論文の中身が判るように．
 - 「概要」を最後に書く．

第5章 図や表の書き方

5.1 図の書き方

図は eps ファイルにして、それを LaTeX にとりこむ。

5.1.1 TeX で PPT で作った図を使いたい!!

以下のようなファイルを TeX に取り込めるかを試験してみた。

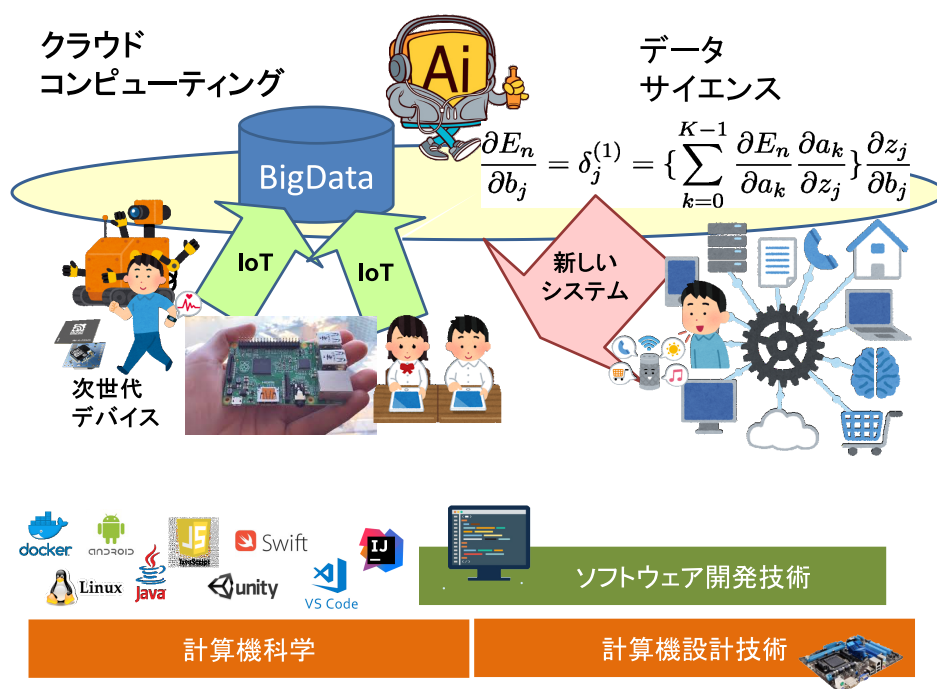


図 5.1: PPT で作った図

どうであろう．図 5.1 はうまく見えているだろうか．

表示に成功しているはずである．この図は，パワーポイントで作成したものである．しかし，残念ながら，パワーポイントは，eps ファイルに変換する機能をもっていない．そこで，OpenOffice の発表ツール Impress を介して eps ファイルに変換する．

1. パワーポイントで図を枠いっぱい作画する．余白があると，その部分も eps 化されるので，枠一派に似作画すること．
2. パワーポイントで作成したファイルを ○○.pptx としてファイルに保存する．
3. その pptx ファイルを OpenOffice の発表ツール Impress に読み込む．

OpenOffice の発表ツール Impress を起動し，「ファイル」→「エクスポート」という手順で，ファイル名を指定し，さらに，ファイルの種類から「EPS - Encapsulated PostScript」を選択して，eps ファイルに保存する．これで，○○○.eps ができる．

4. これを TeX のソースコードに取り込むことになる．TeX2e では

```
\begin{figure}[tbh]
\begin{center}
\scalebox{1.0}{\includegraphics{○○○.eps}}
\caption{図の表題をここに書く}
\label{fig:label-1}
\end{center}
\end{figure}
```

で取り込める．

ちなみに拡大率はともに 1.0，つまり，原寸と同じ大きさにしている．ここを適当に調節すれば大きさも思うがままである．

5.2 表の書き方

表の作成には，latex コマンドで作成する方法と，Excel で作った表を latex コマンドに変換する方法の 2 つの方法がある．

表 5.1: Difference between Target System and Example System

system	requirements							program size(line)	
	schemata		data items		objects		ECA rules	expanded	unchanged
	acq.	prv.	acq.	prv.	acq.	prv.			
example	3	3	12	12	3	7	12	10,483	41,338
target	7	367	1619	4039	7	2	358	257,828	

1. latex のコマンドで表をつくる .

