

# 第1章 レポートの書法

本稿では、まず第 1.1 節でレポートの構成・形式・文章作成上の注意点などを述べる。次に、レポート作成に使用する L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X の簡単な使い方を第 1.2 節で、gnuplot を使って図を作成する方法を第 1.3 節で紹介する。

## 1.1 レポートの内容

実験のレポートとは、その実験の報告書であり、実験内容を知らない第三者が読んでも理解できるような内容でなければならない。他人に読んで貰うためのものである以上、読者の意欲を損なわないよう読みやすく仕上げることを心がける。

読みやすくするために注意すべきこととして、

- 構成 (第 1.1.1 節)
- 形式 (第 1.1.2 節)
- 文章 (第 1.1.3 節)

を順に説明する。また科学実験に付随する問題として

- 物理量の記法 (第 1.1.4 節)

を述べる。

### 1.1.1 構成

#### 表紙

本実験のレポートには表紙を付ける。表紙には以下の項目を記入すること。

- 科目名
- 実験テーマ
- 実験の実施年月日

- 実験の実施場所
- レポートの提出年月日
- 提出者の学年、学生番号および氏名

#### レポートの構成の一例

1. はじめに  
何をしたいのかという目的や、目的を達成するための方法の概略を書く。方法の詳細は次の「原理」に譲る。
2. 原理・方法の詳細  
配布冊子の内容をそのまま写してはいけない。原理を一旦自分なりに理解した後、説明に必要な項目を取捨選択し、必要であれば補足して記す。
3. 実験方法  
レポートで報告されている実験を、読者が再現できるように書く。読者が再現できなければ、それはレポートに書かれている情報 (方法の詳細やパラメータの値など) が足りていないということである。
4. 結果  
実験結果をわかりやすくまとめる。必要に応じて、図や表を用いる。図を gnuplot を用いて用意する方法は第 1.3 節を参照せよ。
5. 考察・議論  
実験から得られた結果の意味や正当性の吟味、問題点の議論などを行う。理論値があればそれとの対比を行ない、理論値と実験値が異なればその理由を考察する。  
「有意義だった」「大変だった」などの個人の主観による感想は要らない。科学的文書に必要なのは事実とそれに基づく論理的推論である。
6. 結論  
実験結果と考察から得られた内容のまとめを行う。読者は「はじめに」と「結論」に注目することが多いので、これまでに述べたことでも大事なことは再記載・強調してもよい。

## 7. 参考文献

本文中で引用した参考文献を記すこと。本文に記載した事の根拠とそれが誰の業績かを明らかにするため、正しく引用することは重要である。

### 1.1.2 形式

- 用紙は A4 判を使用する。
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X を使う。  
数式が混じった文章を綺麗に書くソフトとして L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X がある。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X の簡単な使用法については第 1.2 節を参照すること。
- 使用する記号にはすべて定義を与える。
- 式, 図, 表の参照は番号で行う。  
文中で式, 図, 表を参照する場合は番号を使用する。例えば,  
式 (2) を式 (10) に代入すると…  
測定結果を表 2 にまとめる。  
など使用する。式番号は ( ) で囲み, 図や表の番号は囲まない。これらの番号は文中に現れる順番による。文章構成の変更にともない式などの順番が変わっても自動的に正しく参照する方法については第 1.2 節を見ること。
- 図表の適切な使用。  
図や表は一つの独立した要素であるので, それを見ただけで何を表したものであるかが明確にされていなければならない。また適切なグラフ形式 (線形・片対数・両対数など) を選択し, 縦軸, 横軸は何を表しているのか, そしてそれらの単位は何であることを明らかにしなければならない。

### 1.1.3 文章

ネイティブな日本語話者であっても、正しくかつ読みやすい日本語文章を書くには訓練が必要である。ここではいくつかの注意点を述べる。どう書くのが良いか迷った場合には、文の自然さや格調を多少犠牲にしても、意味の明確さを優先することを勧める。文献 [1] も参考にすること。

