

はじめての論文執筆

お茶の水女子大学 理学部情報科学科
伊藤研究室 ゼミ資料
2018年3月22日公開開始
2020年12月11日現在の資料

本文書は、論文執筆に関する研究室ローカルルールについてまとめた文書です。論文全体の構成から、形式的な注意点、原稿を再利用するときのチェックポイントなどについてまとめました。

本文書の主な対象者は、情報系研究室に配属して1年以内の学生、および後輩の原稿を添削する先輩学生（主に大学院生）です。

なお本文書では以下の内容は扱いません。

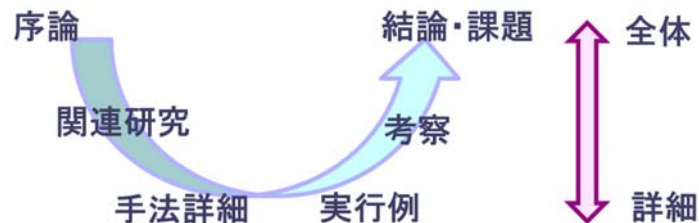
- 研究内容の課題発見や問題解決そのものについての議論
- 英語特有のチェックポイント（別のゼミ資料）
- 学位論文特有の注意点（<http://itolab.is.ocha.ac.jp/~itot/message/msthesis.html> 参照）

1. 研究論文の概略的な構成

伊藤研の研究分野にて学会等に投稿する論文は、以下の5つの内容で構成されるのが一般的であり、これがそのまま5章構成の論文となることが多いです。

- 序論
- 関連研究
- 提案内容・手法詳細
- 実行結果・考察
- 結論・今後の課題

まず序論では、その研究を始めるための背景や問題設定を述べ、論文の全体像を示します。そして関連研究を紹介することで問題設定を具体化し、さらに提案手法の詳細に入り込みます。そして個々の実行例を具体的に示した後、実行例を集めて得られる考察を述べます。そして最後に研究全体の結論と課題を述べます。つまり論文の構成は、全体像を示してから徐々に詳細に入り、結果を示しながら徐々に詳細から全体像に戻ってくる、というU字型？V字型？の構造と考えるとよいでしょう。



以下、各部分について注意点を述べます。

1.1 序論

1.1.1 序論の構成

序論の章では主に以下のような内容を順に論じます。あくまでも一案として、起承転結を描くように論旨を展開するといいかもかもしれません。

【起】研究分野に関する背景・歴史・前提など

【承】自分の研究課題に関する最新の研究動向

【転】自分の研究課題において残されている問題点・今後の新たな展開

【結】自分の研究に関する提案内容や実行結果の概要

また、論文中で示す実行結果との整合性についても注意して下さい。この章では何が課題であってそれに対して何を提案するか、ということを示しますが、実行結果がその課題に対する解決手段の検証になっているかを考えて下さい。実行結果がそこまで至っていない場合には、その現状に1章の書き方を合わせる必要があります。論文全体が「概要の章で示した自説を、実行結果の章で検証する」という構成になっていることが重要です。

1.1.2 序論での文章表現

この章が読みにくいと読者は論文を最後まで読んでくれないかもしれません。できるだけ明瞭な構成で、その論文の専門分野に詳しくない人にも読みやすい文章を心がけてください。

一方で、わかりやすさを狙いすぎるのも「過ぎたるが及ばざるが如し」です。あまりにもフレンドリーな文章は、専門家から見ると失礼にあたるかもしれません。また、過度に専門用語を避けて書かれた文章は、時として一意性がなく人によって異なる解釈を与えてしまうかもしれません。多くの論文を読んでそのさじ加減を理解してください。

1.1.3 研究室・研究分野固有の傾向

伊藤研の方針として、以下の点を意識しながら序論の内容を考えてほしいと思います。

- もし自分の研究成果が世の中になければ、何が世の中に不足しているか、あるいは同じことを実現するのがどれだけ難しいか。
- 自分の研究成果はどのような人がどのように喜んで参照してくれるか。どのような科学的貢献があるのか。あるいはどのような実用的価値があるのか。

なお伊藤研の分野では、序論の末尾に「本論文の貢献」を箇条書きする論文も多数あります。これを序論の章で明確にしておかないと、査読者によっては「本論文の貢献を明確にせよ」というコメントをつける場合があります。また当該分野の多くの論文では、序論の末尾に、次章以降の構成を述べる論文も多数あります。

1.2 関連研究

1.2.1 先行研究を構造化する

自分の研究に関連する、過去の研究について、論文をいくつか引用し、その内容を大雑把に説明してください。何本の論文を紹介すべきか、どれくらい細かく説明すべきか、は作成すべき文章のページ数や内容によって異なります。

なお、単に論文を紹介するだけでなく、その論文にて課題として残っている点は何であるか、自分の研究はそれとはどのように異なるか、という点が明確になるように論旨を組み立てて下さい。

もう一つ重要な点として「先行研究を構造化する」という点があります。論文中にて紹介する先行研究をあらかじめ明快に分類してください。そして先行研究をいくつかの段落に分けて紹介することで、その分類構造を明らかにしてください。同時に、なぜその先行研究が論文中で紹介されているのかが読者に明確に理解されるようにしてください。

なお、先行研究の調査方法や構造化については、別資料「研究分野をサーベイする」をご参照ください。

(<https://www.slideshare.net/iToooooooT/itolab-how-to-survey-2017>)

