

Yolo を用いた画像認識による交差点付近におけるリアルタイム車両状態 推定

安齋 凌介[†] 伊藤昌毅^{††} 大口敬^{††} 岩井将行[†]

[†] 東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻 〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5

^{††} 東京大学生産技術研究所 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

E-mail: [†]{anzy,iwai}@cps.im.dendai.ac.jp, ^{††}{mito,takog}@iis.u-tokyo.ac.jp

あらまし 交通工学はエッジセンサから得られたデータを活用することで、可能性が大きく広がる分野である。速度違反検知、ナンバープレート検知、渋滞検知などは日本のみならず先進国で導入されている。しかしながら、それらのデータを交通の最適化に活用している例はまだ少ない。これは、データの質の低さ、ラベルの欠如、データの利権などが障壁になっていることが考えられる。またそれらのセンサは大規模かつ高額になることが多く、交通量の多い交差点や高速道路に限定して設置されていることが多い。したがって、我々が普段使う道路や交差点ではこれらの導入は遅れていることが現状である。そこで、我々はオープンソースデータと安価なエッジセンサを活用し、交差点付近の車両の状態を推定することができるデバイスを開発した。これにより今まで取ることができなかったその地点の詳細な車両のデータを小規模で安価に取ることが可能となる。

キーワード Yolo, エッジセンサ

A Real-time Estimation of Vehicle Status Near an Intersection Using Image Recognition by Yolo

Ryosuke ANZAI[†], Masaki ITO^{††}, Kei OGUCHI^{††}, and Masayuki Iwai[†]

[†] Department of Information Systems and Multimedia Design, Tokyo Denki University SenjuAsahi-cho 5, Adachi-ku, Tokyo, 120-8851 Japan

^{††} Institute of Industrial Science, the University of Tokyo 4-5-6 Komaba, Meguro-ku, 153-8505 Japan

E-mail: [†]{anzy,iwai}@cps.im.dendai.ac.jp, ^{††}{mito,takog}@iis.u-tokyo.ac.jp

Abstract Traffic engineering is a field where the possibilities expand greatly by utilizing data obtained from edge sensors. Speed violation detection, license plate detection, traffic jam detection, etc. have been introduced not only in Japan but also in other developed countries. However, there are still few examples of the use of such data for traffic optimization. This may be due to the low quality of the data, lack of labels, and data rights. In addition, these sensors are often large and expensive, and are often installed only at busy intersections or highways. To solve this problem, we have developed a system using open source data and inexpensive edge sensors. We have developed a device that can estimate the state of vehicles near an intersection using open source data and inexpensive edge sensors. which makes it possible to obtain detailed vehicle data on a small scale at a low cost.

Key words Yolo, Edge sensors

1. ま え が き

技術研究報告原稿を ieicej.cls を利用して執筆する際に必要なことを解説します。2. で本クラスファイル固有の使い方を、3. で美しい組版を行うためのヒントならびに長い数式を処理する際のヒントを、付録で PDF に書き出す場合の注意を説明

します。

原稿執筆上の注意事項は、「電子情報通信学会技術研究報告原稿の書き方」を参照してください。ここでは、本クラスファイルの使用にかかわる点のみを説明します。

レイアウトに関係するパラメータの変更などは行わないでください。また、文字や段落の位置調節を行うための \vspace、

\smallskip, \medskip, \hspace などのコマンドの使用は必要最少限にとどめ, list 環境のパラメータを変更することも避けてください。

2. クラスファイルの説明

2.1 テンプレートと記述方法

以下のテンプレートに従って記述してください。原稿執筆に際しては、本クラスファイルとともに配布されるテンプレート (template.tex) を利用できます。

```
\documentclass[technicalreport]{ieicej}
\jtitle{和文題目}
\jsubtitle{和文副題}
\etitle{英文題目}
\esubtitle{英文副題}
\authorlist{%
  \authorentry[denji@firstuniv.ac.jp]
    {電子 花子}{Hanako DENSHI}{Tokyo}
  \authorentry[joho@ohsakacorp.co.jp]
    {情報 太郎}{Jiro JOHO}{Osaka}
}
\affiliate[Tokyo]{第一大学工学部\hskip1zw
  〒105--0123 東京都港区山田 1--2--3}
{Faculty of Engineering,
  First University\hskip1em
  1--2--3 Yamada, Minato-ku, Tokyo,
  105--0123 Japan}
\affiliate[Osaka]{大阪株式会社開発部\hskip1zw
  〒565--0456 大阪府吹田市河田 4--5--6}
{R\&D Division, Osaka Corporation\hskip1em
  4--5--6 Kawada, Suita-shi,
  565--0456 Japan}
\begin{document}
\begin{jabstract}
和文あらまし
\end{jabstract}
\begin{jkeyword}
和文キーワード
\end{jkeyword}
\begin{eabstract}
英文アブストラクト
\end{eabstract}
\begin{ekeyword}
英文キーワード
\end{ekeyword}
\maketitle
---- (略) ----
```

