Stylebook
わかりやすい論文の書き方

2019 年 6 月 1 日版

青木 宣明

目次

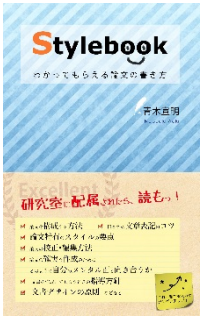
1　はじめに 1
2　論文作成前の確認事項 2
3　わかりやすい文章の条件 3
3.1　論理的であること 4
3.2　明確であること 8
3.3　簡潔であること 10
4　正しい日本語で文章を書くための基本ルール 12
4.1　修飾の順序 12
4.2　句読点のうち方 13
4.3　接続語の用法 14
4.4　慣用句の受け応え（副詞の呼応） 16
4.5　格の正しい文 16
5　論文独特の表記ルール 17
6　数式･化学式 25
7　表 29
8　図･グラフ 32
9　論文の各構成要素の内容･表記方法 38
9.1　タイトル 39
9.2　要旨 39
9.3　緒言 39
9.4　本文 40
9.5　結言 40

9.6 謝辞 41
9.7 引用文献 41
9.8 脚注・付録 44
9.9 ページレイアウト 44
10 知っておくと便利な文書作成ソフトの機能 46
11 論文の構成から仕上げまでの手順 52
11.1 論文作成・校正・編集の手順 52
11.2 論文校正・編集チェックリスト 53
12 論文を書くときのメンタル面への配慮 56
13 おわりに 58
引用・参考文献 59
付録 A 文書を作成してもらうときの指導方針 61
付録 B デザインが重視される文書について 66
付録 C IGOR Pro Ver. 5・6 によるグラフ作成法 70

音声から学ぶほうが得意な方には音声動画講座も用意している．Youtube とニコニコ動画で同じ内容なのでお好きなほうからご覧いただきたい．それぞれのサイトの第 1 回の動画とリストへのリンクを載せておく．

第 1 回
https://youtu.be/LEg4BZ5h25o
https://www.nicovideo.jp/watch/sm28045222

動画リスト
https://www.youtube.com/playlist?list=PLtEVzmhYKPPwl6Ekgb8fgnyKue5NMRO2e
https://www.nicovideo.jp/mylist/36220136



なお，本書を大幅に加筆修正し，各節の終わりにまとめやちょっとしたワークを加えて使い勝手もよくした Kindle 版もある．今後の更新は Kindle 版で行っていく．購入は次のリンクからできる．この試作版を気に入ってもらえて，さらに学びたいと思った方はご購入を検討いただければ幸いだ．

https://www.amazon.co.jp/dp/B00EB8DDMO/

このテキストの内容を気楽に少しずつ，そしてシステム化して学べるように Twitter の Bot も用意した．フォローしてもらうと 3 時間に一度，ランダムな内容でツイートが届く．動画講座へのリンクがつぶやかれることもある．

https://twitter.com/StylebookBot
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B01MQP8IRM/

1　はじめに

本書は，レポート・卒業論文・修士論文・原著論文といった正確に情報を伝え，論理的に意見を述べる文書（以降まとめて論文とよぶ）をわかりやすく，また見やすく書くための原則をまとめたものである．

本書で文章の書き方を学んでおけば論文だけでなく以下のような場面でも役立つと筆者は考えている．

- 誤解のない表現をすることで日々のやりとりがスムーズになる．周囲の人とより調和して活動ができるようになり，成果も上がりやすくなり，自分も周囲も満足感が高まる．
- 具体的で論理的な文章を書くことができれば，就職活動で説得力のあるエントリーシートが書ける．そうなれば面接にも呼ばれやすくなるだろうし，自分の考えがしっかりまとまっていれば面接での受け応えも自信をもってできる．
- 企業に就職してからも質の高い報告書を作成して評価されやすくなる．自分がやっていることが価値につながりやすくなり，自分自身も満たされる．
- 本書では日本語や論文の構成要素の表現・体裁（スタイル）の部分でかなり細かいことを説明している．電子書籍やブログ・PDF の形で個人でも自分のノウハウなどの情報発信をすることが容易になってきている．博士論文は国会図書館に保存され一般の書籍と同じ扱いを受ける．細かい体裁を整える方法を知っておけば，発信する情報をまとめたものを一般の書籍に近い質の形式にもっていくことができる．個人の情報発信で収益が得られる可能性も出てくるし，より広い範囲で他者とつながりをもつことにもつながる．
- 日本語で論文を書くことを本書は想定している．しかし，わかりやすい文章の本質や論文特有のスタイル，図表の作成法は英語でも同じ部分があるので，英語論文の執筆にも生かせる．なお，英語論文の書き方を学ぶのに有効な参考書のまとめ https://www.panoramic-view.info/pdf/English-study-for-DrCourse.pdf，英語論文の最低限のチェックポイントのリスト https://www.panoramic-view.info/pdf/English-Check-Points.pdf も用意はしている．

技術者・研究者は，自分の成果を文書とプレゼンテーションで他者に伝え，他者に理解してもらってはじめて本当の意味で成果を上げたといえる．そのため，読み手にとってわかりやすく，読みやすい論文を作成する技術は技術者・研究者に必要なものである．「他者のため」ということを意識することで，自分のやったことが相手に理解・評価されれば，自分の満足感にもつながる．「他者のため」は「自分のため」にもなる．

読み手が理解しやすい論文を書く技術は重要だが，自然には身につかない．それにもかかわらず，この技術について授業で学んだり，訓練を積んだりする機会は研究室に配属されるまでまずない．文章を書くのが苦手だし，どうすればよいのかわからないという方もいると思う．まともに論文の作成法を学ぶ機会がなかったのだから，このような苦手意識をもつのも無理はない．そこで，論文作成技術が重要なのに学ぶ機会が少ないというギャップを埋めたい，これに関する技術を学生個人が学習する手助けをしたいと考え本書を作成した．

表現することは本来楽しいことだ．文章を書くことへの苦手意識・マイナス感情を文章の書き方について学ぶことで和らげたい，自分の考えや思いが伝わりやすい文章を書ける人が増えて人と人のつながりもより穏やかになってほしい，という願いも本書には込めている．

本書では，論文を構成する方法，日本語の文章表記上の注意点，科学・技術文書特有のスタイルの要点について主に説明する．論文作成の実践に直接役立つものにしたいというねらいもある．そこで，論文作成に主に使うことになる Microsoft Word の便利な使い方や，論文の校正・編集方法，論文を確実に作成するためにどのように自分のメンタル面と向き合うかについても説明している．さらに付録として，わかりやすい論文を書けるようになるためだけでなく，指導する側に回ったときにも本書が役立つように，文書を作成してもらうときの指導方針やデザインの原則，グラフ作成ソフトの使い方にも触れている．

次に，本書を用いた論文の書き方の学習のコツを述べておく．

- 自分のペースで少しずつ学ぼう．一気に本書の全部を学習するのはほとんど人には無理があるだろう．1 節ずつ学んでいける人はそれでいいし，きつければ 1 ページ，それでもつらいなら 1 段落ずつでもよい．音声動画版を 1 日 1 回分ずつ学んでもよい．
- 実践の中で生かしてみよう．自分が書く文章の中で，本書で学んだことを使ってみよう．レポートや論文の課題からの学びがより実りあるものになるはずだ（ただ単位や卒業証書のためだけに取り組むのはもったいない！）．完璧でなくてもよい．本書の一部でも実践できるようになることに価値がある．
- 本書を渡されてもすぐに学ぶ気にはなれないかもしれないが，それでも構わない．
  伝えたい思いの乗った内容がある→何とかして理解してもらいたい
  →そのためには読み手が読む気になるような表現を知りたい
  というのが本来の順序だからだ．論文に対する細やかな配慮をする気になるには，伝えたいというエネルギーが必要だ．学ぶ気になったときが最適のタイミングだ．

では，論文を作成する前に確認することからはじめていこう．

2 論文作成前の確認事項

まず，論文を作成する準備として，文章を書き始める前に確認することを以下に列挙する [1]．論文の大まかな枠組みと主題を最初にはっきりとさせてから文章を書けば，本当に伝えたい内容から大きく外れたものを作成することも少なくなる．

・論文の役割は何か？

研究室内での成果報告の場合は，研究の背景は簡単に述べ，研究方法・結果に至るまで・考察をできるだけ詳細に述べる必要がある．学会の要旨では，背景・研究方法・結果と考察をコンパクトにまとめ，研究室外部の人々に自分たちの研究の重要性をアピールする文書にする必要がある．

・主張したいことは何か？

論文の主題を決め，何を主張したいのかを 1 文でまとめておく（文献 [1]ではこれを目標規定文とよんでいる）． 1 節の第 1 文はその例である．目標規定文，目標規定文を支えるトピック，さらにトピックを支える個々の根拠……という流れで文書の構成を考えておく．文書には主張と，主張を直接支えることだけを書く．主張に関連しない内容はカットする． これは，3.1 小節の文章が論理的であることにも関連する．

・文書の長さは？

学会･特別研究･修士論文の要旨･原著論文などは，投稿規定で長さに制限が設けられている．この長さに応じて，主張を支える内容の詳しさを決める．

・対象とする読者は誰か？

読者は誰なのか，そして，その人はどんな予備知識をもっていて，何を求めているかを想定する．それに応じて前提知識として文書内に書いておくべき範囲はどこまでか，結果にいたるまでを詳しく書くべきかどうか，最終結果の説明に集中するかなどの内容の取捨選択をする．読者がもっている知識を多めに見積もってしまうことがほとんどなので少し詳しすぎるくらいがちょうどいいことが多い．自分の頭の中では感覚的には理解･イメージしていても，言葉になっていない内容がないか気をつけよう．

・文書の投稿規定

文書の投稿規定は，先ほどの長さだけでなく，様々な点に及ぶ．図表のサイズ･キャプションの表記方法･本文の段組･フォントの種類とサイズ･ページの余白などである．細かなところまで決められていることもあるので，投稿規定を理解してから文書を作成しはじめるようにする．ひながたのファイルが提供されていることもある．

論文を作成する目的と文章に求められる性質がはっきりしたら文章を書いていくことになる．次に，わかりやすい文章とはどのようなものかを説明していく．

3 わかりやすい文章の条件

読み手に文書を読み進めてもらうため，読み手に情報を伝え，理解してもらう機能を論文にもたせるためには，文章が読み手にとってわかりやすいものである必要がある．わかりやすい文章が備えているべき条件は，論理的･明確･簡潔であることだ．本節ではこれらの条件を満たすための作文作法について説明していく[1–7].

3.1 論理的であること

論理的な文章とは，読者がそれを前から読んでいってすんなり理解できる文章のことである．すんなり理解できる文章とは，何を主張したい文章なのかすぐにわかり，論理の展開に飛躍がなく，主張を直接支えることだけが書かれており，直接支えない余計なことが含まれない文章だ．論理的な文章を書くために，2 節でも述べたように，論文全体としての主張である目標規定文とそれを支えるトピックをまず明らかにし，一つのトピックについて　一つの段落を形成する．1 トピック 1 段落ということはトピックが変わらなければ段落も変えないということでもある．学生さんのレポートや論文でよく見かける事例を挙げて具体的に説明する．まず悪い例を次に示す．

図 1 に実験結果を示す．

図1

この図から～ということが読み取れる．この傾向から……と結論づけられる．

図 1 の上下の文章は，どちらも図 1 から読み取れることがトピックなので，一つの段落で書くのがよい．以下のようにする．

図 1 に実験結果を示す．この図から～ということが読み取れる．この傾向から……と結論づけられる．

図1

このようにすると図の前に関連する文章がまとまっているので，文章が読みやすくなる．なお，書籍によっては段落の長さの目安を文字数などで与えているが，トピックで段落を区切るのがあくまで原則だ．

各段落は以下の内容を含めよう [1,3,6].

- 段落のトピックを示す文，課題を提示する文（トピックセンテンス）
- その段落とほかの段落の関係を示す文（つなぎの文）
- 段落のトピックを直接支える根拠，課題に対する議論･答え（トピックを展開する文）

トピックセンテンスは，これから述べることの要点を読者に伝える役割がある．読者にできるだけ早く文章の要点を知らせるために，トピックセンテンスを段落のはじめにおくのが原則だ．この小節の最初の段落も，1 文目がトピックセンテンスになっている．

次のつなぎの文は，前後の段落のトピックの関係を説明したいとき，また，論文全体で伝えたい主張とその段落で述べるトピックの関係を読者に伝えたいときに入れる．場所は段落の最初または最後におく．段落のつながりに必然性があるような構成で，つなぎの文なしでも読者が文書をすんなり読めるのが理想的だ．つなぎの文なしで済めば，トピック･センテンスを段落の最初におくことができる．

最後に，トピックを展開する文は，トピックを直接支える内容になっているかを常に確認しながら書こう．トピックを直接支えない余計な文は，段落中から除く．せっかくやったことだからいろいろと含めたい，という気持ちもわかるが，自分の一番伝えたいことを読み手が理解できる確率を上げるために思い切って削っていこう．

ただし，自分の主張にとって都合の悪い内容を省いてはいけない．自分の主張が通用する範囲を明示し，わかっていることとわかっていないことを明確に区別して読者に情報を伝えることも重要である．

また，トピックを展開する部分では，論理を展開することになることが多い．このときは，論理展開の一つ一つのステップを省略することなく，すべてのステップを丁寧に説明すること．文章は多少くどくなるかもしれないが，論理に飛躍が生じるよりはこちらのほうが好ましい．さらに，前から読んでいってすんなり理解できるようにトピックを展開するには，既知の内容と未知の内容を含む文をつなげるとよい．人間の理解度は，既知の内容から入ると高まるので，既知の内容の後に未知の内容がくることになる．また，文で主張したいことを主語にし，主語の具体的な動作･状態を動詞などの述部にすると明確な表現になる．以上のことと，段落の最初のほうでトピックを宣言することから，トピックを表す言葉を主語にし，トピックを展開する内容をできるだけ述語にもってくることが望ましい．この議論をまとめると図 1 のようになる．ここに書いた段落の組み立て方は文献 [5] がとくに参考になる．本節の最初の段落の緑でマーキングした部分は前文の内容から次の文が始まっていて，青字に白抜きにしたところはこの段落のトピックを主語にもってきている例である．

	トピック，既知	トピックの中身，未知
文	主語	述語
段落	トピックセンテンス	トピックの展開文

図 1　段落内の構成

ここまで一つの段落を構成する方法を説明してきたが，ここからは論文全体の構成に移っていく．論文全体の構成を図にしたものが図 2 である．まずこの図の一番上にある論文の最初の段落は，文書全体のトピックを説明する．大きい背景からスタートして，自分のトピックへと焦点を絞るように説明を進めていき，その論文のトピックを述べて段落が終わる．

よって，この段落だけは，トピックセンテンスが例外的に段落の最後にくる．

上下にある要素間については互いに必要なものかどうか（上位から下位：Why so?, 下位から上位 So What?）を考えながら構成しよう [7]．上位トピックに対して，Why so? なんでそういえるの？という問いへの答えが下位トピックになる．逆に，下位トピックの内容を合わせて，So what?それで何が言えるの？と総括した答えが上位トピックになる．本節の内容がこの関係の例になっている．図にまとめると図 3 のようになる．

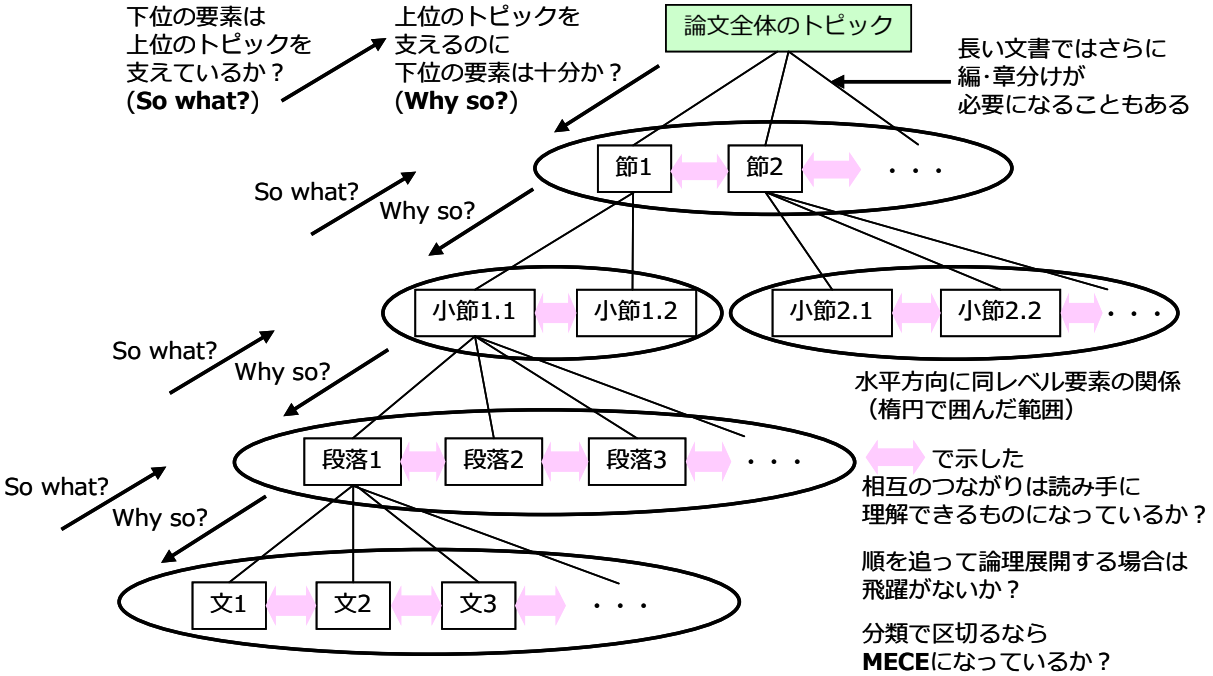


図 2　論文全体の構成

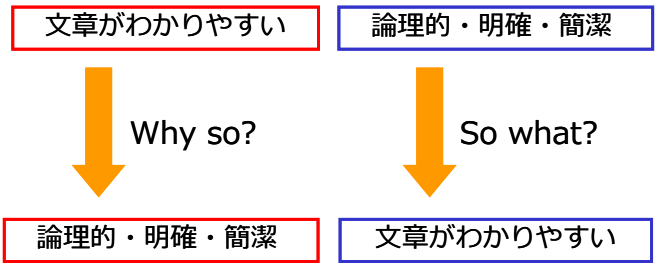


図 3　上位･下位トピックの関係

段落間の関係を示すときに，内容の大きな区切りごとに文章をいくつかの節（例：第 1 章→1.1，1.2，……，節は二つ以上であること），さらに小節（例： 1.1→1.1.1，1.1.2）に分ける際，各節･小節の前に内容の簡略な概要を入れるとよい．本文でも節をさらに小節に分けているときは，小節の前にそれ以後の小節の内容やそれ以前の節の内容との関連を手短に説明している．章全体に関わる背景や節に分けた基準を書くこともある．文章のまとまりの単位ごとに，その単位の最初の部分でこれから何を述べるか，ほかの単位との関連はどうなっているのかを読者が理解できるように文章を構成するとよい．さらに，同じ節同

士，小節同士といった，同じレベルにある要素は論理的に等価なものにしておくこと．セクション名は文法的に等価にしておくとよい．これも 3 節・その中の小節のタイトルが例になる．

水平方向にある要素については，複数の段落で論理展開するときは，段落内をすんなり読めるようにしたときと同じ要領で段落を並べる．論理に飛躍はないか，既知から未知への流れをここでも意識しよう．また，分類で段落などを分けている場合は，図 2 にも出てくる MECE（Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive の略で，モレなく，ダブリなく）を確認しよう [7]．これも文書の構成を考える上で役に立つ視点である．

さらに，論理的な文章を書くためには，自分の考え方のスタイルが妥当であるか，つまり，自分はクリティカルな思考ができているのかどうかを常にモニタリングする必要がある．文章を書いたら一度立ち止まって，以下に列挙する質問を自分にしてみよう．クリティカルな思考を学ぶには引用文献 [7,8] がお薦めだ．

- 特定の固定観念に過度に偏っていないか？
- 異なる観念・考え方・視点はないか？
- ふかん的に考えているか？考える範囲は狭すぎないか？
- 一方で重要な点に焦点を当てているか？
- 直感だけに頼っていないか？
- 結論につながる根拠がそろっているか？
- 相関関係と因果関係の両方が成立するか？（相関関係は因果関係を保証しない，最大・最小値があるときはトレードオフになる要因があるはず）
- 自分の考えの流れは論理的につながるか？飛躍がないか？
- 自分の考えは明確に，具体的になっているか？
- 他人の意見を聞くのも大事だが，自分で考えたか？検証したか？納得したか？
- 自分の表現は本当に真理を表現しようとしているのか？
- 自我の限られた認識の範囲内でストーリー・論理を組むのに都合がいいように真理を歪めていないか？（研究対象や真理は個人の固定観念に無関係に存在する．研究する側がストーリーを組みやすいように研究対象がふるまってくれるわけではない．）
- 自分が論理的だと思い込んでいることにこだわりすぎていないか？

本節の内容と矛盾するように感じるかもしれないが，非常に第切なことだと筆者は感じていることなので加えておくと，「論理的に表現できた＝真理を表現できた」ではない．何を論理の前提とするのか，文章を読んで論理的に感じるかどうかにもその人の価値観が入り込む．たとえば人間の視覚や聴覚には限りがあるがその知覚の外側の存在もあるように，私たちは人間の限られた視野の中で論理を組んでいるに過ぎないことも認識しておこう [9]．研究を

まとめた論文は真理の一面でしかない．次の動画は真理の扱いを考える上で大学では通常習わない視点を与えてくれる．何か感じるところがあれば見てもらいたい．文献 [9] のとくに第 2･5 章も人間の視野や科学的手法の限界について理解するのに役立つ．

■『根拠無き自信』宇宙の叡智をキャッチする方法，
田久保剛（たくぼたけし）Official Channel
https://www.youtube.com/watch?v=MYnZOPC84XI
（文字起こししたものは https://ameblo.jp/tao-news/entry-11934380609.html にある）

3.2 明確であること

次の条件は，明確であいまいさがなく，はっきりと言い切ることである．明確な文章とは，読者が内容を一義的に理解でき，誤解しない（誤解できない）文章であり，筆者自身の判断を表明するものである．自分の判断を明言し，筆者は論文に載せた内容に責任をもつことになる．本小節では，はっきりと言い切るための表現の注意と事実と意見を書きわけることについて述べる．誤解されない文を書くためには，文中の修飾語の順序，句読点のうち方を適切にする必要もあるが，これは 4 節で別に述べている．

明確な文章を書くためには，まず明言を避けるようなぼかした表現を使わないことである．そのような表現で注意すべきものを以下に示す．明確に言い切ることは，内容に責任とリスクを負うという意味でもある．これができるだけの確実さのあることだけを論文として表現するようにしたい．

- 「と思う」，「してみる」，「であろう」，「とみてもよい」，「と考えられる」，「らしい」，「たぶん」といった断言を避ける表現を使わない．
- 「れる」，「られる」のような受身の文は，自分の考えをぼかし，判断を避ける表現になるので避ける．
- ぼかしことばである「ほぼ」，「約」，「ほど」，「ぐらい」も削る．値の精度については表示の桁数で示せるので，約などの表現は本来不要である．

最後の点を補足すると，たとえば 0.1 mL と 0.10 mL では意味が違う．0.1 mL は 0.05 mL 以上 0.15 mL 未満という意味で，0.10 mL は 0.095 mL 以上 0.105 mL 未満という意味になる．また，分析装置や表計算ソフトの結果は測定精度の桁数に合わせてから論文に使おう．

明確な文章を書くためには，上記の表現だけではなく，事実と意見を書きわけること，事実の裏付けのない意見は書かないことが必要である．まず，事実の記述における注意は次の 4 点である [1]．

- 事実は主張を支えるものだけを書く．

・ぼかした表現を使わない．
・事実を述べる文に主観で決まる修飾語（例：便利な･優れた）を入れない．このような修飾語を入れると意見の表明になってしまう．
・特定的な表現にする．たとえば「高温で」よりは「500℃以上で」のほうがよい．

次に，意見の記述で注意すべきことは，以下の 2 点である [1].

・意見の内容が主観に依存する言葉だけで表されるときは，文の主語と意見を表明する述語は省くことができる．
・上記以外のときは上で示した主語･述語を必ず入れる．

例をあげて考えてみよう．まず，文の主語･意見を表明する述語を含んだままの文である．

(1a) 私は，装置 A のほうが装置 B より優れていると考える.
(2a) 私は，この場合には拡散よりも対流の効果が大きいと考える.

次に文の主語，意見を表明する述語を省いた文を示す．

(1b) 装置 A のほうが装置 B より優れている.
(2b) この場合には拡散よりも対流の効果が大きい.

(1a) と (1b) はともに意見の文であることが明らかである．しかし，(2a) は意見の記述のままである一方， (2b) は事実の記述である．科学･技術文書では，(2b) のように意見を事実のように書いてはならないのである．

いまの例は，事実を意見のように書いたものであったが，次に，意見なのか事実なのかあいまいな文の例を示す．

この違いは，反応する分子の触媒の吸着サイトへの吸着速度が分子の種類によって異なり，水素では吸着速度がより速いためであると考えられる.

この文全体は意見の記述であるが，下線部は事実なのか，意見なのかがあいまいである．もしこの部分を事実として記述したいのならば，

この違いは，触媒吸着サイトへの吸着が水素ではより速く進むという吸着速度測定からえられた事実に起因するものと考える.

とすべきである．次に意見として記述したいときは，

この違いは，触媒吸着サイトへの分子の吸着が水素ではより速く進むと想定すれば説明できる.

