



本書はほぼ3年ごとに改訂を繰り返している「美文書」シリーズ<sup>※2</sup>の最新改訂版です。

前著(2013年の[改訂第6版])が出たあとで、日本語用の pTeX, pL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X は、奥村が開発してきた新ドキュメントクラスも含め、日本語 TeX 開発コミュニティ (texjp.org) による開発に移行しました。その成果は続々と、世界標準の TeX ディストリビューション TeX Live 2016 に取り込まれつつあります。本書は、その成果の現状をまとめ、付録 DVD-ROM に最新の TeX Live 2016 を収録しました。

本書は、奥村が基本部分を執筆し、黒木が Windows・Beamer 関係、いくつかのコラム執筆のほか、全体を精読して問題点を洗い出し、付録 DVD-ROM 作成の総指揮をしました。

最後に、TeX を作られた Donald E. Knuth さん、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X を作られた Leslie Lamport さん、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub>  を作られた L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>3</sub> プロジェクトチーム、pTeX, pL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub>  を作られた中野賢<sup>けん</sup>さんほかの皆様、W32TeX (Windows 用の TeX) や TeX Live の Windows バイナリを作られている角藤亮<sup>あきら</sup>さん、dviout for Windows を作られた大島利雄<sup>たかのり</sup>さんと乙部巖己<sup>おとべよしき</sup>さん、初期の Mac 環境での pTeX 関連ソフトを作られた内山孝憲<sup>たかのり</sup>さん、pTeX の写研ドライバや jis フォントメトリックを作られた小林肇<sup>はじめ</sup>さん、otf パッケージを作られた齋藤修三<sup>あきら</sup>郎さん、日本語対応の dvipdfm(x) を作られた平田俊作<sup>まさる</sup>さん、Jin-Hwan Cho さん、旧版へのコメントを多数いただいた大石勝<sup>まさる</sup>さん、刀祢宏三<sup>とねこうざぶろう</sup>郎さん、旧版の取材でお世話になった三美印刷(株)、(株)加藤文明社の皆様、ptetex および ptexlive を開発された土村展之<sup>のぶゆき</sup>さん、 $\epsilon$ -pTeX を開発された北川典典<sup>ひろのり</sup>さん、upTeX を開発された田中琢爾<sup>たくじ</sup>さん、旧版の「L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub>  における多言語処理」をご執筆いただいた永田善久<sup>いさお</sup>さん、栗山雅俊<sup>まさる</sup>さん、稲垣徹<sup>とおる</sup>さん、安田功<sup>いきお</sup>さん、いろいろお教えくださったやとうたか<sup>たか</sup>ゆき<sup>ゆき</sup>さん、山下弘展<sup>ひろのぶ</sup>さん、Norbert Preining さん、本書付録 DVD-ROM のセットアップツール等を準備くださり、ゲラを精読してたくさんコメントをくださった阿部紀行<sup>のりゆき</sup>さん、寺田侑祐<sup>ゆうすけ</sup>さん、山本宗宏<sup>むねひろ</sup>さん、そしてスタイルファイルや原稿をブラッシュアップくださった編集部の須藤真己<sup>まさき</sup>さんに、心から感謝いたします。

2016年12月22日

奥村 晴彦, 黒木 裕介

※2 『L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X美文書作成入門』(1991年), 『L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X入門——美文書作成のポイント』(1994年), 『L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub> 美文書作成入門』(1997年), 『[改訂版]L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub> 美文書作成入門』(2000年), 『[改訂第3版]L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub> 美文書作成入門』(2004年), 『[改訂第4版]L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub> 美文書作成入門』(2007年), 『[改訂第5版]L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub> 美文書作成入門』(2010年), 『[改訂第6版]L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>2 $\epsilon$</sub> 美文書作成入門』(2013年)

# 目次



序	iii
第 1 章 TeX とその仲間	1
1.1 TeX って何？	1
1.2 TeX の読み方・書き方	2
1.3 LaTeX って何？	2
1.4 TeX の処理方式	4
1.5 TeX の出力	6
1.6 TeX と日本語	6
1.7 TeX のライセンス	7
1.8 TeX ディストリビューション	9
1.9 これからの TeX	9
第 2 章 使ってみよう	11
2.1 Web で LaTeX を使う	11
2.2 TeXworks (Windows)	13
2.3 TeXShop (Mac)	15
2.4 コマンドで行う方法	16
2.5 日本語のテスト	21
2.6 長い文書に挑戦	21
2.7 SyncTeX	24
2.8 TeX2img	24
2.9 エラーが起きたなら	25
2.10 texdoc の使い方	27