- 「技術研究報告」の体裁にするには、ドキュメントクラスオプションとして technicalreport を指定します。

- \jtitle には和文題目を指定します。任意の場所で改行したいときは、\\ で改行できます。

- \etitle は、英文題目を指定します。
- 和文副題および英文副題を指定することができます。それぞれ、\jsubtitle と \esubtitle に記述します。

- 和文発表者名および英文発表者名は、以下のように記述します。発表者名、所属、メールアドレスなどの出力体裁を自動的に整えます。

```
\authorlist{%
  \authorentry[メールアドレス]{和文発表者名}
  {英文発表者名}{所属ラベル}
}
```

- 第 1 引き数は、メールアドレスを指定します。これは省略可能です。

- “_”を含むメールアドレスの場合は

```
\noexpand\noexpand\noexpand\_

```

と記述してください。

発表者が複数の場合で、メールアドレスをお持ちでない方がある場合は、かならず [] を記述した上で、中を空にしてください。メールアドレスは 1 人につき 1 つだけ記述します。1 人につき複数のアドレスには対応していません。

メールアドレスの記述が原因でエラーを生じたり、出力が望み通りの結果にならない場合は、\MailAddress に直接記述してください。

```
\MailAddress{$\dagger$name@xx.yy.zz.jp}
```

- 第 2 引き数は和文発表者名を指定します。姓と名の間に必ず半角のスペースを挿入してください (スペースを挿入し忘れた場合には、ワーニングが出力されます)。

- 第 3 引き数は英文発表者名を指定します。ファミリーネームは大文字で記述します。

- 第 4 引き数は発表者の所属ラベルを指定します。このラベルは、後述する \affiliate の第 1 引き数に対応します。ラベルは大学名、企業名、地名などを表す簡潔なものにしてください。複数の所属がある場合には、カンマ“,”でラベルを区切って記述します。

発表者が一人で所属がない場合は、none と指定します。

発表者が複数で所属のない方がいる場合は、none 以外の適当なラベルを付けたうえで、\affiliate は記述しません。

ラベルの前後やカンマの後ろに余分なスペースを入れないでください。{Tokyo} と {Tokyo_} は所属が違うものと判断します。

- 和文発表者名および英文発表者名を任意の場所で改行する必要がある場合は、それぞれ \alignorder, \breakauthorline コマンドで制御することができます。

```
\alignorder=3
```

と記述すれば、和文発表者名のリストを 1 行に 3 名ずつ並べます。

また、

```
\breakauthorline{3}
```

と記述すれば、英文発表者名の 3 人目の後ろで改行します。カンマで区切って複数の数字を指定することもできます。

- 所属は \affiliate に指定します。

表 1 サイズと行間の変更
Table 1 Settings of size and baselineskip.

<code>\normalsize</code>	9 pt (5.125 mm)
<code>\small</code>	8 pt (4.5 mm)
<code>\footnotesize</code>	7 pt (4 mm)
<code>\scriptsize</code>	6 pt (6 pt)
<code>\tiny</code>	5 pt (5 pt)
<code>\large</code>	10 pt (5.5 mm)
<code>\Large</code>	11 pt (6.75 mm)
<code>\LARGE</code>	12 pt (8.25 mm)
<code>\huge</code>	14 pt (25 pt)
<code>\Huge</code>	17 pt (30 pt)

`\affiliate`[ラベル]

{和文勤務先\hskip1zw 和文連絡先住所}

{英文勤務先\hskip1em 英文連絡先住所}

第 1 引き数に `\authorentry` で指定したラベルを記述します。ラベルの前後に余分なスペースを挿入しないでください。第 2 引き数に和文の所属を、第 3 引き数に英文所属を指定します。勤務先と連絡先住所を `\hskip1zw` などを使うことによって少し間を空けてください。`\authorentry` に記述したラベルの出現順に記述してください。

