TEX/LATEX ことはじめ

ver.0.2.0

calamari_dev

目次

はじめに

本書の目的は「The Not So Short Introduction to LaTeX 2ε」[6] に，LaTeX 2ε と直接は関わらないが重要な知識と，和文の文書作成に関係する事項を補完することである．特に本書の第 3 章を読むにあたっては，[6] を傍らに置いて欲しい．

また，理工系学生がよく利用するであろう「グラフ作成」の方法を補い，サンプルコードを多く載せることで，レポートを作るとき役立つようにしている．

本書の最新版は GitHub（`https://github.com/calamari-dev/texlatex`）で配布されている．GitHub には本書の LaTeX ソースも置いてある．また，この版は CC BY-NC-ND 4.0 に基づいて配布されている．

2021 年 8 月 26 日

calamari_dev

第 1 章　コンピュータとマルチメディア

この章では，コンピュータで文字・画像を扱うにあたっての基礎知識を解説する．また，他者が製作した文書・画像を利用するときに重要となる，ライセンスについても説明する．

1.1　文字コード

コンピュータにおいて，テキストを記録するには，テキストを数値の列に変換しなければならない．この変換方式のことを**文字コード**という．文字コードは複数あり，それぞれ利用できる文字や変換方式などが異なる．

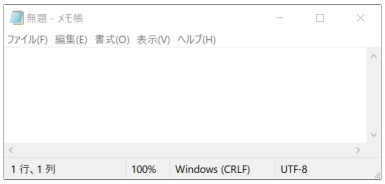


図 1.1　Windows 10 のメモ帳

たとえば，最新の Windows 10 にあるメモ帳でテキストを保存すると，UTF-8 という方式で文字列が数値の列に変換される．この他にも，ソフトウェアに応じて ASCII，Shift_JIS など，さまざまな文字コードが利用されている．

現在では **Unicode** という文字コードの規格が主流になりつつある．先述の UTF-8 も，この Unicode において定義されている．この節では文字コードの代表例として，Unicode について解説する．なお，以下に示す用語は文字コードによっては異なる名前で呼ばれることもあるし，対応する概念が無いこともある．

文字コードが扱える文字の全体集合を**文字集合**という．文字集合の各要素には固有の非負整数が割り当てられており，その対応関係を Unicode では**符号化文字集合**と呼ぶ[1)]．

符号化文字集合（の像）は，集合 $S = \{0_{(16)}, \ldots, 10\mathrm{FFFF}_{(16)}\}$ の真部分集合である．S を**符号空間**といい，S の要素を**符号位置**という．符号位置は，十六進数の先頭に「U+」を付けて「U+304B」のようにして表される．

符号化文字集合は，数値を並べたときに区切れ目がただ 1 通りに定まるかどうかを考慮していない．そこで，あとから区切れ目が分かるように，符号化文字集合（の像）に属する数値を整数の組[2)]（**符号単位**）へと変換する規則が必要になる．この規則を**文字符号化形式**といい，UTF-8，UTF-16，UTF-32 の 3 つが定義されている．

$$\text{か} \xrightarrow{\text{符号位置に変換}} \text{U+304B} \xrightarrow{\text{符号単位に変換}} \texttt{E3 81 8B}$$

図 1.2　文字の符号単位への変換

表 1.1 に Unicode の符号化文字集合を一部抜粋して示す．

---

1)　対応関係なのに集合？　と思うのももっともだが，公式資料には確かに「a mapping from an abstract character repertoire to a set of nonnegative integers」[8] とある．

2)　正確には 1 バイトの組である．

表 1.1　符号化文字集合の一部

U+	0	1	2	3	4	5	6
0020		!	"	#	$	%	&
0030	0	1	2	3	4	5	6
0040	@	A	B	C	D	E	F

例として「M 系列」という文字列について考えよう．「M 系列」の各文字を Unicode の符号位置に置き換えると次のようになる．

```
U+004D U+7CFB U+5217
```

そして，これらを UTF-8 で符号単位の列に変換すると次のようになる[3)]．「`4D`」が U+004D，「`E7 B3 BB`」が U+7CFB，「`E5 88 97`」が U+5217 にそれぞれ対応する．