とすればよい．なお，意味のあいまいさを取り除くためには，修飾語と被修飾語を極力近くするといった，文中での修飾語と被修飾語の位置関係も重要である（4.1 小節も参照）．

3.3 簡潔であること

さらに，論文の文章は簡潔でなければならない．簡潔であれば，読みやすさも増し，書き手が伝えたいことが読み手に伝わりやすくなる．しかし，単に文章が短ければよいというものでもない．言いたいことを表現するのに長い文が入ることもある．短い独立した文を，相互の関係が明確になるように並べることができるならば，こちらを選ぶほうがよいということだ．簡潔な文章の本質として，“The Elements of Style” [10] の Introdution（pp. xv–xvi）には次のように書かれている．最後の「every word tell」がまさに本質を示している．

-----引用開始-----

Vigorous writing is concise. A sentence should contain no unnecessary words, a paragraph no unnecessary sentences, for the same reason that a drawing should have no unnecessary lines and a machine no unnecessary parts. This requires not that the writer make all sentences short and avoid all detail and treat subjects only in outline, but that every word tell.

-----引用終了-----

本質を守るために，具体的にどうすればよいかを以下に示していく．

・一つの文で言いたいことを一つ書く．新たに出てくる未知の内容は一つにする．

・個々の文をつなぎの言葉に注意して，論理的につないでいく．

文と文の関連を明らかにするために，接続詞を適切に使うだけでなく，代名詞（この，これら，このような）＋前の文で出てきた名詞で文を始めることも有効である．代名詞＋名詞の形は既知の内容でもあるので，論理的にするところでもいった既知から未知への流れも作りやすい．

・一文の文節の数を 13 以下にし，文字数も 50 文字以下が望ましい．とくにトピックセンテンスは短くする．[6]

文の長さの目安は，文字数よりも，文節の数を多くしすぎないことに気をつけるとよい．主題を述べる文が長いと 1 段落 1 トピックの原則が崩れやすいので避ける．

・連用形による中止法（～し，……；～して……）や「が」で文章をつなぎすぎない．

「が」は逆接の意味だけで使うようにするとダラダラと長い文を書かずにすむ（4.3 小節も参照）．

・文の主語を意識しながら書く．

個々の文をつないで長い文にするときは，文全体の主語をはっきりさせ，修飾語の表現･順序を調整する必要がある（4.1 小節も参照）．このときに主節自体はできるだけ短くするとよい．

・文はできるだけ能動態で書く．

「する」より「される」のほうが文字数が多い表現になるし，動作主と動作の対応が能動態のほうがわかりやすい．

・重複文を極力使わない．必要に応じて文を分ける．

重複文とは，1 文に単文（主語＋述語），重文（主語＋述語，接続語，主語＋述語），複文（[主語＋述語]が主語にかかる文および従属節を含む文）が混じり合ったものである．とくにトピックセンテンスに使うと主題がぼやけるので使わないようにしよう．

（重複文の例）中間体 A は高い安定性をもち，従来は低温での合成が必要であった最終生成物 B の合成がこの性質によって常温でも可能になった．

→主題が「A の安定性」についてなのか，「B の合成が常温でも可能になったこと」なのか不明

（「B の合成が常温でも可能になったこと」を主題に書き換えた例）従来は低温での合成が必要であった最終生成物 B の合成が常温でも可能になった．これは中間体 A の高い安定性によるものである．

次に，簡潔な表現を用いることが必要である．表現を簡潔にするために文章から排除すべき表現としては，以下のものが挙げられる．

・埋め草（文や節の末にある意味のない言葉）

（冗長な文，下線部が不要な部分）

このプロジェクトの研究を実施するためには，材料科学に関する基礎的素養はもとより，理論物理などを身につけた人材が不可欠である．

（簡潔にした文）

このプロジェクトの研究には，材料科学の基礎的素養があり，理論物理も習熟した人材が必要である．

・冗語（同じ意味の言葉の連続）

例）まず 最初に，一番 最後に，嫌悪感を感じる→嫌悪感をもつ/覚える，頭痛が痛い，途中で中止する，半ば～しかかって，疑いがあるのではないかと→疑いがあると，赤色の色素→赤い色素

・不自然な表現（漢字の多い硬すぎる表現･外来語を過度に含む表現）

例）を対象として→について

運動を行う（名詞＋動詞）→運動する（動詞 1 語）

フィージビリティを高めるためのコンセプトをシンプルにまとめる

→実現可能性を高めるための指針を簡潔にまとめる

非常に大事なことなので繰り返すと，「簡潔に」とはいっても，短ければよいというものではない．必要なことはもれなく書き，文章中のすべての表現に明確な役割があり，必要でないものは一切排除することが重要なのである．

本節では，わかりやすい文章の性質について述べた．ここで述べてきたことの本質の部分は英語で論文を書くときにも応用できる．より文章の細かい部分に視点を移すと，書き手の述べたいことが確実に読み手に伝わる文書を作成するためには，文法的に正しい日本語であることも重要だ．文章を書くときにとくに注意すべき文法の要点をさらに説明していく．

4 正しい日本語で文章を書くための基本ルール

前節で示したわかりやすい文章の条件を満たすためには，正しい日本語であることも大切だ．本節では文章を書く際に注意すべき日本語の文法について説明する．ここでは，修飾の順序，句読点の打ち方，接続語の用法，慣用句の受け答え，格の正しい文について述べる．

4.1 修飾の順序

ここではわかりやすく，読み手に誤読されない文章を書くための，修飾語を並べる順序の原則の中でとくに重要と考える三つを文献 [11] から引用しておく（‘文献 [11] にはさらに二つの原則が書かれているが論文で必要になる場面は少ない）．詳細な説明は文献 [11] の第二･三章を参照してほしい．修飾語の並べ方に迷ったときはまずはこの原則に照らし合わせてみることをお勧めする．ただしこれらはあくまで原則であり絶対的な法則ではない．言葉の順序を入れ替えても意味が通じることもある．原則にはまっていることよりも，自分の意図が確実に伝わるか，わかりやすい表現になっているかが大切だ．

・原則 1：かかる言葉と受ける言葉はできるだけ直結せよ．

例）~~この性質によって~~これまでは合成が困難であった，有機･無機のハイブリッドナノ粒子の創製がこの性質によって可能となる．

上の例文で「この性質によって」を文頭に置いてしまうと，合成が困難な理由が「この性質」であるようにも読めてしまう．修正後の表現だとハイブリッドナノ粒子の創製が可能になる理由が「この性質」であるとはっきりする．

入れ子構造の修飾･被修飾関係も基本的には避ける．ただし主語が長い場合は原則 3 の二つめの例文のようにすることもある．

例）著者は提案した方法が目的の成分の合成に有効であると報告した.
→提案した方法が目的の成分の合成に有効であると著者は報告した.

・原則 2：節を先にし，句をあとにする.

例）○恒温槽に設置したステンレス製の反応器,
×ステンレス製の恒温槽に設置した反応器

「恒温槽に設置した」が節（主語と述語からなる言葉のまとまり）で，「ステンレス製の」が句（主語と述語をもたない言葉のまとまり）である．句が先にある後者の例では，「恒温槽」が「ステンレス製」であると誤解されうる．これは，文の先にくる句（ステンレス製）が直後の節の名詞（恒温槽）だけにかかるようにも読めるためだ.

・原則 3：長い修飾語ほど先に，短いほどあとに.

例）○前節の実験で合成した粒子を洗浄･乾燥した後に有機溶媒に分散した.
×有機溶媒に前節の実験で合成した粒子を洗浄･乾燥した後に分散した.

修飾語は，「前節の実験で合成した粒子を」「洗浄･乾燥した後に」「有機溶媒に」の三つである．短い修飾語である「有機溶媒に」が最後にくるほうが自然な文章になる．この原則によって主語と述語が離れるのは問題ない．次の例をみるとよい.

例）○この材料を合成するプロセス開発では触媒開発が鍵だと言われてきた.
×触媒開発が鍵だとこの材料を合成するプロセス開発では言われてきた.

以上のような修飾語の並べ方も大切だが，修飾する部分が長くなると文章はわかりにくくなる傾向にある．論文をわかりやすくするには修飾語を短くすることも意識するとよい．個人の感覚に依存する「とても」「非常に」「面白い」といった形容詞や副詞を削除する，説明の付加のために修飾語を並べる場合は一つの文で済ませるのではなく，複数の文に分けて表現することも検討しよう.

4.2 句読点のうち方

句読点のうち，句点「.」については文末にうてばいいので，とくに問題になることはない．一方，読点（テン）「,」はうてる位置に選択肢がある．その位置の選び方で文章の意味に重要な影響を与える．文章の句読点は文字と同様かそれ以上の重要性があり，正しく句読点をうつことは，要点のわかりやすい誤解のない文章を書くために不可欠である．テンをうつときの二つの原則を文献 [11] の第四章から引用しておく．詳細な原則の適用はこの文献や文献 [6] の第 2 章 3 節も参照してほしい.

・原則 1：長い修飾語が二つ以上あるとき，その境界にテンをうつ.

例）文章の句読点は文字と同様かそれ以上の重要性をもつものであり，誤解のない要点のわかりやすい文章を書くために，正しく句読点をうつことは不可欠である.

・原則 2：原則的語順が逆順の場合にテンをうつ.

例）対象とする範囲の物質収支をとることがプロセス設計では必須である．
　　プロセス設計では，対象とする範囲の物質収支をとることが必須である．

強調したい言葉がある場合，4.1 節で示した原則で決まる語順から入れ替えることもある．下側の例文は「プロセス設計では」を筆者は強調したいという思想を表したといえる．さらに，テンのうち方で意味が変わってくることもある．上の例は「プロセス設計では」の後のテンがなくても，それが「必須である」にかかるのがわかる．一方，次の例でテンをとってしまうと，4.1 節で示したように「ステンレス製の」が「恒温槽」にかかるように読めてしまう．

例）ステンレス製の，恒温槽に設置した反応器

上記に加えて同格の内容の並列では原則として半角の中点「･」を用い，修飾語がついている語が並ぶ場合だけテン「,」を用いる．

例）修飾･被修飾語
修飾の順序，句読点の打ち方，接続語の用法，慣用句の受け答え

これらはあくまで原則である．ほかにも文頭の接続語の後や修飾･被修飾語の関係に誤解を生じないようにするためにうつことも多い．また，テンは思想の最小単位を示すものであるから（文献 [11] p. 135），強調したい内容によってテンのうち方を考える必要がある．ただし，重要な場合でないかぎり必要以上にテンをうつのはやめよう．意図を考えながらうつようにしよう．

4.1･4.2 小節から言葉の並べ方，テンのうちかたで意図が変わりうること，誤解の原因になりうることを理解してもらいたい．しかし，言葉を並べること，句読点をうつことは文章を書くときには当たり前のようにこなしているため，その方法が妥当かどうかを検証しようという気になりにくい．さらに，文章を書いている本人はその内容について理解している（つもり？）だろうから，自分の表現に違和感をもちにくい．既知であることを起点に理解を広めることもできるが，文章の書き方と内容の両面に既知であることがわかりやすい文章を書くブロックにもなることは認識しておこう．2 節の繰り返しになるが，読み手は書き手ほど文章の内容を知らないし，文章の背景にある情報ももっていないものだ．わかりにくい表現を減らす対策として，文章を書いたら 1 日は時間をおいて自分の文章を客観視できる状態で読み返そう（11.1 節も参照）．

4.3　接続語の用法

ここでは接続詞だけではなく，助詞や助動詞なども含めた語と語･文と文をつなぐ働きをする言葉を「接続語」とよぶ．これらのなかで複数の意味をもち，とくに注意すべきものについて述べる．このような接続語は，一つの接続語を一つの意味で用いること．[2–4,11]

･「が」の用法

「が」は「逆接」と「並列」の 2 種類の用法がある．この「並列」の「が」は「逆接」

の意味に誤読される可能性がある．また，並列の「が」を用いると文が長くなり，3.3 小節で述べた一つの文では一つの未知の内容を述べる，という簡潔な文章の原則が成り立たなくなる．これらの理由で，「が」を極力「逆接」の意味だけで用いるようにするとよい．

・「より」の用法

「より」は「よって」「で」の意味と「さらに」「いっそう」の意味で使われる．後者の意味で統一して用いるほうがよい．手段の「より」は，よって，で，を用いて，と言い換えることができる．

・「れる」の用法

「れる」には「受身」と「可能」の意味がある．近接して用いると意味が紛らわしくなるので，「れる」が近接している場合は，「受身」については能動態の文章に変える，「可能」については「できる」「可能である」にするとよい．

・接続語を使わないほうがよいとき

原則として，文と文の接続語は最低限だけ用いると考えておくとよい．接続語を入れすぎると文章の流れが悪くなることもある．接続語を入れると書き手の解釈がそこに加わる．このため客観的な事実を述べる際には接続語は極力使わないようにする．

・「逆接」の接続詞の用法

「逆接」の接続語としては，汎用性の高い「しかし」だけでなく，機能が最も近い「だが」に置き換えながら使うとよい．ほかにも，強い意外感を出す「ところが」「にもかかわらず（硬い文章にしっくりくる）」，補足修正的な文脈に合う「ただ（し）」といったように逆接の接続詞は多種あるので文脈に最も合うものを使いわけよう．さらに，逆接の接続詞の前後には対立する内容をもってくる必要もある．本当に対立する内容になっているか？そうでなければ逆接の接続詞を置き換えるか削除することを考えよう．

・「並列」の接続詞の用法

「並列」の接続語としてまず挙げられるのは「また」である．シンプルな表現で情報を追加できる便利さはあるが，連続して使うと読み手には読みにくいし，文章構成が練られていない印象を与えてしまう．単純な追加の表現である「それから」，最後に重要な情報を加える「そして」，ダメ押しをする「そのうえ」「しかも」「それにくわえて」「ひいては」といった接続詞もある．さらに，相違点を見せたいときは「一方」「他方」，内容が明確に対になっていれば「それにたいして」「反対に」「反面」が使える．こちらも文脈にぴったり合うものを選択しよう．なお，規則･規定のような非常に硬い文章では，「および」「ならびに」「かつ」がなじむ（普通の文書に使いすぎると固くなりすぎるということでもある）．このような文章を作成するときには意識して使うとよい．

・同一接続語の近接障害

同じ助詞が近接して繰り返されると文章はわかりにくくなる．これはとくに「の」「が」「を」「は」について注意しよう．一つの文（または句）の中でこれらを 3 回以上用いないようにする．接続詞も同じものが繰り返されると文章が単調になる．とくに逆接の「しかし」や並列の「また」は使える範囲が広いだけに使いすぎに注意するとよい．

4.4 慣用句の受け応え（副詞の呼応）

「必ずしも」「全然」「決して」「いまだに」といった副詞には否定の語句が対応する（副詞の呼応）．話し言葉ではとくに，全然だいじょうぶ，と言うこともあるが，これは本来おかしな表現ということになる．否定の語句を導く副詞は，読者にこれから読む文に否定語がくることを前もって伝えておく役割をもつ．

対応関係がある言葉は副詞だけではない．「理由は〜」とくれば「……ことによる」「……ためである」「……からである」と対応する．ほかにも「もし……なら」「なぜ……なのか」「なぜなら……だからだ」「たとえ……でも」「多分……だろう」「〜たり……たり」（動詞が二つ並ぶときに後ろの「たり」を抜かすと不自然）などがある．一読して変に感じるのはこれらの受け応えが正確でない可能性がある．[2–4]

4.5 格の正しい文

主語とそれに対する述語が正しく対応していない文や述語が必要とする目的語が欠けている文を破格の文とよぶ．[1–3] まずは述語が欠けている例をあげてみよう．

① 私は，この点を考えると A 氏の提案したモデルは正しくない．
② ここで問題となるのは，除熱が不十分だと目的生成物の選択率が落ちる．

①は「と思う」，②では「ことである」を文末に加えないと主語と述語が対応しない．

また，次の例では文の前半と後半で主語がねじれている．

我々は熱交換器を伴う充填層型反応器を開発し，反応温度の変化を 5℃以内に抑えられる安定性がえられた．

この文では，後半部分の主語が「我々」ではなくなっている．このような文を避けるためには，文末を「がえられた」から「をえることができた」とすればよい．このねじれは例文のような主語・述語の離れた文章で起こりやすい．できれば主語と述語は近づけるほうがよい．

さらに，述語が必要とする目的語が欠けている例を示す．

① サンプル分析を外注しようと考えている．
② 低温排熱の回収は製造プロセスのエネルギー効率向上に必須の課題である．熱交換器や低温反応を可能とする触媒開発といった排熱回収技術は従来から研究されてきたが，大

きく向上させるためにはこれらに利用する材料開発が必要である.

①は「どこに」が抜けているし，②では，「大きく進歩させる」の前に「エネルギー効率向上を」が抜けている．②の二文目は並列の「が」や代名詞の「これら」を含んでおり，語順を変えて次のようにより簡潔にできる.

エネルギー効率を大きく向上させるためには，従来から研究されてきた熱交換器や低温反応を可能とする触媒開発といった排熱回収技術に利用する材料開発が必要である.

まとめると，破格の文を避けるためには，短くて簡潔な文を書くこと，主語と述語をできるだけ近づけることを意識すればよい.

ここまでに挙げてきたことは一般的に文章を書く際に注意すべきことである．次節からは，論文特有の表現方法について説明していく.

5　論文独特の表記ルール

論文では，専門分野特有の表現方法に従うことが，専門分野を共通とする読み手に情報を認識しやすい論文を提供することにつながる．この表現方法にきっちり従って論文を作成することは，書き手からすると，慣れないうちは細かいルールが多く面倒に感じるかもしれないが，慣れればフォーマットに合わせる負荷も減ってくる．ここでは，化学工学の分野での論文の表記上の原則を列挙していく．専門分野が異なれば以下に挙げる表現のルールがあてはまらないこともある．[1–4,13–19]

・変数のシンボルはイタリック体にする.

数値が入る文字だけをイタリック体（斜体）にすると覚えておこう．変数をイタリック体にしないと，次の例のように化合物名の **A** なのか，頻度因子の ***A*** を指しているのかわからなくなってしまうことがある．長い論文で変数を多く使うときは注意が必要だ.

例）化合物 **A** は次のように反応する.

$$\mathbf{A} \rightarrow \mathrm{B} \tag{1}$$

この反応の速度 r は次式で表される.

$$r = kC_{\mathbf{A}} \tag{2}$$

ここで，k は反応速度定数，$C_{\mathbf{A}}$ は **A** の濃度である．k はさらに次のように表現できる.

$$k = \boldsymbol{A} \exp(-E/RT) \tag{3}$$

A は頻度因子，E は活性化エネルギー，R は気体定数，T は絶対温度である.

変数表記の詳細は「6 節 数式･化学式」でも述べる.

・本文の文章のフォントサイズは 11−12 pt.にする.

視力が弱い人のことも考えて論文を書こう．Word のデフォルトの 10.5 pt.だとやや文字が小さい．後に説明する図表の中のフォントも小さくしすぎないようにしよう．ただし，学会の要旨のようにフォントサイズが指定されている場合はそれに従う．

・本文の文章は可読性の高い明朝体･セリフ体（英数字）で書く [14,15].

明朝体やセリフ体のフォントを使うと長い文章を読み続けやすくなる(可読性が高い)．本書では本文の文章のフォントには「ヒラギノ明朝 ProN W3」を用いている（一太郎 2012 承 プレミアムに入っている)．Microsoft Word のデフォルトである「MS 明朝」よりも PC での視認性（一見した判別のしやすさ）がよい．無料のフォントで「IPAex 明朝」も視認性がよい（https://ipafont.ipa.go.jp/node17 からダウンロードできる)．英数字のフォントは各人の好みでセリフ体（ひげ飾りのあるフォント）を用いればよいが，Times New Roman を使うのが無難だろう．Word 標準の Century には斜体専用の文字がないためイタリック体が不自然になるし，線の太さが日本語のフォントより太くてなじまないので使わない．Times New Roman の場合，立体の a は斜体だと *a* となるので単に斜めになるだけではないことがわかる．本書では Palatino Linotype を使っている．これは文字間隔の調整（カーニング）の手間が省けるからである．Palatino Linotype と Times New Roman で[f]を比べると後者の f の右側と]が接してしまうことがわかる．見やすさを優先するときは Palatino Linotype のように文字間隔が広めになるフォントを選ぶとよい．

また，節のタイトルには**メイリオ**のようなサンセリフ体（ひげ飾りのないフォント）を用いて本文とコントラストをつけるとよい．サンセリフ体のほうがセリフ体よりも視認性は高いが，長い文章をすべてサンセリフ体にするとくどく感じさせることもあり，可読性は落ちる．一太郎 2012 承 プレミアムがあるならヒラギノ角ゴ ProN W3 でもよい．Windows に最初からは入っていないが無料で IPAex ゴシック（明朝と同じサイトで手に入る）も視認性がよく使える．英数は Calibri（同じサイズの日本語フォントより小さいので和文ではサイズをやや大きめにする）や Segoe UI もある．標準の**ＭＳ Ｐゴシック**は，アンチエイリアス処理（線や図形を表示するときにギザギザに見えてしまう部分を滑らかにする処理）が行われないことがあるため，とくに太字にすると視認性が悪くなる．英数用の Calibri･Segoe UI に比べると Arial も視認性が低いことは覚えておこう．たとえば，Segoe UI･Calibri･Arial で「3C」と打ち込んでみると切れ目の部分が前者二つのほうが広いことがわかる．

・読点は全角コンマ「,」を使う．

科学･技術文章は横書きが基本であり，縦書きのときに用いられる全角テン「、」は通常は使わない．句点は全角マル「。」でも全角ピリオド「.」でもよい．一つの文書内では統一しよう．ちなみに，高校までの横書きの教科書は「,。」で書かれている．数学や物理学のように数式を多用する文書では習慣的に「,.」を使うことが多い [15].

・主語と述語の対応に注意する．

主語とそれに対応する述語は近いほうがわかりやすい．短文で明確にわかる場合を除いて主語を省略してはならないが，1 人称主語は通常省略する．3.2 節に出てきた意見と事実の書き分けで必要なときだけ 1 人称主語を使う．科学･技術文章では，1 人称主語を「私」・「自分」とせずに，「著者」・「筆者」ならびにこれらの複数形にする．また，節の主語が欠落しないように注意すること．4.5 節の格についての説明も参照してほしい．

・できるだけ能動態で文章を書く．

文章の主語を内容の主体とするため，論文では人以外をよく主語にするが，3 節でも述べたように，できるだけ能動態で文章を書くと簡潔で明確な文章になる．もちろん，強調したい内容が人であれば人（1 人称を含む）を主語にしてもかまわない．しかし，主語になるものがある作用を受けているときは受動態のほうが自然である．

・語句の親和性に注意する [13].