- 和文の「あらまし」「キーワード」は、`jabstract` 環境、`jkeyword` 環境にそれぞれ記述します。また、英文の「abstract」「key words」は、`eabstract` 環境、`ekeyword` 環境にそれぞれ記述します。

2.2 論文誌の体裁に変更する場合

「論文」、「レター」などの論文誌の体裁に変更する場合は、以下の点に注意してください。

- `\jsubtitle` と `\esubtitle` は記述しても無効になります。

- `\affiliate` の和文連絡先住所を簡略化する必要があります。「和文論文誌投稿のしおり」(<http://www.ieice.or.jp/jpn/ronbun.html>)、またはバックナンバーを参照してください。

- `jabstract` 環境は `abstract` 環境と見なしますが、`eabstract` 環境は、最終ページに一段組で出力されます。

- `jkeyword` 環境は `keyword` 環境と見なしますが、`ekeyword` 環境は、最終ページに一段組で出力されます。

2.3 文字サイズと行間

本文の活字の大きさを、9 pt に設定しています。したがって、`\normalsize`、`\small` などのサイズおよび行間を表 1 に示すように変更しています。

2.4 見出しの字どり

`\section`、`\subsection` などについては、本誌のスタイルにより、その見出しが 4 字以下の際、5 字どりになるように設定しています (2.11 の見出しを参照)。

2.5 ディスプレー数式

数式の頭は左端から 1 字下げのところに、また、数式番号は右端から 1 字入ったところに出力される設定になっています。この設定を前提に数式の折り返しを調整してください。

```
\begin{figure}[tb]
%\capwidth=60mm
%\ecapwidth=60mm
\vspace{45mm}
\caption{図キャプションの例}
\label{fig:1}
\ecaption{An example of caption.}
\end{figure}
```

図 1 図キャプションの例

Fig. 1 An example of caption.

`\documentclass` のオプションとして `fleqn` を指定する必要はありません。

技術研究報告原稿は二段組みで一段の左右幅がせまいため、数式と数式番号が重なったり、数式がはみ出したりすることが頻繁に生じるとされます。`Overfull \hbox` のメッセージには特に気をつけてください。

数式記述の際のヒントについては、3.2 および 3.3 が参考になるかもしれません。

2.6 図表とキャプション

図表を置く位置、キャプションの記述、図の取り込み、表の記述などについて説明します。

2.6.1 図表を置く位置

`float` 環境は、それが初めて引用される段落の直後または直前あたりに挿入することが基本ですが、二段組みの場合は、それが初めて引用されるページより前に置くことが必要になることがあります。図表の出力位置は、図表の参照と同じページか、無理な場合は次のページに置くことが基本ですから、二段組みの図表の場合は、`float` 環境を記述する位置の試行錯誤が必要となることがあります。

図表の出力位置を指定するオプションとして、`[h]` の使用は避け、`[tb]`、`[tbp]` などを指定して、ページの天か地に置くことを基本にしてください。

2.6.2 キャプションとラベル

図表のキャプションは、和文と欧文で指定する必要があるため、`\ecaption` というマクロを用意しました。使い方は `\caption` と同じです。図 1 のように記述してください。

- キャプションの幅は、一段の場合には一段の幅に、二段ぬきの場合はテキストの幅の 3 分 2 に設定しています。

- キャプションを任意の場所で改行したい場合は、`\\` を使って改行することができます。標準の $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ でこういう使い方をすると、エラーになるので注意してください。

- また、`\capwidth` および `\ecapwidth` に長さを指定すれば、その幅で折り返すことができます。

`\capwidth=60mm`

これは `\caption` コマンドの前に指定します。

- `\label` を記述する場合は、必ず `\caption` の直後に置きます。上におくと `\ref` で正しい番号を参照できません。

2.6.3 図の取り込み

図の取り込みに関しては、「技術研究報告」では、「発表者が

作成した原稿をそのままオフセット印刷します」ので、図はどのような形式のものでも構いません。ここでは PDF 形式の図を読み込む場合の説明を簡単にします。

例えば、パッケージとして

```
\usepackage[dvipdfmx]{graphicx}
を指定し、
\begin{figure}[tb]
\begin{center}
\includegraphics{file.pdf}
\end{center}
\caption{}
\ecaption{}
\end{figure}
のような使い方をします。
```

詳しくは TeX Wiki [23] を参照されることを勧めます。また文献では [9], [11], [13], [14], [16] ~ [18] などがあります。