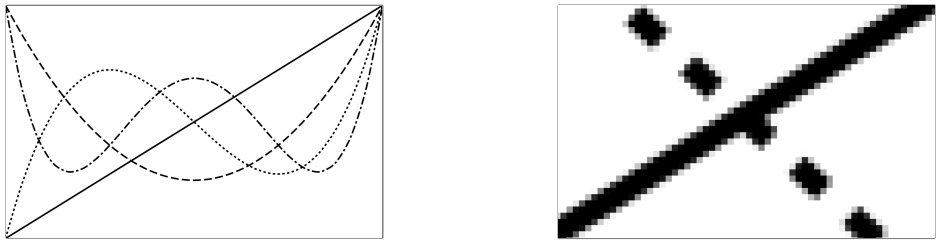
```
4D E7 B3 BB E5 88 97
```

1.2　ラスタ形式とベクタ形式

コンピュータで画像を記録する方法は，**ラスタ形式**と**ベクタ形式**の 2 つに大別される．ラスタ形式は，画像を単色の要素（**画素**）を集めたものとして記録する方法である．これに対し，ベクタ形式は画像を図形の集まりとして記録する方法である．

例を挙げると，**JPEG**，**PNG** はラスタ形式である．また，ベクタ形式である **SVG** は，Web ページのデザインにしばしば利用されている．

ベクタ形式に比べ，ラスタ形式は拡大・縮小の影響を受けやすい．ラスタ形式の画像を拡大したときの様子を図 1.3 に示す（ただし，ラスタ形式の画像を拡大・縮小した結果は利用したソフトウェアに依存する．詳しくは第 1.5.2 小節を参照のこと）．

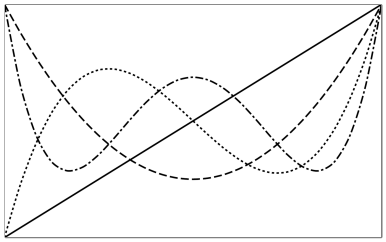


(a) 画像全体　　**(b) 中央付近を拡大**

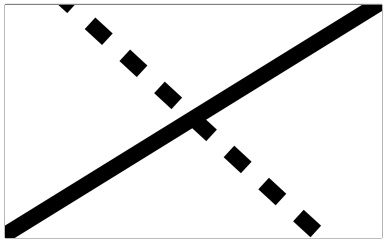
図 1.3　ラスタ形式の画像を拡大したときの様子

3)　UTF-16 と UTF-32 では符号単位の列をバイト列に変換する方法（**文字符号化スキーム**）も問題になる．UTF-8 では，符号単位を並べたものをそのままバイト列とする．

これに対し，ベクタ形式の画像は拡大しても図 1.3 のようにならない．これは，ベクタ形式では拡大・縮小に応じて図形を描画しなおせるからである．ベクタ形式の画像を拡大したときの様子を図 1.4 に示す．



(a) 画像全体



(b) 中央付近を拡大

図 1.4　ベクタ形式の画像を拡大したときの様子

1.3　可逆圧縮と非可逆圧縮

この節では，ラスタ形式の画像について扱う．多くの場合，ラスタ形式の画像ファイルは，データサイズを削減するために圧縮されている．圧縮した後のデータから元のデータを復元できる圧縮方式を**可逆圧縮**，復元できない圧縮方式を**非可逆圧縮**という．

たとえば，PNG は可逆圧縮，JPEG は非可逆圧縮である[4)]．非可逆圧縮のほうがデータサイズが小さくなる傾向にあるが，画像の性質にもよるので一概には言えない．大雑把に言うと，PNG は線画，JPEG は写真に強い傾向にある．

非可逆圧縮を利用するときは，圧縮するたびに画像が劣化することに注意しなければならない．また，データサイズを削減するために品質をあまりに低く設定すると，画像が非常に粗くなることがある．図 1.5 に，JPEG の品質（0 以上 100 以下の整数を設定できる）を 10 に設定して圧縮したときの様子を示す．

(a) 元画像

(b) 圧縮した画像

図 1.5　画像の過剰な圧縮に伴う劣化

4)　JPEG の規格は可逆圧縮にも対応している．しかし，多くの場合 JPEG は非可逆圧縮に利用されるので，本書では JPEG は非可逆圧縮であると見なす．

1.4　ライセンス

通常，製作者は自身の製作物に関して知的財産権を持つ．したがって，他者の製作物を利用するとき，普通は製作者に対して許可をとる必要がある[5]．しかし，製作物の**ライセンス**が明記されていれば，利用者はライセンスと法律の範囲内で自由に製作物を利用できる（もちろん，良識のない利用は慎むべきである）．