論文でよく使われる語句と動詞の親和性にも注意を払おう．たとえば，「現象」を「説明する」は自然だが，「現象」を「検討する」は不自然である．「検討する」というのは「ものごとをよく調べ，それでよいかどうかを考えること」（文献 [16] から引用）である．客観的に起きている現象そのものについて，いいのかどうかを議論するのは，妙な感じを与えてしまうことがある．「現象の機構」を「検討する」にすれば，機構は人間が考えるものなのでよしあしを考えるのも自然になる．

・送りがなの送り方を統一する．

たとえば「行なう」と「行う」，「組み合わせ」と「組合せ」などのように，許容される送りがなが複数存在する言葉は数多くある．例の前者のように送りがなを多めに送るか，後者のように少なめに送るかは個人の好みでどちらにしてもよい．ただし，どちらの方法をとるかを同一論文中では統一するとよい．例外としては，「おこなった」を「行った」と書くと「いった」とも読めてしまう場合は，「行なった」と書くこともある．

・並列･箇条書きは文法的に等価な内容を並べる．

・箇条書き･( ) による付加説明のとき以外は文末を体言止めにしない．

「～については次のとおりである．」「～を以下に挙げる．」と文を一度終えてから箇条書きの項目を挙げていくのが一つの形だ．本節もこの方法を用いている．各項目は名詞（体言止め）でも文でもよいが，そのときはすべての項目をどちらかに統一する．また，箇条書きを文章に対して入れ子にするとき（次の項目の形式）は，連続して読んでも不自然にならないように前後のつながりに注意しよう．次の項目の例では下線部「の場合だけである．」がないと名詞で文が終わってしまう．

・漢数字の使用に気をつける．

論文中で漢数字を用いるのは，

(1) 固有の専門用語（単一反応，三角関数）
(2) 慣用語（不均一，二義的）
(3) 数詞（一つ，二つ）

の場合だけである [4]．これ以外はアラビア数字（1,2,3,……）を使う．数詞については「一つ」でも「1 つ」でもよいが，同一文中ではどちらかに統一するべきである．本来は漢数字の「一」に対する熟字訓なので「一つ」のほうがよい．雑誌によっては「1 つ」と書くと校正で「一つ」に直されることもある（「化学工学」や「化学工学論文集」があてはまる）．ただし，「1 個」「2 個」とする．日付についてはアラビア数字で表記する．

・「じ」と「ぢ」，「ず」と「づ」を正確に使い分ける．

原則は「じ」「ず」と書く．ただし，2 語連合によって「ち」「つ」が濁る場合と同音連呼の場合だけ「ぢ」「づ」を使うこともある．「基づく」「自ずと」「一つずつ」「つまずく」は注意しよう．「地」の「チ」と「ジ」のように，濁っているのではなく，別の読みの場合もある．

・具体的な意味をもつ言葉で文章を書く．

たとえば，「反応効率を高める」と書くよりも「目的生成物の収率を 90%に上げる」「目的生成物の生産量を毎年 10 ton に増やす」のほうが具体的であり，読者は論文の内容を理解しやすくなるし，主張にも説得力がつく．

・専門用語は学術用語集の表記に従う．

たとえば，「熱伝導率」は「熱伝導度」とも表記される．『学術用語集 化学編（増訂 2 版）』[18] では「熱伝導率」のほうが記載されている．一方，「粘性率」「粘性係数」「粘度」については化学工学では，「粘度」を用いるのが一般的である．カタカナ単語では長音符号（ー）がつくかどうかも注意するとよい．学術用語集 化学編では音符号がつくものが多い．ただし，「シリコン（silicon）」「シリコーン（silicone，シロキサン結合による主骨格をもつ人工高分子化合物の総称）樹脂」となっている．本来これらは両方シリコンと読むアルファベット表記だが，区別をするために特殊な読みをする．さらに，分野によって表記が異なる用語もある．例としては，「フィルター」（化学），「フィルタ」（機械工学）がある．

・ある概念を示す用語の表現は文中で統一する．

文中である概念を何度も説明することを避けるために定義する用語，前項の専門用語は，用語とそれが意味するものを 1 対 1 に対応させよう．次の例を参考にしてほしい．要は表現に一貫性をもたせるということだ．これはフォントの種類やサイズといったスタイル面にも当てはまる．

例）本研究で開発した反応器をコンパクトリアクターとよぶ

→以後の文章ではコンパクトリアクターだけを使う．コンパクトリアクタ（長音符号が抜けている）・省スペースリアクターなどと言い換えない）

・形式名詞･補助動詞･接続語はひらがなで表記する．

形式名詞･補助動詞はもとの意味が弱まった言葉であり，ひらがな書きする．表 1･表 2 に漢字で書いてしまいがちなものを示す [4]．次の例をみてほしい．

例 1）実験を行ったところ，化合物 A が得られた．

→このところは場所を表してはいない，「その時」の意味を表す．

例 2）ここは二人がはじめて出会った所だ．

→この所は場所を表している．

また，接続語ついては絶対にひらがな表記すべきというわけではない．しかし，接続語を漢字表記すると漢字が連続するため，一般に読みづらくなる．注意すべきものは，「したがって（従って）」・「すなわち（即ち）」・「および（及び）」「また（又）」である．

表 1　ひらがな書きする形式名詞

漢字	形式名詞の用法	漢字本来の用法
限	実験したかぎりでは	限りある資源
事	検討したことは	事の重大さ
様	次のように	様態の観察
度	調整のたびに	この度は
通	図1のとおりに示す	通り道
時	起動したとき	時を同じくして
等	硝酸・塩酸など	(常用漢字以外の音訓)
方	前者より後者のほうが	光源の方に向ける

表 2　ひらがな書きする補助動詞

漢字	補助動詞の用法	漢字本来の用法
言	という定義は	彼が言った
行	増加していく	学会に行く
居	計算している	大学に居る
置	設定しておく	ポンプを置く
来	見てくる	近くに来る
出	反応が進みだす	薬品を取り出す
付	思いつき	修飾剤の付いた表面
見	検討してみる	色の変化を見る

・常用漢字の範囲内で表記する．

常用漢字以外が当てはまる言葉はひらがな書きする．「活（かつ）用」「活（い）かす」のように音読みは常用漢字でも訓読みは範囲外，「見出（いだ）す」「善し悪（あ）し」のように訓読みの一部だけ範囲外のこともあるので注意しよう．これも絶対的なルールではない．人名はもちろん例外であり，専門用語でも常用漢字の以外の漢字を用いて表記するのが通例のものもある（例：撹拌）．国語辞典を見ると常用漢字表にない音訓には▼のマークがついている [17]．表 3 によく使用されやすい常用漢字以外の漢字，常用漢字にない音訓を含む副詞を示す [4]．たとえば，「伝ぱ」の場合は「伝わる」などとして，できるだけ平易な表現を心がけよう．なお，「剝（はく）離」「萎（い）縮」「空隙（げき）」「明瞭（りょう）（「明らか」のほうがよい）」「頃（ころ）合」「汎（はん）用」「斬（ざん）新」「桁（けた）」「全て（すべて）」「一旦（たん）」「又（また）は」「充塡（填，てん）」は平成 22 年 11 月 30 日内閣告示の常用漢字表で常用漢字の範囲内の表記となった（ http://www.bunka.go.jp/kokugo_nihongo/sisaku/joho/joho/kijun/naikaku/pdf/joyokanjihyo_20101130.pdf）．常用漢字は時代とともに変化するので新しい常用漢字表が出た後は確認するとよい．

表 3　高頻度で使用されやすい常用漢字以外の漢字

漢字	語句	漢字	語句	副詞
歪	歪(ひず)む	矩	矩(く)形	尚(なお)
濾	濾(ろ)過	塵	集塵(じん)	予(あらかじ)め
罫	罫(けい)線	輻	輻(ふく)射	遂(つい)に
頁	頁(ページ)	播	伝播(ぱ)	先(ま)ず
稀	稀(け)有	敲	推敲（こう）	直(す)ぐ

・表 4 に挙げるものも通常はひらがなで書く [1,19]．

これについては筆者が，漢字の多い文章にしたいのか，ひらがなの多い文章にしたいのかといった好みで基準を決めればよい．「できる」，「わかる」，「いえる」などの文を締めくくる言葉もひらがなで書いたほうが読みやすくなることが多い．

上記でかながきにするかどうかの原則をいくつか述べてきた．一般にはひらがなが多めの文章のほうが読みやすいことは覚えておこう．論文はただでさえ硬くなりがちなので，少しでも軟らかさを出す効果もある．もちろん読みやすさが一番大切なので，ひらがなが多すぎて読みにくいときはここで挙げた語句も漢字で書くことがあってもよい．

表４　通常はひらがなで書く漢字

漢字表記	ひらがな表記	漢字表記	ひらがな表記
無い	ない	頂く	いただく
下さい	ください	直ちに	ただちに
並びに	ならびに	各･各々	おのおの
御～	ご～	例えば	たとえば
始める	はじめる	初めに	はじめに
～と共に	～とともに	普通	ふつう
特に	とくに	出来る	できる
我々	われわれ	分かる・判る	わかる
君(代名詞)	きみ	一層	いっそう
敢えて	あえて	私達	私たち
他に	ほかに	殊に	ことに

・カタカナ外来語の使いすぎに気をつける [3,13].

カタカナの形容詞や副詞を使うのはできれば避ける．ただし「ブロードなピーク」のように分野と状況によっては浸透している表現もある．

例）オープンな→開かれた，コンパクトな→小型化した，フェアな→公平な，公正な

日本語とカタカナ外来語の両方がある名詞の場合，基本的には日本語の表記を使うとよい（例：メカニズム→機構）．より普及している表現がわかればそちらを選択する．インターネット検索のヒット数が多いほうを選ぶのも一つの手だ．読む人が違和感をもちにくい表現をしよう．

例）リアクター→反応器（ただし「マイクロリアクター」のように普及した語もある），印刷機→プリンター，流動学→レオロジー，炭素繊維→カーボンファイバー

（google での検索ヒット数はいずれも後者のほうが多い）

・アルファベットの大文字で表される略語を定義する．

略語がはじめて出てくるときはスペルアウト＋カッコ内に略語で表記する．

例）数値流体力学 Computational Fluid Dynamics (CFD)

DNA のように，普及していて読者に誤解を与える可能性がないものについては定義なしで使うこともできる．ただし，通じるかどうか少しでも迷うようなら定義を示そう．

・-（ハイフン），–（マイナス），—（en dash）を使い分ける．

-（ハイフン）をマイナスとしては用いない．–（マイナス）と–（en dash）は非常に似ているが，別の記号である（フォント「Times New Roman･Palatino Linotype」の記号と特殊文字では区別されている）．—（en dash）は範囲や二人の人名からなる反応や法則名の区切り示すときに用いる（pp. 10–15，Friedel–Crafts reaction）．とくに英語では，「～」は範囲を示さないので注意が必要である．

・できるだけ肯定形で文を書く．二重否定は避ける．

否定形は文意があいまいになることが多い．図4 に示すように，論理関係をベン図にすると，「A である」よりも「A ではない」のほうが範囲が広いことが多い．下の例で考えると，常用漢字は 2136 字しかないのに対して，常用漢字外の漢字は 10 万字以上ある．否定形で書こうとしている状況を肯定形でより具体的に書くことを考えるとよい．

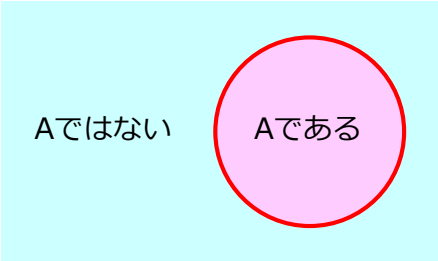


図4 否定語の範囲

例）常用漢字以外の漢字を使わない→常用漢字の範囲内で表記する
　　役に立たないわけではない→役に立つ

・同じような文末表現が連続していないか気をつける．

過去形の「～た」，考察における「～と考える」，「～である」，下の例の「～なる」など，同じような文末表現が続くと文章が単調になってしまう．文章に迫力と説得力をもたせるためには変化に富む場所へ落とすことが必要である．専門用語やスタイルの一貫性と，単調さを避けるバランスを考えるようにしよう．

悪い例）
数百 μm から数 mm 程度のマイクロ流路では，流体と流路壁との相互作用が大きくなる．このような流路では，混じり合わない相が交互に流れるスラグ流を形成しやすくなる．

改善例）（文末以外を直すこともあるので格や助詞などの文法を再確認しよう）
数百 μm から数 mm 程度のマイクロ流路では，流体と流路壁との相互作用が大きくなる．このような流路では，混じり合わない相が交互に流れるスラグ流を容易に形成できる．

・単位の表記に注意する．

① 数値・変数名・変数シンボル（アルファベット・ギリシャ文字）と単位の間は半角スペースを空ける．半角スペースを入れないと，u[m/s]，4181J・kg^{-1}・K^{-1} のように詰まった感じになる．数値とアルファベットではない単位，たとえば，°（角度）・℃（日本語のときのみ）・%・′（フィート・分）・″（インチ・秒）の間だけ半角スペースを入れない．英語論文で摂氏の単位を表記するときは，数値の後に半角スペースを空けて記号と特殊文字の「Degree Sign」と C を入力する（文字化けの原因になるので全角の℃は使わない）．

② 変数名・シンボルに対する単位だけ［］で囲む．たとえば，熱伝導率 k [W・m^{-1}・K^{-1}]（または W/(m・K)），流速 [m/s]，0.1 mol・L^{-1} とする（0.1 [mol・L^{-1}]とはしない）．熱伝導率の単位を W/m・K とは書かない（K が分母か分子かはっきりしない）．なお，リットルは大文字の L か小文字の l のどちらかに統一する（小文字のエルは 1 と似ているので，L のほうが見やすい）．

③ 数値と単位の間で改行しない．数値が行の右端にくる場合，両端ぞろえになって

いたらダミーの空白を入れて数値の直前で改行するか，表現を変える．

・ギリシャ文字は「記号と特殊文字」から選択する．

Microsoft Office を使っている場合は，たいていの英数字フォントで「挿入」→「記号と特殊文字」からギリシャ文字を選択できる．ただし PowerPoint 2003 の場合は，強制的に全角フォントのギリシャ文字に切り替わってしまう．また，グラフ作成専用のソフトでは特殊文字が使えないこともある．このような場合には，Symbol という種類のフォントを使うしかない．表 5 は，ギリシャ文字を Symbol フォントで入力するときのアルファベットとの対応を示したものである．ただし，他の部分と別のフォントが混じるし，フォントを一括変換すると通常のアルファベットに戻るので (例：μm→mm，この変化に気付かず誤った表記のままになる恐れもある)，できれば避けたい手段ではある．また，マイクロ→μと変換して全角文字でギリシャ文字を出すと，半角英数字とのなじみが悪いし，英語の論文･発表でも使えないので避けたほうがよい．

表 5　ギリシャ文字の Symbol フォントでの入力方法

アルファベット	ギリシャ文字	アルファベット	ギリシャ文字
a	α	b	β
g	γ	d	δ
m	μ	r	ρ
p	π	l	λ
n	ν	s	σ
x	ξ	w	ω
q	ϑ	D	Δ
k	κ	P	Π
f	ϕ	G	Γ
h	η	S	Σ

2 節から 5 節にかけて，大きい視点から小さい視点に移りながら文章の注意点を述べてきた．文書の構成要素は文章だけではなく，数式･表･図も含まれることがほとんどである．そこで次節からは，文章以外の文書の構成要素を表現するための方法を説明していく．

6　数式･化学式

数式･化学式も文章の重要な要素である．論文等に数式･化学式を文書に掲載する方法をここでは解説する．[1,16,20]

・数式･式番号の配置

単純な数式･化学式は行内に挿入してよい．後で引用したり，式が複雑だったりする場合は式を別行立てにする．別行立ての式は文章の中央に配置するか，左側に 5 文字分インデントをとって記述する．式の上下には 1 行の半分の行間を入れると見やすい．式番

号は，式を変換していく途中の式については省き，重要な式だけにつける．

式番号は半角カッコで囲んで式のある行の右端近くにつけ，さらに番号の右に全角1文字分のスペースを空けるとよい．式番号の位置をそろえるには，Microsoft Word の場合，まずテキスト領域の左上隅のところを数回クリックして「右揃えタブ(⌟)」に切り替えておく（Word2007 以降は，ルーラーが初期設定では表示されていないので，「表示」タブで「ルーラー」をチェックする）．式の右端で Tab キーを一度押す．さらにその右側に式番号を書く．水平方向にみて式番号の右端位置にあたるところでルーラー（テキスト領域上端の|1|2|3|…|39|40|と表示されている部分）をクリックすれば式番号が指定した場所に移動している．

・式の引用方法

式番号を用いて式を引用する．ただし式番号を用いた引用は，その式よりも後ろでする．複数の式を引用する際に，式番号に範囲がある場合は，たとえば，式(2)–(5)のようにする．また，数式も文中の一部なので，式の直後に「, 」「. 」を適切に入れる．ただし，学術雑誌のフォーマットによっては式の後には句読点をつけないこともあり，ACS では後者のスタイルを薦めている [20]. 文中と同じ行に挿入された式は名詞として扱い，別行立ての数式は名詞としても文としても扱う．例を以下に示す．

悪い例）

定圧モル比熱と定用モル比熱の差は式(1)で与えられる．

$$C_P - C_V = \frac{\alpha^2 VT}{\kappa_T} \tag{1}$$

理想気体に対して，この式は気体定数を用いて式(2)のように変形できる．

$$C_P - C_v = R \tag{2}$$

良い例）

定圧モル比熱 C_P [J/(mol•K)]と定用モル比熱 C_V [J/(mol•K)]の差は，

$$C_P - C_V = \frac{\alpha^2 VT}{\kappa_T} \tag{1}$$

である．ここで，α は体積膨張率 [1/K]，V はモル体積 [m^3/mol]，T は絶対温度 [K]，κ_T は等温圧縮率 [m^3/J]を表す．理想気体に対して，気体定数 R [J/(mol•K)]を用いて式(1)は次のように表現できる．

$$C_P - C_v = R. \tag{2}$$

・式中の変数を示すシンボルの定義を式の前後で説明しよう．

上の良い例のように，式中のシンボルの定義を式の前後で説明しよう．有次元の議論をしているときは単位も合わせて示す．

・文中にテキストで式を書く場合は，演算子の前後，関数と変数シンボルの間に半角スペースを入れる．

文中にテキストで式を書く場合は，$C_p - C_v = R$，$\ln x$ のように，$-$ や $=$ といった演算子の前後や関数の直後に半角スペースを入れる（スペースを入れないと次のように詰まった見た目になる，$C_p{-}C_v{=}R$，$\ln x$）．関数の積の間（例：$\sin x \cos y$）や微分の前後にもスペース（例：$xy\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$）を入れる．数式エディタを用いている場合は，演算子の前後に適宜スペースを入れてくれるので気にしなくてもよい（上の式(1)･(2)は数式エディタで書いている）．

・変数シンボルだけイタリック体にする．関数は立体にする．

変数シンボル･軸の名称（たとえば x 軸）はイタリック体に，sin･log･exp･lim･glad･d（微分記号のみ例外的にイタリック体も可）といった関数は立体にする．通常，関数と変数の間には半角スペースを入れるが，変数が()で囲まれているときは，この半角スペースはいらない（例：$\sin(x + y)$）．ベクトル量は（イタリック）ボールド体にする．

・上付き･下付き

上付き･下付きの文字が変数であればイタリック体にし，名称であれば立体にする．たとえば，定圧モル比熱 C_P の下付き P は変数の圧力を示しているのでイタリック体にするが，成分 B の濃度 C_B の下付き B は成分名なので立体にする．「数式エディタ」（「挿入」タブ→「オブジェクト」にある「数式 3.0」）でアルファベットを立体にしたいときは，「スタイル」→「文字列」を選択すれよい．また，上付きと下付きが同時にある場合は，左右方向に同じ位置に配置するか，下付きの後に上付きを書く（例：x_1^2 または $x_1{}^2$）．なお，上付き･下付きでは演算子の前後にスペースをとらない（例：$\mathrm{M}^{(x+y)+}$）．Microsoft PowerPoint の図中の文字の上付きはデフォルトでは相対位置が 30%であり，この値だと少し低めに上付き文字が配置されるので.「ホーム」タブ→「フォント」でこの値を 50%にするとよい．Microsoft Word でも「ホーム」タブ→「フォント」→「文字幅と間隔」のタブ中にある「位置」の「間隔」で上付きはベースラインを 2 pt.上げ，下付きは 2 pt.下げるとよい．

・移動現象で出てきた無次元数シンボルはイタリック体か立体か文書内で統一する．

無次元数のシンボルは数値が入るから変数ともいえるし，特定の量の積であるため関数ともとらえられるので両方の表記が存在する．一つの文書ではどちらかに統一しよう．

例：Re，Nu，Pe，Pr，Da，Kn，Sc，Sh または
　　Re，Nu，Pe，Pr，Da，Kn，Sc，Sh

・文頭を変数シンボルにするのはできれば避ける．必要なら語順を変える．

変数シンボルが文頭に来そうなときは，出てくるのが 2 度目以降でも変数の定義を文頭におく，変数を文の後ろにするとよい．日本語の場合はそれほど不自然ではないが，大文字で文を始める英語の場合は，小文字の変数が文頭に来るのはとくに不自然になる．

・2 行以上の数式

数式が 1 行に収まらないときは折り返して 2 行以上で表記する．改行は =，+，−といった演算子のところでする．数字や関数の途中で改行しない．式変形では，改行位置を = でそろえる．式番号は，式を変形した最後の行だけにつける．

例：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi)+\frac{\partial}{\partial x}(\rho v_x\phi)+\frac{\partial}{\partial y}(\rho v_y\phi)+\frac{\partial}{\partial z}(\rho v_z\phi)$$
$$=\frac{\partial}{\partial x}\left(\Gamma\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\Gamma\frac{\partial\phi}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\Gamma\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)+S_{\mathrm{m}}. \tag{3}$$

$$\begin{aligned} f(x) &= (x+a)(x+b) \\ &= x^2+(a+b)x+ab. \end{aligned} \tag{4}$$

・数式の後に変数のリストを示す場合

例：$f(n) = n(n+1)/2$，$n = 1, 2, 3, \ldots$

リストの後方を省略するのに…を使う．3 の後にも，があるのに注意，式などの途中を一部省略するのに使う三点リーダー（•••）の高さは，それを囲む記号の高さに合わせる．$1 + 2 + \ldots + n$ は間違いで $1 + 2 + \cdots + n$ が正しい表記となる．

・場合分けがある場合

$$|a| = \begin{cases} a, & a \geq 0; \\ -a, & a < 0. \end{cases}$$

・数式中のフォントのサイズと種類

数式エディタでもフォントサイズ（サイズ→サイズの定義→デフォルトで「標準」が 12 pt.になっている）・種類（スタイル→スタイルの定義→各項目（文字列，関数（sin や cos は自動認識で立体になる），変数（自動でイタリックになる），行列，番号のフォントは Times New Roman がデフォルト）の調整は可能なので本文中のフォントと合わせる．これは，プレゼンテーションに数式を載せる際に，式中のフォントサイズを大きくしたり，フォントの種類をほかのテキストと同じサンセリフ体にしたりするときにも使える．

・化学式･反応式の表記

まず，矢印やプラスの記号があるからといって反応式や化学式を数式エディタで書くのはやめよう．元素記号は変数ではないので立体で書くのが原則だ．ところが，数式エディタは英数字をデフォルトでイタリック体にしてしまう（悪い例：$A + B \rightarrow C$）．ただし，反応式も数式のように別行立てで表示するときは，右側に式番号をつける．

係数や下つきがアルファベットのときは xH_2O や $(H_2O)_n$ のようにイタリック体にする．2 原子分子（例：NaCl），原子群（例：SO_4，NO_3），官能基（例：COOH，C_6H_5）の途中で改行しない．

なお，化学の分野では，化合物を番号･アルファベットで参照する．このときに番号･

アルファベットを**ボールド体**にする
例）*N*-Acyliminium ion **4** was also generated from precursor **3** in a similar fashion as shown in Scheme 5.（*J. Am. Chem. Soc.*, **127(33)**, p. 11668 (2005) から引用）

・反応式中の矢印の表記

原系と生成系の結び方は，不可逆反応なら→で原系と生成系を結ぶ．可逆反応は⇄で示す．半矢印⇌は平衡状態を示す．↔は共鳴構造を表し，反応を示さない．＝は熱化学方程式（反応熱が組み込まれたもの）だけで使う．

7 表

実験条件・データなどを文章で列挙するよりも，それらを整理して表にすることで，読者が要点を理解しやすくなることがある．また，図（次節でふれる）に比べてデータを正確に示したいときには有効である．ただ，表には図と比べて，伝えたいことが一見しただけでは読み手にわかりにくくなりやすいという欠点もある．この欠点を回避するためにも，文書で主張したいことに直接関わる最低限の情報だけを掲載して，できるだけ簡潔にすることを心がけたい．表を文書に掲載する上での注意点を以下にあげる．例は本文中のほかの節の表も参考にしてほしい．[4,21]

・表の内容の説明をしてから表を示す．その説明文では表番はできるだけ文頭に記述する．

図や数式についても同様だが，これらは文書の一部であり，文書の主体は文章である．表・図・式は，この主体をよりわかりやすくするための手段である．よって，表・図・式だけが掲載されているだけでは文書として成立しない．表の内容の説明に入るときは，「表 1 は (表番号をできるだけ文頭に)，……を示したものである．」と示し，その後に同じ段落で表の内容の重要点やデータの傾向といった考察をまとめる．表の説明文と考察の間に表を入れてしまうと，同じトピックの文章が分断され，トピックの原則が崩れて読みにくい（例は 3.1 節にもある）．これは図も同様である．

・表の位置はできるだけ表の内容を説明した段落の直後に配置する．

表の説明の直後に表があるほうが読み手にはわかりやすい．ただし，ページレイアウトによっては表の内容を説明しているページの上部・下部，またはすぐ次のページにもなりうる．これも図にあてはまる．

・表番号・表のタイトル（キャプション）は表の上につける．

キャプションに表の内容や操作条件について簡潔に説明することもある．タイトルの付加説明は短ければ（）内に示せばよいし，長ければ文章にする．タイトルが複数行にわたるときは下の例のように，2 行目以降の先頭文字はタイトルの先頭にあわせる．キ

ャプションのフォントの種類･サイズなどのスタイルは文書中で統一する．本書でも表番号を**メイリオ**で表記している．

例）表１　ミキサーの各混合プレートの衝突場
　　でかかるせん断速度

・表の両端には縦ケイ線を引かない．

必要以上にケイ線の引かれた表は返って見にくい．ケイ線は必要最低限だけ引くようにしよう．表の上端･下端と変数名とデータ領域の境の 3 本あれば十分である．表 6 の悪い例と良い例を見比べてみよう．けい線が少ないとデータ自体に読み手は集中できる．

・表の一番上のケイ線は他のケイ線よりも太くしてもよい．

和書の専門書で多いが，必須というわけではない．スタイルは文書で統一すればよい．本書の表 1–5 がその例にあたる．

・表内のフォントの種類は文章中と同じにする．

Excel ではデフォルトのフォントが **MS ゴシック**になっている．日本語の部分は明朝体に，英数字は文中で用いているフォントと同じものに直そう．

表６　けい線の有無による表の見栄えの比較

（けい線を全セルに引いた場合）

ミキサー名	内管内径 [mm]	内管外径 [mm]	内管壁厚さ [mm]	細孔径 [mm]	細孔の数
Dual4.4-0.2	4.4	6.4	1.0	0.2	8
Dual1.0-0.2	1.0	1.6	0.3	0.2	8
Dual1.0-0.1	1.0	1.6	0.3	0.1	12
Dual0.5-0.2	0.5	1.6	0.5	0.2	8

（けい線を横方向に必要最低限だけ引いた場合）

ミキサー名	内管内径 [mm]	内管外径 [mm]	内管壁厚さ [mm]	細孔径 [mm]	細孔の数
Dual4.4-0.2	4.4	6.4	1.0	0.2	8
Dual1.0-0.2	1.0	1.6	0.3	0.2	8
Dual1.0-0.1	1.0	1.6	0.3	0.1	12
Dual0.5-0.2	0.5	1.6	0.5	0.2	8

・データを載せる順序を合理的なものにする．

データが大きい順または小さい順，名称がアルファベット順や 50 音順というように規則的な並べ方をしよう．たとえば表 6 では，内管内径と細孔径でミキサー名をつけていて，内管内径と細孔径が大きいものから小さいものへと並べている．

・表のキャプションと表中のフォントサイズは文章中と同じか小さくする．

たとえば，本文のフォントサイズが 11 pt.のときは，表のキャプションと表中のフォントサイズは 10–11 pt.とする．表の例は本テキスト中のものを参照のこと．

・変数名･変数シンボル･単位の表記方法は本文中と同じ．

5･6 節でも説明したように，変数名･シンボルと単位の間は半角スペースを空け，その後の単位は[ ]で囲む（例：密度 [kg/m^3]）．変数シンボルをアルファベット表示するときはイタリック体にする（表 7 がその一例）．

・必要があれば脚注を表の下に示す．

あるデータだけ測定条件が異なる，補足説明が必要，などの場合は，関連する箇所に上付きのアルファベット･番号で印をつけ，表の下にその印とともに脚注を示す．脚注のフォントサイズは表中のフォントサイズよりも小さくする．例を表 7 に示す．この表では表内のフォントサイズを 10 pt.，脚注を 9 pt.としている．