第 3 章	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 2 <sub>ε</sub> の基本	29
3.1	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 2 <sub>ε</sub> の入力・印刷の完全な例	29
3.2	最低限のルール	31
3.3	半角カナや機種依存文字を使うには	32
3.4	ドキュメントクラス	33
3.5	プリアンブル	35
3.6	文書の構造	36
3.7	タイトルと概要	38
3.8	入力ファイルに書ける文字	40
3.9	打ち込んだ通りに出力する方法	41
3.10	改行の扱い	42
3.11	注釈	44
3.12	空白の扱い	44
3.13	地の文と命令	46
3.14	区切りのいらぬ命令	47
3.15	特殊文字	47
3.16	アクセント類	49
3.17	書体を変える命令	50
3.18	文字サイズを変える命令	51
3.19	環境	52
3.20	箇条書き	55
3.21	長さの単位	58
3.22	空白を出力する命令	60
3.23	脚注と欄外への書き込み	60
3.24	罫線の類	62
3.25	p <sub>T</sub> E <sub>X</sub> 以外のエンジンを使う	63
第 4 章	パッケージと自前の命令	65
4.1	パッケージ	65
4.2	簡単な命令の作り方	66
4.3	パッケージを作る	69
4.4	命令の名前の付け方	70
4.5	自前の環境	71
4.6	引数をとるマクロ	72
4.7	マクロの引数の制約	73
4.8	ちょっと便利なマクロ	74
4.9	(どこまで) マクロを使うべきか	79

第 5 章	数式の基本	81
5.1	数式の基本	81
5.2	数式用のフォント	82
5.3	数式の書き方の詳細	83
5.4	上付き文字, 下付き文字	84
5.5	別行立ての数式	85
5.6	和・積分	86
5.7	分数	87
5.8	字間や高さの微調整	87
5.9	式の参照	89
5.10	括弧類	90
5.11	ギリシア文字	91
5.12	筆記体	92
5.13	2 項演算子	93
5.14	関係演算子	93
5.15	矢印	95
5.16	雑記号	96
5.17	latexsym で定義されている文字	97
5.18	mathcomp で定義されている文字	97
5.19	大きな記号	98
5.20	log 型関数と mod	98
5.21	上下に付けるもの	99
5.22	数式の書体	100
5.23	ISO/JIS の数式組版規則	102
5.24	プログラムやアルゴリズムの組版	103
5.25	array 環境	104
5.26	数式の技巧	105
第 6 章	高度な数式	107
6.1	amsmath と AMSFonts	107
6.2	いろいろな記号	111
6.3	行列	115
6.4	分数	116
6.5	別行立ての数式	118
第 7 章	グラフィック	125

7.1	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X と図	125
7.2	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X での図の読み込み方	126
7.3	graphicx パッケージの詳細	128
7.4	\includegraphics の詳細	129
7.5	おもな画像ファイル形式	130
7.6	PostScript とは？	131
7.7	EPS とは	132
7.8	PDF とは	133
7.9	SVG とは	136
7.10	文字列の変形	136
7.11	色空間とその変換	138
7.12	色の指定	139
7.13	枠囲み	142
<b>第 8 章 表組み</b>		<b>145</b>
8.1	表組みの基本	145
8.2	booktabs による罫線	146
8.3	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 標準の罫線	148
8.4	表の細かい制御	149
8.5	列割りの一時変更	150
8.6	横幅の指定	151
8.7	色のついた表	152
8.8	ページをまたぐ表	153
8.9	表組みのテクニック	154
<b>第 9 章 図・表の配置</b>		<b>157</b>
9.1	図の自動配置	157
9.2	表の自動配置	159
9.3	左右に並べる配置	160
9.4	図・表が思い通りの位置に出ないとき	162
9.5	回り込みと欄外への配置	162
<b>第 10 章 相互参照・目次・索引・リンク</b>		<b>165</b>
10.1	相互参照	165
10.2	目次	168
10.3	索引と MakeIndex, mendex, upmendex	169

10.4	索引の作り方	170
10.5	索引スタイルを変えるには	172
10.6	索引作成の仕組み	173
10.7	入れ子になった索引語	174
10.8	範囲	175
10.9	ページ数なしの索引語	175
10.10	ページ番号の書体	176
10.11	\index 命令の詳細	177
10.12	ハイパーリンク	178
<b>第 11 章 文献の参照と文献データベース</b>		<b>181</b>
11.1	文献の参照	181
11.2	すべて人間が行う方法	182
11.3	半分人間が行う方法	184
11.4	cite と overcite	187
11.5	文献処理の全自動化	188
11.6	文献データベース概論	189
11.7	BibTEX の実行例	190
11.8	文献スタイルファイル	193
11.9	文献データベースの詳細	194
11.10	並べ替え順序の制御	202
11.11	BibTEX のこれから	203
<b>第 12 章 欧文フォント</b>		<b>205</b>
12.1	TEX でのフォントの仕組み	205
12.2	フォントの 5 要素	206
12.3	フォントのエンコーディングの詳細	210
12.4	ファイルのエンコーディング	213
12.5	ギリシア文字・ロシア文字	215
12.6	Computer Modern	216
12.7	Latin Modern	218
12.8	欧文基本 14 書体	219
12.9	欧文基本 35 書体	223
12.10	TEX Gyre フォント集	226
12.11	その他のフォント	230
12.12	数式用フォント	236