1.2.2 研究室・研究分野固有の傾向

伊藤研の研究分野において参考文献が日本語しかないというのはほとんどありません。よって日本語しか参考文献のない論文はありえないと考えて、早期から日本語だけでなく英語の論文も調べるように心がけて下さい。

1.3 提案内容・処理手順・手法詳細

1.3.1 提案内容をトップダウンで紹介する

この章では、自分の研究の中で、「これが世の中で新しい」というコアな部分を説明します。できるだ

け**数式・図・表・フローチャートを多用**し、文章だけで説明するのは避けてください。

また、この章は全体の構成をよく考えて書いて下さい。**最初に研究のコア部分の全体像を説明して下さい**。これがないまま唐突に細かいことを説明しても理解されません。トップダウンに提案内容を説明することが重要です。

そして全体像を説明した後に、提案手法を構成する個々の要素技術を説明して下さい。このとき要素技術の説明順には一貫性があるようにしてください。著者が開発した順に沿って、ユーザの操作手順に沿って、計算機の処理手順に沿って、という何通りかの組み立て方がありますが、どの考え方にしても首尾一貫していることが重要です。

1.3.2 再現可能な記述を心がける

提案内容の記述で重要な点がもう一つあります。それは「同じ手法を読者が再現できるような書き方を心がける」ことです。そのための汎用的な方法として、説明を文章だけに頼らず、数式・アルゴリズム・図表などを効果的に用いることで、一意性の高い記述を目指してください。これは理工系全般における論文の基本であり、当研究室の皆さんはこれを習得することが大学院に進学する最重要課題の一つといっても過言ではありません。

1.3.3 普遍的な内容を心がける

次節でも説明しますが、提案内容の記述はできる限り「普遍的な内容」にとどめてください。著者の開発環境や実行環境に特有の事情、実行結果を示すために用いたデータの詳細、ユーザテストなどの参加者の内訳、などは原則として実行結果の章で記述します。

1.4 実行結果・議論や考察

1.4.1 実行結果

この章では実行結果を示します。この章は基本的に、前章までで説明した理論や機能が適切に動いていることを実証してみせる章です。**理論や機能の提案や説明がこの章に混じってはいけません**。また実行結果についても、その実験や検証の過程を読者が再現できるような書き方を心がけるべきです。

伊藤研の論文では実行結果を画像で示すことが多いですが、多くの場合において実行結果を数字で評価することが重要です。例えば誤差が小さいこと、計算時間が小さいこと、先行手法と比べて性能が優れていること、などを数字で評価します。また伊藤研の論文に限って言えば、ユーザテストなどを実施してその集計結果を数字で評価することが重要な意味をなす場合も多くあります。

実行結果の執筆の際には、執筆すべき内容をチェックリスト化するといいかもかもしれません。以下に簡単な一例を示します。

実験の目的や目標／開発環境や実行環境／参加者の人数や属性／
実験の工程と手順／実行結果（数値）／実行結果（画像など）／
実行結果の統計的分析手法／参加者から寄せられたコメント

1.4.2 議論・考察

論文では実行結果を示すだけでなく、その結果全体を総括して議論や考察を進めることも重要です。研究の初期段階ではまだ考察はできないかもしれませんが、ページ数制約のきつい場面では考察まで書く紙面はないかもしれません。その段階から進展して査読付き学会等に投稿する際には、単に実行結果だけでなく、その実行結果のどこがよかったのか、なぜよかったのか、どこが悪かったのか、なぜ悪かったのか、といった考察にも紙面をさいて下さい。そして実行結果をしっかりと解説した上で、この実行結果が科学的・技術的にどんな知見や貢献をもたらすのか、この結果の先にはどんな展望があるのか、といった点を議論してください。

1.5 まとめ・今後の課題

1.5.1 まとめ

この章の前半では論文全体のまとめを書きます。概要の章でも自分の研究内容を紹介しますが、ここではどちらかといえば、論文全体を読み終えた人への復習、そして実行結果などから得られる結論などに重点を置いて下さい。

1.5.2 今後の課題

この章の後半では今後の課題を書きます。ここでは本当に大切な課題を厳選して説明するようにしてください。2.3 日で解決できるような小さな課題を、わざわざ研究室外の人に説明する必要はありません。ただし紙面に余裕がある場合には、厳選せずにたくさん課題を載せてもいいでしょう。

なお「今後の課題」を原稿に列挙する際には、その順番もよく考えて下さい。あくまでも例として、

- 関連性の高い課題はひとまとめにする
- 短期的な課題と長期的な課題をわけて、短期的に着手できるものから順に書く。

といったことが考えられます。

余談1：アブストラクト・概要・まとめ

論文を書いているとアブストラクト・概要・まとめの3箇所にわたって似たようなことを書いている、という違和感をもつことがあると思います。私自身も若い頃そう思いました。アブストラクト・概要・まとめの3者には以下の機能的な違いがあることを理解して下さい。

アブストラクト：

この論文に書かれている内容を全体的に示す要約。アブストラクトは本文から分離して単独で配布されることがあるので、アブストラクトだけが独り歩きしても論文の全容が伝わるような構成で書く必要があります。問題設定や提案内容だけが記述されているアブストラクトをよく見かけますが、本来でしたら実行結果についても言及すべきです。逆に本文に書かれていなくてアブストラクトにのみ書いてあるような内容は本来あってはいけません。

概要：

初めて読む人のための導入文。なぜその研究をするのかといった問題設定を説明し、これから提案する内容を紹介します。ただし、論文を最後まで読み進めないと理解できないような詳細な内容には踏み込まないでください。