## 主張は何か？

レポートを含め科学的文書の目的は、「自分の主張を読者に伝える」ことである。まずは「自分の主張が何であるか」をよく考え、それを強く意識しながら書く。

## 構成

主張すべきことが決まったら、その主張が明確になるよう構成を考える。だいたい第 1.1.1 節で示したような例に沿えば良いが、必要であれば順番を入れ替えたり、項目を追加・削除することもある。

## 段落

段落は気分で分けるものではない。意味の塊ごとに段落を改める。ただしあまりに長い段落は読みにくさのもとなので、バランスを取って適切に段落分けをする。

例えば A1, A2, B1, B2, B3 というトピック毎のブロックがあるとする。(A1+A2), (B1+B2+B3) がそれぞれ適切な長さであれば、2 つの段落に分ける。A1 などそれぞれのブロックが十分に長い場合は、5 つの段落に分けることを考える。

## 文の順番

× A 君は朝起きた。B 君も朝起きて大学に行った。A 君は大学に行く途中で買い物をした。A 君と B 君は大学で会った。

内容は理解できるが、A 君のトピックが第 1,3 文に別れており読みにくい。次のように交通整理する。

○ A 君は朝起きた。A 君は大学に行く途中で買い物をした。B 君も朝起きて大学に行った。A 君と B 君は大学で会った。

## 文の長さ

1 文がとても長くなると読みにくさのもとになる。時に 1 文が 10 行ほどにも渡る場合を見かけるが、避ける方が賢明である。ただし 1 文 1 文があまりに短いと文章が幼い印象になる。その意味では先の例文も改善の余地がある。

○ A 君は朝起き、大学に行く途中で買い物をした。B 君も朝起きて大学に行った。二人は大学で会った。

## 多重の意味に取れることを避ける

× ぼくは A 君と B 君と C 君の家に行った。

これは多重に意味が取れる。

1. A 君, B 君, C 君の家にそれぞれ行った。
2. A 君と一緒に, B 君, C 君の家にそれぞれ行った。
3. A 君, B 君と一緒に, C 君の家に行った。

どの意味であるかわからないような文は避けるべきである。

## 主語と述語

命令形など特殊な場合を除き、主語と述語は文の最小セットである<sup>1</sup>。主語に対する述語が正しく書けているか注意する。途中で形容する部分が長く入る場合には特に注意する。

× 関数  $f(x)$  は原点付近で  $f(x) = f(0) + xf'(x) + \dots$  とテイラー展開する。

関数が主体になってテイラー展開することはないので、次のように改善する。

○ (我々は) 関数  $f(x)$  を原点付近で  $f(x) = f(0) + xf'(x) + \dots$  とテイラー展開する。

○ 関数  $f(x)$  は原点付近で  $f(x) = f(0) + xf'(x) + \dots$  とテイラー展開される。

<sup>1</sup>以下の第 2 例文のように、日本語では主語を書かないほうが自然な文になる場合も多いが、ここではこの事情に深入りしない。

## 代名詞

代名詞はその名の通り「名詞の代わり」だから代名詞をそれが指す名詞で置き換えても文章が成立していなければならない。例えば

○ A 君は僕の友達だ。彼は日本人だ。

において、2 文目では「彼」=「A 君」だから

○ A 君は僕の友達だ。A 君は日本人だ。

と書いてもよい。

代名詞が指す名詞が明確か否かを常に意識すること。明確でなければ、代名詞が指す名詞をそのまま書く。

× 方法 A と B がある。ここではこれを用いる。

○ 方法 A と B がある。ここでは方法 B を用いる。

## 助詞

「て、に、を、は」が間違っていないか、意味が取りやすいか、に注意する。また「の」が連続する文章は読みにくいので避ける。

× 上の方程式の右辺の第 1 項の変数  $x$  の次数は 2 である。

○ 上の方程式の右辺において、第 1 項に現れる変数  $x$  の次数は 2 である。

## 接続詞

「および」「あるいは」「よって」「しかし」「一方」等、文などを繋ぐ言葉である。論理的な文章を書く上では重要である。

### 1.1.4 物理量について

物理量についての注意を述べる。数値計算による実験においては該当しないこともあるので取捨選択すること。

## 有効数字

実験で測定された結果は有限桁の精度しかない。有効桁だけを残したものを有効数字という。例えば有効桁 3 桁で  $1.23 \times 10^1$  と書けば、この数値には  $0.01 \times 10^1$  の誤差を含んでおり真値は  $[12.25, 12.35)$  の間にあることを意味する。 $1.230 \times 10^1$  の真値は  $[12.295, 12.305)$  の間にあり、両者の意味が異なることがわかる。

