

<教育実践研究>

大学生の理系文章作成能力の現状と改善に向けた取り組み

中井唱, 星健夫, 吉本芳英

Current Skill of University Students for Technical Writing and Efforts toward Its Improvement

Tonau Nakai, Takeo Hoshi, Yoshihide Yoshimoto

キーワード：レポート, グラフ, 理系文章, パソコン

Key Words: Report, Graph, Technical writing, PC

1. 本稿執筆の動機

自分の意見を簡潔に他者に伝える文章が書けることは、学生が社会に出る上で必須の能力である。例えば他者と仕事をする上で、書面により何かを提案・報告することを避けては通れない。学生生活の間においても、就職活動で書くエントリーシートや卒業研究における調査報告書作成や論文執筆など、様々な場面において文章を書く能力が要求されるため、大学教育において「他者に伝わる文章が書ける能力」を鍛えることは重要であると考えられる。

著者らは鳥取大学工学部の、主に応用数理工学科に在籍する学生の教育に携わっている。本学科では数理を活用し幅広い分野で活躍できる人材の育成を目指して、物理・数学の根本からの理解を重視した教育を行っている。そして上記の文章教育は、1年次前期の「大学入門ゼミ」と後期の「物理学実験演習」の中で、レポート作成指導という形でやっている。両科目とも、簡単な物理法則により説明できる身近な現象について実験を行い、レポートにまとめる課題を与えている。我々は、多くの学生のレポートに共通する問題点を分類することで、効率よくレポート作成能力を向上させるための教育法を考案した。その実践の中で起きた問題点と対応策や、教育効果について述べることで、物理教育のみならず、広く理系文章作成指導にあたる教員の一助になればと思い、筆を執った次第である。

以下では、数年前に本学科で始まった文章教育（桐山，2011にも記載あり）に端を発した様々な取り組みと成果を元に、提案する教育法の効果や見えてきた課題などについて論ずる。まず次節で学生が書く実験レポートの現状について述べ、第3節でその問題点をいくつかのパターンに分類する。第4節では各パターンについての著者らの取り組みとその効果について述べ、第5節で結論を述べる。

2. 学生のレポートの現状

「物理学実験演習」では、本格的な実験（以下、「本実験」とする）を始める前の練習として、自作した振り子の運動から重力加速度を求める実験を行い、結果をレポートにまとめる課題（以下、「練習実験」とする）を与えている。レポート提出の前に、図1に示すようなチェックリストを学生に配布し、「レポート提出前にこのリストに従って各自のレポートをチェックせよ。このリストを満たさないレポートは受理しない。練習実験のレポートが受理されないまま、本実験のレポートを提出してはいけない」と通知している。これにより各自がリストに従って検証することを想定しているが、この項目を満足して受理されたレポートは2011年度では、56通のうちの1通だけであった。2回目の提出で受理されたのは2通であった。その他の53人については3回以上、多くて6回の書き直しを必要とした。

具体的にどのような不備があるか、受理されたレポートの修正箇所を見てみると、

- 有効桁数がおかしい（桁数が無駄に多い） 23人
- グラフの不備（Excelの妄信） 9人
- グラフの不備（比例を示すグラフになってない） 5人
- 結論と目的が対応していない 4人
- 物理量に単位をつけ忘れる 3人
- キャプション（図表の番号や説明文）が無い 3人

—以下省略—

のように分類された。初回提出時では、図表のキャプションに不備のあるレポートが最も多かった（48通中26通、2012年度）。

3. 問題の分析

上記の問題は、「A. 文章力, B. 理系的思考力, C. コンピュータの妄信」の3つに大別できる。以下に詳細を述べる。

A. 基本的文章力（国語力）の欠如

これは、理系云々を抜きにして、単に分かりやすい文章が書けていないという問題である。レポートには必ず問題提起（目的）があり、それに対する答を出すための調査・試験があり、考察を踏まえて著者なりの答を出す（結論）という形式をとるのだが、その目的と結論が対応していないレポートを目にする。目的が「振り子を用いて重力加速度を求める」ならば、結論は「重力加速度の値は $9.79 \pm 0.01 \text{ m/s}^2$ と求まった」のようになるはずなのに、「振り子の周期の2乗は振り子の長さに比例する」のような結論をしばしば目にする。また「測