2.6.4 表の記述

表は \small (8pt) で組まれるように設定しています。

例えば、以下のように記述します。

```
\begin{table}[tb]
\caption{和文キャプション}
\label{table:1}
\ecaption{英文キャプション}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|c|c|}
\Hline %%
A & B & C \\
\hline
x & y & z \\
\Hline %%
\end{tabular}
\end{center}
\end{table}
```

\caption は tabular 環境の上に記述します。本誌では、表の罫の一番上と一番下を太くします。このため \Hline というマクロを使用してください。これは

```
\def\Hline{\noalign{\hrule height 0.4mm}}
と定義してあります (表 1, 2 参照)。
```

2.7 文献リストと文献番号の参照

BibTeX を利用しない場合は、文献リストの記述——著者名とイニシャル、表題・書名、雑誌名・発行所および雑誌名の略語、巻、号、ページ、発行年などの体裁——は「原稿の書き方」に従ってください。

BibTeX を使って、文献用データベースファイルから文献リストを作成する場合は、文献用スタイルとして tieice.bst が利用できます。標準でインストールされているようです。得られた文献リストを必要に応じて修正してください。BibTeX の使い方は、文献 [14], [16], [17] などを参考にしてください。

文献引用のコマンドは、cite.sty および citesort.sty に手

を加えたものを使用しています。例えば、\cite{latex,FGol,PEn,Fujita5,tex} と記述すれば、“[16],[19],[20],[21],[1]” となるところを、“[1],[16],[19]~[21]” のように、番号順に並べ替え、かつ番号が続く場合は“~” でつなぎます。

2.8 定理、定義などの環境

定理、定義、命題などの定理型環境を記述するには \newtheorem (文献 [14],[16] 参照) が利用できますが、下の出力例のように、本誌のスタイルにあわせて、 $\mathrm{L}^{\mathrm{A}}\mathrm{T}_{\mathrm{E}}\mathrm{X} 2_{\epsilon}$ の標準と異なり、環境の上下の空きやインデントを変更し、見出しはゴシックとならず、本文の欧文もイタリックになりません。

例えば、

```
\newtheorem{teiri}{定理}
%\thmbracket{ ( ) }
\begin{teiri}
これは ‘定理’ の例です。
このような出力になります。
text in Roman typeface.
\end{teiri}
```

とすれば、

[定理 1] これは“定理”の例です。このような出力になります。text in Roman typeface.

と出力されます。

また、(ステップ 1) のように、前後の括弧を変えたいときは、\thmbracket{ () } のように \thmbracket の 2 つの引き数に前後の括弧をそれぞれ記述します。

2.9 脚注と脚注マーク

脚注マークは ‘(注 1)’ という形で出力されます。

2.10 verbatim 環境

verbatim 環境のレフトマージン、行間、サイズを変更することができます [17]。デフォルトは

```
\verbatimleftmargin=0pt
% レフトマージンは 0pt
\def\verbatimsize{\normalsize}
% 本文と同じサイズ
\verbatimbaselineskip=\baselineskip
% 本文と同じ行間
```

ですが、それぞれパラメータやサイズ指定を変更することができます。

```
\verbatimleftmargin=2zw
% --> レフトマージンを 2 字下げに
\def\verbatimsize{\small}
% --> 文字の大きさを \small に
\verbatimbaselineskip=3mm
% --> 行間を 3mm に
```

2.11 その他

2.11.1 ieicej.cls で定義しているマクロ

(1) 「証明終」を意味する記号 “□” を出力するマクロとして \QED を定義してあります [1]。 \hfill \$\Box\$ では、この記号の直前の文字が行末に来る場合、記号が行頭に来てしまいますので、\QED を使ってください。“□” を出力するには、パッ

表 2 その他のマクロ
Table 2 Miscellaneous macros.