2 つの有効数字を四則演算した場合、計算結果の有効桁は次の通り：

- 乗算・除算：有効桁のうち小さい方  
 $(1.2 \times 10^1) \times (3.45 \times 10^2) = 4.140 \times 10^3 \rightarrow 4.1 \times 10^3$   
 (有効桁 2 桁と 3 桁の積の有効桁は 2 桁)
- 加算・減算：有効数字末端の桁位の大きい方  
 $1.250 + 56.7 = 57.950 \rightarrow 58.0$   
 $(10^{-3}$  の桁までと  $10^{-1}$  の桁までの和は  $10^{-1}$  の桁まで有効だから  $10^{-2}$  の桁を四捨五入する)

## 字体の使い分け

1. 物理量の添字が物理量あるいは変数を表す場合にはイタリック体を用いる。それ以外はローマン体を用いる。  
 周波数  $f$  に対する物理量  $A$  の値を添え字で書くと  $A_f$  だが、例えば前方 (forward) の略字を意図する場合は  $A_f$  と書く。
2. 単位を表す記号はローマン体を用いる。  
 質量の単位は  $kg$  ではなく  $\text{kg}$  である。
3. 数学定数を表す文字はローマン体である。  
 自然対数は  $e$  ( $e$  ではない)、虚数単位は  $i$  ( $i$  ではない) と表す。
4. 特殊な数学関数 ( $\sin, \cos, \log$  など) や常微分演算子  $\frac{d}{dx}$  はローマン体で表す。

詳しい説明は [2] を参照のこと。

## 関係式の表記

物理量を文字を使って表す場合の注意についても [2] に説明されている。重要な点は、物理量相互間の関係式は単位に無関係に普遍的に成立することである。

良く見かける不適切な例を [2] から引用しておこう。

- × 電磁波の波長  $\lambda[\text{m}]$  と周波数  $f[\text{Hz}]$  の間には以下の関係がある。

$$\lambda = 3.0 \times 10^8 / f$$

$3.0 \times 10^8$  という無次元量を使った関係式は  $\lambda$  を  $\text{m}$ ,  $f$  を  $\text{Hz}$  という「ものさし」を用いた場合に有効であって、そうでない場合は成立しない。 $\lambda$  と  $f$  の単位をどのようにとっても成立する関係式は、以下のように書けばよい。

- 電磁波の波長  $\lambda$  と周波数  $f$  の間には以下の関係がある。

$$\lambda = (3.0 \times 10^8 \text{ m/sec}) / f$$

## 図表の数値

図や表に現れる数値は無次元量で書かなければならない。例えば長さ  $l$  を  $\text{cm}$  単位で測った値を数直線上に表すとしよう。数直線上の値が 1.2 という点は  $l = 1.2 \text{ cm}$  を表す。よって数直線のラベルを  $l/\text{cm}$  としておくと 1.2 は無次元量となる。測定の単位を  $\text{m}$  に変えて  $l = 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}$  となるときはラベルを  $10^3 l/\text{m}$  とすればよい。この方法を使うと、グラフから読み取った値を  $10^{-3}$  倍するのか、読み取った値はすでに  $10^{-3}$  倍されているのかという曖昧さを無くすることができる。