12.13	X <sub>Ǝ</sub> TeX, LuaTeX の欧文フォント	248
12.14	仮想フォントの作り方	249
<b>第 13 章 和文フォント</b>		<b>253</b>
13.1	おもな和文書体	253
13.2	和文フォントの設定	254
13.3	和文フォントを切り替える命令	255
13.4	pTeX・upTeX の和文フォントの仕組み	255
13.5	縦組	260
13.6	日本語の文字と文字コード	261
13.7	OpenType フォントと Adobe-Japan	263
13.8	otf パッケージ	263
13.9	otf パッケージの新しいフォントメトリック	266
13.10	プロポーショナル仮名, 極太フォント	267
13.11	jis/otf フォントメトリックの詳細	268
13.12	もっと文字を	269
13.13	X <sub>Ǝ</sub> TeX, LuaTeX	271
<b>第 14 章 ページレイアウト</b>		<b>275</b>
14.1	ドキュメントクラス	275
14.2	ドキュメントクラスのオプション	276
14.3	ページレイアウトの変更	279
14.4	例: 数学のテスト	287
14.5	geometry パッケージ	291
<b>第 15 章 スタイルファイルの作り方</b>		<b>293</b>
15.1	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X のスタイルファイル	293
15.2	スタイルファイル中の特殊な命令	298
<b>第 16 章 美しい文書を作るために</b>		<b>301</b>
16.1	全角か半角か	301
16.2	句読点・括弧類	302
16.3	引用符	302
16.4	疑問符・感嘆符	303
16.5	自動挿入されるスペース	304



16.6	アンダーライン	305
16.7	欧文の書き方	306
16.8	改行位置の調整	311
16.9	改ページの調整	314
16.10	その他の調整	315
<b>第 17 章 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X による入稿</b>		<b>317</b>
17.1	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 原稿を入稿する場合	317
17.2	PDF で入稿する場合	317
17.3	ファイルとフォルダの準備	318
17.4	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X で処理	322
17.5	トンボ	323
17.6	グラフィック	324
17.7	若干のデザイン	325
17.8	PDF への変換	326
17.9	その他の注意	328
<b>第 18 章 T<sub>E</sub>X によるプレゼンテーション</b>		<b>331</b>
18.1	jsarticle によるスライド作成	331
18.2	Beamer によるスライド作成	333
18.3	配布用縮刷の作り方	342
<b>付録 A 付録 DVD-ROM を用いたインストールと設定</b>		<b>345</b>
A.1	本書付録 DVD-ROM の中身	345
A.2	Windows へのインストールと設定	345
A.3	Mac へのインストールと設定	350
A.4	Linux や FreeBSD などへのインストール	354
A.5	T <sub>E</sub> X Live について	355
<b>付録 B マニュアルを読むための基礎知識</b>		<b>357</b>
B.1	ディレクトリ (フォルダ) とパス	357
B.2	パスを通すとは?	358
B.3	T <sub>E</sub> X のディレクトリ構成	359
<b>付録 C 基本マニュアル</b>		<b>363</b>

C.1	tex, latex, ptex, platex .....	363
C.2	uptex, uplatex .....	366
C.3	dvipdfmx .....	366
C.4	ptex2pdf .....	367
C.5	dvips .....	368
C.6	updmap .....	370
C.7	Ghostscript .....	372
<b>付録 D TikZ</b> .....		<b>375</b>
D.1	PGF/TikZ とは .....	375
D.2	TikZ の基本 .....	375
D.3	いろいろな図形の描画 .....	377
D.4	グラフの描画 (1) .....	379
D.5	グラフの描画 (2) .....	381
D.6	R で使う方法 .....	382
D.7	gnuplot との連携 .....	383
D.8	ほかの図との重ね書き .....	385
<b>付録 E 記号一覧</b> .....		<b>387</b>
E.1	特殊文字 .....	387
E.2	ロゴ .....	388
E.3	textcomp パッケージで使える文字 .....	388
E.4	pifont パッケージで使える文字 .....	392
E.5	otf パッケージで使える文字 .....	393
<b>付録 F Adobe-Japan1-5 全グリフ(+8文字)</b> .....		<b>401</b>
<b>付録 G T<sub>E</sub>X 関連の情報源</b> .....		<b>411</b>
G.1	文献 .....	411
G.2	ネット上の情報 .....	413
<b>あとがき</b> .....		<b>415</b>
<b>索引</b> .....		<b>417</b>



# TeXとその仲間

## 第1章



TeX とその仲間 (pdfTeX, XeTeX, LuaTeX, pTeX, upTeX) と LaTeX との関係について紹介します。

### 1.1 TeX って何？

TeX /téx/ 名 《コンピュータ》テフ、テック  
《テキストベースの組み版システム；数式の処理を得意とする》。  
— 『ジーニアス英和大辞典』（大修館書店，2001年）

TeX は、<sup>くみはん</sup>組版ソフトです。

組版 (typesetting) は印刷用語で、活字を組んで版 (印刷用の板) を作ることを意味します。TeX は、コンピュータでテキストと図版をうまく配置して、版にあたるもの (PDF または PostScript ファイル) を出力する (タイプセットする) ためのソフトです<sup>※1</sup>。

TeX には次のような特徴があります。

- TeX はオープンソースソフトですので、無料で入手でき、自由に中身を調べたり改良したりできます。商用利用も自由にできます。
- TeX は、Windows でも Mac や Linux などの UNIX 系 OS でも、まったく同じ動作をします。つまり、入力が同じなら、原理的には、まったく同じ出力が得られます。
- TeX への入力はテキスト形式なので、普通のテキストエディタで読み書きでき、再利用・データベース化が容易です。
- 自動ハイフネーション、ペアカーニング<sup>※2</sup>、リガチャ<sup>※2</sup>、孤立行 (ウイドウまたはオーファン) 処理<sup>※2</sup> など、高度な組版技術が組み込まれています。
- 特に数式の組版については定評があり、数式をテキスト形式で表す事実上の標準となっています。