例となる表をいれてみた。

この書き方は参考文献 [4] を参照されたい。

表のタイトルは，表の上につける．このとき，表のタイトルと，表本体の間に少しスペースを設けると見やすい．この表の TeX ソースに書かれているように，

```
\begin{table*}[t]
\caption{Difference between Target System and Example System}
\vspace{7mm}
\label{tab:requirement}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|r|r|r|r|r|r|r|r|} \hline
....
```

と言った具合に `vspace` コマンドを使って少しスペースをあけるとよい．

2. Excel で表をつくり，それを latex コマンドに変換する .

便利なツールがいくつか用意されている．以下のサイトが参考になる．

- <https://www.tablesgenerator.com/>
- <https://hikima.work/convert-latex/>
- <http://keisukekondo.webcrow.jp/computer/tex/indexjp.html>

とくに最初のサイト

<https://www.tablesgenerator.com/>

は, “File” メニューで指定できる”Paste table data...” 機能を使えば, Excel で作った表を upload して, latex コマンドに変換してくれる. multicolumn をサポートしており, 秀逸である.

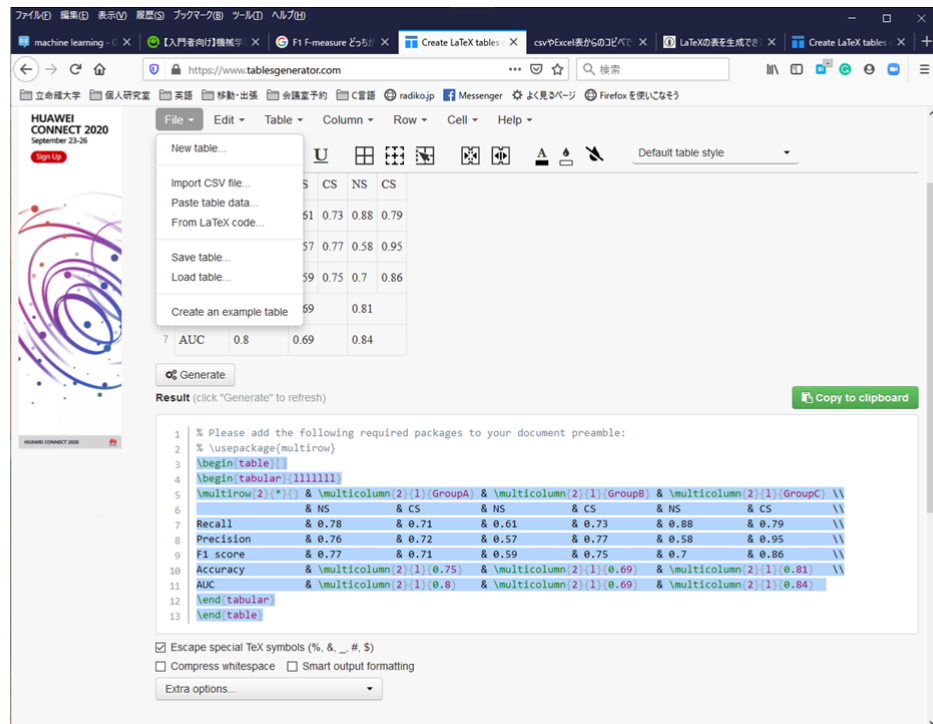


図 5.2: <https://tablegenerator.com>

第6章 数式の書き方

数式をいかに記述するかについては，文献 [4],[5] を参考にするとよい．また，他にも多くの情報が Web サイトから得られる．

文章の中で数式に使う記号を定義するときも，必ず数式として書く．LaTeX では，イタリック・モードで文字を斜体にすると，括弧や等号まで斜体になるので，不細工な表記になる．たとえば， $a = b$ と書きたいのに，イタリック・モードで書くと $a = b$ となって，等号まで斜めになってしまう．数式モードを使うとうまく表記できる．たとえば，

“被験者 p_i , ($1 \leq i \leq n$) の集合を P とする． p_i, p_j ($p_i, p_j \in P, p_i \neq p_j$) に対して， p_i と p_j の類似度を計算する関数を $similar(p_i, p_j)$ とするとき，

$$s(P) = \sum_{i \neq j} similar(p_i, p_j)$$

によって定まる値 $s(P)$ を，集合 P の集約度と定義する．”