## 1.1.5 Activity 1

I. 「二次方程式  $x^2 - 2x - 3 = 0$  の解を求めよ」という問題に対して、

$$[(x-1)^2 = 4. \quad x = 3, -1.]$$

という答案が提出された。この答案を改善するた

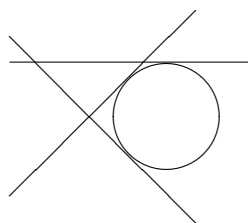
めに、答案提出者へのアドバイスを考えよ。箇条書きでも良い。

II. 先の問題に対する次の答案を改善せよ。

「 $x^2 - 2x - 3 = 0$  の問題を考える。平方完成すればよい。この問題は平方完成できる。解を求めると  $x = 3, -1$ 。」

III.  $\sqrt{2}$  が無理数であることの証明を書け。誰が読んでも誤解なくまた読みやすく書くこと。<sup>2</sup>

IV. 次の図形を文章のみで描写せよ。図形を見ることがない人が読んだだけで描けるようにせよ。大きさや多少の誤差は気にしないで良い。



## 1.2 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X の使い方

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X とは、ソースファイルに書かれたコマンドをコンパイル (機械がわかるように翻訳) することにより、数式が混じった文章を綺麗に仕上げるためのソフトである。ここでは基本的な使い方、および節・式・図・表番号の自動参照の仕方を説明する。

### 1.2.1 最初の一步

最小限の L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X コマンドセットは

```
\documentclass{jarticle}
\begin{document}
本文を書く所
\end{document}
```

<sup>2</sup>証明の方法は、 $\sqrt{2}$  が有理数になっている、つまり  $\sqrt{2} = p/q$  ( $p, q$  は互いに素な整数、 $q \neq 0$ ) なる  $p, q$  が存在すると仮定し、両辺を二乗して矛盾を導けばよい。

である。`\begin` と `\end` で挟まれた箇所を L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X では「環境」と呼ぶ。上の例では document 環境が作成されたことになる。節の題名や本文・式・図・表はすべて document 環境内に書く。documentclass が jarticle になっているのは日本語用だからであり、英語用には article を用いる。なお環境によっては `\` (バックスラッシュ) の代わりに `¥` (円マーク) が使われる場合もある。

### 1.2.2 節の作り方

```
\section{節の題名}
```

```
\subsection{小節 1 の題名}
```

```
\subsection{小節 2 の題名}
```

と書くと節や小節が作られ、自動的に節・小節の番号が付けられる。

節番号を参照するときに手で書いていては、構成を変更したときに面倒になる。自動的に参照できるようにするには

```
\section{節の題名}
\label{sec:example}
....
第\ref{sec:example}節では...
```

と `\section` の後に `\label` でラベルを付けておいて、参照したい箇所で `\ref` にラベルを書けばよい。以下で見るように、番号の自動参照は式番号、図番号、表番号でも可能である。ここでは節のラベルであることがわかるようにラベルの名前を sec:example としたが、ラベルの名前は自由にしていよい。ただしラベル毎に名前を変えなければならない。

なお正しく参照させるためには `\label` を付けて (あるいは変更して) から L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ソースファイルを 2 回 コンパイルしなければならない。

### 1.2.3 文章の書き方

文章は L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X が適当なところで改行してくれる。ソースでの改行は L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 文章には反映されな

い. コンパイル後の文章中で強制的に改行したい場所には `\\` を書く<sup>3</sup>.

段落を改めたい場合は, 前の段落の終わりから一行間を開けて書き始めればよい. 段落の先頭では自動的に一字さがるがこれはこのままで良い.

### 1.2.4 数式の書き方

文章中では `$` で挟むことにより数式を書く. 例えば `$\alpha=\beta$` と書くと  $\alpha = \beta$  と出力される.

式を別行立てにするには

```
\begin{align}
\alpha = \sin^2\beta
\end{align}
```

とする. 出力は

$$\alpha = \sin^2 \beta \quad (1.1)$$

となる. 数式を改行したい場合は `\\` を入力する. この場合, `&` を各行に入れることにより位置を揃えることができる. 式番号は式が現れる順に付される. 本稿では実は `documentclass` が `jarticle` ではなく `jbook` のために (1.1) という番号になっているが, `documentclass` を `jarticle` にすると (1) などの番号になる.

式番号を自動的に参照するには,

```
\begin{align}
\alpha = \sin^2\beta
\label{eq:example}
\end{align}
```

と `align` 環境の中で `\label` を付けておく. 参照する箇所では `\ref` を使って

式 (`\ref{eq:example}`) によると...