※1 今ではPDFでの出力が普通になりましたが、過去には写研の写植機を含む個々のプリンタ等のTeX用ドライバが用意されていました。拙著『C言語による最新アルゴリズム事典』(1991年)はTeXから写研の写植機で出力しました。

※2 **ペアカーニング**: AVやToなど相補的な形の文字を食い込ませる処理。

**リガチャ**: fi, fl, ffi, ffll などのような合字 (対応フォントだけ)。

**孤立行処理**: 段落の最初の行だけ、あるいは最後の行だけが別ページになることを抑制する処理。



## 1.2 TeX の読み方・書き方

TeX の作者 <sup>クヌース</sup>Knuth 先生（次ページのコラム参照）によれば、TeX はギリシア語から命名したもので、最後の X は、口の奥で発音する無声の「ハ」に近い音ですが、英語でこれに一番近い音は /k/ なので、「テック」と読む人が多いようです（ドイツ語では「テヒ」が多いようです）。

日本では、特に大学関係者の間では、昔から「テフ」と呼びならわされていますが、英語圏で TeX を覚えた人や出版関係者の間では「テック」という発音が広く行われています。

TeX は、ご覧のように E を少し下げて、字間を詰めて書きます。このような文字の上げ下げや詰めは TeX が得意とするところですが、これができない場合は TeX と表記することになっています（TEX や Tex とは書かない約束ですが、なかなか守られていません）。

## 1.3 LaTeX って何？

LaTeX は DEC（現 HP）のコンピュータ科学者 <sup>レスリー ランポート</sup>Leslie Lamport<sup>※3</sup> によって機能強化された TeX です。ももとの TeX と同様、オープンソースソフトとして配布されています。

LaTeX は日本ではラテックまたはラテフと読まれます。英語圏ではレイテックと読む人が多いようです。

**参考** Web で“latex”を検索すると、latex（乳液、ラテックス）関係のページがたくさん見つかってしまいます。こちらは英語読みではレイテックスです（アクセントの位置を圏点付きの太字で示しました）。

最初の LaTeX は 1980 年代に作られましたが、1993 年には LaTeX<sup>ツイー</sup>2<sub>ε</sub> という新しい LaTeX ができ、現在では LaTeX といえばほぼ確実に LaTeX 2<sub>ε</sub> を指すようになりました（古い LaTeX は LaTeX 2.09 と呼ばれます）。本書でも以下では単に LaTeX と書くことにします。

LaTeX は、ご覧のように A を小さく上付きにして書きます。字の上げ下げができないなら LaTeX と書くことになっています。同様に、LaTeX 2<sub>ε</sub> と書けないなら LaTeX2ε と書きます<sup>※4</sup>。

LaTeX の特徴は、文書の論理的な構造と視覚的なレイアウトとを分けて考えることができることです。

例えば「はじめに」という <sup>セクション</sup>節の見出しがあれば、文書ファイルには

※3 その後 2001 年に Lamport は Microsoft Research に移籍しました。2013 年にはチューリング賞を受賞しています。

※4 日本語の計算機環境ではギリシア文字が意識せずに書けるので、LaTeX 2<sub>ε</sub> という表記もよく見かけます。

◆ T<sub>E</sub>X は誰が作ったの？

COLUMN

クヌース……計算機科学の分野でもっとも偉大な学者の一人  
——『岩波情報科学辞典』（岩波書店、1990年）

T<sub>E</sub>Xを作ったのはスタンフォード大学のDonald E. Knuth 教授（1938～）です（現在は退職されています）。Knuth先生は数学者・コンピュータ科学者で、1974年にチューリング賞（コンピュータ科学で最も権威のある賞）、1996年に京都賞を受賞しています。主著 *The Art of Computer Programming* シリーズはコンピュータ科学の聖典とでもいべきものです（邦訳がサイエンス社から出ています）。これ以外にもたくさんの著書があります。数学小説『超現実数』（好田順治訳、海鳴社、1978）という型破りの数学書も著しておられます。

Knuth先生の主著 *The Art of Computer Programming* は、予定では全7巻ですが、まだ第4巻の第一部（第4A巻）までしか出ていません。第1巻は1968年、第2巻は1969年、第3巻は1973年に出版され、第1、2巻の第3版が1997年に、第3巻の第2版が1998年に、第4A巻の第1版が2011年に出ています。

この第1巻の第2版まではすべて職人が活字を組む活版印刷で作られました。しかし、活字を組む職人の確保が次第に難しくなり、第2巻の第2版はいったんコンピュータで組版されました（1976年）。ところが、この仕上がりは活版印刷に比べてかなり見劣りのするものでした。

がっかりしたKnuth先生は、この出版を見合わせ、活版印刷に劣らない美しい組版のできるコンピュータ・ソフトウェアT<sub>E</sub>Xを作る決心をされたのです。

Knuth先生はたいへんな完全主義者で、古今の組版技術を研究し、その最も優れた部分をT<sub>E</sub>Xに取り入れました。また、文字をデザインするためのソフトMETAFONT（メタフォント）を作り、Computer Modernというフォントをご自分でデザインされました。

こうしてできあがったT<sub>E</sub>Xとフォントを使って *The Art of Computer Programming* 第2巻の第2版が組み上がったのは4年後の1980年（実際の出版は1981年）です。