レポート提出前のチェックリスト

これは、レポートの形式的な面について、提出前に自分でチェックすべき項目を集めたチェックリストである。大学1年生のレポートとして最低限守ってほしい項目のみを挙げた。もしも余裕があれば、教科書第17章のチェックリスト [1] も活用して、より良いレポートを仕上げよう。

A 全体

- A1 このチェックリストを使う前に、自分の書いたレポートを声に出して読みかえしたか？
- A2 表紙 (or 1 ページ目) に題名があるか？ (講義名 & レポートの題名)
- A3 表紙 (or 1 ページ目) に著者情報があるか？ (所属, 学籍番号, 名前)
- A4 表紙 (or 1 ページ目) に日付があるか？ (レポートを書きあげた日の年月日 or 提出年月日)
- A5 すべてのページが順番通りにそろっているか？
- A6 すべてのページにページ番号があるか？
- A7 指定の用紙を使っているか？ (指定がなければ、通常は A4 のレポート用紙を使う)
- A8 用紙の上下左右の端と行間に適当な余白があるか？
採点者が採点結果やコメントを書き込むことができるように、用紙の端と行間には余白をとっておく。また、レポートはファイルに閉じて保存されるかもしれないので、用紙の左側は大きめに余白をとっておくといよい。

B 図表

- B1 すべての図の下に図の説明文があるか？ 説明文の始めに図番号があるか？
- B2 すべての図は本文中で引用されているか？
図は挿絵ではなく、本文の説明を補うものである。本文で言及していない図が存在してはいけない。
- B3 図番号の順番は本文中に出てくる順番と一致しているか？
- B4 すべての表の上に表の説明文があるか？ 説明文の始めに表番号があるか？
- B5 すべての表は本文中で引用されているか？
表は図と同様に本文の説明を補うものである。本文で言及していない表が存在してはいけない。
- B6 表番号の順番は本文中に出てくる順番と一致しているか？
- B7 図の中身がグラフの場合
 - 7-1 縦軸と横軸にラベルがあるか？ (物理量の場合、単位も忘れずに)
 - 7-2 縦軸と横軸が目盛りがあるか？
 - 7-3 縦軸と横軸の目盛りは正確か？
 - 7-4 複数の情報を載せたグラフの場合、グラフの見方は説明されているか？
例えば、点とか線は何を表すのか？ 測定値と理論的に予想される値を比べて見せる場合、どれが測定値でどれが予想値なのか？

C 数値 (物理量の測定値) や数式の扱い

- C1 単位を忘れていないか？
- C2 数値の桁数は有効数字を反映しているか？
例えば、 $a = 10 \text{ cm}$, $b = 10.0 \text{ cm}$, $c = 10.2 \text{ cm}$ という表現は、 a は 1 cm の桁まで、 b, c は 1 mm の桁まで測定した (読み取った) という意味になる。また、 a, b, c の平均値は、 10.0666 cm や 10.1 cm ではなく、 10 cm となる。
- C3 すべての文字変数は定義されているか？
変数を定義する方法: 通常、本文中に「 g を重力加速度の大きさとすると...」「重力加速度の大きさ g は...」のように記す。このような記述がなければ「 g 」という文字は重力加速度の大きさと思ってもらえない。

D 文章

- D1 誤字脱字はないか？ 変換ミスは内科ないか？
- D2 文体: 丁寧語が混ざっていないか？
科学技術文書では、通常「...です...ます」は使わず、「...だ/...である」の文体を使う。
- D3 主語と述語の対応がおかしい文はないか？
- D4 貴方の言いたいこと全てが、文章で表現できているか？
図表と数式を無視して本文だけを読んだときに、内容がおおよそわかるような書き方をすべし。

～さいごに～

提出前にもう一度、自分のレポートを声に出して読み返そう。

参考文献

- [1] 見延庄太郎, 理系のためのレポート・論文完全ナビ, 講談社, 2008年, pp. 153-156.