と書くと,

式 (1.1) によると...

と出力される.

番号なしの式は

```
\[ a=b \]
あるいは
\begin{align*}
a=b
\end{align*}
```

と書くと

$$a = b$$

と出力される.

### 1.2.5 図の入れ方

図のファイル形式は様々あるが, 第 1.3 節で見るように `gnuplot` の `epslatex` を使うと  $\text{\LaTeX}$  の書式で美しい数学記号を EPS 形式の図中に入れられる. そこでここでは EPS ファイル `example1.eps` と `example2.eps` があるとしてこれを  $\text{\LaTeX}$  中に取り入れる方法を述べる.

**手順 1:** `\documentclass` と `\begin{document}` の間で `graphicx` パッケージを `dvipdfmx` オプションで読み込む.

```
\documentclass{jarticle}
\usepackage[dvipdfmx]{graphicx} %←ココ
\begin{document}
...
\end{document}
```

**手順 2:** `example1.eps` と `example2.eps` を  $\text{\LaTeX}$  ソースと同じディレクトリ (フォルダ) に入れた後, 図を入れたい場所に `figure` 環境で取り入れる.

```
\begin{figure}
\centering
\includegraphics{example1.eps}
\includegraphics{example2.eps}
\caption{図の取り入れ方法の例. 第
\ref{sec:gnuplot}節に示した二通りの作成
方法の出力を比較している.}
\label{fig:example}
\end{figure}
```

<sup>3</sup>見た目を整える以外には使わない.

図の大きさを変えたい場合は,

`\includegraphics[width=6cm]{example1.eps}`  
 などとサイズを指定する. このようにサイズ指定して取り込んだ例を図 1.1 に示す.

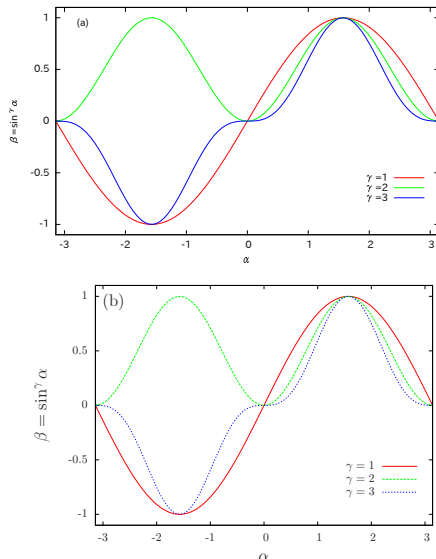


図 1.1: 図の取り入れ例. 第 1.3 節に示した二通りの作成方法の出力を比較している. (a) enhanced を使用. (b) epslatex を使用. パネル (b) だけが示された図に対するキャプション例は次の通り:  $\beta = \sin^\gamma \alpha$  のグラフ.  $\gamma = 1$  (赤, 実線), 2 (緑, 破線), 3 (青, 一点鎖線).

### 図についての注意

- 一つの figure 環境に複数枚の図がある場合には, (a) (b) などと区別する. 参照するときも図 1.1(a) などと書く.
- `\caption` の中には図の表題や説明を書く. 「実験装置」など一語だけのこともあれば, パラメータの値などを全部書いて 10 行以上に及ぶこともある. これは分野の文化による. いずれにせよ, 本文中あるいは `\caption` 中に必要な説明を与えるべきである.
- 式番号と同様に `\label` で図番号も参照できる. もちろんラベルの名前は自由でよい.
- $\text{\LaTeX}$  において図の位置調整は難しい.

`\begin{figure}[htbp]`

と h (here), t (top), b (bottom), p (page: 図用ページ) のオプションがある. これらオプションを取捨選択したり, figure 環境のブロックをソースファイル中で上下に動かしたりすると, ある程度は図の位置を動かせるが, 完全に思い通りにならないこともある.