といったように書く．文中の記号の前後にはスペースを入れると美しく見える．

文中に式を書く場合はよいが，数式が独立した行に書かれるときは，その数式は，中央に揃えて書く．

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}, \vec{b} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

また，“=” の位置を揃えることも，常識となっている．

$$2x_1 + x_2 = 5$$

$$2x_2 = 2$$

中央に揃えるのに，`aline` を使えという Web サイトもあるが，それを実施すると

$$\begin{aligned} f(x) &= a + b \\ &= c(a' * b') \end{aligned} \tag{6.1}$$

のようになってしまい，あまり美しくない．

数式の中に日本語表記を用いることは薦められない．

$$s(P) = \sum_{i \neq j} \text{類似度計算関数}(p_i, p_j)$$

などのように，日本語の部分も含めて表記すると，論文としては幼稚に見えるので，「類似度計算関数 ()」は *similar()* と表記すべきである．ちなみに，TeX では変数を英字 1 文字で表すのが一般的である．平均値を表すのに，*mean* とせず，*m* とする．

第7章 英文の書き方

7.1 まずは論理

英語でも論理の流れが重要であることは、日本語と変わらない。いままでに説明した方法で、論理の流れをしっかりと作ってから本文を書く。

1. 英語が母国語でない日本人は、まずは、論理の流れを日本語でつくとよい。
2. 日本語の論理の中で出てくるキーワードを表現する英語を決める。名詞と動詞を意識し、一覧表を作る。
3. つぎに、日本語の各文を、英語を訳した日本語のように変換する。これは英語になった時の文を意識して日本語を作ることに対応する。
4. 最後に、キーワードを使って、日本語を英語にする。

7.2 インタネット上の AI ツールの利用

近年は、インタネット上に優秀な英文記述のためのツールがあり、これらは無料で利用できる。その代表格は

- Weblio：研究社の英和中辞典，和英中辞典などをインタネット上で利用できる。
- Google 翻訳：言わずと知れた Google の翻訳サイト
- Grammarly：Google の、英文の文法ミスの検査サイト

である。これらのツールを積極的に利用することを考えるべきである。ただし、重要なのは、

Google 翻訳に，日本語を英語にしてもらうのではなく，
できた英文を，Google 翻訳に日本語にもらい，
AI でも理解できる英語になっているかをチェックする

ことである．

これらのツールには，利点と欠点がある．それを理解して使い分けると，比較的，簡単に
まともな英文が書ける．

これらのツールを利用し，以下の手順にしたがって，英文化を進める．

1. この論文のための辞書をつくる．

図の中の単語から英語にする．

Weblio などの辞書サイトを利用し，図の中の単語を英語にする．

図の中には，その研究で使われている，中心となる単語が出てきているはずである．
よって，図の中に現れた単語を英語にすると，英文の論文を書くときに使う単語は，ほ
ぼ，定義したことになる．

ただし，もし本文を書いているときに頻出する単語が辞書に登録されていなければ，そ
の単語は辞書に登録する．

図の中の日本語は，短くするために主語がないことが多い．図の中の日本語を Google
翻訳で英訳すると，命令文になってしまう．命令文にならないように，図の中の日本
語の英訳には Google 翻訳を使わないようにする．

2. 主語と述語が首尾一貫した，短い日本文を作る．

Google 翻訳を使って英文化するのなら，Google 翻訳が日本語から英語に訳しやすい日
本文をつくる．Google 翻訳が訳しやすい日本文とは，以下のようなものである．

- 主語と述語が首尾一貫している．
- 短い．

より具体的には，主語と述語の組が 1 つだけでなければならない．1 つの主語で
述語が複数ある文を訳すのは，Google 翻訳は得意でない．これは英語では，この
ような文はつukらないからである．

一般的にあって、日本語は2行以内にすべきである。

- 英語の5文型か、それらから構成される複文である。

英語の5文型に翻訳できるように日本語をつくる。複文とは、以下のような形の文である。

- － ～なので、～である (Since ～, ～ もしくは ～, because ～)
- － ～であるが、～である (Though ～, ～)
- － ～ならば、～である (If ～, ～)