図 1: 講義「大学入門ゼミ」「物理学実験演習」で用いているレポートのチェックリスト。

定結果は $x \times x$ であった。しかし、文献には $y \times y$ と書いてあり、「こちらの方が正しいと思われる」のように、主張が一貫しておらず何が言いたいのか分からないというレポートもある。

他にはやや形式的だが、図表のキャプション（図表番号と説明文）が無い、という不備も見られる。これについては指摘すればすぐ直るのだが、「何故いけないのか」が学生にとって理解しづらいミスである。図表に番号をつけるのは、レイアウトの都合により図表の位置が対応する本文の位置から外れた場合でも、どの図で何を言うかを明確にするためである。また、図表番号の後に説明文をつけるのは、対応する本文が見つかりにくい場合でも読みやすいように、という配慮である。

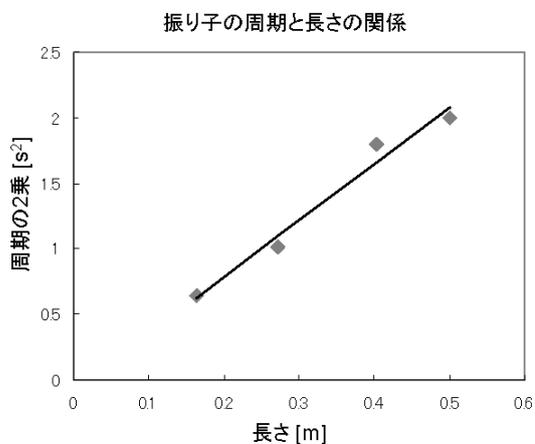
以上のように、文章全体としての主張が分からない、細部において説明があいまい、などのレポートが特徴として挙げられる。

B. 科学的思考の欠如

本項目に分類されるのは、数値データの解釈の誤りによるものであり、書き手の主張を反映したグラフが描けていない、有効桁数が不適切、物理量の単位がない、といったものである。

理系のレポートではたいていの場合、測定データなどの得られた数値をグラフにして視覚化し、複数の物理量の間関係を明らかにする、という構成になっている。グラフの描き方次第で数値データの解釈が変わるので、書き手の主張を反映したグラフを描くことはレポート作成の上で重要である。ところが、初めからこれができる学生は少ない。「物理学実験演習」では、2つの物理量の比例関係を確認する課題が多いが、比例関係にあることを示せるグラフになってないものが多い。比例関係を示すには、測定値をグラフにした時に「プロットした点列が、原点を通る直線上に乗ること」を確かめる必要があるのだが、そうではないグラフが多数見られる（図2に例示）。図2(A)のグラフは、測定点の間を通る近似直線が横軸の0まで延びていないため、振り子の周期の2乗が長さに比例するかどうか分からない（別問題だが、比例と一次関数を混同している学生が一部存在する）。また、図2(B)は原点を通らないどころか、測定点を折れ線につないでいるため、2つの物理量（振り子の長さとの関係式）の関係式を求めるためのグラフになっていない。折れ線グラフとは、線の折れ曲がり具合により、隣接データとの変化の違いを視覚的に表すものであるため、2つの物理量の間を量的関係を示すには不適である。さらに、図2(B)のグラフは、横軸の目盛りが等間隔でないため、定量的な関係が示せない。このようなグラフの不備が、2012年度の初回提出時では48通のうち7通あった。科学技術のグラフとして折れ線

(A)



(B)