### 1.2.6 表の入れ方

表を入れるには table 環境を使う. 以下のソースに対する出力は表 1.1 となる.

```
\begin{table}[h]
\centering
\caption{表の出力例}
\begin{tabular}{l|ll}
\hline
a & 1 & 2 \\
b & 3 & 4 \\
\hline
\end{tabular}
\label{tab:example}
\end{table}
```

表 1.1: 表の出力例

a	1	2
b	3	4

### 表についての注意

- caption の内容については, 図と同様である.
- 図の caption は下に置くが, 表の caption は上に置く. `\caption` を `\tabular` よりも上に置けばよい.
- 式番号, 図番号と同様に `\label` で表番号も参照できる. もちろんラベルの名前は自由でよい.
- 図と同様に h, t, b, p のオプションがあるが, やはり位置の調整は簡単ではない.

### 1.2.7 参考文献の書き方

参考文献は、それを出力する位置に以下のよう  
に書く。

```
\begin{thebibliography}{99}
\bibitem{Eexp} 京都大学工学部電気系教室
編, 電気電子工学基礎実習.
\end{thebibliography}
```

Eexp は文献のラベルであり、参照したい位置  
で `\cite{Eexp}` (`\ref{Eexp}` ではない) と書くと  
[2] と出る。文献が複数ある場合は `\bibitem` を  
増やしていくと、文献に付く番号が順に大きくなる。  
文中に現れる順ではなく、`thebibliography` 環  
境に書いた順に番号が付されることに注意せよ。

文献情報の書式は分野の文化による。ここでは  
その一例を紹介する。

#### 書籍の場合

```
\bibitem{Feynman1} R. P. ファインマン,
ファインマン物理学 1 力学 (新装版), 坪井忠
二訳 (岩波書店, 1986).
\bibitem{LL1} L. ランダウ, E. リフシツ
ツ, 力学 (増訂第 3 版) ランダウ=リフシツ理
論物理学教程 (東京図書, 1986).
```

それぞれ 1986 は出版年で、その前は出版社名  
である。

#### 雑誌論文の場合

```
\bibitem{EPR} A. Einstein, B. Podolsky,
and N. Rosen, Can quantum-mechanical
description of physical reality be
considered complete?,
Phys. Rev. {\bf 47}, 777 (1935).
```

必要な情報は、

- 著者名 (全員。英語では姓以外はイニシャル)
- 雑誌名 (各雑誌に通例の略し方がある)

- 巻数 (太字で書く)
- 始まりのページ番号 (論文番号の場合あり)
- 出版年

である。例のように、論文の題名を入れる場合も  
ある。

### 1.2.8 newcommand

何度も使う記号や命令はなるべく簡単にタイプ  
したい。こういう場合は `\newcommand` を使っ  
て `\documentclass` と `\begin{document}` の間に  
新しいコマンドを定義する。例えば、

```
\documentclass{jarticle}
\newcommand{\al}{\alpha}
\begin{document}
...
```

としておくと、本文中では `$_{al}$` と書くと  $\alpha$  が  
出力される。引数を持つコマンドも可能で

```
\newcommand{\be}[1]{\beta_{#1}}
```

として `$_{be}{3}$` と書くと  $\beta_3$  が出力される。

```
\newcommand{\ga}[2]{\gamma_{#1}^{\#2}}
```

として `$_{ga}{3}{4}$` と書くと  $\gamma_3^4$  が出力される。  
当然ながら、コマンドの名前は重複がないように  
すべきである。

### 1.2.9 Activity 2

I. 次の出力になるように  $\text{\LaTeX}$  のソースを作成  
せよ。式番号は `\ref` を使って参照せよ。式番号の  
参照さえできれば、式番号は問題の番号でなくとも  
よい。

関数

$$f(x, y) = x^2 + y \quad (1.2)$$

および

$$g(x, y) = y^2 + x \quad (1.3)$$



を考える. 関数 (1.2) および (1.3) の値が同時に 0 となる  $(x, y)$  を求める.

II. table 環境を使って, 今後 1 週間の週間天気予報を作れ (予報は仮定でもよい). caption も適切に書け.

III. 式番号の参照 (`\ref{...}`) で  $( )$  を書く手間を減らすために `newcommand` で `\eqref` を定義せよ. `\eqref{eq:example}` と打てばラベル `eq:example` を持つ式番号が  $( )$  で挟まれるようにせよ.