まとめ：

概要とは全く逆に、論文の概要を復習するだけでなく、論文を読んだことで新しく得られた知見を重点的に論じます。論文全体の復習を書き、実行結果などから得られた知見なども総括するようにしてください。

余談2：研究分野固有の習慣

ここでは伊藤研の研究分野に固有の習慣をいくつか紹介します。いずれも研究内容をトップダウンに理解させる指向の強い研究分野ならではの習慣であろうかと思います。

1 ページ目の冒頭に図1を置く：

システム構成・処理手順・実行結果などを1ページ目の一番上に置かれた図1でいきなり誇示(?)することで、その研究に興味を持たせるように構成された論文が多くみられます。また図の題を読むだけでほとんど研究の概要を理解できるように、図の題を長めの文章にする論文も多く見受けられます。査読者によっては「1 ページ目の図1で研究成果をアピールせよ」「図の題に説明性を高めよ (descriptive にせよ)」といった採録条件をつけてくることもあります。

研究の要点を箇条書きする：

伊藤研の研究分野では、研究の主張点や課題などを箇条書きすることで明確にする論文が増えています。箇条書きにすることが多い主なポイントは以下の通りです。

- Goal: 当該研究が目指す大きな目標
- Task: 当該研究が実現したい業務・処理手順・操作手順など
- Requirement: Goal や Task を実現するために必要な要件
- Contribution: 研究の貢献 (例えば提案手法の新規性や実行結果の有効性など)

これらを論文の前半で明確にしたのちに、これらを検証する形で提案手法の詳細を説明し、実行結果を解説します。提案手法がどのような構成になっているからTaskが実現されRequirementを満足させているか、あるいは実行結果がGoalやRequirementをどのように実現しているか、といった点を検証します。これら

の内容をリスト化することで、査読者との齟齬が生じるのを防ぎやすくなります。

2. 論文中の言葉使い

理工系の学術論文（に限らず、企業に就職してから関わる技術文書の多く）では、皆さんが日常生活で接する文章表現とは少々異なる文章表現が要求されます。また理工系の文書では、文意に曖昧性や情緒を含んではいけない（＝誰が読んでも同じ意味にとれる文章でなくてはならない）という考えから、日常で使う日本語以上に文法的に正しい文章を書くことが要求されます。このあたりに慣れるのが難しいところ です。以下、伊藤が学生の手稿を添削する際に頻りに指摘する点を列挙します。

2.1 主語の明記

曖昧性や情緒を含まない明示的な（理工系の文章として望ましい）文章を書く第一歩は、主語を明確にすることです。学術論文に慣れない学生の文章には、主語が見当たらない文章が非常に多いので、注意しましょう。

主語を何にしていいかわからない場合、多くの文章において、「本論文」「本報告」「本手法」あるいは「我々」「筆者らは」などの単語を主語にすることができます。これらを積極的に主語として用いるとともに、これらを正確に使い分けてください。

※「本論文」「本報告」は出版媒体を指す。手法を指すときには「本手法」であるべき。

※「本報告」は原則として、口頭講演やポスター講演に使う。

論文誌への投稿、修士論文、博士論文では「本論文」という。

※「本研究」という言い回しは、特に必要な時、あるいはゼミ内部での配布原稿には差し支えない。

学外原稿では「本論文」「本報告」「本手法」に置き換えられるなら置き換えるとよい。

※「我々は」「筆者らは」という言い回しも、必要があれば使ってよい。

2.2 日常的すぎる形容詞や動詞の排除

理工系の論文における「好ましい文章」の基準として、「誰が読んでも同じ意味にとれる文章」という観点があります。これを目指すためには、日常的すぎる形容詞や動詞を排除する必要がある時々生じます。へんな話ですが、「一見誰にでも理解できるように見える日常的な文章は、あまりにも自明であるか、逆に曖昧性が高い、といったことが多いので要注意」ということがあります。往々にして論文には「わかりやすい単語はわかりにくい」ということが起こりがちです。

伊藤研の論文で具体例をあげましょう。伊藤は可視化の研究で「わかりやすい可視化」「見やすい可視化」といった単語は禁句だと思っています。わかりにくい可視化なんて目指す人いるでしょうか？わかりやすい可視化を目指すなんて、当たり前すぎて何の情報にもなってないですよ？ また「わかりやすい」という単語は主観的すぎて、さらに意味が広すぎて、それだけでは読み手によって異なる意味にとられることが容易に予想されます。一方で、「わかりやすい」という単語を少し踏み込んだ説明に置き換えて、「短時間で理解できる」とか「専門家でなくても理解できる」とか「誤解を招かないように理解できる」というように形容されていれば、少しは一意性のある文になるかと思えます。

つまり上記の問題では、「わかりやすい」「見やすい」といった、一見誰にでも理解できそうな単語を使うことが、却って逆効果になることを意味します。よって、このような単語を避ける努力をすべきです。

もう一つ別の具体例をあげましょう。開発したソフトウェアの「入力または出力を単に「データ」と呼ぶのは避けるべき」だと伊藤は考えています。その情報は数値なのか文字列なのか、あるいは画像や音声なのか、数値であればスカラーなのかベクタなのか、といった点が「データ」という単語からは読み取れません。もっと具体性のある単語を選ぶべきであろうかと思えます。

2.3 助詞の用法

助詞は各単語の文中の役割を明示的にする働きをもちます。一般的に、主語には助詞「が」「は」がつき、目的語には助詞「を」「に」などがつきます。最近の話し言葉では助詞の使い方が曖昧になっている傾