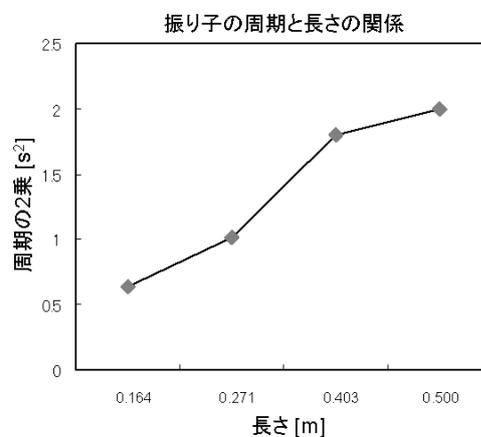


図2：比例関係を示せていないグラフの例。(A)近似直線が原点を通るかどうか分からない、(B)折れ線になっており、横軸が不等間隔。

グラフを載せてしまう問題は、実は Microsoft Excel（グラフ作成によく使われる）の使い方の問題であり、グラフ作成時に「散布図」を選択することで解決する。これらの問題は次項「C. コンピュータの弊害」にも分類されるが、著者の主張が反映されていないグラフが出来上がって平然としている時点で、科学的思考力の欠如がうかがえる。

また同様な「科学的思考力の欠如」の例として、物理量の単位が抜けていることが挙げられる。物理量は数値と単位の組み合わせにより初めて意味を成すものであるため、例えば「求めた重力加速度は 9.8 となり、文献値とのよい一致が得られた」などという文は、何の意味も持たない。

また、有効桁数についての考察の欠如も、本項目に挙げられる。おそらく小学校で有効数字の加減乗除を学んだはずなのだが、いざ使うべき時には忘れている。有効桁数については他に、計算機がはじき出した数値をそのまま信用し、「重力加速度の値は 9.7851725 m/s²となった」という、とんでもなく精密な計測をしたかのようなレポートがしばしば見られる。これについても次項「コンピュータの妄信」との関連が深い。

C. コンピュータの妄信

本項ではパソコンを用いるようになった昨今ならではの、レポートの不備について記述する。パソコンによるレポート作成は、修正が容易、見栄えが良いことから学生に推奨しているのだが、一方で「自分の手で書かない」ことによる弊害もある。「コンピュータの出力はいつもすべて正しい」と思い込んでいる学生が多いが、コンピュータはしばしば人間の思うように動いてくれない。特に汎用ソフトについては、不要な情報が勝手に加わっていたり、また融通が利かなかつたりする。Microsoft Excel を用いたグラフにおいては、「何でも折れ線グラフや棒グラフの形式になる」「近似式の変数がすべて x と y」「『系列 1』」などの凡例がいつもついてくる」などがよく見られる。パソコンによるグラフ作成については、学外からも同様な問題が多数報告されている（中平，2009 および吉田，2007）。また計算値の精度について考察せず、そのままの桁数で記載するのも、コンピュータを信用しきっている事の表れである。もしくは、コンピュータの使い方に気をとられるせいで、前項の「科学的思考力」を奪われているとも言えよう。

以上のように問題を 3 つに分類したが、どの項目にも根底には「自分のレポートを客観的に見ることができていない」という問題があるものと推測する。つまり、実験内容を知っている教員やティーチング・アシスタント(TA)にだけ伝われば良い、という考えでレポートを書くので「重力加速度は 9.8 になりました」のような仲間内での報告のようになってしまうのである。客観的な文章を書くためには、まず読者を想定することが大事である。物理学実験レポートの場合は「実験内容は知らないが、高校物理を知っている大学 1 年生」が読んでも分かるように書くべきなのだが、単位修得が当面の目標である受講生には、この事はなかなか理解してもらえない。