IV. 常微分  $\frac{dx}{dt}$  をタイプする手間を減らすために `newcommand` を使って `\fracd` を定義し `\fracd{x}{t}` と打てば  $\frac{dx}{dt}$  が出力されるようにせよ. なお `d` の部分は `\mathrm{d}` で出る.

## 1.3 gnuplot で図を作成する

gnuplot で図を作成するには二通りの方法がある.

- gnuplot を立ち上げて一行ずつコマンドを打ち込む.
- スクリプトファイル (実行すべきコマンドを順に書いたファイル) を gnuplot に読み込ませる.

作った図の修正が容易なため, 後者を勧める. 本稿でも後者の方法を説明する. gnuplot のバージョンは 4 以上であることを確認されたい.

軸のラベルなどにギリシャ文字の出力を試したので, 以下では例として,  $\beta = \sin \alpha$ ,  $\beta = \sin^2 \alpha$ ,  $\beta = \sin^3 \alpha$  のグラフを描く. ただし gnuplot で関数をプロットするには `sin(x)` などとしなければならないことに注意せよ.

### 1.3.1 enhanced を使った図の作り方

#### 手順 1

次のようなスクリプトファイル (example1.gp とする) を用意する. スクリプトファイル中で, 行頭が `#` の行はコメント行となる.

```
example1.gp
set terminal eps color enhanced
set output "example1.eps"
set xlabel "{/Symbol a}"
set ylabel "{/Symbol b}"
set label 1 '{(a)}' at -2.8,0.9
set key at 3, -0.5
plot [-pi:pi][-1.1:1.1]
    sin(x) title "{{/Symbol g}=1}",
    sin(x)**2 title "{{/Symbol g}=2}",
    sin(x)**3 title "{{/Symbol g}=3}"
#上の 4 行は実際には 1 行で書く
quit
```

enhanced を使うことによって, `{/Symbol a}` でギリシャ文字  $\alpha$  を出力できる. (他も試してみよ) label の `(a)` で `at` の後ろは出力する座標なので適切に指定する.

#### 手順 2

ターミナル上で gnuplot に読み込ませる.

```
gnuplot example1.gp
```

これで図 1.1(a) に示すような example1.eps というファイルができる. example1.eps という名前は 2 行目の `set output` で指定されており, example1.gp と example1.eps という名前の一致は必要ではなくバラバラでも構わない.

### 1.3.2 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 数式を使った図の作り方

図中の数式をより美しく仕上げる方法として, gnuplot の `epslatex` を使った方法を紹介する. `(")` と `(')` の違いに注意せよ. 事前に以下の `include.tex` を用意しておく.

```
include.tex
\documentclass{article}
\usepackage{graphicx,color}
\pagestyle{empty}
\begin{document}
\begin{figure}[h]
\input{./temp.tex}
\end{figure}
\end{document}
```

include.tex に書かれている temp.tex は、次の手順 1 におけるスクリプトファイル example2.gp 内に現れる temp.eps と関連している。temp という名前は変更してもよいが、include.tex と example2.gp のセットでの変更が必要である。最終的な EPS ファイルの名前は手順 4 で選べる。

#### 手順 1

gnuplot のスクリプトファイルを準備する。

```
example2.gp
set terminal epslatex color
set output "temp.eps"
set xlabel '\Large $\alpha$'
set ylabel '\Large $\beta$'
set label 1 '\Large (b)' at -2.8,0.9
set key at 3, -0.5
plot [-pi:pi][-1.1:1.1]
  sin(x) title "{\Symbol g}=1",
  sin(x)**2 title "{\Symbol g}=2",
  sin(x)**3 title "{\Symbol g}=3"
  lt 5 lc rgb "blue"
#上の 5 行は実際には 1 行で書く
quit
```

$\gamma = 3$  のグラフは、線種 (lt 5) と色 (lc rgb "blue") を指定している。必要に応じて他のグラフも同様に指定できる。点種や線種の番号は gnuplot のバージョンに応じて異なる可能性があるので、実際に作成して確認すること。gnuplot のプロンプトで "test" とタイプすると情報が出る。