たとえば，本書は CC BY-NC-ND 4.0 というライセンスの下で配布されている．したがって，読者は自由に本書を再配布できる．しかし，本書を改変した場合は再配布できないなど，いくつかの制約が課される．

1.5　補遺

1.5.1　文字化けの仕組み

多くの場合，文字化けはテキストの文字コードをソフトウェアが誤判定したときに発生する．たとえば，図 1.6 では UTF-8 で作成したテキストを Shift_JIS で開いてしまっている．

図 1.6　文字化けしたテキスト

文字化けを直すには，適切な文字コードを指定してテキストを開きなおせばよい．Visual Studio Code[6]などのテキストエディタは，ユーザが文字コードを選択しなおす機能を備えている．

また，テキストを UTF-8 で符号化したにもかかわらず，テキストエディタが文字コードを ASCII と判定する場合がある．これは，UTF-8 と ASCII の仕様には共通する部分があるので，たまたまテキスト中の文字がすべて ASCII の文字集合にも属していた場合，文字コードをどちらとも解釈できることがあるからである．

1.5.2　ラスタ形式と拡大・縮小

ラスタ形式の画像に対する拡大・縮小は，元の画像から新たな画像を作成する操作と言える．そのため，拡大・縮小の手法は複数存在する．**ニアレストネイバー法**，**バイリニア法**，**バイキュービック法**は，よく知られた拡大・縮小の手法である．各手法で画像を拡大したときの様子を図 1.7 に示す．ただし，図 1.7 の画像編集はすべて GIMP[7]で行った．また，各手法の特徴が分かりやすくなるように，(b) から (d) は (a) の画像を幅が 100px になるまでニアレストネイバー法で縮小してから，幅が 1600px になるまで拡大した．

図 1.7 において生クリームの境界線に注目すると，拡大結果がバイキュービック法，バイリニア

5） 適正な範囲での引用など，例外はある．[1] にこうした例外が列記されている．
6） https://code.visualstudio.com
7） https://www.gimp.org

(a) 元画像

(b) ニアレストネイバー法

(c) バイリニア法

(d) バイキュービック法

図 1.7　画像の拡大手法の比較

法，ニアレストネイバー法の順になめらかであることが分かる．

図 1.7 で挙げた以外にも，画像が粗くなるのを回避するために機械学習を応用した手法が提案されていたりと [4]，様々な手法が研究されている．

第 2 章　TEX/LATEX とは

この章では，TEX/LATEX の概略を説明する．

2.1　TEX と LATEX

文字・図版などを配置し，紙面を設計する作業を**組版**という．**TEX** は組版処理ソフトウェアの 1 つである．オリジナルの TEX は Donald Knuth により開発された．今日，オリジナルの TEX に新機能が追加されることは無いが，様々な拡張版が有志の手で開発されている．本書では，Knuth による最初の TEX，およびその拡張を **TEX エンジン**と総称する．

TEX を利用する場合，通常は**マクロパッケージ**というものが併用される[1)]．マクロパッケージは，TEX エンジンが提供する機能を使いやすくするプログラムである．**LATEX** はマクロパッケージの 1 つであり[2)]，現在も開発が続いている．**LATEX 2$_\varepsilon$** は今日広く利用されているバージョンの LATEX であり，本書も主に LATEX 2$_\varepsilon$ について扱う．

TEX に関する情報を知りたい場合は，**CTAN**（`https://ctan.org/`）を参照するとよい．CTAN は「The Comprehensive TEX Archive Network」の略であり，TEX に関係するプログラム・文書・フォントなどのリソースを集約した Web サイトである．

2.2　TEX を利用する方法

TEX を利用するには，主に 2 つの方法がある．

1. TEX ディストリビューションを利用する
2. Web サービスを利用する

まず「1.TEX ディストリビューションを利用する」について説明する．**TEX ディストリビューション**とは，TEX に関連するリソースをまとめたソフトウェアである．

現在，日本では **TEX Live** という TEX ディストリビューションがよく使われている．TEX Live は TEX エンジンだけでなく，フォントや，含まれるソフトウェアのマニュアルなども内包している（マニュアルの参照方法は第 2.6.1 小節で紹介する）．インストール方法は，公式サイト（`https://www.tug.org/texlive/`），および [3] にある．