・数値の小数点･有効数字の桁数に注意し，表示形式に一貫性をもたせる．

小数点以下の桁数，小数点の位置をそろえ（表 7 の 0.50 は 0.5 としてはいけない），測定精度に合う桁数のデータを載せる．Excel の結果を載せるときは桁数を調節しよう．定量的に内容を提示するには，このようなことにも気をつかうことが大事だ．

表 7　脚注のある表の例

Reaction type	反応速度定数[a, b]	C_{A0} [kmol·m^{-3}]	C_{A0}/C_{B0}[c]
1	$k_1 = k_2 = 1$	5.0	0.50
	$k_1 = 1$ and $k_2 = 200$	5.0	0.50
2	$k_1 = k_2 C_{B0} = 1$	3.3	0.33
	$k_1 = 1$ and $k_2 C_{B0} = 2,\ 20,\ 200$	3.3	0.33
3	$k_1 = k_2 = k_3 = 1$	6.7	0.67
	$k_1 = k_2 = 1$ and $k_3 = 200$	6.7	0.67

[a] 反応速度定数は Reaction type 2 の k_2 を除いて m^3·kmol^{-1}·s^{-1}，
Reaction type 2 の k_2 については m^6·kmol^{-2}·s^{-1} である．

[b] C_{j0} は成分 j の各流体セグメント内での反応器入口におけるモル濃度である．

[c] すべての場合について C_{B0} = 10 kmol·m^{-3} とした．

・同じデータを図と表で二度示さない．

あるデータをグラフで図示したら，数値を表でもう一度示す必要はない．図または表のいずれか一方だけで示そう．図のほうが条件の変化による傾向を捉えやすいため，図だけにしたほうがいい場合が多い．

・複数ページにまたがる情報量の多い大きな表は避ける．

データ量の多すぎる表は，読者の理解を妨げる．結論を主張するのに必要十分なデータを過不足なく選ぶ．やむをえない場合は次の例のように，各ページにキャプションをつけ，2 ページ目以降は続きであることを明記する．

例）最初のページ：表 1　タイトル

次のページは：表 1　タイトル（続き）

・横長の図表は，それを時計回りに 90 度回転して見られるように配置する．

表全体の縦横の長さのバランスを考え，できれば本文と同じ方向に読めるように表を配置するのが望ましい．やむをえず横長の表を載せるときは，図 5 のように掲載する．これは横長の図についても同じである．

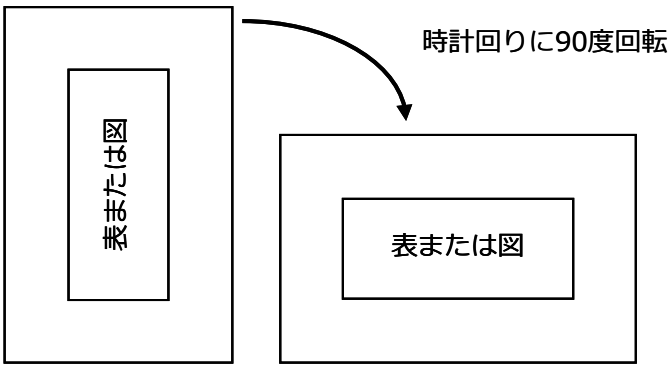


図 5　横長の図表の掲載方法

8　図･グラフ

図も表と同様の効果があるが，より視覚的に読者に理解を促したい場合は，図を用いると有効である．人間はイメージで理解する部分があるので，わかりやすい図を書くことが論文の理解度を大きく上げることに貢献する．また，論文を一見した印象は図で決まると言っても過言ではないし，その印象でさらに読むかどうかが決まることも多い．論文でも見た目の第一印象が大事ということだ．ここでは，図（主にグラフ）を文書に掲載する上での注意点を解説する．[4,20,21]

まず，図に関連する文章やキャプションの書き方のポイントを以下に挙げておく．

・図の前に図の紹介文，内容の説明，関連する考察を示す．

図の紹介文とは，「図 1 に～を示す」「～を図 1 に示す」といった文のことである．この文の直後に連続して，図の説明や関連する考察まで述べるとよい．読者に読み取ってほしい点，実験データから自分が感じ取ったことを言葉にしよう．たとえば反応温度と滞留時間を変えたデータを載せているのに反応温度の影響しか説明がない，といっ

たことはないだろうか？大量の図が並べられていて説明がわずかというのは読者には不親切だし，読者は圧倒されるだけになる可能性もある．また，図の紹介文→図→内容の説明だと，図に関する文章が図の上下に分散してしまうので読みにくい．ただし，ページレイアウト（9.9 節も参照）を優先しなければならないときもある．たとえば，図をページの上部または下部に配置することが指示されている場合である．このときは図に関連する説明の途中に図が入ることもある．

・図番号･図のタイトル（キャプション）は図の下につける．

グラフも図の一種なので「グラフ 1　タイトル」とはせず「図 1　タイトル」とする．タイトルが複数行にわたるときは 2 行目以降の先頭文字はタイトルの先頭にあわせる．タイトルは単なる軸の名称の繰り返しではなく，より内容を具体的に記述したものにすること．また，原著論文では，タイトルの後に線図･プロットの凡例を入れたり，図の内容や操作条件（温度･圧力･組成など，グラフの枠内でもよい）について簡潔に説明したりすることもある．タイトルの付加説明は短ければ（）内に示せばよいし，長ければ文章にする．

例）図 1　流路材質による吸収速度の変化

（1/16″ユニオンティー, d_s = 1 mm，CO_2 流量：4 mL/min，液相流量：2 mL/min）

・図と表の番号は別々に連番にする．

たとえば図→図→表→図→表の順に文書に出てくる場合は，図 1，図 2，表 3，図 4，表 5 と図表でまとめて番号をつけるのではなく，図 1，図 2，表 1，図 3，表 2 とする．

・同じ主題に関連する複数の図には同じ図番号をつける．

対応例を図 6 に示す．同じ主題（y 軸･x 軸の変数が同一）に関する図が複数含まれる場合は，図 1，2，3，……とするのではなく，図番号は統一し，図の中または下にアルファベットを示して識別していく．各図の下に変更した条件を，図番号のところに全体に対するタイトルを示すとよい．図中にアルファベットだけ書いておき，キャプションのタイトルの直後に条件の変更をまとめて書いてもよい．文中では，図 1(a)，図 1(b)，……と引用する．複数ページにわたるときは，各ページの図の下端に図番号＋タイトルを示す．2 ページ目以降はタイトルの後に（続き）と書いて，連続したページに載せていることをはっきりさせよう．

(a) 条件1　　(b) 条件2

図1　タイトル

改ページ

(c) 条件3　　(d) 条件4

図1　タイトル（続き）

図 6　同一主題に関連する複数の図にキャプションを付ける方法

次に図，とくにグラフの描き方で注意するといいところを説明していく．まずは悪い例と良い例を図 7 に示したので，どこがどのように変わっているか比べてみよう．

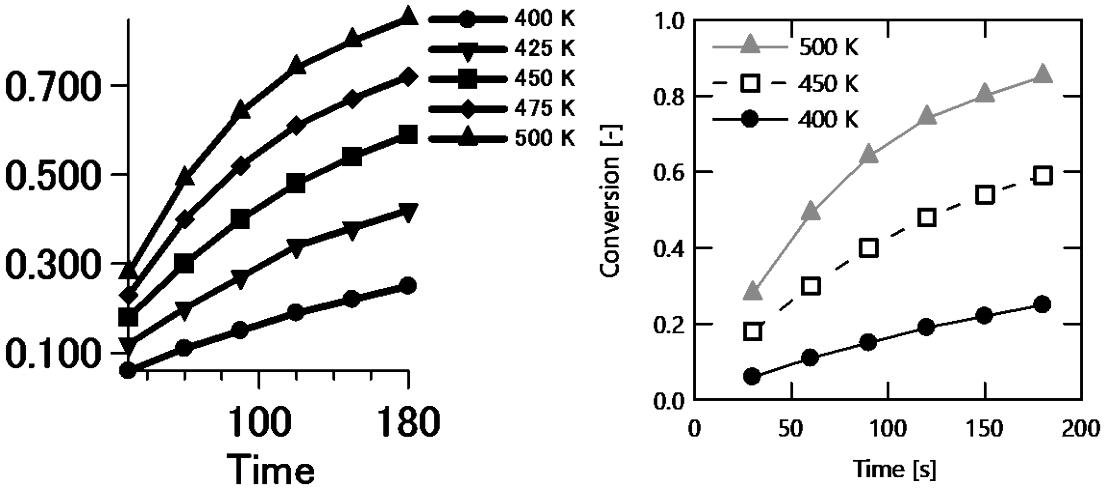


図 7　図の悪い例（左）と良い例（右）

・作図力学･コントラストに留意する [4].

実験データはプロット点として示し，必要に応じて平滑曲線または点間を結ぶ直線もあわせて示す．図 8 に挙げた例のように，理論やモデルの計算値･シミュレーション結果のときは曲線だけで示す．

平滑曲線･直線はプロットエリアの枠線と同じか太くする．線図に迫力をつけたければプロット点を大きくし，平滑曲線･直線を太く描く．ただし，太くしすぎると詳細がわからなくなる．論文のグラフでは，プロット点の大きさを 3–5 pt.，線の太さを 1–2 pt.にするとよい．

系列が多い場合は太さや濃さの異なる実線･破線を組み合わせたり，プロット点に中抜きを使ったりする（点線はできれば使わない）．また，背景色が白の場合は，黄色･水色といった淡色のプロット点･曲線は見にくいので濃い色を使うこと．このようにコントラストを意識するのは色弱の人も読みやすいようにするためでもある（これをユニバーサルデザインという，図 7 の悪い例で示した黒一色で塗りつぶしたプロット点は区別がつきにくいと思う）．

・縦軸･横軸の変数の説明を単位と共に示す．

変数の説明は各軸の中央に配置する．変数名と単位を囲む [の間に半角スペースを入れる．変数シンボルはイタリック体にする．無次元量のときは [-] を変数名の後ろにつけて無次元であることを明記すること．縦軸･横軸共に無次元量のときは単位表記を省略してもよい．なお，縦軸の変数名･単位は横向きに表示するほうが見やすい（とくにプレゼンテーションのときにあてはまる）．

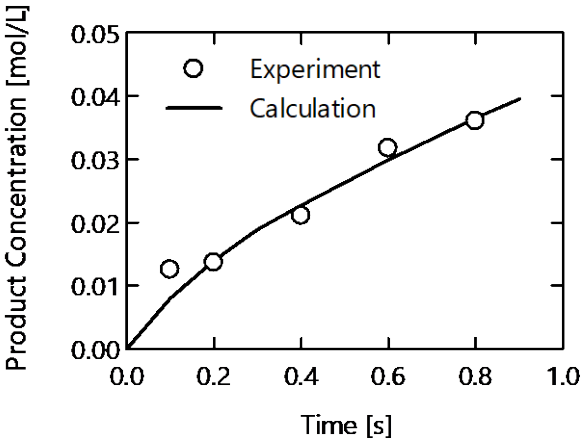


図 8　実験データと計算値を合わせて載せる場合

・目盛りのうち方に注意する [21].

目盛りの間隔が適切か，位置が自然な切りのよい値になっているか確認しよう．

自然な値の例：(0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8)（0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00）(0, 1, 2, 3, 4)（0, 5, 10, 15, 20）

不自然な値の例：(0.0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2)（0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9）(0, 4, 8, 12, 16)（0, 12, 24, 36, 48）(0, 15, 30, 45, 60)

上限値と下限値は必ず記載し，反応率なら 0 から 1 の範囲に入るはず，といった測定データの意味を考えて決めよう．プロット点･曲線が占める範囲は，上下を少し空けてグラフ全体の 2/3 になっていると見やすいので，これを目安にしてもよい．一手間かかるが，これもグラフソフトで手動で設定しよう．

目盛り数値の小数点以下の桁数をそろえ，測定精度より 1 桁以上少なくする．
例）0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 → 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00（小数点第 2 位までにそろえた）
0.000, 0.200, 0.400, 0.600, 0.800, 1.000 → 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0
（下 2 桁の 0 をカットした）

なお，目盛りのヒゲはプロットエリアの内側に向ける．プロットエリアの枠線の右側・上側にもヒゲを付ける．Excel だとこれらの枠線を出してもヒゲがつかない．できれば本書の付録 C で紹介している IGOR Pro のようなグラフソフトを使うとよい．

縦軸の左右に異なる目盛りを付けたときは，プロットまたは平滑曲線に矢印をつけて，各プロットがどちらの目盛りを参照しているかわかるようにする（付録 C, 図 16 参照）．

・一つのグラフのデータ系列数は 4 以下にする．

データが一つのグラフに詰め込まれすぎていると，読者に負担をかけるのは表と同じである．一つのグラフに載せるデータのプロット・曲線が 5 系列以上になると見にくくなるので避ける．多くのデータを示すときは上手くグラフを分けられないか考えよう．

・グラフ中の線やプロットの凡例を入れる．

系列間に十分なスペースがあれば，凡例は系列ごとに折れ線・曲線に密接させる（カラーの場合は対応する曲線・プロットと凡例を同色にするとよい）．凡例をまとめて示す方法に比べて，プロット・線と凡例間の視線の行き来がなくなるので読み手は楽になる．線が交差する，各系列の線の間にスペースがない場合は凡例をまとめてグラフのプロットエリアの枠線内に入れる．スペースがなければ，グラフ枠線の右側・下側またはキャプションに示してもよい．凡例はグラフの右端での値の高い順から示すようにすると，読み手の視線の動きが，凡例とプロット点で同じ向きになるので見やすい．

・使用フォントに一貫性をもたせる．

図中も表と同様に本文中と同じ種類のフォント，または見やすさのためにひげつきのないサンセリフ体を用い，図のキャプションと図中のフォントサイズは本文中と同じか少し小さくする．変数名（アルファベットなどのときはイタリック体で）と単位の間は半角スペースを空け，単位は[ ]で囲む．なお，サンセリフ体を使う場合は，日本語はメイリオや IPAex ゴシック，英数字は日本語が混じるときはメイリオや Verdana を使ってもいいし，英語だけなら Segoe UI・Calibri・Arial を使うとよい．なお，標準の MSP ゴシックは，とくに太字にすると視認性が悪くなる．

プレゼンテーション用に作成した図を文書中にそのまま貼り付けてはならない．フォントサイズが論文の本文より大きくなっているためだ．図 7 の悪い例を見てもらうと目盛りのフォントが大きすぎて，必要以上に目立ってしまう．少なくともフォントサイズは必ず文書用に変えること．

・棒グラフで最上部がわからない 3D のものは使わない．棒グラフの柱の太さは柱間の空白の幅の 2 倍にする．柱は単色で統一する．[21]

図 9 の左側のように，3D グラフだと最大値が手前の上端か奥側の上端かわかりにくい．柱間の空白が大きすぎると空白に目が行ってしまう．柱に紛らわしい模様や複数の色を使うことも避ける．ここで示した方針に従ったのが図 9 の右側である．付録 C の図 18 にも棒グラフの例がある．

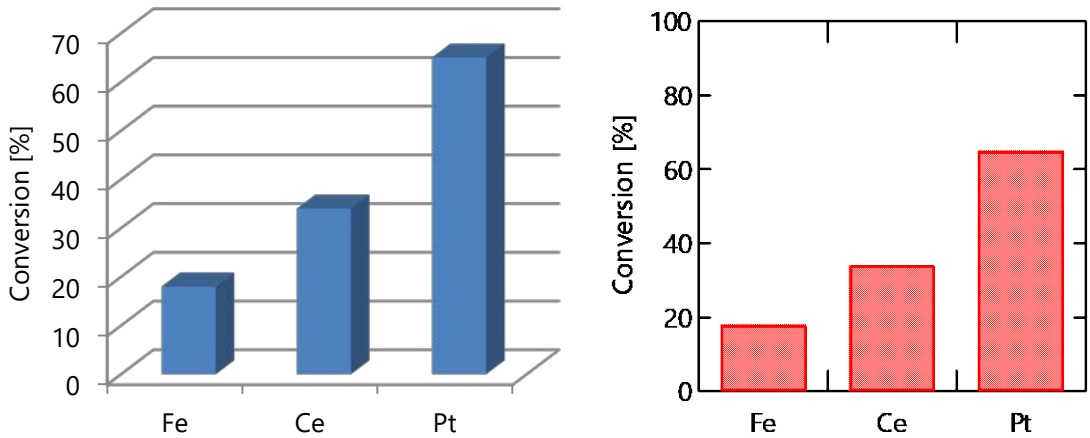


図 9　棒グラフの例（左：3D グラフの悪い例，右：改善例，柱の幅は空白の 2 倍）

・原著論文の原稿の図は縮小してグレースケールで用いられることに注意する [20].

原著論文の原稿の図は，実際の雑誌に掲載される際に縮小されることが多い．縮小後のサイズが 1 カラム幅（8 cm）に収まるように縮小されることを基準と考えるとよい．このこと考慮して線図の太さ，プロットの大きさ，文字サイズを調整するとよい．たとえば，学術雑誌には 1/2 に縮小後に 10 pt.のサイズのフォントになるように載せたいときは，元の図は 20 pt.にしておく．

図 10 に示すように，鮮やかな青と赤はグレースケールに変換すると差がほとんどなくなってしまう．変換後の色を予測しながら図を書くのは難しいので，図･グラフの線･配色も最初からグレースケールで作成すると確実である．オンライン版はカラー，紙版はグレースケール（カラー刷りは掲載料をとる雑誌もある）で掲載する雑誌では，十分なコントラストを付けた図を投稿するとよい．

以上の点に注意して図を文書に掲載していくとよい．図 11 に凡例を曲線に密接させた例と，視認性のよいフォントで作成した図の例を参考に示しておく．この図を見ながら本節のポイントを復習してほしい．表も図も文章を理解しやすくするためのものであることを認識しよう．読む人の心地よさを大切にしよう．また，図表を理解しやすいように文章を書こう．なお，本書のグラフは IGOR Pro で作成した（使用法は付録 C 参照）．

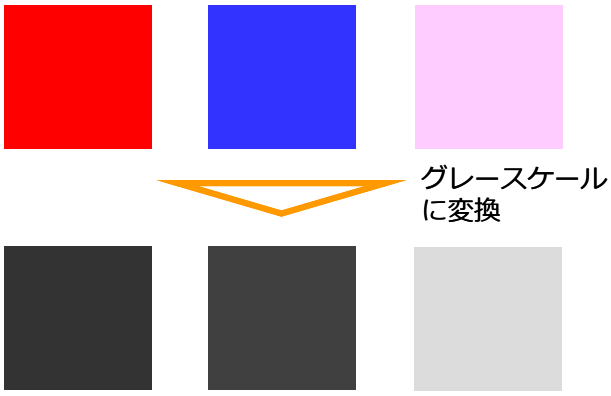
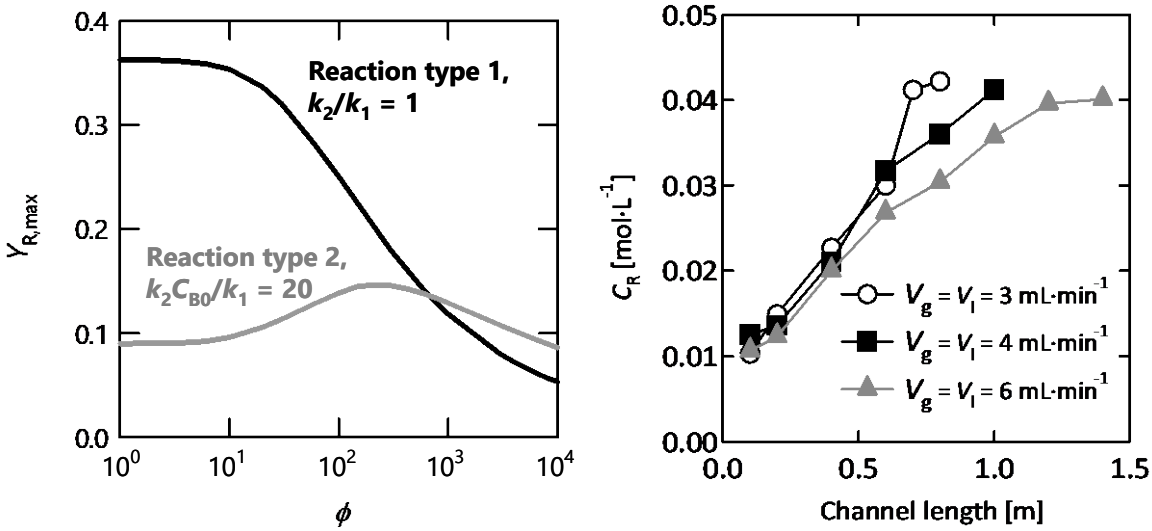


図 10　カラーからグレースケールへの変換



(a) 凡例を曲線に密接させた場合　　(b) 凡例を一ヶ所にまとめた場合

図 11　図の例（左のフォントは Segoe UI，右は Calibri）

ここまでで科学技術文書の各要素の表現法を一通り説明した．さらに，どのような内容を盛り込めばよいのかも理解する必要がある．そこで，次節では文書の一例として，レポート，卒論･修士論文や原著論文に含めるべき内容を具体的に説明していく．

9　論文の各構成要素の内容･表記方法

論文の主な構成要素として，要旨･緒言･本文･結言･謝辞･参考文献が挙げられる．また，長い論文になると脚注･付録が入ることもある．さらに，論文を読者が読みやすいようにページ番号の打ち方，ヘッダーの表記方法，余白などのページレイアウトにも配慮する必要がある．ここでは，各構成要素が含むべき内容や表記の注意点を説明する．[1,4,13,19,22–26]

9.1 タイトル

タイトルは論文の中で最初に目に入り，看板のようなものである．論文を読もうと思うかどうかの第一関門になる．先に進んでもらうためにも，タイトルは論文の主題･オリジナリティを具体的に表現する．抽象的･一般的すぎるものは避ける．略称･略語も使わないのが原則である．長過ぎるタイトルは主題がぼやけるし，文字数の制限（40 文字程度）が設定されていることもあるので，何回も書き直して言葉を厳選しよう．「～に関する研究」「新規な」といった具体的な内容を示していない言葉を削っていこう．学術雑誌の論文ではキーワードを 5 個程度示すことが多い．このキーワードをタイトルが含んでいると，検索で論文を探し出してもらいやすくなり，多くの人に読んでもらえる可能性が高まる．悪い例と改善例を以下に挙げておく．

例）× 金属酸化物ナノ粒子の合成法（どのような合成法かわからない）
× 金属酸化物ナノ粒子を超臨界流体を用いてキレート錯体を経由して 2 段階で合成する流通式プロセスの開発（48 文字，長すぎる）
○金属酸化物ナノ粒子の前駆体を経由した超臨界水熱合成連続プロセス（31 文字）

9.2 要旨

タイトルで内容が気になると，読者は次に要旨（抄録とよぶこともある）に目を通すことが多い．ここで読者は論文を深く読み込むか判断する．要旨は論文全体を凝縮したものであり，論文の各要素をすべて含み，それだけで完結したものにする．この完結性のため，本文中の図･表･数式を要旨の中で引用しないし，図表も含まない．緒言･研究方法･結果･考察の要点，簡潔な結言を含めるために，各要素について 1 文以上は含めるとよい．要旨はとくに客観的に書く必要があるため，一人称代名詞および類似の主語（例：当研究室）は使わない．

9.3 緒言

緒言の役割は，読者がその論文を読むべきか否かを判断できるようにすることと，読者が論文の本文を読み進めるための準備を整えられるようにすることである．緒言では，読者が本論に最短経路で読み進んでいけるように，本文を読むのに必要最低限の情報を載せるにとどめよう．そのために緒言に含まれるべきことは以下のとおりである．とくに扱う課題の重要性とオリジナリティを主張することは大切だ．

- 問題の背景（題材の一般的な特徴，応用範囲，関連理論，既往の研究）
- 本文の主題となる課題
- その課題の重要性（課題を扱う理由･動機）
- ほかの研究との関連性･自分の研究のオリジナリティ
- 自分の研究の目的と検討内容（課題解決の手段･手法）

9.4 本文

大まかな本文の構成は研究方法･結果･考察の 3 点になることが多い．最初に全般的な注意点を述べる．準備段階で論文の構成を作成しておき，トピックごとに段落を形成するとよい．各段落の文章については，3 節で述べた論理的･明確･簡潔なものにする．主張を支えることを読者が最もすんなり理解できる順序で段落･段落内の文を並べる．

次に，研究方法･結果･考察の内容についてもう少し述べる．一つ目の研究方法は，二つ目の結果を得るのに十分な記述をすること．他の人が追試して再現できる詳しさで手順･装置･条件の説明を書くこと．たとえば流通系の実験装置を組んだときは，とくに装置内の流路サイズが重要であるので，流路（チューブやクロマトのカラム）の内径･外径･長さ･材質を示しておく．普段実験するときにノートに記録をつけておくこと！また条件の選択根拠も述べる．さらに，市販の試薬はメーカー名，グレード（特級など）を，市販の装置は型番と製造会社名を示す．なお，研究方法の節に「結果と考察」の節で扱う実験･計算条件は全て書いておく．条件の一覧表を「結果と考察」に載せるのは不自然だ．結果と考察まで読んでやっと具体的に何をしたかわかる，裏を返すと方法の節に条件が一部しかないのは読者には不親切に映る．

二つ目の結果と三つ目の考察はまとめて書くことが多い．ここでは結果を解釈し，その解釈の理由を論理的に説明する．この結果･解釈･理由の対応をはっきりとさせよう．推論の場合は，推論であることを明確に示す．3.2 節でも述べたように，事実と意見をはっきりと書きわける．予想に反する結果についても無視せずに，その結果が得られた理由を考察する．

9.5 結言

結言では，本文の要点をまとめ，本文全体を根拠とした考察を行い，研究の重要性を主張する．今後の研究の将来展望や応用展開について述べることもある．また，自分の研究の重要性は読者が判断するものであるから，「重要な」「興味ある」といった主観的な判断を示す言葉を用いずに，客観的な表現にする．