このあともKnuth先生はT<sub>E</sub>Xやフォントの改良に余念がなく、1982年には現在のT<sub>E</sub>Xとほぼ同じものを完成させ、これを使って1984年の *The T<sub>E</sub>Xbook*（邦訳がアスキーから出ています）、1986年の *T<sub>E</sub>X: The Program* に始まる *Computers & Typesetting* シリーズ全5巻を書き上げました。

1982年以降は、Knuth先生はT<sub>E</sub>Xの拡張より安定化に力を注がれたので、1989年に入力が入力が7ビットから8ビットに拡張されたことを除き、基本的な仕様の変更はほとんどありません。そして、T<sub>E</sub>X第3.1版（1990年9月）の時点で次のような終決宣言を出されました。

- もうこれ以上T<sub>E</sub>Xは拡張しない。
- もし著しい不具合があれば修正して第3.14版、第3.141版、第3.1415版、…と番号を進めていき、自分の死と同時に第 $\pi$ 版とする。それ以後はどんな不具合があっても誰も手をつけてはならない。
- T<sub>E</sub>Xに関することはすべて文書化したので、このノウハウを生かして新たにソフトを作ることは自由である。

T<sub>E</sub>Xプロジェクト開始から40年近くの歳月がたち、今やT<sub>E</sub>Xはコンピュータ科学の大先生の作品と呼ぶにふさわしい完成度の高いソフトになりました。現在のKnuth先生はT<sub>E</sub>Xを使っての著作に専念しておられます。

```
\section{はじめに}
```

のように書いておきます。この `\section{...}` という命令が、紙面上のデザイン、例えば「14ポイントのゴシック体で左寄せ、前後のアキはそれぞれ何ミリを標準とし、何ミリ以内なら伸ばしてよい……」というレイアウトに対応するといったことは、様式・判型ごとに別ファイル（クラスファイル、スタイルファイル）に記述されています。標準のクラスファイルのデザインが気に入らないなら、自由に変更できます。クラスファイルだけ変更すれば、同じ文書ファイルでも違ったレイアウトで出力できます。

仮に文書ファイルに「ここは14ポイントのゴシック体で3行どり中央に……」などと書き込んでしまったのでは、あとで組み方を変更しようとする、原稿全体に手を入れなければなりません。下手をすると、節ごとに見出しの体裁が違ってしまふことにもなりかねません。文書の再利用も難しくなります<sup>※5</sup>。

さらに、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xは章・節・図・表・数式などの番号を自動的に付けてくれますし、参照箇所には番号やページを自動挿入できます。目次・索引・引用文献の処理まで自動的にしてくれます。また、柱（本書ではページ上部にあり、左ページには章の名前、右ページには節の名前を入れてあります）も自動的に作ってくれます。

このような便利な機能のため、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X利用者が飛躍的に増え、T<sub>E</sub>Xを使っているといっても実際にはL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xであることが多くなりました。

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xは、T<sub>E</sub>Xのプログラミング機能（マクロ機能）を使って作られたものです。一方、T<sub>E</sub>X本体（マクロと区別するためにエンジンと呼ぶことがあります）も改良され、特に日本では日本語の扱いに優れたp<sub>T</sub>E<sub>X</sub>というエンジンがよく使われます。p<sub>T</sub>E<sub>X</sub>用にマクロを修正したL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>XがpL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X（pL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2<sub>ε</sub>）です。

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xは理系の論文や本の製作に広く使われています。多くの論文誌やアーカイブ<sup>※6</sup>のようなプレプリントサーバはL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xでの論文投稿を推奨<sup>※7</sup>していますし、理系の出版社は多くの本をL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xで製作しています。一例を挙げれば、『岩波数学辞典』の最新版（第4版）はすべてL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X（pL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2<sub>ε</sub>）で作られています。Wikipediaも数式はL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X形式で書きます（Wikipediaサーバ上のL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xで画像化しています）。

※5 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xによる文書の構造化はHTMLと同じ考え方だと気づかれたかもしれません。HTMLはSGMLに基づいて作られましたが、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xの影響も受けています。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>XはScribeというシステムの影響を受けていますが、ScribeはGML（SGMLの元）と同じころ作られました。

※6 <http://arxiv.org/>

※7 “the best choice is TeX/LaTeX” (<http://arxiv.org/help/submit>)

## 1.4 TeXの処理方式

一般のワープロソフトと異なり、T<sub>E</sub>Xは高度な最適化をしているので、段落の最後に1文字追加するだけで段落の最初の改行位置が変わることもあります。このような処理を、キーボードから1文字入力するごとに行うのは、かなりの計算パワーを必要とします<sup>※8</sup>。

※8 現在では、エディタやプレビューアとの統合環境のおかげで、ほぼ実時間で仕上がりを確認ができるようになりました。

そのため、TeX では、キーを打つたびに画面上の印刷結果のイメージを更新する方式<sup>※9</sup>ではなく、一括して全体を処理するバッチ処理を採用しています。

伝統的な作業手順では、原稿は自分の使いなれたソフト（テキストエディタ等）で書いて、テキストファイルとして保存しておきます。これをあとで L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X で一括処理します。