次に「2.Web サービスを利用する」について説明する．**Overleaf** は，Web サイト上で LATEX を利用できるサービスである．インストールの手間を省けるだけでなく，様々な機能を GUI で利用できることが利点である．利用方法については，公式サイト（`https://www.overleaf.com/`）を参照し

1） 第 2.5 小節で説明する「パッケージ」とは別物である．
2） 他にも Plain TEX，ConTEXt など，マクロパッケージは複数存在する．

てほしい．

なお，以下では TEX Live がインストールされていると仮定する．

2.3 TEX と和文

オリジナルの TEX は和文の組版に対応していない．そのため，和文の組版に対応した TEX エンジンが開発されてきた．**pTEX** と **upTEX** はそうした，和文に対応した TEX エンジンである．

pTEX と upTEX では，upTEX のほうが多種多様な文字を入力できる．正確には，pTEX は **JIS X 0208** という文字集合に対応しているのに対し，upTEX は Unicode の文字集合に属する日中韓の文字を扱える．たとえば，「①」を upTEX では直接入力できるが，pTEX では工夫を要する[3]．

この他にも，**LuaTEX** という TEX エンジンでも和文を扱える．LuaTEX は，LuaTEX 自身を汎用プログラミング言語 **Lua** によって拡張できるようにした TEX エンジンである．LuaTEX そのものは，そのままでは和文の組版に対応していない．しかし，**LuaTEX-ja** というパッケージ[4]によって，和文の組版に対応させられる．

2.4 ドキュメントクラス

以下では LATEX 2ε について解説する．LATEX 2ε の特徴は，文書の執筆者が組版についてあまり気にせずとも，適切なレイアウトがなされた文書を得られることである．これは，LATEX 2ε の**ドキュメントクラス**と**パッケージ**という機構によって実現されている．

まず，ドキュメントクラスについて説明する．`test.tex` というファイルを以下の内容で作成[5]し，適当なディレクトリに置く．

```
\documentclass[uplatex,dvipdfmx,30pt]{jsarticle}
\begin{document}
  試しに数式を入力してみる．
  \begin{equation}
    (x^n)' = nx^{n-1}
  \end{equation}
\end{document}
```

次に，そこをカレントディレクトリとして，次のコマンドを実行する．このコマンドにより，マクロパッケージが読み込まれた状態で TEX エンジンが起動する[6]．

```
> uplatex test
```

3） この工夫については [7] を参照のこと．
4） パッケージについては第 2.5 小節で改めて述べる．
5） テキストエディタはメモ帳でよい．
6） このとき起動する TEX エンジンは，ε-upTEX という upTEX とは少し異なる TEX エンジンである．このことは第 2.6.3 小節にもう少し詳しく書いた．

すると，同じディレクトリに `test.dvi` というファイルが出力される．**DVI** は，TEX エンジンによって組版の指示が書き込まれたファイルのファイル形式である[7)]．指示に沿った PDF を作成するには，DVIPDFMx というプログラムを利用する．すなわち，次のコマンドを実行する．

```
> dvipdfmx test
```

これにより，DVI が PDF へと変換され，`test.pdf` というファイルが同じディレクトリに出力される．出力例を図 2.1 に示す．

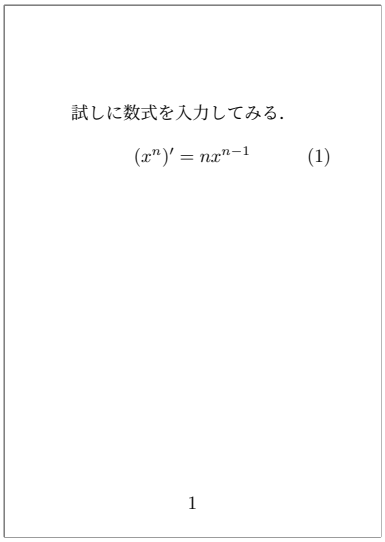


図 2.1　upLaTeX の出力例

図 2.1 を見ると，LaTeX ソースにおいては余白・フォントなどを指定していないにもかかわらず，出力された PDF では適切な組版が行われていることが分かる．

これは，ソースの 1 行目「`\documentclass{jsarticle}`」が，そうした設定を代わりに行っているためである．より正確には，この行は「`jsarticle` というドキュメントクラスを利用する」ことを宣言している．この宣言を読み取った TEX エンジンは，`jsarticle.cls` というファイルを読み込む．`jsarticle.cls` には余白・フォントなどがあらかじめ指定されているので，ユーザが 1 つ 1 つ設定せずとも，適切に組版が行われる．