結言は，緒言で挙げた課題の答えである必要がある．図 12 に論文全体の構成と各セクションの関係を図示する．第 1 章と第 2 章はまとめて一つの章にすることもあり，章立ては所属しているところの文化で多少違うかもしれない．個々の表現に集中するだけでなく，一段上から自分の論文を見る感じで，全体像への意識も持ちながら論文を書こう．セクション間の関係がスムーズにつながるか（Why so?と So what?の関係），各セクションが論文全体の課題の答えにつながっているか，という点にも気を配ろう．ふかん的に考えることは論文の執筆だけでなく，研究テーマの組み立て，さらには自分が生きていく方針を考えるのにも役立つ（感情を客観的にとらえることを 12 節で解説している）．

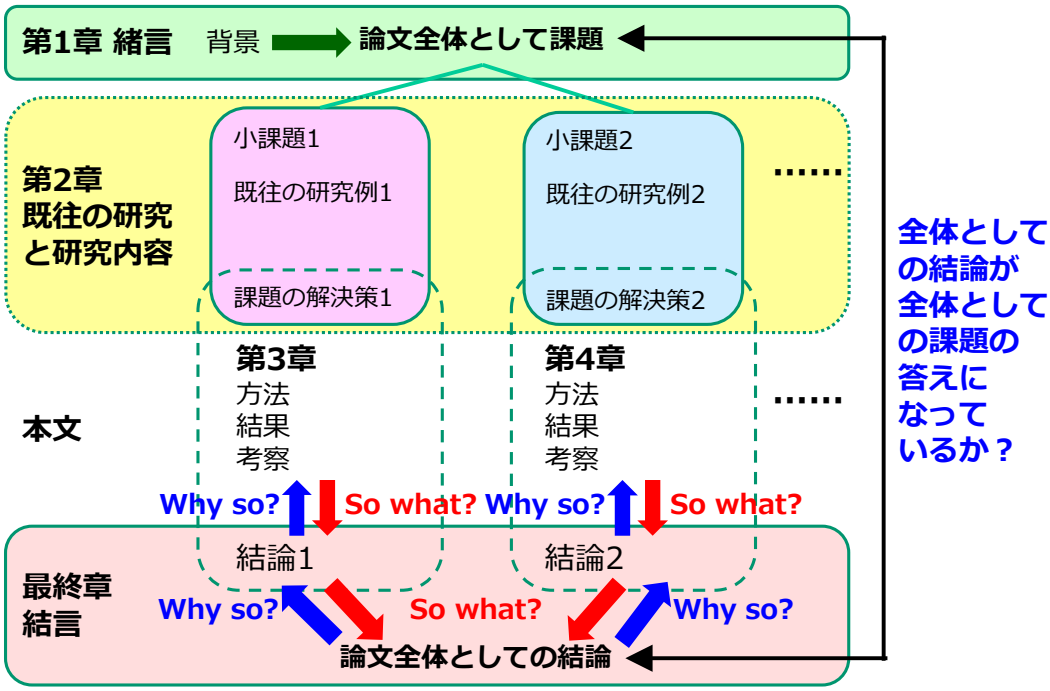


図 12　論文の全体像

9.6　謝辞

謝辞では，研究などを進める上で，ご指導･ご助言いただいた先生方，データ･実験装置を提供していただいた企業･研究機関，研究資金などをご支援いただいた公的機関など，お世話になった方々への感謝の意を明示する．論文の結言の後に，別の項目を新たに設けて述べる．卒業論文･修士論文などでは，内輪の先生方･先輩･同僚･後輩などにも感謝の意を示すが，原著論文には，自分のいる研究室･部署以外の方に対してだけ謝辞を述べる．このような論文では，自分の研究室の教員も共著者に含まれていることが一般的だからである．謝辞の文章表現について，注意すべき点を以下に挙げておく．[4]

- 協力･助言者の称号（博士）･役職名（教授･社長）･接辞語（殿･氏･君･嬢）が多くつくほど尊敬の度合いは高まる．たとえば，○○大学大学院○○研究科○○専攻教授○○先生のほうが，○○大学○○先生よりも丁寧な表現である．
- 感謝を伝える表現を敬称に合わせて変えること．表現としては，「深甚な感謝の意を示します」「甚大なる謝意を表します」「厚く謝意を申し上げます」「心よりお礼申し上げます」「感謝の意を表します」「謝意を表します」「感謝いたします」などがあり，先にあげたものほど丁寧な言いまわしである．単調さを避けることにもなる．
- 謝辞は公開礼状であるから，ここだけは「です･ます調」を用いて，手紙の文体で書く．

9.7　引用文献

最初に引用文献を示す理由を述べておく．研究や論文に限らず，身の回りにあるものは完全なオリジナルということはまずない．すでに存在するものに自分なりの味付けを加えてい

くことになる．このとき参考にした情報のソースを引用文献として挙げる．著作権法でも引用は正当に認められた行為だ．盗用の疑いをかけられないように，自信をもって情報を発信できるようにするためにも，適切に引用文献を提示しよう．本文中で引用していない文献を文献リストに載せてはならない．しっかりした文献リストがあると，読む人が関連情報を探しやすくなるという利点にもつながる．

次に引用の要件をまとめておく [22].

- 公開された作品であること（メールや手紙は公開されていないので引用できない）
- 引用部分がほかと明らかに区別できること（引用部を「　」・“　”や枠で囲んだり，別行に示したりする）
- オリジナルの表現が「主」，引用部分が「従」であること（引用部分の総和は全体の数%以下にするのが無難，各セクション内でも 1/3 以内にしておく）
- オリジナルの表現をするために引用する必然性があること（たとえば内容を考察するのに引用が必須である場合）
- 改変をしないこと（改行・改段落位置変更，漢字かなの入れ替え，句読点の修正といった細かな変更も同一性保持権違反になる，誤字の修正も厳密には違反）
- 出典を明記すること（論文特有の方法は以下に説明していく）

文献を本文の中で引用するスタイルには大きく分けて二つある．一つ目は，引用した内容が記されたところに文献番号を記しておき，論文の最後でその番号順に引用文献のリストを掲載する．本書や AIChE Journal などはこのスタイルを用いている．二つ目は，たとえば（Ehlers *et al.*，2000）のように（著者の姓，年号）として文中で引用し，第一著者の苗字のアルファベット順に文献を並べる．著者の姓は著者が 2 人なら（姓 1 and 姓 2，年号）で書き，3 人以上なら（筆頭著者の姓 *et al.*，年号）とする（*et al.*はイタリック体）．このスタイルは化学工学論文集や Chemical Engineering Science などで用いられている．

本文中に雑誌・論文集・書籍の名前を引用する場合は『 』または“ ”を，論文名の場合には「 」または‘ ’をつける．

化学工学論文集の『論文投稿の手引き』 [19] に沿って，文献リストの記載形式を説明していく．まず，学術雑誌は，

[番号] 著者名；“題名，” 発表雑誌名，雑誌巻数(号数)，ページ数先頭–最後（年号）.

例）[1] Ehlers, St., K. Elgeti, T. Menzel and G. Wießmeier; “Mixing in the Offstream of a Microchannel System,” *Chem. Eng. Proc.*, **39**, 291–298 (2000).

の順に並べる．著者名については，筆頭著者だけ姓，コンマ，名のイニシャルの順に書く．以後は名のイニシャル，姓の順に全員の名前を列挙する．最後の著者名の前に and を入れることもある．題名は，単語の頭文字を大文字にする．ただし，冠詞・接続詞・前置詞は文頭以外ならば頭文字は小文字にする．雑誌名は略称で表記し，*イタリック体*にすることが多い．

たとえば，Chemical Engineering Journal では Chemical Abstract Service [23] に記載されている略称を用いることになっている．雑誌名の略称は，参考文献 [24] に示したホームページにも一覧が示されている．一部の雑誌名の略称については表 8 に示した [23,24]．また，雑誌巻数は**太字**で示す（号数をカッコ内に併記することもある）．ページ数の先頭と最後の間にハイフン（-）ではなく，n-dash（–，記号と特殊文字から出す）を用いることに注意しよう．最後の年号はカッコで囲む．

単行本の場合は，

[番号] 著者名; 書名,（版数,）pp. 引用ページ範囲，出版社名，出版都市名，国名（第 1 刷発行年）.

例）[2] Carslaw, H. C. and J. C. Jaeger; Conduction of Heat in Solids, 2nd ed., pp. 198–201, Clarendon Press, Oxford, England (1960).

とする．ページ数が 1 ページのときは p. ページ数とし，複数ページにわたるときは，pp. ページ範囲とする．参考書として用いたときはページ数はいらない．

表 8　雑誌名の略称

正式名称	略称	文献
AIChE Journal	*AIChE J.*	23
Angewandte Chemie, International Edition	*Angew. Chem., Int. Ed.*	23
Applied Catalysis A	*Appl. Catal., A*	23
Catalysis Today	*Catal. Today*	23
Chemical Engineering and Processing: Process Intensification	*Chem. Eng. Process.*	23
Chemical Engineering & Technology	*Chem. Eng. Technol.*	23
Chemical Engineering Journal	*Chem. Eng. J.*	23
Chemical Engineering Research and Design	*Chem. Eng. Res. Des.*	23
Chemical Engineering Science	*Chem. Eng. Sci.*	23
Energy & Fuels	*Energy Fuel*	23
Industrial & Engneering Chemical Reserch	*Ind. Eng. Chem. Res.*	23
International Journal of Heat and Mass Transfer	*Int. J. Heat Mass Transfer*	24
International Journal of Hydrogen Energy	*Int. J. Hydrogen Energy*	23
Journal of the American Chemical Society	*J. Am. Chem. Soc.*	23
Journal of Chemical Engineering of Japan	*J. Chem. Eng. Jpn.*	23
The Journal of Supercritical Fluids	*J. Supercrit. Fluids*	23
Lab on a Chip	*Lab Chip*	23
Mikrochimica Acta	*Mikrochim. Acta*	24
Sensors and Actuators B	*Sens. Actuators, B*	23

特許の場合は，次のようにする．

[番号] 出願人名;“発明の名称，” 引用ページ範囲，公開番号（発行年）.

例）[3] Kameyama，H.; “Production Method of Thermal Conductive Catalyst,” Japanese Patent Disclosure, H02-144154 (1990).

国際会議の Proceedings は次のようにする．Proceedings はその会議に参加しないと通常手に入らないので，一般には手に入りにくいものを引用文献に入れるのはできれば避けたい．

[番号] 著者名;“題名，” 学会名，引用ページ範囲，開催都市名，国名（年号）.

または

[番号] 著者名;“題名，” 学会名，引用ページ範囲，出版社名，出版都市名，国名（年号）.（出版社が Proceedings を発行している場合）

例）[4] Wise, B. M. and N. L. Ricker; “Upset and Sensor Failure Detection in Multivariate Processes,” Preprints of the 37th AIChE Meeting, pp. 115–121, San Francisco, USA (1989).

ほかにも Web サイトの情報を参考にすることもあるだろうが，論文の引用文献には向いていない．Web サイトは書籍や雑誌に比べると見られなくなる可能性も高い．Web サイトの URL を文献リストに挙げるのを好まない雑誌もある．そのサイトが引用している学術雑誌の記事や単行本を文献リストには載せよう．Wikipedia も学習に使うのはいいが，引用文献として挙げるのは避けよう．

卒論などでとくに規定がなければ，ここで示した方法に従うとよい．細かな引用文献の記載方法は各雑誌の投稿規定によって異なってくる．投稿規定をよく読んで正確に文献リストを作ろう．そうすれば短時間で行うことを要求される校正の段階の手間も減るし，オンラインジャーナルでの引用文献のリンクがおかしくなるということもなくなる．

9.8 脚注･付録

脚注は式･記号の定義や補足説明のように本文が煩雑になり読みにくくなる場合につける．引用文献を脚注に示す雑誌もある．形式は，注を入れたところの右肩に上付き文字で番号などを明示し，該当ページの欄外に同じ記号を用いて脚注を記載する [1]．脚注の内容は本文中に挿入可能な場合が多く，できるだけ利用しない．

付録には，本文中に入れると主題の理解を妨げる式の誘導，解析プログラム，器具の使用手順，主張には直結しないが残しておきたい結果をまとめて最後に掲載する．付録に関連する本文中で，付録のどこにどの内容を示したかを説明しよう．学術雑誌の論文には規定ページ数が設定されていることもあるので，付録をつけるかどうかは十分に考慮すること．

9.9 ページレイアウト

文章と図表の配置やセクションの開始位置といったページレイアウトも見やすい文書の作

[1] たとえば，このようにする．

成では意識したい．段落･セクションの最後の 1 行だけが次のページにいってしまうこと（widow，図 13 左）は避ける．また，各段落の最後の行が 1 文字＋句点で終るのも見栄えが悪い．図のサイズや文章の表現，説明の量を調節する．さらに，段落･セクションが，タイトルまたは本文の 1 行目の直後で次のページに入ってしまう（orphan，図 13 右）ときは，そのセクションを次のページから始める．なお，orphan にならないのであれば，次の節は前の節と同じページに続ける．章の終わりだけページを改める．[26]

各ページの下部にできるだけ余白を作らない（章の最後は例外）．7･8 節でも述べたように，関連する文章と図表は近接させるのが基本である．しかし，これに従うと大きな空白が生じるときは，後の段落の文章を一部手前のページにもってくるとよい．書籍では文章と図表の位置関係を調整して図表はページの上端か下端に載せることが多い．博士論文などの長い文書ではこのことも意識するとよい．文章や図表が入る領域の周囲の余白サイズは，フォーマットで指示されていればそれに従う．提出した文書がそのまま製本される場合は，とじ代を考えて冊子の内側になる面はとくに広く余白をとること（A4 なら 25 mm 以上）．

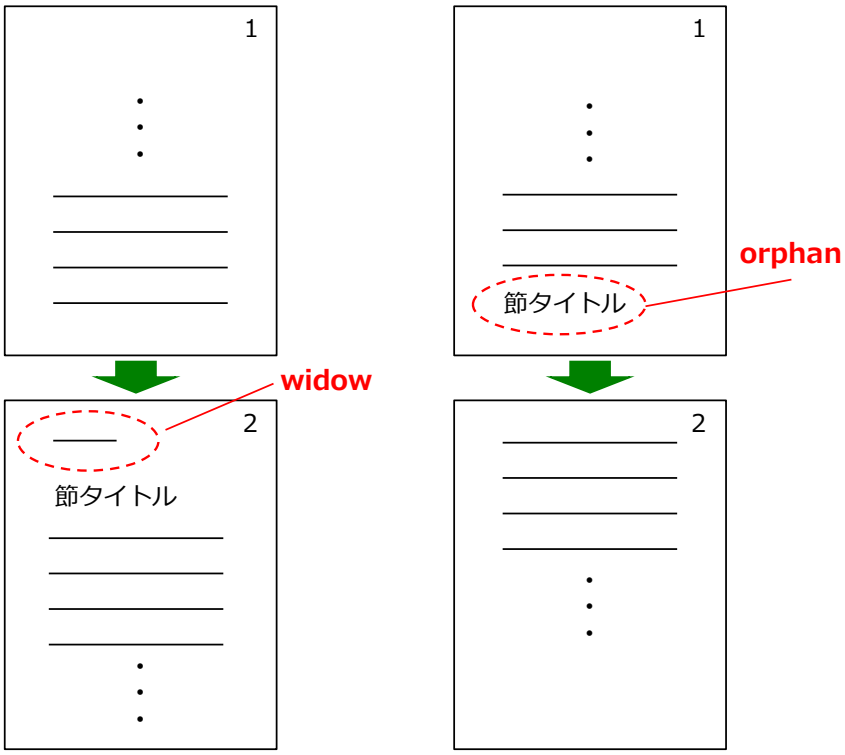


図 13　ページレイアウトの悪い例（横線は文章）

普段のレポートでも，ページ番号は入れよう．レポート用紙の右上にページ番号を書く欄があるはずだ．ページ番号の位置は，章立てのある論文の場合は，章の最初のページはその下に配置し，ほかのページは上部に配置することが多い．また，両面印刷で左右のページが区別される場合は，左（偶数）ページは左上，右（奇数）ページは右上にページ番号を置く．また，ページ番号は本文の最初が 1 ページ目になるようにし，その前の目次･前書きの部分のページ番号はローマ数字（i，ii，...）で示す．本書でも実践しているので確認してみよ

う．設定方法は次節で述べている．

最後にページ上部余白のヘッダー領域に記す内容にふれておく（文書作成ソフトでの設定は次節参照）．章立てのある論文では，章ごとにヘッダーを変える．ヘッダーには章のタイトルと，ページ番号を入れる．左右のページが区別される場合は，左ページに章のタイトル，右ページに節のタイトルとする（左ページに大きい要素がくる）．手元の教科書でも確認してみよう．

10 知っておくと便利な文書作成ソフトの機能

前節までは，論文の内容･表現についての説明をしてきた．研究室に入ると実際に論文を作成する際は，Microsoft Office Word のような文書作成ソフトを用いることが多い．論文をより迅速に作成するために，知っておくと便利な Word のショートカットや機能をここでは紹介しておく．

・写真を含むファイルサイズ削減法

装置やサンプルの写真を論文･プレゼンテーションに載せることがある．このとき何も考えずに写真を載せてしまうと文書のファイルサイズが数十 Mb にまで達してしまうことがある．容量が大きくなる理由は二つある．一つ目は元の画像ファイルが高画質すぎるからであり，もう一つは画像の文書ファイルへの貼り付け方に問題があるからである．論文を教員にチェックしてもらうときや外部の人に読んでもらいたいときに，このようなファイルを添付してメールを送ると，メール受信する側が一定のサイズ以上は受け取らない設定なっていて届かないことも起こりうるし，送り先のサーバーに多大な負担をかけるので受信者がそのメール以外もうまく受け取れなくなる可能性もある．こうなると受信者だけでなく，受信者と連絡を取りたい人にも迷惑がかかるかもしれない．また，学会に論文を電子投稿する際にも，アップロードできるファイルサイズの上限（3 Mb 程度）に引っかかってしまう可能性もある．そこで，写真を文書に貼るときのファイルサイズの削減の手順を理解しておいて，少しでもファイルサイズを小さくするように努めよう．次のサイトも参考になる．

■よねさん;Word(ワード)基本講座:図や写真の挿入と操作方法, よねさんの Word と Excel の小部屋
http://www.eurus.dti.ne.jp/~yoneyama/Word/w-zu.htm

・ まず写真の元のファイル（JPEG など）の画質を落とす方法としては，デジカメで低画質で撮影するか，PC 上で画質を落とせばよい．ここでは Windows に最初から入っているプログラム→アクセサリのペイントを使う方法を説明する．ペイントで写真ファイルを開くと，画面に収まりきらないほど大きく画像が表示される．PC のモニターでは 1 インチあたりの画素数が決まっているため，データ容量が大きい画像（＝画素数が多い）は大きく表示される．

- ペイントの画面上部「ホーム」タブのイメージの中にある「サイズ変更（と傾斜）」で水平･垂直方向の数値を 30-70％程度にする（縮尺の％は掲載したいサイズによる，画像表示が小さくなる）→ この時点でファイルサイズが減少する→名前をつけて保存する．
- 次に貼り付けるときは，エクスプローラで画像のファイル名を選択した状態（ファイル名が反転した状態）で Ctrl＋C（Ctrl キーを押しながら C）を押す，ファイル名からコピーしないと Office に貼った時点でビットマップになり元が JPEG でもファイルサイズがビットマップ並に大きくなってしまう．
- Word ･PowerPoint といった文書ファイル上で Ctrl＋V として画像を貼る．これで JPEG 形式でファイルを貼り付けられる．必要に応じて線図･テキストを足す．こうすると文書のファイルサイズが JPEG のファイルと同程度しか増えない．
- 線やテキストを PowerPoint で加えた写真を Word に貼る際は，形式を選択して貼り付けで「Office 描画オブジェクト」を選ぶ（PowerPoint から Ctrl＋C の直後に Word 上で Ctrl＋V で貼るとこの形式になっている）．「拡張メタファイル」で貼るとファイルサイズが大きくなることがある．貼り付けた直後に動作が重くなることもある．

上記のようにすると，1 ヶ所直すだけで数 Mb 単位でファイルサイズが減ることがある．ファイルサイズが小さいとファイルがすぐに開くので，自分が編集するときも快適になる．なお，Word･PowerPoint 上で画像を縮小してもファイルサイズは減少しない．

ついでだが，PowerPoint のファイルで上書き保存を繰り返すと，どんどんファイルサイズが大きくなっていってしまうことがある．こうなるときは「名前をつけて保存」でファイル名を変えて保存するとファイルサイズが小さくなる．

・Word ショートカットキー一覧 [27]

実際に試して自分がよく使うものを覚えていくと作業が効率化する．画面のキャプチャーのようにキーボードでしかできない操作もあれば，画面のサイズ調整のようにマウスのほうがやりやすい操作もあるので，適材適所でキーボードとマウスを使い分けよう．

範囲の選択：**Shift を押しながら方向キー（Shift ＋ ↑→↓←）**
全体を選択：**Ctrl ＋ A（Ctrl を押しながら A）**
コピー：**Ctrl ＋ C**
貼り付け：**Ctrl ＋ V**
切り取り：**Ctrl ＋ X**
元に戻す：**Ctrl ＋ Z**
やり直し：**Ctrl ＋ Y**
上付き：**Shift ＋ Ctrl ＋ 「;」（Excel では無効）**
下付き：**Shift ＋ Ctrl ＋ 「-」（Excel･PowerPoint では無効）**
太字：**Ctrl ＋ B**（アイコンの文字と同じキーを使う）
斜体：**Ctrl ＋ I**（アイコンの文字と同じキーを使う）
下線：**Ctrl ＋ U**（アイコンの文字と同じキーを使う）

変換範囲を全てひらがなに変換：**F6**
変換範囲を全てカタカナひらがなに変換：**F7**（押す回数でひらがな･カタカナの範囲変更）
変換範囲を全て半角カナに変換：**F8**（押す回数でひらがな･半角カナの範囲変更）
変換範囲を全て全角アルファベットに変換：**F9**（押す回数で大文字･小文字の範囲変更）
変換範囲を全て半角アルファベットに変換：**F10**（押す回数で大文字･小文字の範囲変更）
フォントサイズの変更：**Shift ＋ Ctrl ＋ P**
フォント種の変更：**Shift ＋ Ctrl ＋ F**
1.5 lines space：**Ctrl ＋ 5**（行間が少し広がる）
Double space：**Ctrl ＋ 2**
Single space：**Ctrl ＋ 1**（行間を標準に戻す）
段落前の行間を 1 行にする：**Ctrl ＋ 0**（以上四つは Word だけ有効で数字はテンキー入力不可）
左ぞろえ：**Ctrl ＋ L（Excel では無効）**
右ぞろえ：**Ctrl ＋ R（Excel では無効）**
中央ぞろえ：**Ctrl ＋ E（Excel では無効）**
両端ぞろえ：**Ctrl ＋ J（Excel では無効）**
印刷：**Ctrl ＋ P**
上書き保存：**Ctrl ＋ S**
新しい文書を開く：**Ctrl ＋ N**

・数式エディタのショートカットキー［28］

以下のショートカットは，Word2007 以降の「挿入」タブ→「記号と特殊文字」にある「数式」で作成したものでは使えない．数式エディタ（数式 3.0）は Word2007 以降でも「挿入」タブの「テキスト」の中にある「オブジェクト」から使える．

上付き：**Ctrl ＋ H**
下付き：**Ctrl ＋ L**
上付き＋下付き：**Ctrl ＋ J**
上付きバー（例：$\overline{u}$）： **Ctrl ＋ 「-」**
分数（2 行立て）： **Ctrl ＋ F**
分数（スラッシュ）： **Ctrl ＋ /**
積分記号：**Ctrl ＋ I**
テンプレートモード：**Ctrl ＋ T**（画面の表示は特に変わらない）
積（パイ）記号：**Ctrl ＋ T →（Ctrl 押さずに）P**
和（シグマ）記号：**Ctrl ＋ T →（Ctrl 押さずに）S**
ルート：**Ctrl ＋ T →（Ctrl 押さずに）R**
n 乗根：**Ctrl ＋ T →（Ctrl 押さずに）N**
ギリシャ文字の：**Ctrl ＋ G→（Ctrl 押さずに）****表 5（p. 25）****の対応するアルファベット**
記号入力モード：**Ctrl ＋ K**（画面の表示は特に変わらない）
×（掛け算）：**Ctrl ＋ K →（Ctrl 押さずに）T**

≤（小なりイコール）： **Ctrl ＋ K →（Ctrl 押さずに）**，（<）
≥（大なりイコール）： **Ctrl ＋ K →（Ctrl 押さずに）**．（>）
∞（無限大）： **Ctrl ＋ K →（Ctrl 押さずに）I**
→：**Ctrl ＋ K →（Ctrl 押さずに）A**
∂（ラウンド，偏導関数）：**Ctrl ＋ K →（Ctrl 押さずに）D**

最後に付け加えると，ファイルを選択した状態で **F2** を押すとファイル名を変更できる．

・検索･置換

長い文章の中で特定の内容を探したいときは「検索」を使うとよい．ショートカットキーの Ctrl＋F で「検索と置換」画面が開くので，「検索」のタグの「検索する文字列」に検索したい語句を入れて，「次を検索」を選ぶと，その語句が反転された状態で移動していく．Word2007 以降では画面左側のナビゲーションに検索語句を入れるボックスが現れる．

また，特定の表現を一度に統一して別の表現にしたい場合は「置換」を用いると便利だ．「検索と置換」画面の「置換」のタグ（または Ctrl＋H）で，「検索する文字列」に変換したい語句，「置換後の文字列」で訂正後の語句を入力して，一つずつ置換したいときは「置換」を選んでいく．一度に文書全体を訂正したいときは「すべて置換」を選ぶ．

・箇条書きの書式変更

文献を並べるときなど，箇条書き番号に半角英数字ファントを使いたいときや（半角文字では番号を打っても自動で箇条書きモードにならない），箇条書き番号を 1 以外から始めたいとき（箇条書きを再開するとき）がある．この場合は，上部メニューの「書式」→「箇条書きと段落番号」（箇条書きの箇所を右クリックしても選べる）→「段落番号」タブと移動して，スタイルを選択して「変更」ボタンを押す．「段落番号の書式設定」画面が開いたら，「番号書式」のボックスで数字の前後のカッコの種類（例：[ ]），「文字書式」ボタンから数字のフォントの種類･サイズを指定し，開始番号を始めたい番号に変更すればよい．Word2007 以降では「ホーム」の中央上部の「段落番号」のアイコン（縦方向に 1,2,3 と書かれたもの）を選択して「新しい番号書式の定義」で数字の前後のカッコを変更し，出てくる画面中の「フォント」ボタンでフォントの種類･サイズを設定する．開始番号は，いったん箇条書きを作っておき，箇条書きのところにカーソルを合わせた状態で，「段落番号」アイコンを選ぶと出てくる一覧の一番下に「番号の設定」が選べるようになっているので，ここで変更する．

番号が 10 以上まで必要な場合は，箇条書き番号の入るスペースを十分に確保するために，「段落番号の書式設定」画面の「字下げとぶら下げ」の欄の値を 8 mm 以上にしておくとよい．このようにする理由は以下の例を見るとわかる．なお，Word2007 以降では，箇条書き番号の上で（灰色になる）右クリックして「リストのインデントの調整」で設定できる．Word2003 よりもぶら下げを多めにとるので設定しなくても問題なくなっている．

[9] 文献
[10]　　文献
（字下げとぶら下げの欄の値を 7 mm にすると，箇条書きの番号が入るスペースが足りなくなり，自動で非常に大きなスペースをとってしまう.）
[11] 文献
（字下げとぶら下げの欄の値を 8 mm にした場合）

・行間の設定

デフォルトの状態でフォントにメイリオを部分的に使うとこの行のように，使った行だけ行間が広くなってしまい，ほかの行とのバランスが悪くなる.