向にあり、特に主語でない単語に「が」「は」をつける傾向がありますが、文意の曖昧性を防ぐという意味から、避けた方がよいと伊藤は考えています。

(例) ドアは閉めておきます → ドアを閉めておきます

2.4 単純な文法の優先的使用

論文では一般的に常体で文章を書きます。ただし謝辞などで敬語を使うことがあるというような例外があります。

皆さんは英語で時制の原則について習ったかと思いますが、日本語で論文を書く時もこれに習って下さい。提案内容の理論やアルゴリズムは普遍的なものなので「現在形」で書きます。実験や適用事例の手順や結果を示すときは「過去形」にすることが多いです。

また、単なる現在形などの文法的に単純な構文で記述できる文は、できるだけ単純な文法で書きましょう。文法的な回りくどさを避けましょう。特に不必要に進行形を使う人が多いので気をつけて下さい。

実験します → 実験する

実験していく → 実験する

実験を行う → 実験する

2.5 あえて平仮名を使う単語

理工系の学術論文では、漢字でも平仮名でもかまわない単語を、あえて平仮名で記述する例が多々あります。むしろ平仮名にしたほうが読みやすくなる場合が多いです。伊藤研の添削も、この慣例に従うものとしします。以下を参考にして下さい。

出来る→できる ...な事→...なこと ...な所→...なところ 殆ど→ほとんど

基に→もとに 同士→どうし 又は→または 更に→さらに

従って→したがって 挙げる→あげる

2.6 JIS 規格によるカタカナ表記

JIS という規格により、理工系の文章ではカタカナ用語の表記に独特の習慣があります。非常に多くの人が踏襲している規則に、「3音以上の場合には、語尾に長音符号を付けない」というものがあります。伊藤研の添削も、この慣例に従うものとしします。

「ユーザーインターフェース」→「ユーザインタフェース」

2.7 句読点

情報系の学術論文では、句読点を「、。」ではなく全角の「，。」にする場合が多いので、伊藤研でもこの慣例に従うものとしします。なお、半角の、や、は日本語の句読点には使わないでください。

※理工系研究者の中には、最初から全ての日本語の句読点を「，。」しか使わない、という人も多いです。

伊藤は日常生活では普通に「、。」を使う派なので、論文の句読点は提出直前に一括変換します。

2.8 そのほかの形式的なこと

以下に形式的な注意点を列挙します。

- 各段落の最初の文字は、一般的な日本語の文章と同様に字下げしてください。
- 句読点の直前にカッコ書きや参考文献番号があるときには、カッコ書きや参考文献番号を先に書いてから句読点を書いてください。
 - 伊藤は提案した[1]. × 伊藤は提案した. [1]
 - 結果を示す(図1参照). × 結果を示す. (図1参照)
- 伊藤研では強い理由がない限り全角英数字の使用を避けるようにしています。数式表記部分との見た目の親和性、主に外国人が非日本語環境で日本語論文を目にしたときの考慮、などいくつかの理由があります。

3. 研究論文の形式的な注意事項

続いて研究論文の構成をもう少し細分化して、各種の形式的な注意事項をまとめます。

3.1 原稿の冒頭部

原稿の冒頭部には、以下の情報を記述してください。原則として題名・氏名・所属は本文とは異なるフォントを使うようにしてください。書式が指定されている原稿にはそれに従い、指定されていない場合には自分でフォントを選んでください。

3.1.1 発表の題名

自分の研究内容が一目でわかるような題名を考えてください。特に関連研究に対する差異や優位性が伝わるキーワードを選ぶことが重要です。

日本語論文であっても英語の題名が必要になることもあります。最近では原稿を提出する前に題名とアブストラクトだけを先に提出する学会が多いようですので、この時点で一度添削を受けるとよいでしょう。

3.1.2 発表者の氏名

学内発表（ゼミ発表および卒研発表）のときは自分の氏名だけを記載します。学外発表では自分だけでなく共同研究者（指導教員を含む）の氏名を連名にします。

日本語論文であっても日本語と英語の両方の表記を必要とする場合がありますので、共同研究者の氏名表記をよく確認してください。海外の共同研究者を日本語論文で連名にする場合には、その氏名はカタカナや漢字でもアルファベットでもどちらでも結構です。

3.1.3. 発表者の所属（＝学科・研究科など）

学内発表（ゼミ発表および卒研発表）のときは発表者の所属学科・所属研究科は自明なので省略することが多いです。むしろ所属学科・所属研究科を書かずに研究室名や指導教員名だけを記載する書式もあります。

学外発表のときは例えば「お茶の水女子大学理学部情報科学科」というように学科名までを明記することが多いです。大学院生は例えば「お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科」というように大学院での研究科名を書いてください。大学院に進学したのに進学前の学部・学科を書くというミスは避けてください。学外発表のときは研究室名や学年は書かないのが一般的です。なお、大学名だけを書いて学科名や研究科名を書かないのが通例になっている書式も時々あります。

連名者の所属が異なるときは、全ての所属を書く必要があります。日本語論文であっても日本語と英語の両方の表記が必要なこともありますので、よく確認してください。

3.1.4 アブストラクトとキーワード

論文の投稿申込期限と原稿提出期限が異なる日に設定されている場合、論文を書きあげるより前にアブストラクトとキーワードを提出する必要があるかもしれません。これらも早めに添削を受けるとよいでしょう。日本語と英語の両方が必要なこともあるので注意してください。