2.5　パッケージ

前節に続いて，パッケージについて説明する．たとえば，記号「$\measuredangle$」を使いたいとする．この記号は，LaTeX 2ε で初めから用意されているわけではない．また，`jsarticle` もこの記号を提供していない．

7)　すべての TEX エンジンが DVI を出力するわけではない．実際，pTEX，upTEX は DVI を出力するが，LuaTEX は PDF を直接出力する．

このようなときは，パッケージを利用して記号を追加するとよい．具体的には，「\documentclass[...]{...}」と「\begin{document}」の間に「\usepackage{amssymb}」を追記する．

```
\documentclass[uplatex,dvipdfmx,30pt]{jsarticle}
\usepackage{amssymb}
\begin{document}
  試しに数式を入力してみる．
  \begin{equation}
    \measuredangle
  \end{equation}
\end{document}
```

2 行目「\usepackage{amssymb}」を読み取った TEX エンジンは，amssymb.sty というファイルを読み込む．amssymb.sty では，\measuredangle というコマンドが「∡」を出力するように定義されている．そのため，この LATEX ソースを前節と同様に PDF へと変換すると，図 2.2 に示す出力が得られる．

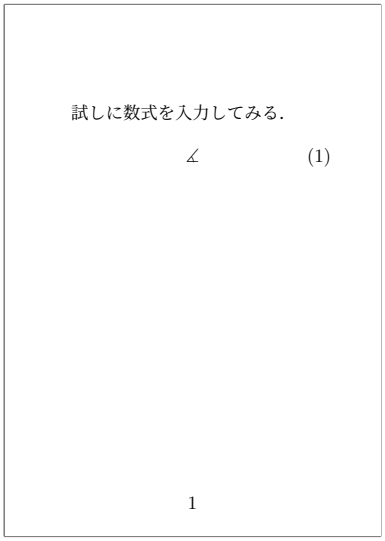


図 2.2　パッケージによる記号の追加

amssymb のほかにも，余白を変更したり，グラフを作成したりと，様々なパッケージが TEX Live には含まれている．たとえば [2] に，よく使われるパッケージが記載されている．

2.6　補遺

2.6.1 Texdoc

TEX Live をインストールすると，TEX Live に含まれるリソースと関係する文書も同時にインストールされる．それらの文書は **Texdoc** というプログラムを介して参照できる．たとえば，コマンドラインで次のプログラムを実行すると，TEX Live のガイドを参照できる．

```
> texdoc texlive
```

コマンドラインに不慣れでも，Texdoc のオンライン版（http://texdoc.org/）を利用できる．本書を読むにあたっても，適宜 Texdoc を参照してほしい．

2.6.2 文書作成を支援するソフトウェア

TEX で文書を作成するには，テキストファイルを作成して TEX エンジンを実行すればよい．したがって，Windows に付属するメモ帳とコマンドプロンプトだけでも，TEX で文書を作成することはできる．しかし，通常はより快適に文書を作成するため，文書作成を支援するソフトウェアを利用する．

TEX Live をインストールしていれば，TeXworks[8] というソフトウェアがインストールされている．TeXworks を利用すると，TEX ソースの編集と TEX エンジンの起動を GUI で行える．

本書は Visual Studio Code，および llmk[9] を利用して作成されている．前者は LATEX ソースの編集を，後者は TEX エンジンに関係するプログラムの実行を，それぞれ支援するソフトウェアである．また，Visual Studio Code に LATEX ソース編集へと特化した機能を追加する，LaTeX Workshop[10] という拡張機能も利用している．

2.6.3 ε-TEX

実は，upLATEX を起動したときに実行されるのは，ε-upTEX という upTEX とは異なる TEX エンジンである．実際，コマンドラインで uplatex を実行すると，次のメッセージが出力される．

```
This is e-upTeX, Version 3.141592653-p3.9.0-u1.27-210218-2.6 (utf8.uptex) (TeX
  Live 2021/W32TeX) (preloaded format=uplatex)
 restricted \write18 enabled.
**
```

ε-upTEX は，ε-TEX という TEX エンジンの拡張であることが upTEX と異なる[11]．本書では，ε-TEX 拡張の有無についてはいちいち断らないことにする．