行間のバラツキを調整したい場合は，上部メニュー「書式」(Word2007 以降は「ホーム」)→「段落」の中ほどの「間隔」の項目で「1 ページの行数を指定時に文字を行グリッド線に合わせる」のチェックを外すと，この段落のように行間がほかのフォントを使ったときと差がなくなる．必要に応じて，同じく「間隔」の項目で段落後の間隔の数値を変更して 0.75–0.85 pt.とするとよい.

また，single，1.5 lines，double space といった行間の指定をされることが国際会議の要旨では多い．このときは，「ページ設定」画面（Word2007 以降は「ユーザー設定の余白」）→「文字数と行数」タブで文字数と行数の設定で「標準の文字数を使う」を選んだ後に，平行する 2 本の線の間隔が異なるアイコン（Word2007 以降は「ホーム」タブの「段落」にある上下の矢印の右側に平行線の引かれたアイコン）をクリックして行間を選べばよい（表示→ツールバー→拡張書式にチェックが必要なことがある）．左から行間 1 （single space）・1.5・2（double space）である．本節に示したショートカットを用いてもよい.

・各行の文字数・各ページの行数の設定

たとえば，MS 明朝 10.5 pt.で各ページ 40 行・各行 40 文字といった，フォントの種類・サイズに加えて，各ページの文字数・行数までフォーマットで指定されることがある．この例の場合，上部メニューの「ファイル」→「ページ設定」（Word2007 以降は「ページレイアウト」（Word2016 は「レイアウト」）→「余白」→一覧が出てくるので一番下の「ユーザー設定の余白」）で「文字数と行数」のタブで「文字数と行数を指定する」のラジオボタンを選んだ後に，行数と文字数を 40 とする．次に，下の「フォントの設定」ボタンを押すと出てくる画面で　「MS 明朝」「10.5 pt.」を選ぶ．行数と文字数が自動変更していることがあるので行数と文字数が 40 になっていることを本文で確認する．この「フォントの設定」をしないと，指定のフォントサイズの文字を用いても一行の文字数が合わなくなる．フォントの設定が 11 pt.になっていると，1 行の文字数を 40 文字にしても，10.5 pt.の文字を通常の画面左上で設定しても，1 行 41 文字となってしまう.

・ヘッダー･フッターの設定

ページ番号を入れたい場合，上部メニューの「挿入」→「ページ番号」と選んでいき，ページのどの位置にページ番号を入れるかを指定する．最初のページにもページ番号を入れたければ，下部のチェックボックスをチェックする．ヘッダー･フッターの編集可能な画面の状態で「挿入」→「ページ番号」としてもいいし，「ヘッダーとフッター」という名前のツールバーが出ているので，そこからクリックして選んでもよい．1 ページ目以外から始めたい場合は，「ページ番号」画面の「書式」ボタン（下部にある），ツールバーなら「ページ番号の書式」から開始番号を指定すればよい．Word2007 以降では「挿入」タブ→ヘッダーとフッターの「ページ番号」→「ページ番号の書式設定」とたどる．

ヘッダー･フッターに章やセクション名を入れたい場合，上部メニューの「ファイル」→「ページ設定」を開き，「その他」のタブへ移動する（必要なら「余白」タブで余白の大きさも設定する）．このタブで現れる画面中央の「ヘッダーとフッター」の二つチェックボックス（奇数･偶数ページ別指定，最初のページのみ別指定）を必要に応じてチェックする．たとえば，章の最初のページはページ下･中央にページ番号だけ入れ，左（偶数）ページ上部には編（章）タイトル（右ぞろえ）とページ番号（左ぞろえ），右（奇数）ページ上部には章（節）タイトル（左ぞろえ）とページ番号（右ぞろえ）を入れたい場合，このチェックを二つとも入れておく．次に上部メニューの「表示」→「ヘッダーとフッター」と選んでいくと（またはヘッダー･フッター領域をクリック），ページ上部･下部に入力ができる画面になる．Word2007 以降では，「ページレイアウト」タブ（Word2016 は「レイアウト」）→「余白」とたどると余白の種類の一覧が出てくる．この一番下の「ユーザー設定の余白」→「その他」とたどって Word2003 と同じようにチェックボックスを指定する．次に「挿入」タブ→「ヘッダー（フッター）」→「ヘッダー（フッター）の編集」と選んでいくと（またはヘッダー･フッター領域をダブルクリック），ページ上部（下部）に入力ができる画面になる．

・目次の自動生成

卒論といった長い論文になると目次をつける．いちいち章･セクションタイトルのコピー&ペーストを繰り返し，その位置のページ番号を確認しながら目次を手打ちするよりも，ここで説明する方法のほうが便利である．まず，本文を書いているときに，画面上部のフォント名の左側に，通常「標準」と表示されているところ（見出しスタイル）を見出し 1, 見出し 2, ……と指定していくと，指定した部分を抽出して目次を作成できる．Word2007 以降は「ホーム」タブ右側の「スタイル」で指定する．次に，目次を入れたい位置で，「挿入」→「参照」→「索引と目次」（Word2007 以降は「参考資料」タブ→一番左の「目次」）とたどり，スタイルを指定して「OK」を選択すればよい．文書を改訂して目次のページ数やセクションタイトルが変わったときは，目次の領域で右クリックして「フィールドコードの更新」を選び，「目次をすべて更新する」にチェックを入れて「OK」を押すと目次が更新される．

・半角記号の位置調整 [29]

半角の (), – といった記号は小文字アルファベットに合わせて高さ方向の位置が決められているため，日本語フォントや数字・大文字と並べると沈んで見える．これを解消するには，半角記号を選択した状態で「書式」(Word2007 以降は「ホーム」タブ) →「フォント」で出てくる画面で「文字幅と間隔」のタブに移る．位置を「上げる」，間隔を本文のフォントが 11 pt.なら「1 pt.」とする．こうすると，(2)→(2)，100–101→100–101 となり，わずかな差だが自然な感じになる．上付き・下付きもそれぞれ 2 pt.ずつ上げ下げすると数式エディタの感じに近づく（例：$x_1A^2 \rightarrow \quad x_1A^2$）．

11 論文の構成から仕上げまでの手順

ここまでで論文を作成するのに必要な表現方法について述べた．しかし，文章表現法がわかっただけでは不十分である．論文を構成し，仕上げていく手順も知っておく必要がある．本節では，これまでのおさらいも兼ねて論文作成の手順を示し，ミスがなく正確で，より完成度の高い論文を作成するために，論文を校正・編集するための注意点を示す．[1,4]

11.1 論文作成・校正・編集の手順

論文作成の手順を述べる前に，全般的な心得を最初に述べておく．初稿から論理の構成をしっかり組んでおかないと，最終稿もいいものにならないことをまず認識しておこう．人間には一貫性を守りたいという傾向があり [30]，一度書いた文章の構成を大幅修正するというのは，気が進まないものだからだ．

また，自分の書いた文章を改善するために何度も読み返していくと，次第にチェックがなおざりになっていくので，余裕をもって書き始めて，見返す間隔を長く空けられるようにしよう．とは言っても締め切りが近くならないと動き出せないのが普通だ．次節でもふれるが，心理的な負荷を下げるために，ちょっとずつ，すぐに書き始めよう．

さらに，PC 画面上だけで文書の確認をすると細かいミスに気付きにくいので，極力印刷して読み返そう（参考：CMB 研究所；トレード日記 笑える投資ブログ，2013 年 5 月 10 日，http://www.cmb-fund.jp/blog/2013/05/#e8706）．ミスに気をつけるだけでは不十分であり，本質的にミスを発生しにくい，またはそれに気付きやすい論文作成方法を考えよう．

次に論文を書き進める具体的な手順をまとめる．

① 論文執筆には大量の認知資源を必要とする．論文執筆を最優先できるように気がかかりな用事はできる範囲で終えておき，電話・メール・SNS といった外乱の入らない環境を用意しよう．疲れの蓄積も禁物なので体と頭をしっかり休めよう．

② 投稿規定を確認し，読み手が誰なのかを考え，報告すべき内容についてどの程度詳しく書くか，分量はどれくらいにするかを決める．

③ 主題を決めて目標規定文（2 節参照），主張を支えるトピックを考え，論文の構成を決める．ここでは，論文で扱う課題とそれについて伝えたいことを明確にし，自分自身がまずそれを理解することが目的である．伝えようとする内容がはっきりとわかっていないと，文章をうまく書けない．
④ 論文を書くのに必要なデータ，参考文献などをそろえておく．
⑤ 論文の初稿を次の手順で書き進める．
1. トピックを箇条書きにする
2. トピックを支える内容を列挙する
3. トピックを理解しやすい順序に並べる
4. 段落内の文章を書いていく
5. 段落内の文と文を論理的につなげる（接続語を入れる）．

⑥ 初稿を完成させたら，書かれている事実･根拠とトピック，トピックと目標規定文の関係が論理的に筋道の通ったものになっているかを確認する．この時点では，論文の細かいスタイルの統一性などは気にしなくてよい．ここから書き直しのステップが続く．初稿をいきなり提出するな！ということだ．
⑦ チェックが終わったら，余裕があれば次の日までいったん書くのをやめる．
⑧ 構成，論理性，科学･技術的内容，明確さに注目して改訂を行う．
⑨ 内容が固まってきたら引用文献リストを整理する．
⑩ また 1 日おいてから，文法･誤字･脱字･句読点･簡潔さ･言葉の選択･スタイルの一貫性･引用文献リストの完全性といった細かい部分を訂正していく．次節のチェックリストを参照のこと．
⑪ 訂正したものを音読してみる．黙読だけでは不十分である．音読して調子よく読むことができればいい文章が書けていることになる．そうでなければ，何かしら文章に不整合があるはずなのでさらに改訂する．
⑫ ⑤から⑩を時間が許す限り繰り返す．
⑬ ページのレイアウト（9.9 節参照）にも気を配る．ページ番号は正しくうたれているか，ヘッダーは本文の章･セクションタイトルに一致しているか，原稿の四方，セクション間の余白は十分か，“widow”･“orphan”がないかなどを確認する．
⑭ 最後にもう一度見直して最終稿を完成させる．

上記の手順は理想的なものといえる．時間が許す限り改訂･校正を重ねてより良いレポート･論文を書こう．さらに，もし可能ならば，中身は理解できそうだが，仕事の内容について詳細を知らない人に自分の書いた論文を読んでもらってコメントをもらえればベストだ．

11.2 論文校正･編集チェックリスト

必ずしも前節の最後で述べたような人に文書を読んでもらえるとはかぎらないので，自分で自分の論文をチェックする方法を身につけておこう．自分の間違えやすいところをリストにしておき，同じミスを繰り返さないようにしよう（このリストも著者が論文執筆の経験を

積むごとに改訂している）．そもそも間違えようと思って論文を作成することはないので，自分のミスを自分で訂正するのは難しい面もある．前節で論文作成後少し時間を置いてから手直しをするように言っているのはこのためでもある．

わかりやすい文章になっているか？

- 主張を支えない内容，まわりくどい表現を削ることはできないか．
- 自分の主張が論理的でクリティカルな考えによって導かれたものなのか（時間が許す限り徹底的に考え抜く）．
- 何を述べたいのかがすぐにわかる文の順序になっているか，論理の展開に飛躍がないか．
- 根拠は十分に述べられているか．
- 考察・結論は，示した根拠から飛躍なく理解できるものか，過大解釈になっていないか．
- 実験・シミュレーション方法の説明は読者がその方法を再現できる詳しさで書かれているか．条件に抜けているところがないか．
- 研究方法の節に書いた条件は「結果と考察」で扱う条件と対応しているか．
- 事実と意見をはっきりと書きわけているか．
- 自分のオリジナルの考えと，他著者の考えを明確に区別して表現できているか．
- 「考えられる」「思われる」といったぼかした表現のない，はっきりと言い切る表現になっているか．
- 文の主語は明らかか，主語が抜けていないか．
- 自分の頭の中では感覚的には理解・イメージできていても，言葉になっていない内容がないか．
- 自分は知っていて当たり前になっていても読者には言葉や図にしないと伝わらないことはないか．
- 文献の引用を適切に行っているか．文献情報の抜けはないか，引用の必然性はあるか，引用部がそれ以外とはっきり区別が付くか，引用の量が多すぎないか．

正しい表現になっているか？

- 文を一義的に理解できるような修飾語の順序，読点の打ち方になっているか．
- 一つの文に同じ表現が繰り返し出てきていないか．
- 前後の内容に飛躍がないように，文と文をつなぐ言葉を適切かつ十分に用いているか．
- 同じような接続語（また，しかし），同じような文末表現（である）が連続していないか．
- 長すぎる文はないか，「が」などでつなぎすぎている文はないか．
- 誤字（同音異義語に注意）・脱字・「てにをは」のミスはないか．
- 格の正しい文になっているか．
- 英単語のスペルミスはないか．
- 日本語の場合，ひらがなで書くべきところを漢字にしていないか（形式名詞・補助動詞・常用漢字でないもの），またその逆はないか．

図表は適切か？

- 実験･シミュレーション条件とデータは正しく対応しているか.
- データの計算値･精度（桁数）は適切か.
- 図表番号に飛びはないか．図表の説明が図表の番号とともに文中にあるか.
- 図の凡例は正しいか.
- データの並び方と凡例の並び方は，読者にわかりやすいものになっているか.
- 図のスタイル（フォント･線図の種類）に一貫性はあるか.
- 改訂を行って，図中の事例の名称（シミュレーションの case に名前をつけて，文中，結果グラフ中などで引用する場合）も変えたときは，論文全体で名称が訂正されているか.
- グラフソフトなど Office 以外のソフトで作成した図中の英単語のつづりは正しいか．これらの図にはスペルチェックがかからないのでとくに注意する.
- 実験･シミュレーション条件は正確に記述されているか，抜けている手順･操作はないか，図表と対応しているか.

スタイルの一貫性は保たれているか？

- あいまいな定義の言葉はないか，もし使っているなら具体的な定義をしているか.
- 同じ概念を表している，異なる語句が混在していないか，表現に一貫性があるか.
- 数式の導出は正確か.
- 数式中の変数の説明，単位の表示はしているか.
- 略語の説明はしているか.
- 文献リストは正しいか（著者のスペル，タイトル，掲載誌の情報）.
- 本文の文献番号と文献リストの対応は正しいか.
- 文献リストのスタイルは一貫しているか.
- 論文全体での表現の一貫性，論理の整合性に問題はないか.
- 異なるサイズ･種類のフォントが途中に混じっていないか.

ページレイアウトは見やすくなっているか？

- ページ番号を付けたか.
- ページ下部の余白，widow，orphan がないか，バランスよく見やすくなっているか.
- 長い論文では，目次やヘッダーが本文中の表記と正確に対応しているか.

投稿規定に対応しているか？

- 雑誌や学会が指定するフォーマット（余白･フォントのサイズと種類･各行の文字数･各ページの行数･行間）の注意をよく読み，確実に従っているか.
- 原著論文･学会要旨を提出する場合は，必要な書類（原稿･査読者候補リスト･送り状）がそろっているか.

ここまで読んできて，読者にとってわかりやすい論文の作成は非常に大変そうに感じる方もいるだろう．慣れないうちは確かに大変である．しかし，慣れると手早く質の高い論文を作成できるようになる．論文作法に慣れること，論文を作成することには自分のメンタル面への配慮も必要になる．そこで本書の最後の内容として，行動を促進するための自分のメン

タル面とのつきあい方を説明したい．

12　論文を書くときのメンタル面への配慮

論文を書くことに対するエネルギー障壁は非常に大きい．この一つの原因は，論文を作成することが自分の考えを整理することであるから，つまり考えないといけない行為だからだ．考えるということは私たちが想像している以上につらい行為だ．書くのを先延ばしにしてしまうのも，大変なことは避けたいという防衛本能からくるものかもしれない．なかなか論文を作成し始めるのには勇気がいるし，書き始めたとしても書き続けるのも大変なことだ．それでも私たちは論文を書いていかなくてはならない．このように感情は思考の土台になり，考え方が「書く」という行動を支えている（図 14）．感情がすべての土台になるのだ．本書ではこれまで，行動に直結するような論文作法や執筆のテクニック，思考を支えるロジカル・クリティカル思考について述べてきた．これらを活用するには感情面に配慮することが不可欠ということだ．そこで，論文を書くことに対する心理的負荷を少しでも軽減するための気持ちのあり方（マインドセット）をいくつか挙げてみる．自分で自分の心理状態を認知（メタ認知）できれば，心理的負荷を軽減して論文作成に臨むことにつながる．

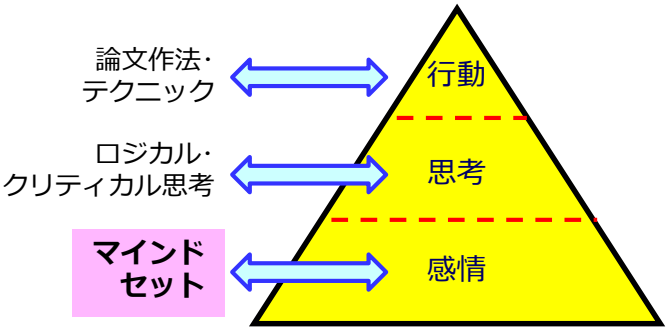


図14　行動・思考・感情の関係

- モチベーションが上がらないから行動できないと思いがちだが，本質はこの逆である．行動するからモチベーションが上がるのだ．後にも述べるが小さな簡単な行動をとにかく始めよう．[31]
- 論文作成能力を向上させ，実際に学んだことを実行に移すには，「論文作成を達成すること」が自分にとって「快」であるという条件付けをされた思考パターンをもつ必要がある．この思考パターンをもつことが論文作法を知ることよりもはるかに大事である．これができていないと，本書に書かれていることはほとんど意味をなさなくなってしまう．「快」の条件付けを行うためにも，論文を書き終えた達成感を十分味わい，自分をねぎらい，お祝いをしてもらいたい．一つ一つ達成できた自分を祝い，達成感をもつことが次の段階へのモチベーションにもなってくれる．そして，「快」の条件付けをともなうイメージとともに執筆を進めるとよい．[31–33]
- 早めに始めよう．その代わり少しずつ進めばよい．1 文だけ書くとか，セクションタイトルを一つ決めるとかいうように，心理的に負荷のない程度まで進行の目標を下げる（これは人による）．論文を作成する行程を多くの段階に分割して考えよう．11.1 節

で示したものも行程が分割されているが，もっと細かく分割してもよい．とくに最初はとてもゆっくりでよい．[34]

- 本書に書かれていることの実践は，自分のこれまでの論文作成パターンと異なる部分が出てくるだろう．人間の感情，とくに潜在的な部分（潜在意識）は変化を嫌う．行動の変化も潜在意識の抵抗を受けないように少しずつ，がコツだ．本書の内容もゆっくりと習得していけばいい．[34,35]
- 先延ばしにするほうが，実際にやるよりもはるかに精神的にも物理的にもエネルギーを消耗することになることを自覚すること．先延ばしにすると，未完了からくる不安に襲われて疲れるし，遅く始めれば焦って論文を作成しなければならないので，論文作成時の負荷も増大してしまう．[36]
- 「せっぱつまらないとダメ」というのは思い込みであると認識すること．ほとんどの人はせっぱつまると，精神的に不安定になり，行動の質が落ちてしまう．[37]
- 自分が完璧主義に陥っていないか気をつけよう．完璧主義はある意味最低の基準だ．様々な恐怖が完璧主義を生み出し，一度で，完璧でなければやらないほうがましと考えてしまい行動を先延ばしにさせてしまう．論文を作成する上では，高い水準を常に守らなければいけない恐怖，批判の恐怖，ミスする恐怖，拒絶の恐怖などに襲われることが考えられる．恐怖を克服するには，まず自分がどんな恐怖を感じているのかを認識する．そして最悪の事態が実現したらどうなるか想像してみるとよい．[32,37,38]
- 完璧な論文など存在しないことを認識する．自分にとっての完璧さは他人にとってそれほど価値がないことが多いことも認識しておく．本書の意図からは本末転倒な言い方になってしまうが，本書の内容がある程度実践できれば十分である．わかりやすい文書を書くための絶対的方法は存在しないのだから．
- ミスのない論文を書ければ理想だが，自分で自分の論文を編集するのには限界がある．内容としてわかりやすい論文が作成できれば，多少のスタイルのミスは大して問題にならない．完璧な論文を目指して細かなことを気にしすぎるよりも，読者にわかってもらえる，論文として成功したものを目指そう．
- 一般には否定したい，目を背けたい自分を責めるとか無価値感といった自分のマイナス感情や先延ばしなどの行動パターンと向き合ってみよう．否定したくなる感情パターンを「自分はマイナス感情に陥っているな，こんな感情を味わってみたかったんだな」と客観的に受け止めて認めてあげみよう．しばらくして落ち着いてきたら，「そこまで感じる必要はないな」と気持ちを切り替えるとよい．プラス感情は大事だが，マイナス感情を感じないようにしてプラス感情であり続けるのは自己否定をしているようなものなのでつらい．マイナス感情を消さないといけないと思ってしまうとかえって消えない．マイナス感情があるからこそできる学びや役割がある．マイナス感情は消すのではなく，巻き込まれ続けないようにすればいい．図 15 に示すように，人間の感情はプラスとマイナスを行ったり来たりするものだと思うくらいでいい．マイナス感情に陥っても自然回復する能力が我々には本来備わっている．マイナス感情･行動も自分の

大事な一部なのだ．マイナス感情･行動も自分を守るために必要な側面もある．同じ過ちを繰り返さないように今までの人生で経験した失敗から無意識のうちに学習した結果でもある．たとえば，先延ばしは慎重に判断しながらものごとを進めることにもつながるので絶対的に悪いことではない．ある思考･行動パターンには表（一般的にポジティブにとられる）と裏（一般的にネガティブにとられる）の面がある．両面をうまく生かせるようになりたいものである．これに関連する内容を学ぶのに文献 [39–41] がお薦めだ．

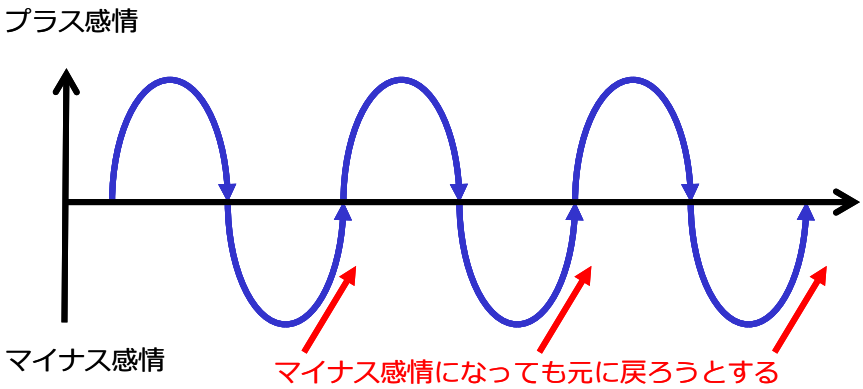


図 15　感情の起伏

以上，論文を書く上で関わると思われるメンタル面について書いてきた．思い込みや恐怖を克服し，思考パターンを改善することが大切だが，これには時間がかかる．文章を書くことの本質に関わる部分でもあり，本当に能力を向上させるためにも自分のメンタル面とじっくり向きあうようにしよう．

13　おわりに

本書では，論文の構成方法，表記上の注意点，日本語の文法上の注意点，論文の各構成要素の内容，文書作成ソフトの使い方，論文を作成･編集する手順や論文作成時のメンタル面への配慮について述べた．本書から，読み手のことを考えて論文を書くという意識を少しでももってもらえれば幸いである．多岐にわたる盛りだくさんな内容で圧倒される方もいると思う．焦る必要はない．少しずつ，すぐにできるところから始めよう．さらに，論文全体をふかん的にとらえ，本文全体が主題につながるようにしよう．また，大学での教育という面でも，本当に大切なことを学生に確実に身につけてもらえる仕組みづくりに貢献できればと願っている．さらに，論文作成技術について学びたければ，本書の引用･参考文献も読んでみてほしい．