これらの条件を満たす日本語文は、Google 翻訳を使わない場合でも、英語に翻訳しやすい。

3. 日本語から英語に翻訳する。

自らが作成した短い日本語を英語に訳す。Google 翻訳を使っても良いが、自分で英語を考えたほうが、よい英語ができる。

たとえば、主語のない日本語を Google 翻訳で英語に翻訳すると、命令文が出力される。論文では、命令文を使うことはまずないので、Google 翻訳で命令文が出力されたときは、入力 of 日本語を修正する。

後述するが、英語に翻訳した結果を、Google 翻訳に日本語化させることを忘れないこと。Google 翻訳に、日本語から英語に翻訳させ、それをそのまま、英語から日本語に翻訳させると、最初の日本語には戻らないことが多い。

Google 翻訳の結果を鵜呑みにしないこと。

4. 英単語を、自分の辞書にあったものに変更する。

自分で、日本語を英訳するときには、辞書の中の単語を使うことを意識するので心配ないが、Google 翻訳を使うときには注意が必要である。

Google 翻訳は、1文1文を別々に翻訳する。したがって、同じ名詞を2つの日本語文で使っていたとしても、別の単語を使ってしまう。異なる英単語を使うと、査読者は、別の概念を表していると考え、よって、査読者は理解できなくなる。

複数の文で、Google 翻訳が日本語化した日本文をみて、同じ日本語の単語であったのに、異なる英単語になっているときは、かならず、修正して一致させる。

修正するときには，辞書に登録された単語に一致させる．

5. Google 翻訳で，英語から日本語に逆向きに翻訳する．

英語の翻訳ができたなら，Google 翻訳を使って，それを英語から日本語に翻訳させてみる．自分が考えている日本語と同じ内容の日本語を Google 翻訳が出力すれば，作成した英文は正しい英文であると言える．

6. 意図した日本語が得られないときの対処

思った日本語が得られないときは，英文にする前の日本文がおかしい．最初の日本文を修正して，日本語から英語，英語から日本語の自動翻訳をくりかえす．

以下に日本語を修正すべきかについては，以下を参考にする．

- 主語はあるか
- 日本語が長すぎないか
- 主語と述語が首尾一貫しているか．

これできていないことが，もっとも多い．ここを修正すると，よい英語がかける確率がかなり高くなる．

- 英語の 5 文型，もしくは，それで構成される複文になっているか
- 同じ概念なのに，異なる日本語で表現していないか

7. 得られた英文を Grammarly でチェックする．

意味として正しい英文ができたなら，Grammarly で英文法をチェックする．Google 翻訳は，細かい英文法のチェック能力が弱い．特に冠詞や前置詞の使い方に対して，Google 翻訳は寛大である．これを Grammarly で保管する．

7.3 教員への提出形式

諸君が英語論文を書くときは，日本語で論理を示したものを英語にすることになる．これを教員が修正する．残念ながら諸君が書いた英語だけを見ると，何を言わんとしているかが

わからないことが多い。そのため、教員に英文を出すときには、日本語 1 文の下に、英語 1 文を示す形がよい。

以下の例を参照されたい。

- 諸君が英語論文を書くときは、日本語で論理を示したものを英語にすることになる。
- When students write English papers, they should convert Japanese sentences expressing logic into English sentences.
- これを教員が修正する。
- Supervisors correct the student English sentences.
- 残念ながら諸君が書いた英語だけを見ると、何を言わんとしているかがわからないことが多い。
- Unfortunately, in many cases, the supervisors cannot understand what the students want to convey with their English sentences.
- そのため、教員に英文を出すときには、日本語 1 文の下に、英語 1 文を示す形がよい。
- Students are preferable to submit their English manuscripts to the supervisors, with each English sentence placed after the Japanese sentence it corresponds to.