8） http://www.tug.org/texworks/
9） https://github.com/wtsnjp/llmk
10） https://github.com/James-Yu/LaTeX-Workshop
11） 現在利用される TEX エンジン（ε-pTEX・ε-upTEX・pdfTEX など）の多くは ε-TEX の拡張である．

第 3 章　LuaLaTeX による実例

この章では，LuaLaTeX による文書作成の実例を示す．ただし，LuaLaTeX とは TeX エンジン LuaTeX とマクロパッケージ LaTeX の組み合わせを指す．

なお，文章を組版する方法については [6] に，数式を組版する方法については [9] と [10] に，それぞれ詳しく記されている．また，検索すれば多くの Web サイトがヒットする．そこで本書では，最低限の説明に加えて，和文特有の注意点を述べるにとどめる．

また，[2] は参考になる文書を目的別に整理している．ごく簡潔であるので，この章を読む前に目を通すことを推奨する．本書のソースは GitHub で公開されているので，それも参考にできるだろう．

3.1　和文のドキュメントクラス

LuaLaTeX で利用でき，和文の文書作成を目的とするドキュメントクラスには，大きく次の 3 系統がある．

1. LuaLaTeX-ja 用 jsclasses 互換クラス（`https://osdn.net/projects/luatex-ja/`）
2. BXjscls（`https://github.com/zr-tex8r/BXjscls`）
3. jlreq（`https://github.com/abenori/jlreq`）

なお，ドキュメントクラスが LuaLaTeX に対応していれば，`luatexja` パッケージを読み込むことで和文の組版に対応させられる．

本書では「1.LuaLaTeX-ja 用 jsclasses 互換クラス」を利用した例を示す[1)]．LuaLaTeX-ja 用 jsclasses 互換クラスとは，pLaTeX と upLaTeX で利用できた jsclasses というドキュメントクラス群を，LuaLaTeX でも利用できるようにしたドキュメントクラス群である．`ltjsarticle`，`ltjsreport` などがこれに属する．

実際に使ってみる．次の内容で `test.tex` というファイルを作成する[2)]．

```
\documentclass[17pt]{ltjsarticle}
% (from)
\title{表題}
\author{作者名}
\date{\today}
% (to)
```

1) なお，本書そのものは jlreq を利用して作成されている．

2) 1 行目の「17pt」という指定は，見本を本書に含めるときに，文字が小さくなりすぎるのを防ぐためのものであり，消して構わない．消す場合，1 行目は「`\documentclass{ltjsarticle}`」となる．

```
\begin{document}
\maketitle
\tableofcontents
\section{節見出し}
\subsection{小節見出し}
ここに本文が入る\footnote{脚注}.

段落を変えたければ，1つ空白行を設ける.
\end{document}
```

なお，TEX では % から始まる行はコメントとして扱われ，出力に影響しない．また，% (from) から % (to) まで，すなわち \documentclass[...]{...} から \begin{document} の手前までを**プリアンブル**という．\usepackage などはプリアンブルに記述する．

次に，コマンドラインから LuaLATEX を実行する．

```
> lualatex test
```

すると，図 3.1a に示す PDF が得られる．図 3.1a を見ると，目次の内容が書き込まれていないことが分かる．その代わり，PDF があるディレクトリに test.toc というファイルが生成されている．このファイルには，LATEX ソースから構成された目次が書き込まれている．そこで，もう一度 LuaLATEX を実行すれば，目次が書き込まれた PDF を得られる．図 3.1b に完全な PDF を示す．

(a) LuaLATEX を 1 回実行した結果

(b) LuaLATEX を 2 回実行した結果

図 3.1　シンプルな和文の文書

3.2 文献管理と索引作成

通常，LaTeX で参考文献を管理するには BibTeX というプログラムが用いられる．また，索引を作成するには makeindex というプログラムが用いられる．しかし，これらはいずれも和文と Unicode に対応していない．そこで，和文の文書を作る際には，代わりにこれらの拡張版を利用するとよい．BibTeX については upBibTeX，makeindex については upmendex が，和文と Unicode に対応した拡張である．

3.3 LuaLaTeX によるフォント設定

LuaLaTeX において，欧文フォントの変更は `fontspec` パッケージにより行う．たとえば，この文書ではプリアンブルに次のように書くことで，ソースコードのフォントを白源[3)]に変更している．

```
\setmonofont{HackGen Regular}[BoldFont={HackGen Bold}]
```