文章を書くことは奥が深い．本書は論文作成法の目安にはなっているが，完全に固定された絶対的な方法というのはないと思う．結局は一人一人が固有にもっている伝えたいことを，その人独自のエネルギーと表現で伝えていくのがよいと考えている．だから，論

文も含めた文書作成についての学びには終わりはない．学び，そして実践し続けることの大切さを述べて，本書の締めとしたい．

謝辞を最後に記しておきます．本書を読んで活用してくれている学生の皆さん，ありがとうございます．大学を出て，自分が指導する側になってもこれを生かしてもらえるといいなあと思っています．ブログのサイトからこのテキストをダウンロードしてくれている方がいるのもとても嬉しいです．動画をご覧いただいた方，コメントをいただいた方にも感謝いたします．高度なコメントに私自身も多いに学びを得ています．このテキスト・論文作成動画講座にはそのコメントも反映させていただいています．ありがとうございました．

引用・参考文献

論文作成技術をより深く学びたい場合は，まずは，[1]・[4]を読むことを勧める．英語だが，わかりやすい文章の本質が説明されている[5]・[10]も非常に参考になる．またメンタル面では，文章を書くことにかぎらず行動力を高めるのに[31]がお薦めだ．興味をもった本をさらに調べやすいように Amazon へのリンクも合わせて載せておく．ハイパーリンクが張られているものは 2019 年 6 月 2 日にいずれも閲覧・ダウンロード可能なことを確認している．

[1] 木下是雄；理科系の作文技術，中央公論新社 (1981).
新書：https://www.amazon.co.jp/dp/4121006240/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B01MDLGE9O/

[2] 若林敦；理工系の日本語作文トレーニング，朝倉書店 (2000).
https://www.amazon.co.jp/dp/4254101686/

[3] 岩淵悦太郎；悪文，第 3 版，日本評論社 (1979)（2013 年に Kindle 版が出ている）.
単行本：https://www.amazon.co.jp/dp/4535574758/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B00E7HMIA2/

[4] 中島利勝，塚本真；知的な科学・技術文章の書き方，コロナ社 (2000).
https://www.amazon.co.jp/dp/4339076406/

[5] Williams，J. M. and G. G. Colomb；Style：The Basics of Clarity and Grace，4th ed.，Longman (2010)（最新版は Williams，J. M. and J. Bizup；Style：The Basics of Clarity and Grace，5th ed.，Longman (2014)）.
5th ed.：https://www.amazon.co.jp/dp/0321953304/

[6] 三浦順治；英語流の説得力をもつ 日本語の文章の書き方，創拓社出版 (2009).
https://www.amazon.co.jp/dp/487138246X/

[7] 船川淳志；考えるプロが明かす「思考の生活習慣病」克服法，講談社 (2004).
https://www.amazon.co.jp/dp/4062642271/

[8] リチャード・ポール，リンダ・エルダー（原著），村田美子，巽由佳子（訳）；クリティカル・シンキング 「思考」と「行動」を高める基礎講座，東洋経済新報社 (2003).
https://www.amazon.co.jp/dp/4492554696/

[9] 葦原瑞穂；黎明（上巻），太陽出版 (2001).
https://www.amazon.co.jp/dp/488469225X/

[10]Strunk，W. Jr. and E. B. White；The Elements of Style，4th ed.，Longman Publishers，New York，USA (2000) https://www.amazon.co.jp/dp/020530902X/
（https://www.crockford.com/wrrrld/style.html でも初版全文が無料で読める）.
[11]本多勝一；日本語の作文技術 新装版，講談社 (2005).
https://www.amazon.co.jp/dp/4062130947/
[12]石黒圭；文章は接続詞で決まる，光文社新書 (2008)（2013 年に Kindle 版が出ている）.
新書：https://www.amazon.co.jp/dp/433403473X/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B00GU4R7QU/
[13]高木隆司；理科系の論文作法，丸善 (2003)（大学では電子書籍で読める場合あり）.
https://www.amazon.co.jp/dp/4621072641/
[14]高橋佑磨，片山なつ；伝わるデザイン 研究発表のユニバーサルデザイン，フォントの選び方，http://tsutawarudesign.com/yomiyasuku2.html （大学教員が作成している）.
[15]矢吹太朗；Inquisitor，Word で作った文書が素人臭くなる理由（その 5），
http://blog.unfindable.net/archives/712（大学教員が作成している）.
[16]黒木玄；日本語 LaTeX を使うときに注意するべきこと，
http://www.math.tohoku.ac.jp/~kuroki/LaTeX/howtolatex.html.
[17]中道真木男 編集；ベネッセ新修国語辞典，第二版，ベネッセコーポレーション (2012).
https://www.amazon.co.jp/dp/4828865683/
[18]文部省，日本化学会；学術用語集　化学編，増訂 2 版，南江堂 (1986).
https://www.amazon.co.jp/dp/4524408215/
[19]化学工学会論文誌編集委員会；論文投稿の手引き，化学工学会 (2003).
[20]Dodd，J. S.，ed.；The ACS Style Guide：A Manual for Authors and Editors，2nd ed.，American Chemical Society，Washington，DC，USA (1998)（2006 年の 3rd ed. もある）.
3rd. Ed.：https://www.amazon.co.jp/dp/0841239991/
[21]ドナ・M・ウォン（著），村井瑞枝（訳）；ウォールストリート・ジャーナル式　図解表現のルール，かんき出版 (2011). https://www.amazon.co.jp/dp/4761267437/
[22]福井健策；18 歳の著作権，筑摩書房 (2015).
新書：https://www.amazon.co.jp/dp/4480689281/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B00SM7G6SI/
[23]American Chemical Society；Chemical Abstracts Service，
http://www.cas.org/content/references/corejournals.
[24]Web of Science；Journal Title Abbreviations，
https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/A_abrvjt.html.
[25]独立行政法人科学技術振興機構；SIST 科学技術情報流通技術基準，SIST 08　学術論文の執筆と構成 (2010)（http://jipsti.jst.go.jp/sist/perusal/index.html で無料配布している，2019 年 6 月 2 日にダウンロード可能なことを確認）.
[26]第一資料印刷株式会社；「未亡人」や「みなしご」に注意！？，機関誌作りブログ.
http://www.dsp-blog.jp/periodical/archives/002269.html
[27]伊藤潔人；インストラクターのネタ帳，Word ショートカットキー一覧，
https://www.relief.jp/docs/000230.html.

[28]研究室生活のための備忘録；数式エディタ，
http://wiki.livedoor.jp/ckajz815/d/%BF%F4%BC%B0%A5%A8%A5%C7%A5%A3%A5%BF.
[29]高橋佑磨；ささらほうさら，半角記号の使い方，
http://yumatakahashi.blogspot.jp/2012/09/blog-post_12.html（リンク切れ）.
[30]ロバート・B・チャルディーニ（著），社会行動研究会（翻訳）；影響力の武器［第二版］—なぜ、人は動かされるのか，誠信書房（2007）（2014 年に第三版が出ている）.
第三版：https://www.amazon.co.jp/dp/4414304229/
[31]ゆうきゆう；やりたいことをぜんぶ実現する方法，海竜社（2013）.
https://www.amazon.co.jp/dp/475931329X/
[32]西田文郎；No.1 理論—「できる自分」「強気の自分」「幸せな自分」，三笠書房（2006）.
https://www.amazon.co.jp/dp/4837976026/
[33]ジェームス・スキナー；図解 成功の 9 ステップ，中経出版（2010）.（CD-ROM の内容）
https://www.amazon.co.jp/dp/4806137626/
[34]ロバート・マウラー（著），本田直之（監訳），中西真美 翻訳；脳が教える！1 つの習慣，講談社（2008）. https://www.amazon.co.jp/dp/4062144700/
[35]内田博史；トレード日記 笑える株式投資ブログ CMB 研究所，2012 年 10 月 15 日記事，
http://www.cmb-fund.jp/2012/10/267210.html.
[36]播磨早苗；目からウロコのコーチング—なぜ，あの人には部下がついてくるのか？，PHP 研究所（2004）（文庫版が 2008 年に出ている）.
https://www.amazon.co.jp/dp/4569670202/
[37]Emmett，R.（原著），中井京子（訳）；いまやろうと思ってたのに… かならず直る—そのグズな習慣，光文社（2001）（2004 年に文庫版も出ている）.
https://www.amazon.co.jp/dp/433496107X/
[38]Basco，M. R.（原著），町沢静夫（訳）；無理しないで賢く生きる—努力が報われる人、空回りしてしまう人，三笠書房（2000）. https://www.amazon.co.jp/dp/4837955886/
[39]神田昌則；成功者の告白，講談社（2004）（2006 年に文庫版も出ている）.
https://www.amazon.co.jp/dp/4062810530/
[40]犬飼ターボ；オレンジレッスン，徳間書店（2006）.
https://www.amazon.co.jp/dp/4198622434/
[41]田久保剛；読むだけでアセンション！『現状を変える 7 つのヒント』，CTPeak（無料メールセミナー，https://ctpeak.com/menu/mailseminar.html から登録できる）.

付録 A　文書を作成してもらうときの指導方針

本編では論文作法について説明してきた．論文に限らず，自分も周囲もわかりやすい文書を作成できるようになることは，仕事でのコミュニケーションを円滑にし，仕事を効果的に進めるのにつながる．最初は，先輩に自分の文書をチェックしてもらう立場だが，次第に後輩の文書を自分がチェックする側になっていく．情報を自分から周囲に伝えるだけではなく，次第に周囲から情報を吸い上げる必要も出てくる．以上のようなことから文書作成の指導をする必要な場面にいつかは巡り合う．ただし，よい文書の作成ができることがそのままよい文書作成指導ができることになるとはかぎらない．文書作成についてだけでなく，自分があ

ることをこなすのと，それを指導することには別の能力を要求される面がある．よって，就職した後まで考えた長期的な視点に立つと，文書作成指導法についても学んでおくことには意義がある．文書作法に関する書籍はたくさんあるが，文書作成の指導法まで書かれた書籍はまずないため，この付録で文書作成の指導面で心がけるとよい点を述べることで，テキストとしてのオリジナリティを高めるねらいもある．ある意味理想論になっているところはあるが，ここで述べたことを少しでも指導する側に回ったときに意識してもらえれば幸いである．

- 論文を書くことに対して快の感情をもってもらうことを最優先しよう．現状では論文がわかりにくいものだったとしても将来もそれが続くわけではない．快の感情があれば，論文を書き続けることができ，そのうちに能力が向上する可能性が多いにある．
- 文書を作成してくれた人をねぎらおう．ほめるのには条件が必要で，無理にやると逆効果な面があるが，ねぎらうことはやり遂げてくれさえすれば無条件にできる．
- 少しでもいい点があったら，その点をほめよう．ほめられれば快の感情が芽生える．そうすれば次はもっとよくしようとしてくれるはずだ．
- 改訂の助言の後には励ましの言葉をかけよう．優しく言ったつもりでも相手は痛烈に批判されてと感じているかもしれない．今の状態が永続するわけではない．相手の将来への可能性を信頼しよう．
- コメントされること自体なんらかの不快感を相手にもたせてしまう可能性があることを常に認識しておこう．苦労して作り上げたものに文句を言われて面白く思う人はそうそういない．とくに慣れないうちは大幅な改訂を求めることもあるだろうが，そのときは細心の注意を払おう．あくまで書いた本人の主張をより通りやすくするための改善であることを告げること．
- 相手自身を変えてやろうとか，直してやろうと思わないこと．他人が人を変えることは本質的に不可能である．変わるとすれば本人が本人の意識で変わるしかない．できないことをしようとすることを手放すのが教える側，そして教わる側も心理的負担を軽くするのにつながる．
- 文書作成能力は後天的に身に着けるものであるから，最初はできないのが当たり前である．できていなくても強い否定の言葉を投げかけない（不快の感情が芽生え成長を止めてしまい返って逆効果）．人は自分ができることができない人を非難しがちだが，自分ができることが他人もできるとはかぎらない事実を受け入れ，できないことを許そう．万能な人はいないし，できないことがあっても他のことができれば何とかなるものくらいつもりで，心の余裕をもった状態で指導するといい．
- 相手ができるまで粘り強く教えつつけよう．教わる側が一度に理解できる量が限られているため，同じ過ちを繰り返してくるものだ．しかし，それを「一度言っただろ」と非難はせずに，繰り返しどう表現すべきかを説明する．人間はそう簡単には変われない．教える側自身も簡単に変われないのに，教わる側にすぐ変わるように求める

のは理不尽なことであることを心に留めておこう．訓練に訓練を重ねることが大切だ．ゆっくりと育ってくれればいいくらいの気持ちでいるとよい．

- 上記のように，伝えても伝わらないことはある．「伝えた」ことで教える側の義務はすべて終わったわけではない．「伝わる」「行動が変わる」こと目を向けて指導しよう．
- 文書の表現を直すだけでなく，なぜ直す必要があるのか，直す方針も説明するようにする．教わる側もなぜ直されたか知りたいものだ．それに表現そのものよりも表現する方法やその表現に至る考え方のほうが大切だ．
- 最初のうちは，他人に伝わりやすいようにというよりは，自分が書きやすいように文書を作成しがちなので，伝わりにくい点についてはどういう意味なのか，より具体的に言うとどうなるか，1 ステップずつ論理を展開するとどうなるかなどと書き手に質問を投げかけ，書き手に自分の考えを整理させて説明してもらう．そして指導する側も納得できる説明を書き手ができたら，「今説明してくれたように書いてください」と指示すればいい．指導される側に答えはあるものだが，それは最初のうちは曖昧であることが多い．具体的答えを自分で出せるように手助けするのが指導する側の役目だ．このやり方だと最初のうちはとくに時間がかかる．しかし，教える側が表現を与え続けるよりも，長期的にみると自立して伝わりやすい文書を書くようにさせるのには効果的だと思う．短期の非効率に足を引っ張られて長期的な効果を犠牲にしないようにしたいものだ．
- 教える相手の成長によって教える側の姿勢は変わっていい．母性的な優しさや暖かさに満ちた教育から父性的な規律ある教育へシフトしていくのが一つの流れだ．最初は論文の書き手としては赤ん坊のようなものだ．いきなり厳しい言葉で教育しても萎縮するだけで上手くいかない．詳しくは文献 [39] pp. 208–233 を読んでみてほしい．
- 感情面への影響を考慮した上で，まずいところはまずいとはっきりと伝える．初心者の場合は，とくに教え込まなくてはならない色合いが強くなるのはやむをえない．表現もこちらから提示することも多いだろう．ある程度文書が作れるようになってくれば，相手に質問しながら本当に伝えたいこと，伝わりやすい表現を聞き出しながらよい文書にさせていくとよい．ティーチングとコーチングのバランスを相手の状況に合わせて変える必要がある．これができるということは相手について知っていることであり，知るために相手に関心を持っているということである．
- 指導している学生の文書の出来に怒りすら覚えることもあるかもしれない．だが，それを学生に向けているだけでは問題は解決しない．怒りを感じるのは，相手によくなってほしいという意欲の一面から出てくるものだから，否定する必要はない．怒りの感情に対処する方法としてはまず，ここまでも述べてきた心理的な負荷を下げるマインドセットを身につけよう．また 12 節でも説明した「自分は怒りを感じているな」と自分の感情を客観的に受け止め，しばらくして落ち着いてきたら，「そこまで感じる必要はないな」と気持ちを切り替えるのを実行してみるのもよい．怒りの感情を受け入れた上で上手く向き合うことで，皆が良くなれる指導法を編み出すことにつながると筆者は考える．怒りを周囲に撒き散らすのは確かによくないが，怒りの感情を無理に抑圧する必要は

ない．怒りも人間らしさの側面の一つだ．さらに自分に湧き上がる感情の元はすべて自分の内側にある．外に見える他人の言動はきっかけにすぎない．怒りが生じるのは怒りたくなる内面をもった自分がいるからだ．怒りの原因は自分の内側にあるので他人を攻撃しても根本的な解決になっていないことを認識しておこう．

- 何かを教えなければ指導したことにならないというわけではない．上記の点にもあるように相手に答えを出せるようになってもらうのが本当の目的なので，自分が伝えるよりも相手がこちらに伝え，教える側が聞いている時間が長くてもいい．自分のもつものを押し付けるのはただの教える側のエゴになってしまい，教える側も得るものが少ない（場合によっては悪影響しか残さない）ことになるから気をつけよう．
- 指導法に細心の注意を払うのは，きつい指導によって指導を受ける側に不安や恐怖といった感情を生じさせたり，自尊心を損なわせたり（自分はだめだというあきらめにつながりうる）させないためである．不安・恐怖・あきらめなどの不快な感情をもたせてしまうことは行動にブロックをかけてしまうことを認識しよう．不快なことには力を注げない．これでは本来の目的である自立して行動することからも遠ざかってしまう．理不尽に厳しい言葉で理屈を頭でわからせても，感情が不快と判断してしまうと指導を受ける側の行動に反映されない．人間は理屈よりも感情に強い影響を受けて動くものだ．
- 一つ上の項目とも関連して，大学の教員は競争のステージの成功者であることが多く，他人を恐怖と罪悪感でコントロールしようと無意識のうちにしてしまうことがある [42]．明確な悪意があるわけではない．むしろ良かれと思ってやってしまう．このようなパターンに自分がはまっていないか注意しよう（自分が教育を受けている段階でも，自分のメンタルを守るためにこれを知っていることは役立つだろう）．また，これからの社会に対応したマネジメントのあり方としても恐怖と罪悪感に依存した方法から脱却していくのが望ましい [43]．恐怖と罪悪感といった外発的動機ではなく，内発的動機で動く人を育てていくようにしよう．
- 上記をふまえて自主的に繰り返し学んでもらうためにはどうすればよいかを考え，実践に移していこう．このようなテキストを作成しているのも，文書作法を逐一口頭で説明するのは教わる側も教える側も精神的・物理的負荷が大きいため，学習の効果を高めるためというのもある．
- 感情・脳・能力の関係 [32] や教育・コーチング [36, 44–47] についても学んでおこう．参考文献にもいくつか挙げておく．
- 教えながら文書作成法・指導法について改善を続けていくことを心がけよう．日本語の正しい使い方 [48] をはじめ，文書作成法について教える側も学び続けよう．この心がけがあれば後輩に指導しているようでも，こちらが得ることも多くなるはずである．後輩は後輩なりに懸命に文書を仕上げてくれる．そのことに感謝しよう．

上記の内容を読むと教わる側に甘く，教える側に厳しくみえると思う．指導法について指導されることはまずないからそう感じるかもしれない．しかし，上記の方針は教わる側を甘

やかせというものではない．指導すべきことはきっちり伝えていい．しかし，その伝え方は相手の文書作成の上達，さらには自立に役立つように意識しよう．教える側・教わる側の感情の働きに留意して丁寧に対応していこう．また，教える側に厳しくという点では博士課程の学生は将来大学の教員になる可能性が高く，ビジネス（教育はサービス業と言ってもいい）として教育に携わることになるからというのもある．国公立の大学では法人化によりビジネスの側面がより強調されていくと思う．ビジネスの本質は価値と価格の交換にある [49]．教える側は指導を行うことで価値を提供しているし，学生（のご両親）は授業料という形で価格を提供している．教える側と教わる側でどちらが偉いとか上ということはない（もし学生さんがここを読んでいれば，こっぴどく叱られても自分を責めなくていいということでもある）．価値の交換をしているという意識をもてば，本当に提供すべき価値は何なのか，価値の提供になるような指導をするためにどうすればいいかを考え，工夫するようになる．指導の方法には決まった答えがなく，教わる側・教える側・指導の状況によって柔軟に対応すればいい．しかし，単なる経験と勘にだけに頼るだけ価値を確実に提供していくには心もとないので，たゆまない学習と普段からの訓練で指導するスキルを高めていこう．

参考文献

[42]犬飼ターボ；DREAM，飛鳥新社 (2007).
https://www.amazon.co.jp/dp/487031827X/

[43]天外伺朗；マネジメント革命「燃える集団」を実現する「長老型」のススメ，講談社 (2006)（2011 年に講談社プラスアルファ文庫から文庫版，2014 年に Kindle 版が出ている）.
文庫版：https://www.amazon.co.jp/dp/4062814188/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B00INTNU34/

[44]親野智可等；「叱らない」しつけ，PHP 研究所 (2006)（2010 年に文庫版，2011 年に Kindle 版が出ている）.
文庫版：https://www.amazon.co.jp/dp/4569670784/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B0079A9KW8/

[45]落合博満；コーチング—言葉と信念の魔術，ダイヤモンド社 (2001)（2013 年に Kindle 版が出ている）.
単行本：https://www.amazon.co.jp/dp/4478720215/
Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B00DYKPPV2/

[46]吉田典生；なぜ「できる人」は「できる人」を育てられないのか？，日本実業出版社 (2005).（2013 年にソフトバンク文庫から文庫版が出ている）
https://www.amazon.co.jp/dp/4797373245/

[47]松本幸夫；パワーコーチング，成美文庫 (2007).
https://www.amazon.co.jp/dp/4415400183/

[48]NHK 放送文化研究所 編；NHK ことばのハンドブック 第 2 版，NHK 出版 (2005).
https://www.amazon.co.jp/dp/4140112182/

[49]板倉雄一郎事務所；Deep KISS 第 57 号「永続性と企業価値」，

http://www.yuichiro-itakura.com/essay/deep_kiss/deep_kiss57.html.

付録 B　デザインが重視される文書について

本文中でもフォントの選択については少し触れた．論文・レポートといった通常の文書は文字が多くフォントの塊といってもよい．文書の使い勝手のよさはフォントの選択で大きく変わる．また，プレゼンテーション，ポスターやチラシ，Web サイトではよりデザイン性が重視され，要点にインパクトを与えることが重要になる．学会発表のときは他人の PC でプレゼンをすることもありうるので，Windows に標準搭載されているような汎用性のあるフォントを使うほうがよいこともある．フォントについては [14,50,51] で詳しく学べる．

以下によく使われそうなフォントを並べている．フォント名のところで実際にそのフォントを使っているので見た目の違いを比べてみよう（先頭に△がついているのは Windows の OS に最初から入っていても Microsoft に著作権がないもので DejaVu Serif Condensed に置き換えている）．下線を引いたものは入手が容易でおすすめのフォントである．Microsoft Office のデフォルトのフォントをそのまま使うことを卒業して，より見栄えのよくなるフォントを可読性，視認性，汎用性のどれが重要かを考えて選ぶようにしよう．たとえば，学会で主催者側の用意した PC で発表する場合，ファイルを他人と共同で作成する場合（読んでもらうだけならフォントを埋め込んで PDF にすることもできる） は，どの PC でも入っているフォントを優先して選ぶ必要がある．

ちらしや Web サイトの見出しに使うような Extrabold や Black と呼ばれる非常に太い（ウエイトの高い）フォントは Windows にはほとんどインストールされていないので，下記のリスト中のサイトからダウンロードしよう．C ドライブの直下の Widows ファルダ中にある Fonts フォルダにフォントのファイル（例：IPAex 明朝なら ipaexm.ttf）をコピーすれば使えるようになる．

△Times New Roman（汎用性は最も高い）

△Garamond（線が細いので日本語フォントとなじみやすい，イタリックボールドがない）

△Palatino Linotype

DejaVu Serif，DejaVu Serif Condensed（配布まで含めて商用・非商用で無料で使える，
入手先：https://www.fontsquirrel.com/fonts/DejaVu-Serif）

Calibri（Vista, Office 2007 以降の標準フォント，視認性はよい，フォントが小さめなので日本語フォントとの相性は少し悪い）

Segoe UI（Windows VISTA 以降の標準搭載フォント，英語版 Windows のシステムフォント，視認性がよく，日本語フォントとの相性もよい）

△Verdana（メイリオとよくなじむ，英語文書のタイトル・見出しにも向く，ボールド体でインパクトも出せる）

DejaVu Sans，DejaVu Sans Condensed（ボールド体は強調部分に向いている，配布まで含めて商用･非商用で無料で使える，
入手先：https://www.fontsquirrel.com/fonts/DejaVu-Sans）

Noto Sans，Noto Serif，Noto Snas CJK JP

（日本語フォントはゴシック体だけだが太さの種類が豊富，フォントファイルの単体販売でなければ配布まで含めて商用･非商用で無料で使える，
入手先：https://www.google.com/get/noto/）

Bitter（スラブセリフ体とよばれる分類に入る，インパクトを出すのに使える，配布まで含めて商用･非商用で無料で使える，入手先：https://www.fontsquirrel.com/fonts/bitter）

△Arial（Helvetica の類似フォント，視認性は高くない，使い古されているのでデザイン性の高い文書には向かない）

△Arial Black（インパクトを出したいときに使える）

Helvetica(-Normal)（一般性の高いフォント，単に Helvetica だと Windows は Arial で認識してしまう，Swiss 721 ともよばれる，Mac に入っているのは Helvetica Neue，使い古されているのでデザイン性の高い文書には向かない）

Comic Sans MS（イタリックボールドがない，使い古されたフォントなので注意）

Trebuchet MS（英語文書のタイトル･見出し向き）

メイリオは Vista 以降の Windows にシステムフォントとして最初からインストールされている．Windows でも視認性の高い日本語のサンセリフ体が使えるようになった．太字はインパクトもある．英数は Verdana に似ている．全角文字だけ斜体表示ができない．
XP ならここでダウンロード可能だ．
https://www.microsoft.com/ja-jp/download/details.aspx?id=10550
設定の方法はこちらにある．
http://enjoypclife.ikaduchi.com/epl_originalplans/windowsvista_meiryo.html

次の IPAex 明朝･ゴシックは，Windows に最初からは入っていないが，（独）情報処理推進機構のサイト https://ipafont.ipa.go.jp/node17 から無料で入手できる．MS 明朝･ゴシックより視認性がよく，英数字に使っても不自然さがあまりない [52].