例えば

```
\documentclass{jsarticle}
\begin{document}
```

これはサンプルの文書です。  
 テキストファイル中では、  
 どこで改行してもかまいません。  
 印刷結果の改行の位置は勝手に決めてくれます。

段落の切れ目には空の行を入れておきます。

```
\end{document}
```

のようなテキストファイルを入力すると、

これはサンプルの文書です。テキストファイル中では、どこで改行してもかまいません。印刷結果の改行の位置は勝手に決めてくれます。  
 段落の切れ目には空の行を入れておきます。

のように出力されます（\で始まる行は L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X の命令です）。

テキストファイルを使うことの利点は、たくさんあります。

- 文書入力には自分の慣れているソフトで行うほうが楽です。どんな文書入力ソフトでもテキストファイルで保存できますので、TeX は入力ソフトを選びません。
- テキストファイルはコンピュータの機種に依存しません。どんなコンピュータやスマホでも、テキストファイルなら安全にやりとりできます。
- テキストファイルの変換は簡単です。そのため、データベース出力や Web フォーム入力、XML 文書などから TeX に変換して組版するといったことがよく行われています。
- テキストファイルで文書を用意するほうが、コンピュータのパワーユー

※9 画面表示と印刷イメージが同じ (What You See Is What You Get) という意味で、WYSIWYG (ウィジウィグ) 方式と呼ぶことがあります。

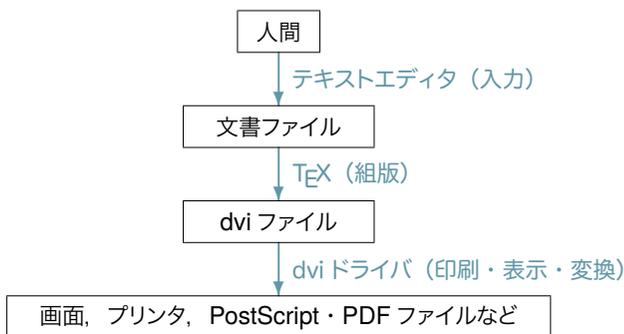
※左の入力例の \ (逆斜線, バックslash) は Windows の和文フォントでは ¥ と表示されます。本書旧版では ¥ で統一していましたが、Windows でも \ と表示される場合が増えたため、第7版では \ を主に使っています。

ザーの心理に合っているのかもしれませんが。数式を考えなければ Adobe InDesign のようなリアルタイムで TeX 同様の処理をするレイアウトソフトがありますし、数式についても WYSIWYG な数式エディタがあります。しかしこれらは今のところ TeX を不要にするに至っていません。

## 1.5 TeX の出力

もともとの TeX は、組版結果を <sup>ディーヴィーアイ</sup>dvi ファイルという中間ファイルに書き出します<sup>※10</sup>。dvi は device independent (装置に依存しない) という英語の略です。この dvi ファイルを読み込んでパソコンの画面、各種プリンタ・写植機、および PostScript・PDF・SVG などのファイルとして出力するための専用ソフト (dvi ドライバ、dvi ウェア) が、出力装置や出力ファイル形式ごとに用意されています。特に画面出力用の dvi ドライバのことを dvi ビューアともいいます。

この処理の流れを図示すると、次のようになります。



ところが、欧米語圏では、後述のように pdfTeX や XeTeX, LuaTeX の登場で、TeX から直接 PDF ファイルを出力できるようになり、画面表示も印刷もすべて PDF を通じて行うのが普通になりました。

日本語圏で広く使われている pTeX や upTeX は PDF を直接出力できませんが、dvipdfmx という高速な dvi ドライバと組み合わせて PDF を出力します。

## 1.6 TeX と日本語

日本語の文字数は非常に多く、多数のフォントに分割すれば TeX でも扱えないことはありませんが、厄介です。

※10 dvi は DVI とも書きます。Digital Visual Interface の DVI とは無関係です。

本格的に T<sub>E</sub>X を日本語化する試みはいくつかありましたが、今日広く使われているのは、在りし日の(株)アスキーが開発した p<sub>T</sub>E<sub>X</sub><sup>※11</sup> およびそれを Unicode 対応にした upT<sub>E</sub>X (田中琢爾さん作)です。

日本語なら文字はみな同じ幅だから単純に組んでいけばよいかというと、そうはいきません。次のような処理が必要です。

- 句読点、終わり括弧かっこ(閉じ括弧)類、中黒なかぐろ(・)、繰返し(々々)、感嘆符(!)、疑問符(?)が行頭にこないようにする必要があります(行頭禁則処理)。促音文字そくおん(っ)、拗音文字ようおん(ゃゅょ)、長音記号(ー、音引きおんび)などもなるべく行頭にきてほしくありません。
- 同様に、始め括弧(開き括弧)類が行末にこないようにする必要があります(行末禁則処理)。
- 「括弧類」「句読点」が「行頭」「行末」にきたときや、「括弧類」「句読点」が連なったとき、空白が空きすぎて見えるので、詰める必要があります(この段落は例示のためにわざと括弧類を多用しました)。
- 段落の最後の行が 1 文字と句読点になるのは、なるべく避けたいところです。←なるべくここで終わってほしくありません(文字ウィドウ処理)。