また，和文フォントの変更は `luatexja-fontspec`，あるいは `luatexja-preset` パッケージによって行う．

なお，フォントを変更するときは，フォントのライセンスを確認するべきである．上記のパッケージを利用すると，初期設定では PDF にフォントファイルの一部が埋め込まれる．これは，設定したフォントが読者のコンピュータにインストールされていなくても，PDF を適切に表示するためである．しかし，埋め込みの可否はフォントによって異なる．白源は **SIL Open Font License** というライセンスの下で配布されており，このライセンスは利用者に埋め込みを許可している．

3.4 グラフの作成

本書では，次の 2 つの方法を紹介する．

1. PGFPlots による方法
2. GNUPlot による方法

PGFPlots は，Ti*k*Z というパッケージを利用し，データを可視化するパッケージである．利用方法はマニュアル [5] に詳しく記されているので，ここでは図 3.2 に実例を示すにとどめる．

```
\begin{figure}[htbp]
  \centering
  \begin{tikzpicture}
    \begin{axis}[width=7cm]
```

3) `https://github.com/yuru7/HackGen`

```
      \addplot [smooth,samples=100,domain=-pi:pi] {cos(deg(x))};
      \addlegendentry{$\cos(x)$};
    \end{axis}
  \end{tikzpicture}
  \caption{PGFPlotsによる\(\cos(x)\)のグラフ}
\end{figure}
```

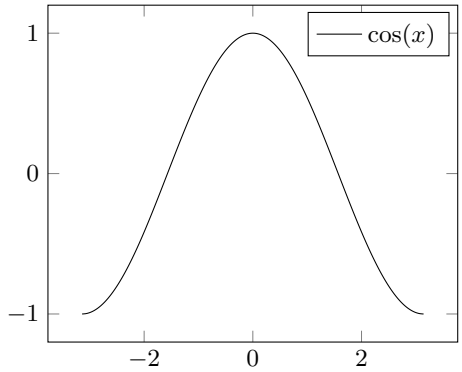


図 3.2　PGFPlots による $\cos(x)$ のグラフ

GNUPlot は，関数やデータを描画するプログラムである．公式サイト（http://www.gnuplot.info/）からダウンロードできる．こちらも，利用方法は公式サイトに詳しく記されているので，図 3.3 に実例を示すにとどめる．

まず，LaTeX ソースがあるディレクトリに移動する．その後，コマンドラインで GNUPlot を起動し，以下のように入力する[4)]．

```
gnuplot> set terminal lua tikz size 7cm,5cm
gnuplot> set output "gnuplot.tex"
gnuplot> set xrange [-pi:pi]
gnuplot> plot cos(x) linetype rgb "black" title '$\cos(x)$'
gnuplot> exit
```

すると，カレントディレクトリにいくつかのファイルが出力される．プリアンブルに \usepackage{gnuplot-lua-tikz} を追加し，LaTeX ソースに次の記述を加える．すると，図 3.3 のグラフが得られる．

```
\begin{figure}[htbp]
  \centering
  \includegraphics{gnuplot.pdf}
  \caption{GNUPlotによる\(\cos(x)\)のグラフ}
\end{figure}
```

4)　1 行目を set term tikz としている資料もあるが，これは set terminal lua tikz の省略形である．

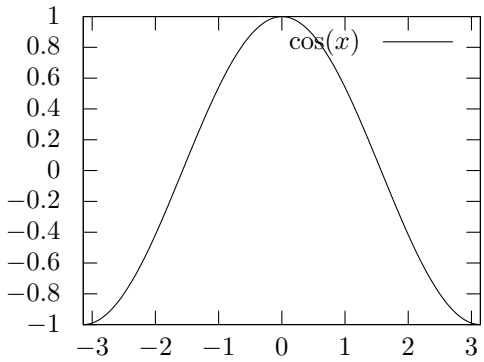


図 3.3　GNUPlot による $\cos(x)$ のグラフ

3D グラフなども同様の要領で作成できる．以下に PGFPlots を利用した例を示す．

```
\begin{figure}[htbp]
  \centering
  \begin{tikzpicture}
    \begin{axis}[width=7cm,colormap/blackwhite]
      \addplot3 [surf,miter limit=1,samples=30,domain=-2:2] {exp(-(x^2+y^2))};
    \end{axis}
  \end{tikzpicture}
  \caption{\(e^{-(x^2+y^2)}\)のグラフ}
\end{figure}
```