7.4 図，表，参考文献を必ずつける

指導教員は、英語を修正するのではなくて、英語で書かれた論理修正する。その論理が読者にわかりやすいように論文を修正するのである。したがって、論文中で参照された図，表，参考文献が、論文内に含まれていないとき、論理を修正することは不可能である。

たとえば、参考文献の場合は、教員はときには、その文献を Internet で検索して読んでから、英語の論理が正しいかをチェックすることさえある。

教員に英文の修正を願い出るときには、必ず、以下のものをつけて提出すること

- 図
- 表
- 参考文献

当然のことながら，図と表は英語で書かれたものとなる．

7.4.1 参考文献は英語で書かれたものだけを参照する

英文の論文では，参考文献として，よほどのことがない限り，日本語の論文は参照できない．日本語の論文を多く参考文献に上げているということは，自らが愚かなことを提示しているようなものである．自分が英語を話す査読者であるとして，英文論文を査読しているときに，日本語の論文を参考文献に挙げられても，それを見て，論文に書かれた内容が正しいと判断できるであろうか．日本語の論文を参考文献に挙げなければならないということは，丁寧に研究していないことを示している．つまり，その研究が低レベルな研究であることを露呈してしまっている．

日本語で論文を書く段階から，英語の論文を探して，それを参考文献に上げるようにすること．

7.5 簡単な英語で書く

英語が不得意な日本人は，難しい構文を使ってはいけない．中学生が書くような英語を使うようにする．そのほうが論理に集中できる．

以下の点に注意すると読みやすくなる．

- 英語では，ひとつの文には主語が 1 つ，述語が 1 つであることに気を配る．文と文を and でつながない．
- 主語が三人称，単数，現在形なら，動詞に s をつけること

- ものを表す関係代名詞は，先行詞が主語なら which，目的語なら省略する．
- 主語を短く，述語を長くする．
- 基本，現在形で書く．
- 「したがって」を表すような，Therefore, Accordingly などの接続詞は，すべて取る．英語では使わない．

7.6 主語

以下の点に注意すること

- I(私) は決して用いない
- 「私たち人間は」といったときには we を用いてもよい．

(例) We can improve our health if we walk more than 1 hour everyday.

「私たちがこの手法を提案しました」といったときに we を用いている論文を見かけるが，下品な感じがする．

- できるだけ無生物を主語にする．

「私たちが～を扱う手法を提案しました」といいたいときは以下のように書く．

The paper proposes a method to address

- 無生物を主語にできず，I や we を使わないと表現できないときは，受動態を使う．
- 主語が三人称，単数，現在形なら，動詞に s をつけること
- 主語を短く，述語を長くする．

日本語は主語が長く述語が短い文が多いので，主語を短くすることには特に注意する．主語が長い文が多いと，査読者はうんざりして，“Not readable” というコメントをつけて査読を止めてしまう．

- 動名詞や to-不定詞を主語にしない .

「 ~することは... である . 」ということ表現するには , It is ... to ~ を使うと良い .

[良い例] It is preferable to make sentences short in English technical paper. [悪い例]
Making sentences short in English technical paper is preferable.

良い例では主語が短く読みやすいが , 悪例は醜いことこの上ない .

7.7 時制

英語の論文は基本的に現在形で書く .

いくつかの例外がある . ただし , この例外は参考書によってルールがまちまちであり , 決定的な決まりがないのが現状である .

ここでは , もっともよいと思われる , 参考書 [3] にしたがってルールを説明する .

基本ルールは以下の 3 つ

1. 基本は現在形
2. 実験で実施したことや得られたことなど , 終わったことは過去形
3. 終わってるけど、今もそれについて考えてることは現在完了形

現在形 : 科学的真理

- 一般的事実 (不変の真理と思われてるもの)
- 文中での図表・データの説明

ただし , “Figure 1 shows that the reaction rate increased with increasing concentration of A.” のように、図が示す結果が過去に得られたものの場合、that 節内は過去形

- 数式、実験装置の説明、操作手順

“We developed an SEM that uses higher electron density to increase resolution, because we assumed it gets the highest electron density.” ここで、SEMを開発したのは過去のことなので、過去形だが、that 以下は現在でも真実なので、現在形になる。逆に uses を過去形にすると、現在では 高い電子密度を使用していないことを意味する。developed のように実験でとった操作，assumed のようにモデル構築のさいの仮定などについて述べるときは、過去形にする。

- 自分の研究結果から得られた結論、解釈、仮説

“From these results, we conclude that the reaction rate increase with increasing temperature.” 自分の論文で結論を出しつつあるので、現在形 conclude をつかう。また、じぶんが今、真実だと思っていることを結論するので、that 節内も現在形をつかう。