<code>\RN{2}</code>	II
<code>\RN{117}</code>	CXVII
<code>\FRAC{\$\pi\$}{2}</code>	$\pi/2$
<code>\FRAC{1}{4}</code>	$1/4$
<code>\MARU{1}</code>	①
<code>\MARU{a}</code>	Ⓐ
<code>\kintou{4zw}{記号例}</code>	記号例
<code>\ruby{砒}{ひ}\ruby{素}{そ}</code>	砒素

ページとして

`\usepackage{latexsym}`
が必要です。

(2) `\onelineskip`, `\halflineskip` という行間スペースを定義しています。その名のとおり、1 行空け、半行空けに使ってください。和文の組版の場合は、こうした単位の空け方が好まれます。

(3) 2 倍ダッシュの“——”は、`\ddash` というマクロを使ってください (3.1 参照)。— を 2 つ重ねると、その間に若干のスペースが入ることがあり見苦しいからです。

(4) このクラスファイルではこのほかにあらかじめ、`\RN`, `\FRAC`, `\MARU`, `\kintou`, `\ruby` というマクロ [1], [17] を定義しています (表 2)。

2.11.2 \mathcal{AMS} - \mathcal{LATEX} について

数式のより高度な記述のために、 \mathcal{AMS} - \mathcal{LATEX} のパッケージ (文献 [11], [14] 参照) を使う場合には、パッケージとして `\usepackage[fleqn]{amsmath}` が必要です。この場合、オプションとして `[fleqn]` を必ず指定してください。

`amsmath` パッケージは、多くのファイルを読み込みますが、ボールドイタリックだけを使いたい場合は、`\usepackage{amsbsy}` で済みます。

また、記号類だけを使いたい場合は、`\usepackage{amssymb}` で済みます。

なお、 $\mathcal{LATEX}_{2_{\epsilon}}$ では `\mbox{\boldmath x}` に代えて、`\boldsymbol{x}` を使うことを勧めます。これならば、数式の上付き・下付きで使うと文字が小さくなります。

3. タイピングの注意事項

3.1 美しい組版のために

(1) 和文の句読点は、“,” “.” (全角記号) を使用してください。和文中では、欧文用のピリオドとカンマ、“,” “.” “(” “)” (半角) は使わないでください。

(2) 括弧類は、和文中で欧文を括弧でくくる場合は全角の括弧を使用してください。欧文中ではすべて半角ものを使用してください。

例：スタイル (Style) ファイル / some (Style) files

上の例のように括弧のベースラインが異なります。

(3) ハイフン (—), 二分ダッシュ (—), 全角ダッシュ (—), 二倍ダッシュ (`\ddash`) の区別をしてください。

ハイフンは `well-known` など一般的な欧単語の連結に、二分ダッシュは pp.298–301 のように範囲を示すときに、全角ダッシュは欧文用連結の `em-dash` (—) として、二倍ダッシュは和文用連結として使用してください。

(4) アラインメント以外の場所で、空行を広くとるため、`\` による強制改行を乱用するのはよくありません。

空行の直前に `\` を入れたり、`\` を 2 つ重ねれば、確かに縦方向のスペースが広がりますが、`Underfull \hbox` のメッセージがたくさん出力されて、重要なメッセージを見落としがちになります [2]。

(5) (`\word`) のように“()”内や“()”内の単語の前後にスペースを入れないでください。

(6) プログラムリストなど、インデントが重要なものは、`\hspace*{??mm}` の使用や `\` などによる強制改行) で整形するのではなく、`list` 環境や `tabbing` 環境などを使って赤字が入っても修正がしやすいように記述してください。

3.2 数式の記述

(1) 数式モードの中でのハイフン、二分ダッシュ、マイナスの区別をしてください。

例えば、

`$A^{\mathrm{b}}\mathrm{mbox{\scriptsize -}}`

`\mathrm{c}}$`

$A^{b-c} \Rightarrow$ ハイフン

`$A^{\mathrm{b}}\mathrm{mbox{\scriptsize --}}`

`\mathrm{c}}$`

$A^{b-c} \Rightarrow$ 二分ダッシュ

`A^{b-c}`

$A^{b-c} \Rightarrow$ マイナス

となります。それぞれの違いを確認してください。

(2) 数式の中で、`<`, `>` を括弧のように使用することがよくみられますが、数式中ではこの記号は不等号記号として扱われ、その前後にスペースが入ります。このような形の記号を括弧として使いたいときは、`\langle (<)`, `\rangle (>)` を使うようにしてください。

(3) 複数行の数式でアラインメントをするときに数式が + または - で始まる場合、+ や - は単項演算子とみなされます (つまり、「 $+x$ 」と「 $x+y$ 」の + の前後のスペースは変わります)。したがって、複数行の数式で + や - が先頭にくる場合は、それらが 2 項演算子であることを示す必要があります [16]。