3.2 本文

伊藤研の活動範囲の大半において、論文中の本文は2段組（1ページを左右に分割したレイアウト）となります。しかし稀に1段組（左右に分割しないレイアウト）の書式を指定されることもありますので、学会が提供する書式にご注意ください。例として、数学や物理などに関連の深い分野では1段組を指定される傾向があります。

3.3 章題名

文章内容上の適当な区切りで章を分けるようにしてください。特に指定がない限り、すべての章に章題名と章番号をつけてください。原則として章題名は本文とは異なるフォントを使うようにしてください。書式が指定されている原稿にはそれに従い、指定されていない場合には自分でフォントを選んでください。

3.4 図表

少なくとも伊藤研の活動範囲での論文では、図や表を挿入するときには、すべての図、すべての表に、

題名と通し番号をつける必要があります。図の題名と通し番号は図本体の下に書くのが通例です。逆に、表の題名と通し番号は表本体の上に書くのが通例です。また本文からすべての図と表を引用し、その内容を説明する必要があります。

また複数の図を左右に並べるときは、左右の図に異なる番号をつけるよりも、図 1(左)(右)というように記載するのが通例です。

3.5 参考文献

論文執筆において参考にした文献は最後に全部まとめて列挙するのが通例です。特に指定がない限り、すべての参考文献には通し番号または通し記号をつけます。また、原則として本文からすべての参考文献を引用してください。

参考文献は著者の几帳面さが一発でわかる要注意な場所です。参考文献の書式が1本1本バラバラな論文は「雑に書かれた論文」と見られることがあります、ひいては筆頭著者が雑な仕事をする人だと見られることもあるかもしれません。格言風に言えば「参考文献の乱れは著者の乱れ」です。きわめて形式的なことではありますが、一定の注意を払いましょう。

参考文献の書式は自分の中で統一した基準をもっておくことが重要です。論文の書式として参考文献の書き方が細かく指定されている場合はそれに従えばいいですが、指定されていない場合には自分で基準をつくって統一性を図ることが重要です。伊藤は参考文献の書式が指定されていない場合には以下の基準で統一しており、原稿添削時のチェックポイントにもこの基準を用いています。

- ・ 原則として「著者、題名、掲載雑誌名、巻番号、号番号、掲載ページ数、掲載年」の順に記載する。
- ・ 通し番号・通し記号と著者名の間に半角空白を入れる。
- ・ 海外著者はファーストネームから書くか、ラストネームから書くか、統一する。
- ・ 海外著者のファーストネームはイニシャルにするか、フルスペルで書くか、統一する。
- ・ 海外著者のイニシャルの次には、ピリオドと半角空白を入れる。
- ・ 日本著者の名前は名字だけにするか、フルネームにするか、統一する。
- ・ 日本著者の名前をフルネームにする場合、名字と名前の間に空白を入れない。
- ・ 論文タイトル名は、前置詞や冠詞を除き、単語の一文字目を大文字にする。
- ・ 英文の学会名や論文誌名、会議名は略さない。
- ・ Vol. No. pp. といった省略単語にそれぞれピリオドと空白文字を入れる。
- ・ 最後にピリオドを入れる。

4. 論文を書く道具

4.1 LaTeX か WORD か

情報系の学会において論文を書くツールは長い間にわたって LaTeX と WORD の2大勢力があります。情報系の大学教員には WORD を使いたがらない人がたくさんいます。情報系の研究室の中には WORD で論文を書くことを禁止する研究室もあります。それくらい論文を書くツールの選択には研究者や組織のポリシーがつきものです。

伊藤は会社員時代には LaTeX を使う機会が少なく WORD を多用していたこともあって、現在でも LaTeX も WORD も両方使っています。研究室の学生間でも LaTeX と WORD が常に混在しており、個人的には正直どちらでもいいと思っています。一方で研究室内ではかねてから、以下に該当する場合には WORD を使うのをやめて LaTeX で書くことを強力に勧めています。

- ・ Mac で論文を書きたい人 (Mac の WORD は挙動がとても悪い気がする)
 - ・ 複数の PC を併用して作業をしたい人 (WORD は環境の違いによる誤動作が多い)
 - ・ 数式を多用する人 (WORD の数式エディタは疲れる)
 - ・ 長大な論文 (WORD はページ数の増加に沿って急に重くなる)
- ※伊藤研では修論・博論のテンプレートは LaTeX のみで、WORD で書く人はいません。

- フォントの選択や図番号・参考文献番号の設定などが面倒な人
- 参考文献の書式を論文ごとに修正したい人 (LaTeX には BibTeX という環境がある)

※いずれも伊藤の主観にすぎません :-)

ところで、伊藤研の可視化の研究では非情報系の学会に投稿する機会も多々あります。非情報系の学会ではサンプルが WORD しか与えられていない場合も多いので、その場合はあらかじめ WORD で書きましょう。

また、社会に出て研究職以外の職種に就いたら LaTeX なんて一生一度たりとも使わない人のほうが圧倒的に多いでしょう。だからこそ学生時代のうちに LaTeX のような文書システムを体験してみるべきというのも一理あるでしょうし、逆に就職後のための一種の予習として WORD のスキルをつけておいて損はないというのも一理あるでしょう。

4.2 WORD での書式調整

LaTeX で論文を書く時には書式の注意点の多くを所定のスタイルに任せることができますが、WORD で論文を書く時には書式を調整しないといけない点がいくつかあります。以下に伊藤が原稿添削時にチェックする点の例を示します。