#### 手順 2

ターミナル上で gnuplot に example2.gp を読み込ませる。

```
gnuplot example2.gp
```

これで temp.eps と temp.tex ができる。

#### 手順 3

ターミナル上で include.tex をコンパイルする。

```
latex include.tex
```

#### 手順 4

ターミナル上で次の一連のコマンドを実行する。

```
dvips -E include.dvi
epstopdf --outfile=include.pdf include.ps
pdftops -eps include.pdf example2.eps
```

最後の行の example2.eps は、最終的に得られる eps ファイルの名前指定であり、自由に変えられる。図 1.1(b) は以上の手順で作成した図である。

#### 手順 3 でコンパイルに失敗するときには

データファイルを使ってプロットしている場合、データファイルの名前に data\_1.dat の "\_" など L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X で使うコマンドが含まれているとコンパイルができない場合がある。この問題の解決方法として次の 3 つが考えられる。

1. 該当するファイルの名前を変える。  
data\_1.dat → data1.dat
2. ファイル名が表示されないように gnuplot のスクリプトの中で unset key を使う。
3. gnuplot スクリプトの plot コマンドで title 'This is the title' のように title を設定することでデータファイル名が表示されるのを避ける。当然、意味のあるタイトルにすべきである。

### さらに便利に

上の手順 2,3,4 をシェルスクリプトに書いておくと一括処理ができて便利である。意欲がある人は挑戦してみられたい。

### 1.3.3 データファイルのプロット法

上の例では関数  $\sin(x)$  などを直接プロットしていたが、データファイル `data.dat` に格納された点をプロットする場合は、

```
plot sin(x)
```

の代わりに

```
plot "data.dat"
```

とする。なお `data.dat` は第 1 列に  $x$  軸の値、第 2 列に  $y$  軸の値が来るように作成する:

```
x1 y1
x2 y2
x3 y3
: :
```

データファイルに第 3 列以降があってもよい。第 2 列を横軸の値、第 3 列を縦軸の値に使いたい場合は

```
plot "data.dat" using 2:3
```

とする。さらに、グラフを左に 1 だけずらしたい場合には

```
plot "data.dat" using ($2-1):3
```

なども使える。

### 1.3.4 Activity 3

I.  $\alpha \in [0.01, 1]$  の範囲において、

- $\beta = 2\alpha$
- $\beta = \exp(\alpha)$
- $\beta = \alpha^2$

のグラフを同時に描いた図を作成せよ。それぞれが、線形関数、指数関数、冪関数であることが一見してわかるようにプロットの方法を工夫して 3 枚作成せよ。(a)(b)(c) で区別を付け、それぞれ軸の名前も書くこと。

ヒント 1: グラフのうち一見してそれとわかるのは直線である。よって各関数のグラフが直線になるようにプロットを工夫すればよい。例えば  $\beta = \exp(\alpha)$  では横軸  $\alpha$ 、縦軸  $\beta$  では直線にならないが、縦軸を  $\log \beta$  にするとどうだろう? gnuplot で縦軸を対数スケールにするには

```
set log y
```

と打てば良い。ただし、軸の目盛りと整合するように軸の名前を付けること。(軸を対数スケールにしたら軸名は  $\log \beta$  なのか、 $\beta$  のままなのか?)

ヒント 2: 軸の目盛りが 1000000 などでは見にくいので、 $10^n$  のうち  $n$  だけを出力したい場合がある。 $y$  軸でこれを行うには、gnuplot のスクリプトファイル中に

```
set format y "%T"
```

と指定すればよい。もちろん  $y$  軸の名前はこれに合わせて適切に選ばなければならない。

II. 図ができたら L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X のソースに figure 環境で取り込んでみよ。caption には図の説明(軸をどうしたか、傾きがどうか、等)を必要十分に入れよ。本文 (figure 環境ではない所) には、プロットをどのように工夫したかの説明を書け。

[山口義幸]

## 参考文献

- [1] 木下是雄, 理科系の作文技術 (中公新書, 1981).
- [2] 京都大学工学部電気系教室編, 電気電子工学基礎実習.