これらの条件を満たすためには、字の間隔を微調整しなければなりません(詰め処理、延ばし処理)。しかし、調整しすぎると字の間隔が揃わず、かえって見苦しくなります。例えば、拗促音文字(ゃゅょっ)はなるべく行頭にこないほうがよいし、文字ウィドウもなるべく避けたいのですが、あまり厳密にこれらのルールをあてはめるとかえって不自然になることがあります。そこで p<sub>T</sub>E<sub>X</sub> は、どの文字が行頭にくると何点減点、行末にくると何点減点、文字ウィドウは何点減点、字の間隔がどれだけ伸びると何点減点という具合に点数を計算し、減点の合計が最小になるように組みます。点数の配分は調整できます。

p<sub>T</sub>E<sub>X</sub> の日本語組版がたいへん優れているので広く使われるようになった一方で、海外で普及している X<sub>Y</sub>T<sub>E</sub>X や LuaT<sub>E</sub>X で日本語を扱うための仕組みも次第に改良されています。

※11 p<sub>T</sub>E<sub>X</sub>の昔の版は「アスキー日本語 T<sub>E</sub>X」と呼ばれていました。なお、p<sub>T</sub>E<sub>X</sub>以外に NTT J<sub>T</sub>E<sub>X</sub>もかつては広く使われていました。

## 1.7 T<sub>E</sub>X のライセンス

本書付録 DVD-ROM に収めた T<sub>E</sub>X 関連のソフトは、すべてオープンソースのライセンスで配布されており、商用利用も含めて自由に使えます<sup>※12</sup>。詳しくは各ソフトのオンラインドキュメントをご覧ください。ターミナルに「texdoc ソフト名」と打ち込めばオンラインドキュメントが表示されます(27 ページ参照)。

※12 ライセンス的に微妙かもしれないものもあります。詳しくはコラム「オープンソースライセンス」をご覧ください。

オリジナルの TeX は、付加価値を付けたものを有償で販売することも自由です。ただし、TeX との完全な互換性を持たないものは TeX と名乗ってはいけな  
いとされています<sup>※13</sup>。米国での TeX の商標は American Mathematical Society  
(米国数学会) が登録していますが、これは無関係な人に商標登録されることを  
防ぐため、TeX を使う際に「TeX は……の商標です」などと断る必要はありま  
せん。

LaTeX は LPPL (LaTeX Project Public License, <https://www.latex-project.org/lppl/>) に従い、ファイル名さえ変えれば改変したものの再配布も自由です。

pLaTeX 等については、在りし日の(株)アスキーが開発したのですが、日本語  
TeX 開発コミュニティ (<https://texjp.org>) による「コミュニティ版」に移行し  
ています。これらは(修正)BSD ライセンスに従っており、オリジナルの著作権  
表示などを残す限り改変・再配布は自由です。

※13 例えば pTeX は TeX と完全  
に互換ではありませんので、  
TeX とは名乗っていません。

## ◆オープンソースライセンス

## COLUMN

TeX 関係のソフトウェアの多くは、オープンソースのライセンスで配布されています。「オープ  
ンソース」は、ソースコード(ソフトウェアの設計図にあたるもの)へのアクセス、改変、再配布が  
自由にできることを意味します。The Open Source Initiative (<http://opensource.org/>)  
の定める「The Open Source Definition」(オープンソースの定義)によれば、商用利用  
など利用分野についての制限や、特定の人あるいはグループについての制限は認められてい  
ません。TeX のライセンス、LaTeX の LPPL、BSD ライセンス、GNU GPL は、このオープ  
ンソースの定義に合致します。

本書付録 DVD-ROM に収録した TeX Live などのソフトウェアはすべてオープンソースの  
ライセンスで配布されています。ただ、TeX Live に含まれる多数のファイルの中には、微妙  
なものもあります。具体的には、multicol パッケージ(ファイル名 multicol.sty) と、これ  
に基づく adjmulticol パッケージ(ファイル名 adjmulticol.sty) とは、ファイルの先頭に  
“Moral obligation” と題して「商用利用では有用さに応じて寄付を求める(有用でないと思  
えば払わなくてよい)」といった内容が書き込まれています。この文言は、捉え方によっては  
上述のオープンソースの定義とは相容れないものです。

一方、Aladdin Free Public License に従うものは、配布手数料も取ってはならないこと  
になっています。この類のものは「nonfree」と分類され、通常の TeX Live の配布物には含  
まれていません(本書付録 DVD-ROM にも含まれていません)。これらは必要に応じて別途  
ダウンロードすることになります(231 ページ参照)。

## 1.8 T<sub>E</sub>X ディストリビューション

T<sub>E</sub>X は Pascal をベースとした Knuth の WEB<sup>※14</sup> という「文芸的プログラミング」ツールで作成されていますが、UNIX 上では通常は C 言語に変換してからコンパイルしています。これが現在の多くの T<sub>E</sub>X の実装の起源である Web2c の由来です。

この Web2c をベースに Thomas Esser が集大成した teT<sub>E</sub>X という T<sub>E</sub>X ディストリビューション<sup>※15</sup> が広く使われるようになり、日本では土村展之さんがこれに基づく ptetex を配布されていました。

一方、Windows では角藤 亮さんの W32T<sub>E</sub>X というディストリビューションが広く使われるようになります。

その後、T<sub>E</sub>X Live という超巨大な集大成が広く使われるようになり、土村さんもこれに基づく ptexlive を開発されました。これが現在ではすべて T<sub>E</sub>X Live 本体に取り込まれました。本書 DVD-ROM に収録したものは Windows 用も Mac 用もすべて T<sub>E</sub>X Live に基づくものです。