題名・著者名・所属名：

日本語をゴシック体のフォント、半角英数字を Arial など で統一し、題名には太字を用いる。中央揃え機能を用いてレイアウトする。

アブストラクト・本文：

MS WORD の場合は日本語を明朝体のフォント、半角英数字を Times New Roman など で統一する。本文は「左揃え」や「中央揃え」ではなく「両端揃え」にする。

※Times 系のフォントは数式エディタにも使われているため、理工系論文の本文においては他の英字フォントよりも親和性が高い。

章題名：

日本語をゴシック体のフォント、半角英数字を Arial など で統一し、必要に応じて太字を用いる。

数式・変数：

原則としてすべて数式エディタを用いて記載する。

なお WORD の論文書式でサンプルファイルやテンプレートファイルが与えられている場合には、そのファイルに設定された各種スタイルを使うことを優先しましょう。

4.3 図の作成

伊藤研の皆さんは、コンピュータビジョンの授業で「ラスタ画像」と「ベクタ画像」の違いを習ったのを覚えていますでしょうか。紙面に図を載せるに当たり、拡大縮小しても劣化が小さいのは「ベクタ画像」です。逆にいえば論文に図を載せるときは「ラスタ画像」を極力避けるべきです。

例えば PowerPoint などから WORD (または LaTeX に挿入する図の作成環境) に単純に図をコピーすると、自動的にその図はラスタ画像になってしまいます。また、別のソフトで作成した図の画面キャプチャを撮ると、それも自動的にラスタ画像になってしまいます。このような図の作成方法をできるだけ避けましょう。ラスタ画像にならずに図を作る方法として、以下を強く推奨します。

- WORD で原稿を作成している場合、面倒くさがらずに WORD の作図機能を用いて図を作るのが確実。
- PowerPoint などで作った図を原稿に流用する場合、WMF (Windows Meta File) などのベクタ画像で保存してから読み込む。LaTeX で使う場合には、WMF などのベクタ画像ファイルを EPS などのベクタ画像ファイルに変換する。
- Mac の場合には PDF や EPS を直接保存できる場合もあるので、LaTeX で図を作る場合にはそれを流用する。(ただし PDF ファイルを図として LaTeX に挿入する方法は環境によっては動かないことがあるので注意。)

5. 共著者とのやり取り

皆さんは学生時代のうちに単著で論文を書くことは滅多にないでしょう。ほぼ間違いなく指導教員の添削を受けるでしょうし、それ以外の共著者からもアドバイスを受けることがあるでしょう。それに関するいくつかの注意事項を述べます。

5.1 論文添削依頼の基本姿勢

皆さんの共著者はほぼ間違いなく忙しい人でしょう。論文投稿期限前日になって「明日までに提出したいので今日読んでください」といっても今日のうちに時間をつくるのは困難です。論文投稿前に十分な余裕をもって共著者に論文を見せてください。

また皆さんの中には研究室外に共著者がいる人もいます。本来なら研究室外の共著者にも筆頭著者が自分で添削依頼を出すのが望ましい姿であり、指導教員が研究室外の共著者に原稿を見せるのは例外的状況である、と伊藤は考えます。むしろ、「学生本人から連絡が来ることなく指導教員が原稿を見せることに不快感をもつ」という共著者もいるかもしれない、というくらいの感覚でいてください。

5.2 論文添削依頼のスケジュールリング

5.2.1 研究室学生と指導教員による段階的添削

研究室によっては、まず先輩学生が後輩学生の論文を添削し、最後に指導教員が添削する、という手順を踏む研究室もあります。これは先輩学生にとっていいトレーニングになるいい方法だと思います。

ただし、伊藤はこの方法を採用していません。理由は2つあります。1つは伊藤研の研究室学生の研究テーマがバラバラすぎるという伊藤研固有の事情によるものです。もう1つの理由は、先輩学生が論文の細部を添削しても、そのあとに指導教員が論文の大きな構成をまるごと書き換えさせるような指示をしてしまったら、先輩学生による細部添削は無駄になってしまうかもしれないから、というものです。

5.2.2 協調的論文添削

クラウドコンピューティング全盛の現代において「論文を段階的に添削する」という方法論自体が古いかもしれません。Overleafなどのウェブ上の論文執筆環境を使えば、関係者が誰でも随時修正やコメントをつけられるようになります。特に学外共著者との積極的なやり取りがある人は、論文は最初からOverleafなどのオンライン環境で書くものと決めてしまったほうがいいかもしれません。

5.2.3 研究の途中段階からの論文執筆開始

必ずしも論文は研究結果が全部まとまってから書き始めるものと決めつける必要もありません。例えば、研究の途中段階で序論・関連研究などの下書きを書いてしまうのも一案です。これを共著者に見せることで、実験と添削を同時に進めることができます。また、序論を共著者に見せて内容を議論することで、どのような優先順位で実験を進めるか、どのような結果が欲しいか、どの分野のサーベイを強化すべきか、といった議論を共有し、1本の論文に記述するストーリーを組み立てやすくできる場合があります。

6. 論文提出前のチェックポイント

6.1 大学院生による論文添削のポイント

伊藤研では学部生の原稿の添削を大学院生にも依頼することがあります。原稿添削は重要な勉強の機会だと思ってください。以下にチェックポイントの例を示しますので、この部分を必ず見てください。