IPAex 明朝

IPAex ゴシック

ほかの日本語フォントも並べておく．HG 系は Office を入れると使える．HG 系のほうがフォントサイズが小さくてもアンチエイリアス（スムージングともいう）がかかるので，PC での表示はきれいになりやすい [53]．ただし，商用利用の大部分はリコーと別途ライセンス契約が必要だ（利用規約はこちら，このためここでの表示はしない，Windows と Office も商用利用できるライセンスが必要）．

ＭＳ 明朝（Windows にはヒラギノフォントが標準で入っていないので明朝系としてはこ

れを使うことがほとんど）

ＭＳ ゴシック

下記のヒラギノフォントは Windows なら「一太郎 2012 承 プレミアム」に入っているのを使うのが一つの手だ（ただし公式には販売終了）．Mac なら最初から使える．

ヒラギノ明朝 W3　**ヒラギノ明朝 W6**

ヒラギノ角ゴ W3　**ヒラギノ角ゴ W6**　**ヒラギノ角ゴ W8**

ヒラギノ丸ゴ W4

★注意★

フォントにもそれぞれにライセンスや使用許諾が定められている．Windows PC にはじめから入っていたからといって PC を使った制作物のすべてにそのフォントを使えるわけではない．Windows の場合，フォントの著作権が Microsoft にないものは MS 明朝と MS ゴシックを除いて，商用利用には Windows と Office のライセンスを商用利用できるものにするのに加えて，フォントメーカーの許諾も必要になると考えたほうが安全だ（Microsoft 公式のフォント利用の Q&A はこちら，マイクロソフト製品の利用規約は「マイクロソフト ライセンス条項」で調べられる）．なじみのある人も多いであろう Times New Roman も Monotype 社に著作権がある．学校で使っていた感覚で企業内でもフォントが使えるわけではないことは認識しておこう．フォントの著作権は C ドライブの Windows→Fonts フォルダとたどって，フォントファイルを右クリックしてプロパティ→詳細タブで確認できる．フォントを購入したとしても使う場面によっては別途契約が必要なこともある．またフォントのファイルにはプログラムとしての著作権があるのでファイルの再配布やそれと同等になる使い方（例：フォントファイルごと電子書籍・ソフト・ゲームに埋め込む，サーバー上に置いたフォントファイルで Web サイトの文字表示）も別途使用許諾を得る必要がある．

インパクトのある文書を作成するにはフォントの選択法に加えて，デザインの基本を学んでおくことが重要である．これは書籍で学ぶこともできる．色の選び方やレイアウトといった研究者が作成するものにとくに関わってくるものを本項の最後に挙げておく．デザインの基本の全般は [51,54,55] で学べる．色の使い方については [56,57]，レイアウトについては [58,59] が参考になる．ほかにも多くの類書があるので，気に入ったもので学ぶとよい．書店の芸術・デザインのコーナーに行って，いろいろな書籍を眺めてみるだけでも勉強になる．

デザインの基本原則として，「コントラスト」「反復」「整列」「近接」の大切さをまずは押さえておこう．この四つの原則について，最低限の要点をここに記しておく．詳細はここに挙げた書籍を読んで（眺めて）ほしい．

・コントラスト

ページ上の要素同士が単に「類似」するのを避ける．フォント・色・サイズ・線の太さ・形・空きといった要素が「同一」でないなら思い切ってはっきりと違わせよう（大きい⇔小さい，

細い⇔太い，濃い⇔淡い，色，形）．同じではないが，少々異なるスタイルを隣接させると表現同士が衝突してしまう．適切なコントラストは読者をまず読む気にさせる．

・整列

ページ上に配置されるものは意図があって配置されること．ほかの要素との関連を考えながら配置しよう．たとえば，何気なく使っている人もいると思われる中央揃えはお勧めできない．これは，中央揃えは文字列が始まる位置（行の左端）が行によって変わってしまい，読者の視線の動きを不安定にしてしまうからだ．

・近接

互いに関連性があるものはグループ化されていることがわかるようにしよう．同じグループの言葉を羅列するときは近接させ，別のグループの間には十分なスペースを取る．

・反復

文書全体で各要素の表示スタイルに一貫性をもたせる．統一されたスタイルを繰り返そう．

国際会議のプレゼンテーション表紙にこの 4 原則のうち，コントラスト･整列･近接を適用する前後の例を図 16 に示す．二つの表紙に載っている情報は全く同じにしてある．しかし，印象は大きく異なるはずだ．どのような変更をしたかを具体的に説明しておく．タイトルと発表者名を目立たせるためにフォントを他よりも大きい太字にしている（コントラスト）．見る人の視線の動きを一定にするために，文字列が始まる位置を左側にそろえている（整列）．タイトル周りの枠線も無駄に視線が向かないように削除している．発表者名と所属の間の空白の行を削除して一体感を強めている（近接）．反復の原則については本書全体を眺めてみてほしい．

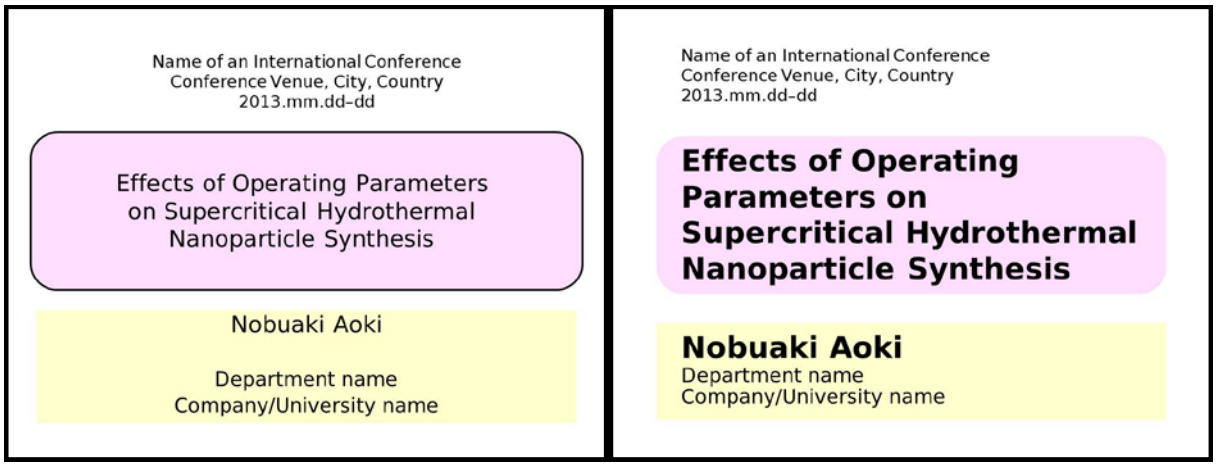


図 16　コントラスト･整列･近接の適用例（左：適用前，右：適用後）

なぜ研究者・技術者がデザインと思われるかもしれないが，使い勝手のいいものを提供するマインドはどの職業にも有効である．自分の提供した論文，プレゼンテーション，製品を受け取り手が使いこなせないとしたらそれは作った側のデザインが悪いことになる．デザインのスキルも有用だが，このマインドを理解し，実践で活用することが大事だ．このマインドを常に意識することで開発される製品の品質も向上させることができる．

参考文献

[50]大崎 善治；タイポグラフィの基本ルール－プロに学ぶ、一生枯れない永久不滅テクニック－，ソフトバンククリエイティブ (2010).
https://www.amazon.co.jp/dp/4797359226/

[51]Robin Williams 著，吉川 典秀 翻訳；ノンデザイナーズ・デザインブック ［フルカラー新装増補版］，毎日コミュニケーションズ (2008).
https://www.amazon.co.jp/dp/4839928401/
（2016 年に第 4 版が出ている，紙版：https://www.amazon.co.jp/dp/4839955557/，Kindle 版：https://www.amazon.co.jp/dp/B01LW1BC2L/）

[52]オススメフォント，伝わるデザイン，
http://tsutawarudesign.com/yomiyasuku3.html.

[53]ヤガー；Creazy!，CSS 第 10 回：Windows フォントをアンチエイリアスでキレイに見せる方法，http://creazy.net/2007/08/windows_anti_alias.html.

[54]プロとして恥ずかしくないデザインの大原則，エムディエヌコーポレーション (2004).
https://www.amazon.co.jp/dp/4844357751/

[55]クロスデザイン，黒須 信宏：デザイン基本帳 本当に必要なプロのルール，MdN (2009).
https://www.amazon.co.jp/dp/4844360256/

[56]視覚デザイン研究所 編集；7 日間でマスターする配色基礎講座，視覚デザイン研究所 (2000). https://www.amazon.co.jp/dp/4881081535/

[57]オブスキュアインク；配色デザインのルール—美しい色の組み合わせにはワケがある。，ワークスコーポレーション (2008). https://www.amazon.co.jp/dp/4862670369/

[58]視覚デザイン研究所 編集；7 日間でマスターするレイアウト基礎講座，視覚デザイン研究所 (1998). https://www.amazon.co.jp/dp/4881081438/

[59]オブスキュアインク；デザイン＆レイアウトの見本帳，MdN (2011).
https://www.amazon.co.jp/dp/4844361678/

付録 C　IGOR Pro Ver. 5･6 によるグラフ作成法

論文はグラフを含むものがほとんどである．見やすいグラフ，論文にふさわしいグラフを描くのに Excel は向いていない．ここでは，論文に向いているグラフを作成できる IGOR Pro Ver. 5･6 の利用法を説明する．2019 年 6 月現在，販売されている IGOR Pro のバージョンは 8.0（日本語版も同じ）になっている．最新版だと使い方が多少異なることがありうることを先に断っておく．

まず，IGOR Pro の入手の方法を説明しておく．学生の個人購入の場合は，以下のリンクか

ら年間 75 ドルでの利用可能である．
https://www.wavemetrics.com/order/studentPolicy
Web で購入の申し込みをすると，次の日にはメールで IGOR Pro をインストールするためのファイルをダウンロードできるリンクとシリアル番号･Activation Key が送られてくる．注文終了の画面で確認メールがすぐ届くとあるが，これは来ない．

次に，ダウンロードした.exe ファイルをクリックして，シリアル番号･Activation Key を入力して IGOR Pro をインストールする．

インストールができたら，IGOR Pro を起動してグラフを作成していく．ここでは散布図と棒グラフ描き方を示す．まず，表 9 のデータを，図 17 のような散布図にする方法を説明する．グラフ内のフォントサイズは 10 pt.で，フォントの種類はマイクロの文字だけ Symbol で，ほかはすべて Calibri とする．

表9　グラフのデータ

x [°C]	y_1 [m^3]	y_2 [μm]
1	2	1
2	4	4
3	6	9
4	8	16
5	10	25

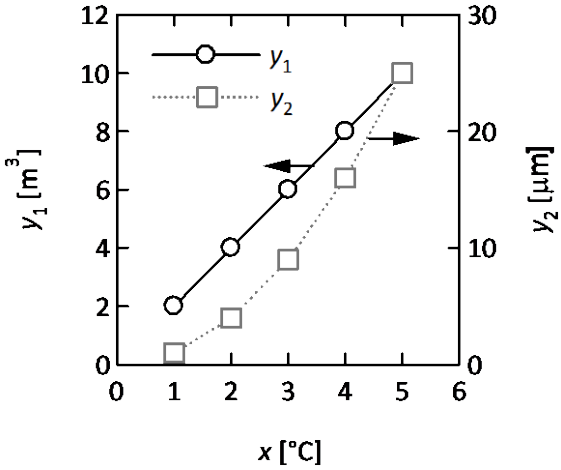


図17　表9のデータをグラフにしたもの

最初に，表 9 のデータ（数値のみ）を，IGOR を起動したときに出てくる Excel のシートのようなところに直接入力するか，Excel に入力して IGOR のシートにコピー＆ペーストする．数値を入力すると一番上の列は wave0，wave1，……と表示される．この wave が Excel でいう系列に相当する．

次に，Windows → New Graph で x 軸と y 軸に対応する系列を選択していく．まず，左側の y_1 [m^3]のプロット設定を行う．X wave に x [°C]を入力した wave（wave0）を選び，Y wave に y_1 [m^3]を入力した wave（wave1）を選ぶ．Axis は left にしておく．中央に More choices と表示されていたら，このボタンをクリックした後に現れる中央の Add のボタンをクリックする．次に，右側に y_2 [μm]の軸が来るようにする．X wave は変更せずに，Y wave に y_2 [μm]を入力した wave（wave2）を選ぶ．Axis は right にしておく．中央の Add のボタンをクリックする．最後に下の Do It のボタンを押すとグラフが描かれる．

各軸の範囲･表示文字フォント･ラベルを設定する．まず範囲の設定を行う．各軸の数字付近をクリックするか，Graph → Set Axis Range で変更したい軸を選択する．Modify Axis の画面が出て，Axis Range のタブが選択されているはずである．x 軸（bottom）については，

Min Value: 0，Max Value: 6，左の y 軸は，Min Value: 0，Max Value: 12，右の y 軸は，Min Value: 0，Max Value: 30 と入力する．

さらに表示フォントを変える．同じく Modify Axis の画面で Axis のタブを選び，left・bottom・right axis についてタブ内の右側の Font で Calibri を選択し，Size: 11（このフォントの場合は本文と同じサイズのものにするとよい）とする．なお，Mode は対数プロット log2・log10 に変更したいときにラジオボタンを変更する．Axis の Axis standoff のチェックは外し，Mirror Axis は On（今回の例では bottom が Off になっていることがある）にするとよい（どのようにグラフが変わるかは実際に変えて見てみよう）．

なお，各軸に表示された目盛の間隔と数字の桁数は，Modify Axis の Auto/Man Ticks のタブで Auto Ticks を Computed Manual Ticks に変えると，このタブの中央部が入力できるようになるので，目盛の間隔を Tick increment，小数点以下の桁数を Digits after dp に入力すればよい（dp は decimal point，小数点の略）．また，目盛の長さ・太さは Modify Axis の Ticks and Grids のタブで中央の Tick Dimensions の Major の列の Length（長さ，ここでは 4 にしている）と Thickness（太さ，ここでは Auto のまま）の値を変えればよい．また，目盛がグラフの外側に向かって表示されている場合，このタブ内の Location を各軸について Inside に変えれば目盛を内側にすることができる．

軸のラベルの表示を設定するには，ラベルが表示されている付近をダブルクリックして（または Graph → Modify Axis → Axis Label のタブ），各軸に以下のように入力する．IGOR では¥はバックスラッシュで表示される．

左軸： ¥Z11¥F'Calibri'¥f02y¥f00¥B1¥M¥Z11 [m¥S3¥M¥Z11]
x 軸： ¥Z11¥F'Calibri '¥f02x¥f00 [°C]
右軸： ¥Z11¥F'Calibri'¥f02y¥f00¥B2¥M¥Z11 [¥F'Symbol'm¥F'Calibri'm]

文字飾りの種類を指定するときはバックスラッシュ＋指定を行う文字列で行う．これらはグラフにはもちろん表示されない．Z の後にはフォントのサイズがくる．F'？？？'には''で囲まれた種類のフォントがくることになる．f02 はイタリック体，f00 は文字飾りがない状態（フォントサイズは不変），M も文字飾りがない状態だが，フォントサイズもデフォルトの 9 pt. に変更されてしまう．このために，M の記号の後に Z11 の指定をしている．B は下付き（Subscript），S は上付き（Superscript）にする．℃ の丸の上付きの記号「°」は Calibri を使っているときは Character の w の三つ下に ° がある．フォントを Arial にしているときは半角カタカナでｺと入力するか，Axis Label のタブ内の左側の Insert → Special → Character の中から選択する（Ver. 5 では右端の 1/4 の組み文字の上）と入力できる．

半角カナを特殊文字にできるのは英語版の IGOR だけなので注意する．ちなみに掛け算のドット記号「･」は半角のｷ，「×」は半角のﾗでも表示できる．文字列がどのように文字飾りをするかは覚えなくても，ラベルを入力する欄の左側にある Insert からクリックで選んでいって入力することもできる．また，右側のラベルについては Label Option のタブで Axis label rotation のところを 90 に変更し，左側のラベルと同じ向きに表示されるようにしておく（デフォルトでは右側は−90 で反対向きに表示されてしまう）．最後にす

べてが終わったら Do It を押す．

次にプロットの種類を選ぶ．左側の縦軸に対応する y_1 のプロットを変えるには，y_1 のプロット上をクリックするか, Graph → Modify Trace Appearance とたどり, y_1 に対応する wave（wave1）を選ぶ．今回の例に対応するには，Mode で Lines and markers（線とプロット）とし，白抜きの丸○を選び，size: 4（丸の直径），Thick: 1（丸のラインの太さ）と入力し，Opaque（不透明の意味）のチェックを入れておく．Color を黒にしておく．Line で Size: 1.00, Style: 0 を選ぶ．次に，y_2 に対応する wave（wave2）を選ぶ．Mode で Lines and markers は白抜きの四角□を選び，size: 4，Thick: 1 と入力し，Opaque のチェックを外しておく．Opaque のチェックがないとプロット内に線が入ってしまう．プロットの中に線が入らないほうが好ましいので，Opaque のチェックは入れておくこと．Color をグレーにしておく．Line で Size: 1.00，Style: 1 を選ぶ．

さらに，凡例を入れる．Graph → Add Annotation で Annotation の右のリストで Legend（凡例の意味）を選び，以下のように入力する．入力のルールは軸のラベルのときと同様である．s(wave1)がシンボルに対応する．Symbols のタグで，凡例のシンボルのサイズ（ここでは Marker Size のところのリストで Same as on Graph を選んでいる），凡例のマーカーの左右にあるライン部分の幅（ここでは Symbol Width を 40 にしている，プロットだけなら 0 にする）の設定ができる．

¥s(wave1) ¥Z11¥F'Calibri'¥f02y¥f00¥B1¥M¥Z11
¥s(wave2) ¥Z11¥F'Calibri'¥f02y¥f00¥B2¥M¥Z11

このグラフでは y 軸が 2 種類あるので，どちらのプロットがどちらの軸のものかわかるように，プロットに矢印をつけている．これを行うにはまず，Graph → Show Tools で Ver. 5 ではグラフ左上に二つボックスが現れる．下のボックスをクリックすると，矢印や T と書かれたボックスがその下側に現れる．Ver. 6 では最初からすべてのボックスが現れている．まずは上から 5 番目の斜め線を選び，Alt キーを押しながらグラフ線上のある点をマウスの左ボタンを押したまま真っ直ぐに移動後，ボタンを離す．すると，左ボタンの押し始めと終了した 2 点間に直線が引かれているはずである．次に 3 番目の右左斜め上向きの矢印のボックスをクリックすると，作成した直線をダブルクリックで選択し，Modify Line の画面を開くことができるようになる．この画面の Arrow のところで At End を選べば，終点に方向を示す部分が現れ，矢印になる．Ver. 6 では編集中の直線・矢印は青色で表示される．これを二つの系列について行えばよい．Graph → Hide Tools でボックスを非表示にしておく．

最後に，グラフが描けたら，このグラフを文書に貼り付ける必要がある．Edit → Export Graphics とたどり，Width: 7 (cm)，Height: 6 (cm)， Format: Windows Metafile とし，Color にチェックを入れる．黒とグレーしかないので Color のチェックは不要そうにみえるが，このチェックをしないと完全な白と黒だけになってしまうので，灰色を使っているときも Color のチェックは必要である．Word や PowerPoint 上に貼るときも Windows Metafile を選んで貼り付ける．グラフの周辺の白い領域はトリミングでカットしておくと学会要旨などのスペースがシビアな場合には余分な場所を取られずに済む（テキストボックスの内部の余白の上下左右の大きさを小さくすることにも同様の効果がある）．

次に，表 10 のデータを，図 18 のような棒グラフにする方法を説明する．まず，IGOR を起動しておき，表 10 の下 2 行の全列データを IGOR の表に貼り付ける．Untreated，NaOHloaded の文字データの入っている列の上が textWave0 となる．次に，Windows → New → Categoryplot と選んでいく．X wave に文字データの系列が自動で入っている．X・Y wave ともに文字が反転してすべて選択された状態になっていることを確認して下の Do It を押す．

表10　棒グラフのデータ

	Other	Tar	Char	Water
Untreated	18	40	27	15
NaOHloaded	34	0	40	26

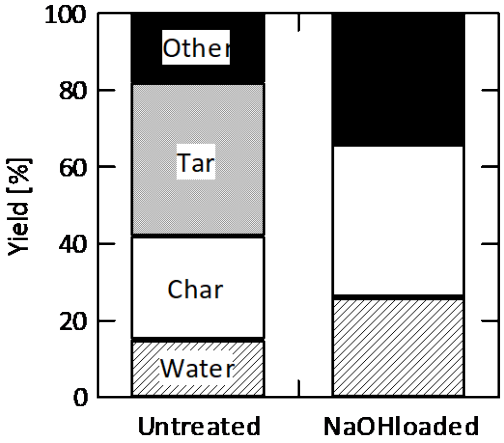


図18　表10のデータを棒グラフにしたもの

現れた棒グラフの上をダブルクリックして Modify Trace Appearance を開き，wave0･1･2 を選択した状態で Grouping を None から Stack on Next にする．これで四つの値が一つの棒グラフに累積表示されるようになる．さらに次のように設定する．

wave0 の+Fill type を Solid，+Color･Color を黒
wave1 の+Fill type を Solid，+Color を灰色，Color を黒
wave2 の+Fill type を Solid，+Color を白，Color を黒
wave3 の+Fill type を Pattern の最左列の一番上の斜め線，+Color を黒，Color を黒

次に，*x* 軸の文字のあたりをクリックして，Modify Axis を開いて，両軸共に Axis タブの Axis のところで Axis standoff のチェックを外し，Mirror Axis を On にし，Font のところで Calibri，Size: 11 としておく．また，Bottom Axis の Axis タブの Axis 下部にある Category Gap を増やして 33%（柱が 67%で空白の幅の 2 倍になる）にすると，棒グラフの間隔が広がる．Ticks and Grids タブの Tick Dimensions の Location を Inside にしておく．Left Axis の Axis Label に

¥Z11¥F'Calibri'Yield [%]

と記述する．最後に Graph → Add Annotation の Text タブで Annotation を TextBox としておき，どの部分が何に対応しているかわかるように Other，Tar，Char，Water といった記述

を棒グラフ上に加えておく．たとえば，Other は，Text タブに

¥Z11¥F'Calibri'Other

と入力し，Frame タブで Background を Opaque として Do it（変更字は Change）を押す．このテキストをマウスでつかんで棒グラフの黒く塗りつぶされた領域の上に移動させればよい．なお，矢印やテキストボックスの追加は PowerPoint 上でもできる．

著者略歴

青木　宣明（あおき　のぶあき）

2006 年　　京都大学大学院工学研究科化学工学専攻 博士後期課程修了 博士（工学）

2006 年　　京都大学大学院工学研究科化学工学専攻 助手

2007 年　　京都大学大学院工学研究科化学工学専攻 助教

2011 年～2017 年　東北大学原子分子材料科学高等研究機構 助教

Kindle 版

https://www.amazon.co.jp/dp/B00EB8DDMO/

この試作版を全体的に修正･加筆しています．量が増えてきたので全体を短時間で復習できるようにもするために，各章のまとめとコアになる図解を載せた PDF ファイルを特典として追加し，そのダウンロードリンクを最後に掲載しています．

『Stylebook 1 時間で学べる論文の書き方』

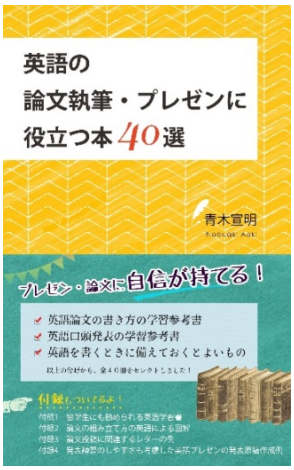
https://www.amazon.co.jp/dp/B01MQP8IRM/

StylebookBot をベースにより短時間で効果的に論文の書き方を学べる教材を作りました．スマホのような幅の狭い画面でも読みやすい改行･改段落設定になっています．研究や通学のスキマ時間を使って学んでみてください．

『英語の論文執筆・プレゼンに役立つ本 40 選』

https://www.amazon.co.jp/dp/B00I607SGK/

このテキストは日本語を前提に説明してきましたが，研究者･技術者にとって英語による情報発信は必須といってもいいです．市販の英語の学習教材も充実しています．でも，数が多すぎてどこから手をつけたらよいかわからない方もいるでしょう．英語自体が研究者･技術者の目的ではないので，できるだけ時間をかけたくないと思うのももっともです．そのような方のために効率的･効果的に英語論文･プレゼンについて学ぶ手段をまとめて紹介しました．付録には論文投稿に関連したレターやプレゼンの原稿の例，自分の英語を自分でチェックするためのリストも掲載しています．



『自分らしく伝えたいことを表現する研究プレゼンのコツ』
https://www.amazon.co.jp/dp/B01HNVCXQ2/
自分が伝えたいことを自分の身の丈に合った方法で表現しつつ，聞き手に伝わりやすくするための研究に関するプレゼンのコツをまとめました．プレゼンで「何」を表現するかだけでなく，「どうやって」「なぜ」表現するのかもわかるようにしています．学んだことを「すぐに」実践するための簡単なワークも各節の最後に入れました．さらに，自分のプレゼンの質を自分でチェックできるリストも用意しています（テキストファイルとしてダウンロードも可能）．プレゼンに臨む際の不安や自信のなさといったメンタル面のケアについて詳細に解説しているのも本書の特徴です．

Stylebook－わかりやすい論文の書き方（2019 年度版）

2019 年 6 月 1 日 2019 年度版第 1 刷 発行

著者･発行者：青木 宣明

© 2019 青木 宣明

メールアドレス：nobuaki-aoki@panoramic-view.info
HP 兼ブログ：https://www.panoramic-view.info
Facebook：https://www.facebook.com/nobuaki.aoki.5
Twitter：https://twitter.com/nobu8aoki
Stylebook Bot：https://twitter.com/StylebookBot

自由に使っていただいて構いませんが本書を使用したことによる不利益の責任は一切負いかねます．間違いなどの指摘は歓迎します．

Windows，Office，Word，Excel，PowerPoint は米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における商品名称，登録商標または商標です．

IGOR Pro は WaveMetrics Inc.に著作権があります．

Printed in Japan.