4. レポートの改善に向けた、講義中の取り組みと効果

大学入門ゼミ、物理学実験演習ともに 2009 年度より、チェックリスト（図 1）を用いたレポート提出前の自己チェック制度を導入し、学生自身がレポートの評価をできる体制を構築した。このようにすることで、どのスタッフ（TA でも）が採点しても同様な評価ができる。また、物理学実験演習では「未受理のレポートをため込んだまま次のレポートを提出できない」というシステムを 2011 年度より導入し、採点の労力軽減と教育効果に関して成果をあげている。物理学実験の最終回の実験レポートについては、書き直し不可（つまり、チェックリストを満たしていなくても 0 点として受理する）としたが、65 通のレポートのうち、0 点はわずか 3 通であった。チェックリストの項目は、レポートの体裁やグラフの描き方など基本的なものばかりなので、これさえ満たせば良いレポートが書けるというわけではないのだが、初回のレポート提出時と比べると大幅に改善さ

れたと言える。

また、前節の問題点 A-C に対して、講義における取り組みとその効果を以下に記す。

A. 文章力の改善

まずレポートを書く前に、レポートとはどんなものか、レポートと感想文の違いは、などについて、学生に説明する。これらについてまとめられた書籍がいくつか出版されており（酒井，2007 および見延，2008），教科書として採用している。

また文章力そのものについては、テーマを自由に設定（将来の夢や自己分析，最近興味があること等）させて A4 用紙 1 枚分ぐらいの作文をさせている。好きなことを書かせると，1 時間足らずで学生たちは紙面を埋めることができるようだ。ところが，「なぜそのテーマが一考に値するか」については文章で説明できない人が多い。要するに，頑張って何かを書いても，読み手に思いが伝わっていないのが現状である。

その他の取り組みでは，新聞の社説（1000 字程度）を 200 字程度に要約するという課題も与えているが，社説で取りあげるテーマについてそもそも知らない学生が相当数いるため，今のところ文章教育の効果としてはあまり無い。それでも社説は「事実」と「書き手の意見」が明確に分かれた文章であるため，科学技術文章の教育には良い題材である。社説を題材とした指導方法については，今後の検討に値する。

B. 理系的思考の改善

前期の大学入門ゼミにて，「科学技術分野におけるグラフの描き方」について講義を行っている。ある 2 つの物理量の関係をプロットさせ，比例などの関係を推論させている。初めは手描きでグラフを作らせているのだが，後になって同じことをパソコンで作業させると不備のあるグラフが出来上がってしまう。この点に関しては次項の「コンピュータ教育」との連携が必要である。また，誤差の扱いや有効数字の加減乗除については，講義の中で取り上げているが，実際の現象を目前にするとどう考えればよいか分からない学生が多いようだ。

C. コンピュータスキルの改善

パソコンの使い方については，講義「情報リテラシー」で一通り Word と Excel の使い方を学ぶので，あえて予め説明することはしていない。コンピュータスキルの習得は，一から教えるよりも使い手自身が試行錯誤しているうちに覚える性質のもので，基本的には受講者どうしで教え合うのに任せている。ただし，よく出る質問などについては，適宜説明している。少し言い訳をすると，教員はワープロやグラフ作成ソフトの専門家ではない。新機能については，むしろ学生の方が詳しいかもしれない。

5. 結論

工学部応用数理工学科では，前期・後期とも各 1 コマの講義内で，1 年次学生の理系文章作成能力の改善に向けて指導している。実験レポートの体裁については 1 年間の教育で一応の成果を見ることができているが，筋の通った文章，データ分析力についてはなかなか指導の効果が現れない。さらなる文章力改善と効率的な教育法について，読者諸氏のご意見をいただけると幸いである。

中井唱，星健夫，吉本芳英（鳥取大学大学院工学研究科）

引用文献

桐山 聡 (2011) 工学部学生のライティングスキル改善の取り組み 工学教育研究講演会講演論文集 59, 508-509

- 中平勝子, 高橋弘毅 (2009) 情報化がもたらした弊害—そのグラフ何ですか?— 大学の物理教育 15, 1, 24-27
- 吉田一 (2007) 英語のセンター試験の統計グラフを論評する 数学セミナー 555, 44
- 酒井聡樹 (2007) これからレポート・卒論を書く若者のために 共立出版
- 見延庄士郎 (2008) 理系のためのレポート・論文完全ナビ 講談社