- 題名、発表者氏名などが形式に沿って書かれている。
- 第1章にて説明されている「研究の概要」の文章が、首尾一貫したものになっている。
- 参考文献が本文中（例えば第2章）にて適切に紹介されており、その関連研究が残した課題が伝わりやすいものになっている。
- 提案手法の説明が、まず全体像を示し、続いて一貫性のある順番で要素技術を紹介する、という構成になっている。

- 実行結果が効果的に示されている。ただ図や表を示すだけでなく、実験の前提条件や、結果に対する考察などが、適切に述べられている。
- すべての図に題名と通し番号が載っている。また題名と通し番号は図本体の下に載っている。
- すべての表に題名と通し番号が載っている。また題名と通し番号は表本体の上に載っている。
- 数式は読みやすく記述されている。上付文字、下付文字などが適切に使われている。
- 数式、図番号、表番号は半角文字を使っている。
- すべての図、すべての表が、本文中で引用・説明されている。
- すべての参考文献が、本文中で引用・説明されている。
- 参考文献は「著者、題名、掲載雑誌名、巻番号、号番号、掲載ページ数、掲載年」の順に記載されている。

6.2 原稿を再利用するときのポイント(1) ～学内原稿と学外原稿

卒業研究要旨や修士論文要旨などの学内文書と、学会発表原稿は、以下のように形式的な違いがあります。必ずこれをチェックポイントにして忘れないようにして下さい。

※原稿だけでなくスライドやポスターも同様に、チェックを怠らないで下さい。特に著者名や所属について忘れずに確認して下さい。

※伊藤研では、著者名や所属の記載修正だけのためにポスターを再印刷することを認めています。逆に、ポスターの再印刷を避けるためにその部分だけ手書き等で修正することも認めています。

6.2.1 著者名

卒業研究要旨や修士論文要旨は単著（著者は自分のみ）です。一方、学会発表原稿は研究に貢献した人を共著者として列挙する必要があります。学会発表原稿で著者名を自分だけにするというミスは恥ずべきミスであるという認識を忘れないで下さい。学会発表原稿だけでなく、それ以前に学会発表の申込の時点から著者名に関する認識を忘れないでください。

6.2.2 所属

卒業研究要旨や修士論文要旨では、学科名や研究室名、学年などを記載する場合があります。前例にならってください。一方で学会発表原稿では研究室名や学年を書くことはほとんどありませんので、忘れずに消してください。

6.2.3 謝辞

卒業研究要旨や修士論文要旨では、単著原稿であるという観点から、研究面でお世話になった人で研究室外に所属する人すべてについて言及して下さい。ただし伊藤研では要旨にて指導教員に謝辞を述べる必要はありません。これについては研究室によって方針や習慣が異なります。

逆に学会発表原稿では共著者を謝辞から外して下さい。なお科研費をはじめとする学外予算が絡んだ研究については、学外予算についても謝辞で言及する必要がある場合があります。これも指導教員の指示を受けた上で、筆頭著者自身で管理して下さい。

6.3 原稿を再利用するときのポイント(2) ～学会原稿のステップアップ

伊藤研の学部生は合同研究合宿の1ページ原稿や卒業研究要旨の2ページ原稿を書くことから論文執筆がスタートします。そこからステップアップして、6ページ程度の研究会原稿や国際会議原稿、そして論文誌原稿、というように学会原稿をステップアップさせていきたいところです。

また、あまり大きな進捗がなくても複数の国内学会に口頭発表に行くこともあります。特に伊藤研では複数の研究分野にまたがった研究が多いことから「A研究会で発表したのと同じ内容でいいからB研究会でも発表してよ」と誘われることがあります。しかし学会発表では論文の著作権を学会に譲渡する場合もあり、「同じ内容でいいから発表してよ」と誘われたからといって全く同一な論文を投稿していいわけではない場合があります。

このような状況下において、主に論文中のどのように内容を更新させるか、例として以下についてチェックして下さい。

6.3.1 題名

たとえ同じ研究内容を少しずつ更新して複数の場所で発表するとしても、できるだけ発表のたびに異なる題名をつけるのが望ましいです。そこで例えば、更新部分を強調するような単語を題名に取り込むことで、発表のたびに少しずつ題名を更新する、という手段が考えられます。

6.3.2 背景・概要

2 ページ程度の短い原稿での背景・概要の章は、その研究課題に関する狭い背景と、提案内容の要約だけを書くにとどまることが多いです。これを拡張させる際には例えば、研究課題の背景を述べた後に先行研究が残した問題点を説明し、その問題点をどのように提案内容によって解決するか、という方向で内容を充実させます。

また、単に提案内容の要約を述べるだけでなく、提案内容がどのような特徴を有するか、提案内容を用いてどのような実行結果を本論文中に示したか、といった点を詳細化する方向に内容を充実させることも考えられます。

なお紙面に余裕がある場合には、1章の末尾にて2章以降の論文の構成を説明する場合もあります。

6.3.3 関連研究

概ねページ数に比例して増やすこととなります。論文投稿するたびに単純に原稿に関連研究を追加し続けると、そのうち関連研究の章の構成が不自然になるでしょう。どこかのタイミングでこの章をまるごと書き直す可能性も考えて下さい。

6.3.4 提案手法

科学技術論文の理想は「読者が同じ技術を再現できるように書くこと」です。ページ数が多くなれば多くなるほど、この理想は実現しやすくなるわけですから、学会原稿のステップアップにつれて読者が同じ技術を再現できる方向に内容を詳細化するのが必然といえます。