`\begin{eqnarray}`

`y &=& a + b + c + \dots + e \\`

`& & \mathrm{mbox{}} + f + \dots`

`\end{eqnarray}`

(4) \mathcal{T}_{ϵ} は、段落中の数式の中 (`\dots`) では改行をうまくやってくれないことがあるので、その場合には `\allowbreak` を使用することを勧めます [12]。

3.3 長い数式の処理

数式と数式番号が重なったり数式がはみ出したりする場合の対処策を、いくつか挙げます。

例 1 `\!` で縮める。

$$y = a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + k + l + m \quad (1)$$

のように数式と数式番号が重なるか、かなり接近する場合は、まず、2 項演算記号や関係記号の前後を、`\!` ではさんで縮める方法があります。

```
\begin{equation}
y\!=\!a\!+\!b\!\!+\!c\!\!+\! \dots \!\!+\!m
\end{equation}
y=a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m \quad (2)
```

例 2 `eqnarray` 環境を使う。

上のようにして縮めても、なお重なったりはみ出してしまう場合は、`eqnarray` 環境を使って

```
\begin{eqnarray}
y &=& a+b+c+d+e+f+g+h\!\nonumber\!
&& \mbox{}+i+j+k+l+m
\end{eqnarray}
と記述すれば、
y = a + b + c + d + e + f + g + h
+ i + j + k + l + m \quad (3)
```

となります。

例 3 `\mathindent` を変更する。

数式を途中で切りたくない場合は

```
\mathindent=0zw % <-- <1>
\begin{equation}
y=a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m
\end{equation}
\mathindent=1zw % <-- <2> デフォルト
と記述すれば (<1>),
```

$$y = a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + k + l + m \quad (4)$$

となって、数式の頭が左端にきます。この場合、その数式のあとで `\mathindent` を元に戻すことを忘れないでください (<2>)。

例 4 `\lefteqn` を使う。

$$\iint_S \left(\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y} \right) dx dy = \oint_C \left(U \frac{dx}{ds} + V \frac{dy}{ds} \right) ds \quad (5)$$

上のように、`=` まだが長くて、数式がはみ出したり、数式と数式番号がくっつく場合には、`\lefteqn` を使って

```
\begin{eqnarray}
\lefteqn{
\int\!\!\!\!\!\int_S
\left(\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y}\right) dx dy = \oint_C \left( U \frac{dx}{ds} + V \frac{dy}{ds} \right) ds
}
```

```
-\frac{\partial U}{\partial y}\right)
dx dy
}\quad\!
&& \oint_C \left( U \frac{dx}{ds}
+ V \frac{dy}{ds} \right) ds
```

`\end{eqnarray}`

と記述すれば、

$$\iint_S \left(\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y} \right) dx dy = \oint_C \left(U \frac{dx}{ds} + V \frac{dy}{ds} \right) ds \quad (6)$$

のような形にできます。

例 5 `\arraycolsep` を変える。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (7)$$

上の行列は `array` 環境を使って記述しましたが、`array` 環境を使っていて数式がはみ出す場合は、数式全体のフォントサイズを変える前に、

```
\begin{equation}
\arraycolsep=3pt % <-- <1>
A = \left(
\begin{array}
{@{\hspace{2pt}}cccc@{\hspace{2pt}}}% <-- <2>
a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn}
\end{array}
\right)
\end{equation}
```

<1> のように、`\arraycolsep` の値 (デフォルトは 5pt) を小さくしてみるか、<2> のように `@` 表現を使うことができます。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (8)$$

式 (7) と式 (8) を比べてください。

行列を記述する場合に使用する `pmatrix`、`bmatrix` 環境は `array` 環境と同じように、`\arraycolsep` の値を変更します。

```
\begin{equation}
%% デフォルトは 5pt
\arraycolsep3pt
A = \begin{pmatrix}
a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n}
\end{pmatrix}
```

```
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} \\
\end{pmatrix}
\end{equation}
```

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (9)$$

以上挙げたような処理でもなお数式がはみ出す場合は、あまり勧められませんが、以下のような方法があります。

- `small`, `footnotesize` で数式全体を囲む。
- 分数が横に長い場合は、分子・分母を `array` 環境で 2 階建てにする。
- `\scalebox` を使って、数式の一部もしくは全体をスケールリングする。
- 二段抜きの `table*` もしくは `figure*` 環境に入れる。この場合、数式番号に注意する必要があります。