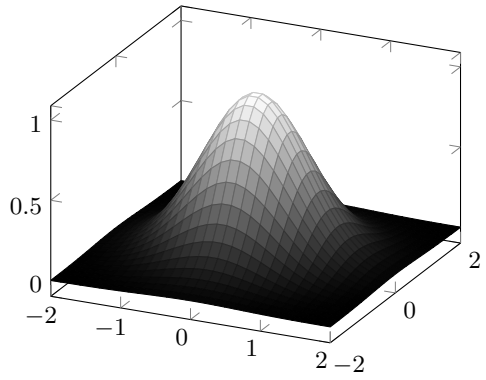


図 3.4　$e^{-(x^2+y^2)}$ のグラフ

3.5　補遺

3.5.1 他の命令の引数にできない命令

TEX の仕様により，\verb など一部の命令は，他の命令の引数にできない．たとえば，次の LATEX ソースは \verb が \footnote の引数になっているので不正である．

```
\documentclass[uplatex,dvipdfmx]{jsarticle}
\begin{document}
\TeX のロゴ（\emph{\verb!\TeX!で出力できる}）は，Donald Knuthがこう表記するよう
  に求めている．
\end{document}
```

実際，example.tex を上記の内容で作成し，次のコマンドを実行すると「LaTeX Error: \verb illegal in command argument.」というエラーが出力される．

```
> uplatex -kanji=utf8 -no-guess-input-enc example
```

この問題を解決する手っ取り早い方法は，\verb を使わないことである．すなわち，\を \textbackslash に置き換えればよい．

```
\documentclass[uplatex,dvipdfmx]{jsarticle}
\begin{document}
\TeX のロゴ（\emph{\texttt{\textbackslash TeX}で出力できる}）は，Donald Knuthが
  こう表記するように求めている．
\end{document}
```

参考文献

[1] 著作物が自由に使える場合 | 文化庁. https://www.bunka.go.jp/seisaku/chosakuken/seidokaisetsu/gaiyo/chosakubutsu_jiyu.html, Accessed: 2021-08-23.

[2] Karl Berry, Manuel Pégourié-Gonnard, and Jim Hefferon. A first set of LaTeX resources. https://ctan.org/pkg/latex-doc-ptr?lang=en, 2021. Accessed: 2021-07-17.

[3] Karl Berry, 朝倉卓人. TeX live ガイド 2021. https://github.com/wtsnjp/texlive-ja, 2021. Accessed: 2021-08-16.

[4] Chao Dong, Chen Change Loy, Kaiming He, and Xiaoou Tang. Learning a deep convolutional network for image super-resolution. In David Fleet, Tomas Pajdla, Bernt Schiele, and Tinne Tuytelaars, editors, *Computer Vision – ECCV 2014*, pp. 184–199, Cham, 2014. Springer International Publishing.

[5] Dr. Christian Feuersänger. Manual for package pgfplots: 2d/3d plots in LaTeX, version 1.18.1. https://sourceforge.net/projects/pgfplots/, 2021. Accessed: 2021-08-14.

[6] Tobias Oetiker, Hubert Partl, Irene Hyna, and Elisabeth Schlegl. The not so short introduction to LaTeX 2_ε. https://ctan.org/tex-archive/info/lshort/english/?lang=en, 2021. Accessed: 2021-07-17.

[7] Takuji TANAKA. uptex, uplatex — 内部 unicode 版 ptex, platex の実装. https://github.com/texjporg/uptex-base/blob/master/01uptex_doc_utf8.txt, 2020. Accessed: 2021-08-18.

[8] Ken Whistler, Mark Davis, and Asmus Freytag. Unicode technical report #17: Unicode character encoding model. https://www.unicode.org/reports/tr17/tr17-7.html, 2008. Accessed: 2021-08-07.

[9] アメリカ数学会. はやわかり LaTeX で数式組版. https://www.latex-project.org/help/documentation/short-math-guide_jpn.pdf, Accessed: 2021-08-24.

[10] アメリカ数学会, LaTeX3 Project. amsmath パッケージユーザガイド（version 2.1）. https://www.latex-project.org/help/documentation/amsldoc_jpn.pdf. Accessed: 2021-08-24.

索引