6.3.5 実行結果

1章で掲げた研究成果を検証するための結果を示します。ページ数が多くなればなるほど、論文の提案内容全体を検証する方向で実行結果をたくさん示せるようになるべきです。またページ数が多くなればなるほど、単に実行結果を紹介するだけでなく、その実行結果がどうよかったのか、どう悪かったのか、よかった場合には先行研究と比べてどうよかったのか、悪かった場合には何が原因であったどのように解決可能か、といった点について詳細に説明して考察を深めるという方向で内容を拡充させるべきです。

6.3.6 まとめ・今後の課題

ページ数の充実の有無に関係なく、本来なら論文を投稿するたびに毎回書き直すべき部分です。特に「今後の課題」は研究の進捗とともに日々変化しているはずなので、ここが前回の原稿から何も変わっていないということは本来ありえないことだと考えるべきです。

6.3.7 参考文献

原稿ごとに形式が異なる場合がありますので必ず、前例や執筆要項に従って下さい。また参考文献の量は原稿のページ数に比例するのが一般的です。学会原稿でページ数が増えたのに参考文献が少ないままという状態を避けましょう。また、研究が進展しているのに参考文献が昔のままという状態も避けましょう。参考文献は原稿を提出するたびに毎回チェックしなければいけない項目という認識を忘れないで下さい。

6.4 著者順

学会発表の著者順には決まった順番はありません。学術分野によってさまざまな習慣があります。情報科学の場合、貢献の大きい順に前から並べるのが一般的です。例として伊藤研では以下のような原則を設けています。

- 共著者の中でも、発案に大きく貢献した人や、直接手を動かして研究の根幹部分を協力した人、あるいは自身で手を動かした人でないと提供できないような材料（プログラムやデータなど）を提供した人は、指導教員（伊藤）より前とします。この原則により、研究室内の先輩学生、共同研究者の中でも直接手を動かしている（主に若手の）学生や研究者は、多くの状況において指導教員（伊藤）よりも前となります。
- 共同研究組織に在籍する職業研究者が共著に加わる場合で、助言や情報提供の役割が中心であり、直接の研究発案者や材料（プログラムやデータ）提供者でない場合には、原則として指導教員（伊藤）

よりも後とします。

- 留学などの訪問先で短期的に共同研究者となった人も、原則として指導教員(伊藤)よりも後とします。
なお共同研究のスタイルによっては、「同一学生の研究であるにもかかわらず、論文によって順番が入れ替わる」というケースもあるかもしれません。

7. 余談

7.1 論文が演出する著者の素養

論文から著者の素養がうかがわれることがあります。伊藤は論文を通して「**三種類の素養**を打ち出してほしい」と考えています。以下に、どのような素養を示してほしいか列挙します。

a) 魅力ある研究をできる素養を示してください。できるだけ多くの人に、自分の研究に興味を持ってもらい、自分の研究の価値や面白さを売り込むために、人を「つかむ」ことを意識して記述を始めてください。これがないと研究を発表してもスルーされてしまう可能性があります。

b) 几帳面な素養を示してください。関連研究は丁寧に調査し、最も重要なものを参考文献として紹介してください。学会等が指定する書式と注意事項を守り、よく整理された文書を作成してください。これらの姿勢が欠けていると、だらしない人間だとみなされるかもしれません。

c) 理系学生としての素養を示してください。自分の研究を実現するために必要な数式、アルゴリズム、フローチャート、図解などをしっかり押さえ、資料にできるだけ多く盛り込んでください。数値などの証拠がある場合にはそれも示して下さい。これらの姿勢が欠けていると、理系的能力の感じられない論文になってしまうかもしれません。

7.2 研究職を目指さない皆さんへ

研究職を目指さない皆さんの多くは、就職したらもう論文を書くことはないでしょう。しかし**論文を書く訓練は研究職に就かない人にも有効**であろうと思います。例として以下の観点から、研究職以外の職業に就く人にも共通して身につけるべきスキルを習得してください。

- 誰が読んでも同一の意味に解釈できる文章を書くスキルは、研究職以外の人にも重要なスキルです。むしろ、チームでソフトウェアを開発して設計書や報告書を書く人や、システム受注開発業務について顧客に仕様書を提出する人にとって、文章力は時として研究者以上に重要かもしれません。この機会に習得しましょう。
- 人は見かけで判断されることがあります。与えられた書式にキッチリ沿って整然とした美しい文書を作成できることが、人の評価をあげることに繋がります。
- 最近では研究職のみならずエンジニアでも論文を読む機会が増えています。よって、論文を読むスキルは多くの人にとって重要なものとなっています。論文を速く正確に読むためのスキルは、論文の書き方を理解することで身に付きます。言い換えれば、速く正しく論文が書ける人は、他者の論文も速く正しく読めるであろうと思います。論文を書く練習は論文を読む練習でもあります。よって、論文を書く練習は研究職にならない人にも無駄ではないであろうと思います。

あとがき

国立大学法人の運営資金の6割は税金から賄われています。このことから僕は、国立大学教員は勤務先大学にとどまらずに広く日本の誰かに役に立つべきである、と考えています。このゼミ資料を公開することで、日本のどこかの誰かの論文執筆にお役に立てれば、それだけで幸いです。

この資料は僕が2005年に企業から転職してお茶の水女子大学に赴任した時に作成をはじめ、少しずつ修正を重ねて現在にいたっています。WORDで作成してPDFで配布するという形でゼミ資料を作成するのはもう古い方法かもしれませんが、そのような歴史的経緯があることを書き添えておきます。