文 献

- [1] D.E. クヌース, 改訂新版 \TeX ブック, アスキー出版局, 東京, 1992.
- [2] 磯崎秀樹, \LaTeX 自由自在, サイエンス社, 東京, 1992.
- [3] S. von Bechtolsheim, \TeX in Practice, Springer-Verlag, New York, 1993.
- [4] 藤田眞作, 化学者・生化学者のための \LaTeX —パソコンによる論文作成の手引, 東京化学同人, 東京, 1993.
- [5] 阿瀬はる美, てくてく \TeX , アスキー出版局, 東京, 1994.
- [6] N. Walsh, Making \TeX Work, O'Reilly & Associates, Sebastopol, 1994.
- [7] D. Salomon, The Advanced \TeX book, Springer-Verlag, New York, 1995.
- [8] 藤田眞作, \LaTeX マクロの八衢, アジソン・ウェスレイ・パブリッシャー・ジャパン, 東京, 1995.
- [9] 中野賢, 日本語 \LaTeX 2 ϵ ブック, アスキー出版局, 東京, 1996.
- [10] 藤田眞作, \LaTeX 2 ϵ 階梯, アジソン・ウェスレイ・パブリッシャー・ジャパン, 東京, 1996.
- [11] 乙部巖己, 江口庄英, \LaTeX 2 ϵ for Windows Another Manual, ソフトバンク パブリッシング, 東京, 1996–1997.
- [12] ポール W. エイブラハム, 明快 \TeX , アジソン・ウェスレイ・パブリッシャー・ジャパン, 東京, 1997.
- [13] 江口庄英, Ghostscript Another Manual, ソフトバンク パブリッシング, 東京, 1997.
- [14] マイケル・ゲーセンズ, フランク・ミッテルバッハ, アレキサンダー・サマリ, \LaTeX コンパニオン, アスキー出版局, 東京, 1998.
- [15] ビクター・エイコー, \TeX by Topic— \TeX をよく深く知るための 39 章, アスキー出版局, 東京, 1999.
- [16] レスリー・ランポート, 文書処理システム \LaTeX 2 ϵ , ピアソンエデュケーション, 東京, 1999.
- [17] 奥村晴彦, [改訂版] \LaTeX 2 ϵ 美文書作成入門, 技術評論社, 東京, 2000.
- [18] マイケル・ゲーセンズ, セバスチャン・ラッツ, フランク・ミッテルバッハ, \LaTeX グラフィックスコンパニオン, アスキー出版局, 東京, 2000.
- [19] マイケル・ゲーセンズ, セバスチャン・ラッツ, \LaTeX Web コンパニオン— \TeX と HTML/XML の統合, アスキー出版局, 東京, 2001.
- [20] ページ・エンタープライゼス(株), \LaTeX 2 ϵ マクロ & クラスプログラミング基礎解説, 技術評論社, 東京, 2002.
- [21] 藤田眞作, \LaTeX 2 ϵ コマンドブック, ソフトバンク パブリッ

ング, 東京, 2003.

- [22] 吉永徹美, \LaTeX 2 ϵ マクロ & クラスプログラミング実践解説, 技術評論社, 東京, 2003.
- [23] <https://oku.edu.mie-u.ac.jp/~okumura/texwiki/>

付 録

1. PDF の作成方法と A4 用紙への出力

- PDF に書き出すには二通りの方法があります。

(1) `dvipdfmx` を使って PDF に変換する。

```
dvipdfmx -p a4 -x lin -y lin -o file.pdf file.dvi
```

オプションの `-p a4 -x lin -y lin` は省略できます。

(2) まず, `dvips` を使用して, `ps` に書き出します(以下では段幅の関係で折り返します)。

```
dvips -Pprinter -t a4 -O 0in,0in
-o file.ps file.dvi
```

`printer` には、使用するプリンタ名を記述します。オプションの `-t a4 -O 0in,0in` は省略できます。

次に Acrobat Distiller で PDF に変換します。

- `dvips` を使用して A4 用紙に出力する場合のパラメータはおおよそ以下のような設定になります。

```
dvips -Pprinter -t a4 -O 0in,0in file.dvi
```

`printer` には使用するプリンタ名を記述します。オプションの `-t a4 -O 0in,0in` は省略できます。

2. 削除したコマンド

本誌の体裁に必要なないコマンドは削除しています。削除したコマンドは、`\part`, `\theindex`, `\tableofcontents`, `\titlepage`, ページスタイルを変更するオプション(`headings`, `myheadings`) などです。