※14 World Wide Web の Web とは無関係です。Knuth の WEB のほうが古いものです。

※15 ディストリビューションとは、配布用にパッケージされたソフトウェア群のことです。

## 1.9 これからの T<sub>E</sub>X

最初の T<sub>E</sub>X が作られたのは 1978 年です。これだけ長い間安定して使われているソフトはほかに例を見ません。T<sub>E</sub>X はコンピュータ組版の歴史における一つの  
フィクストポイント不動点と言えるでしょう。

しかし、既存の T<sub>E</sub>X に満足しては進歩がありません。今日に至るまで、T<sub>E</sub>X 本体 (エンジン) およびマクロに、いろいろな拡張が行われています。エンジンの拡張としては次のようなものがあります。

- $\varepsilon$ -T<sub>E</sub>X (e-T<sub>E</sub>X)<sup>※16</sup> は、T<sub>E</sub>X の種々のレジスタ (変数) の個数を拡張 (256 個 → 32768 個) したほか、右から左に組む機能などを追加したものです。現在では、pT<sub>E</sub>X をはじめ、ほとんどのシステムが  $\varepsilon$ -T<sub>E</sub>X 拡張を含んでいます。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X パッケージにも  $\varepsilon$ -T<sub>E</sub>X 拡張を仮定したものが増えています。
- T<sub>E</sub>X を日本語化した pT<sub>E</sub>X も、北川弘典さんにより  $\varepsilon$ -T<sub>E</sub>X 拡張された ( $\varepsilon$ -pT<sub>E</sub>X (e-pT<sub>E</sub>X))。
- 田中琢爾さんの upT<sub>E</sub>X (upTeX, 読み方はユーピー T<sub>E</sub>X またはユブ T<sub>E</sub>X) は、( $\varepsilon$ -)pT<sub>E</sub>X の内部を Unicode 化したものです。
- Hàn Thế Thành 作の pdfT<sub>E</sub>X (pdfTeX) は T<sub>E</sub>X の出力形式を dvi ではなく PDF にし、 $\varepsilon$ -T<sub>E</sub>X と同様の拡張に加えて、microtypography という

※16 T<sub>E</sub>X 関係の名前の多くは、「T<sub>E</sub>X」のようなロゴと、「TeX」のような普通の文字だけで表した形があります。ここでは、後者を括弧に入れて示しています。

高度な組版アルゴリズムを組み込んだものです。現在ではオリジナルの TeX を置き換えて広く使われています。

- Jonathan Kew 作の  $\overset{\text{スケー}}{\text{XeTeX}}$  (XeTeX) はもともと Mac の OS X 上で動作し、OS X 上の OpenType フォントをそのまま使い、PDF を出力する TeX ですが、Windows や Linux にも移植されています<sup>\*17</sup>。  
入力ファイルは Unicode で、日中韓の文字も自由に使えます。
- $\overset{\text{ルア}}{\text{LuaTeX}}$  は pdfTeX に軽量スクリプト言語 Lua を組み込んだものです。Unicode 対応で、XeTeX とは別な (OS に依存しない) 方法で OpenType フォントに対応しています。pdfTeX の後継として今最も注目されているものです。LuaTeX-ja プロジェクトの成果と組み合わせれば、pTeX に置き換えて使うことができます (ただし実行速度がやや遅いのが難点です)。2005 年から開発が始まり、2016 年 9 月末にバージョン 1.0 が出ました。ただ、開発者たちは LaTeX ではなく後述の ConTeXt を主に使っているので、LuaTeX の仕様が違って LaTeX で問題が生じるといったことが過去に多々ありました。
- Clerk Ma (马起园) さんによる pTeX-ng は、Web2c ベースではなく C 言語で開発された Y&Y TeX から出発して、pTeX、upTeX の機能を取り込んだもので、PDF を直接出力します。まだまだ開発中のものです。

※17 Windowsへの移植は角藤さんによって行われています。

一方、TeX のマクロも、LaTeX<sub>2 $\epsilon$</sub>  ができてもう 20 年経ちます。現在は LaTeX<sub>2 $\epsilon$</sub>  後継の LaTeX<sub>3</sub> の開発が (気長に) 行われているところです。また、LaTeX とまったく異なるマクロパッケージ ConTeXt (作者は Hans Hagen) も特にヨーロッパでユーザー層を広げています。最新の ConTeXt は LuaTeX 上で動きます。

Web 上で LaTeX とほぼ互換の数式組版機能を JavaScript, CSS, Web フォントで実現したものとして、MathJax があります。

Web ベースの帳票印刷システムでも、サーバ側で TeX 経由で PDF を生成し、クライアント側で印刷するという用途で TeX が使われることがあります。

最近では、Markdown という非常に簡単な形式で文書を記述し、必要に応じて LaTeX, HTML などに変換しようという流れがあります。多様な形式間を相互変換する pandoc などのツールも作られています。

高度な組版から PDF 作成まででき、Adobe-Japan1-6 の 2 万字 (さらには IPAmj フォントの 6 万字) を使いこなせるフリーソフトは、今のところ TeX しかありません。ほかのソフトの組版エンジンとしても、いろいろ使いこなせると思います。ぜひ新しい利用法を見つけてください。