- Introduction や Discussion では、すでに確立した知識を強調することが多いので、現在形にすることが多い¹。ただし、“Einstein stated that mass is converted to energy.” は正しく、この場合、時制の一致は適用しない。

過去形：研究のために手を動かしたこと（実験・数値計算など）

- 自分の行った実験方法、材料、器具の記述

“Scanning tunneling microscope was used to image the Si(100) surface morphology.” 逆に、これを現在形にすると、一般的な事実だと思われる。

- 今書いてる論文で発表する自分の研究の結果の記述

“The reaction rate was stable when the temperature was less than 25 °C.” 過去形にすることで、これが書き手の研究の結果であることが分かる。

- 先行研究の成果の引用。（その内容は確立された知識とみなされ、現在形にする。）

“Jones (1997) reported that g form of the compound is the active component.”

現在完了形：過去に行われたけど、本研究に強く関連すること。

「過去にやったことが今も真実である」もしくは、「今やったばかりのことだ」という気持ちをあらわす。

¹このルールについては意見が分かれるところである。

第8章 おわりに

論文では、みずからのオリジナルのアイデアを読者にわかるように説明する。論文は論理の文であることを理解するべきである。論文では論理が瀧のように上から下にストンと流れ落ちるように構成しないといけない。

まずは、論文のデッサンを作成し、材料を整理する。その上で一気に書き上げるのがよい。

謝辞

本稿をまとめるための有益なご指導を京都大学で与えてくださった故 上林 弥彦教授に深謝します。そして、本稿をまとめる動機を与え、さらに、執筆を支えてくださった立命館大学情報理工学部データ工学研究室のみなさまに心より感謝します。

参考文献

- [1] J.F.Allen, Towards a General Theory of Action and Time, *Artificial Intelligence*, Vol.23, No.2, pp.123-154, 1984
- [2] P.A.Bernstein, Middleware, *Comm. ACM*, Vol.39, No.2, pp.86-98, 1996.
- [3] 小野義正, ポイントで学ぶ科学英語の効果的な書き方, 丸善, 2008
- [4] L.Lamport 著, 倉沢訳, LaTeX, アスキー出版局, 1990.
- [5] すずきひろのぶ著, やさしい LaTeX のはじめかた, オーム社, 1994.
- [6] <http://www.ipsj.or.jp/>

付録

以下に、論文を書くうえでの注意事項、いわゆる TIPS をあげておく。

- 技術論文では句読点は「 」、 「 , 」を使う。「。」「、」は使わない。

- 基本的に論文は現在形で書く。

例外として、「おわりに」では、「本論文では○○を提案した」などと過去形で書く。

- 文中に（ ）を使うことは、英語の略語を説明するとき以外は、薦められない（ ）を使って説明を加えるのは慎むべきである。

例

○ 「指定された単語の TF (term frequency: 単語出現頻度) を計算する」

× 「閾値 θ 以上の値 (この場合 , θ 値は 1.0) のみ計算する 」

- 論理を展開する論文では「私は」という主語ははありえない。どうしても使いたければ「著者は」となるが、できるだけ使わない方がよい。
- 日本語では主語がない文が書けてしまうので、注意が必要である。1 つの文を書き終わったら、主語があるかチェックする癖をつけておくといよい。
- 現代国語では、以下の品詞に相当するものはひらがなで書くようである。

－ 接続詞

－ 連体詞

－ 副詞

「もっとも」、「ふたたび」など

－ 助詞

「できる」と書いて、「出来る」と書かない。

－ 助動詞

－ 形式名詞

「～するとき」、「～すること」、「～するさい」、「～するたび」など

- 参考文献の書き方は論文を提出する学会によって異なる。学会の論文投稿規定をよく読むこと。さもないと査読に落とされることすらある。卒業論文、修士論文の場合は、情報理工学部の研究者の主たる活動分野が情報処理学会であることから、情報処理学会の論文投稿規定 [6] に合わせるのが無難である。
- 参考文献を参照する位置は、その参考文献に書かれた内容を示す単語、もしくは、文が自分の論文に現れたところに書く。もし、文に参考文献を示すのであれば、

情報処理学会のホームページに論文投稿規定が掲載されている [6]。

のように、ピリオドの前に参考文献を挙げる。