

pL^AT_EX を使おう！

岡山県立和気閑谷高等学校 大石 勝

T_EX は、数式の組版などに卓越した組版プログラムです。A^MS-L^AT_EX では、その機能が一段と強化されており、複雑な数式の記述も容易となっています。T_EX は、出版業界でも用いられる優れた組版プログラムです。T_EX のソースファイルはテキストファイルのため OS に依存しない汎用性がありますが、dvi_{pdfm} の日本語対応により Adobe Acrobat によらないで PDF ファイルへの変換ができるなどその有用性はますます高まっています。

本稿の前半では、T_EX を知らない読者にも配慮し、T_EX に関する基礎的事項といくつかの出力例を紹介し、また、後半では、マクロの応用例として、大学入試センター試験などに見られるマーク問題の作成に役立つ拙作 kanabox.sty を用いた教材作りを紹介します。

なお本稿は、私の web page で公開している『Windows ユーザーのための pL^AT_EX ガイド』などをもとに加筆修正したものであり、Windows 上における pT_EX 系を中心とした記述となっている点があることをお断りしておきます。また、当然ながら本稿も pL^AT_EX で組版されており、本稿自身が出力例となっていることも申し添えておきます。

1 はじめに

1.1 pL^AT_EX とは

T_EX^{テフ} は、Donald E. Knuth 氏によって開発された数式の組版に卓越した組版プログラムです。これに Leslie Lamport 氏によるマクロを追加したものが L^AT_EX^{ラテフ} です。さらに、AMS (アメリカ数学会) による amsmath パッケージを読み込めば、A^MS-L^AT_EX として動作します。

T_EX および L^AT_EX の日本語化は、株式会社アスキーと NTT によってなされました。アスキーによるものは pT_EX, pL^AT_EX, NTT によるものは NTT jT_EX, NTT jL^AT_EX とよばれています。アスキー版に冠せられた p は publishing を意味し、本格的な商業出版に堪えられるよう開発されたもので、縦書きにも対応しています。

以後、本書では、これらを総称して T_EX とよぶことにします。

1.2 T_EX の特徴

T_EX の特徴として、

- 無料である
- 数式がきれいである
- OS に依存しない汎用性がある
- 商業出版に堪えうる出力が可能である

などを挙げることができます。箇条書きや節見出しなどでの連番振り、相互参照、目次の自動生成など豊富な機能があります。また、マクロ (パッケージファイル) を用いることで、図形やグラフ、漢文の返り点、電気回路、分子構造式などを書くことができます。

さらに、dvi_{pdfm} (日本語対応版) を用いることにより、Adobe Acrobat などを用いずに PDF ファイルを作成することが可能となっています。プレゼンテーション用のクラスファイルやパッケージファイルと併用すれば、PowerPoint を凌ぐすばらしい PDF を作成できます。

1.3 T_EX を用いた処理過程

T_EX による文書作成は，ワープロソフトのような WYSIWYG^{*1}なものではなく，いくつかのプログラムを併せて使うこととなります。原稿の入力から出力までの過程は，次のようになります。

1. 入力

エディターにより，数式出力や文字修飾などのための ¥ で始まる様々なコマンドを書き込み^{*2}，拡張子 tex のテキストファイルとして保存します。これをソースファイルといいます。

2. タイプセット

これが，T_EX の仕事です。入力されたコマンドをもとに組版を行います。これをコンパイルするとか，T_EX にかけるなどといいます。コンパイルの途中でエラーが出た場合は，ソースファイルを修正します。コンパイルに成功したら，拡張子 dvi のファイルができ上がります。

3. プレビュー

できあがった DVI ファイルの印刷イメージをプレビューアにより確認します。必要に応じて，ソースファイルを修正します。

4. 出力

プリンタードライバーにより，プリンターから印刷を行います。必要があれば，DVI ファイルを PostScript ファイルや PDF ファイルなどに変換してから出力します。

では，具体的な例を見ていきましょう。

まずエディターを起動し，次のような原稿を入力し，test.tex というファイル名で保存します。

```
¥documentclass[b5j]{jarticle}
¥usepackage{enumerate}
¥begin{document}
¥begin{center}
Hello! p¥LaTeXe
¥end{center}
¥begin{enumerate}
¥item $¥displaystyle¥lim_{n¥to¥infty}¥frac{1}{n}¥sum_{k=1}^n
¥left(¥frac{k}{n}¥right)=¥int_0^1f(x)¥,dx$
が成り立つことを示せ。
¥item 行列 $A=¥left(¥begin{array}{cc}a&b¥¥
c&d¥end{array}¥right)$ とするとき，
Cayley-Hamilton の定理を用いて，次のことを示せ。
¥begin{enumerate}[(1)]
¥item $ad-bc=0$ のとき，$A^{-1}$ は存在しない。
¥item $ad-bc¥ne0$ のとき，$¥displaystyle A^{-1}=
¥frac{1}{ad-bc}¥left(¥begin{array}{cc}d&-b¥¥
-c&a¥end{array}¥right)$
¥end{enumerate}
¥end{enumerate}
¥end{document}
```

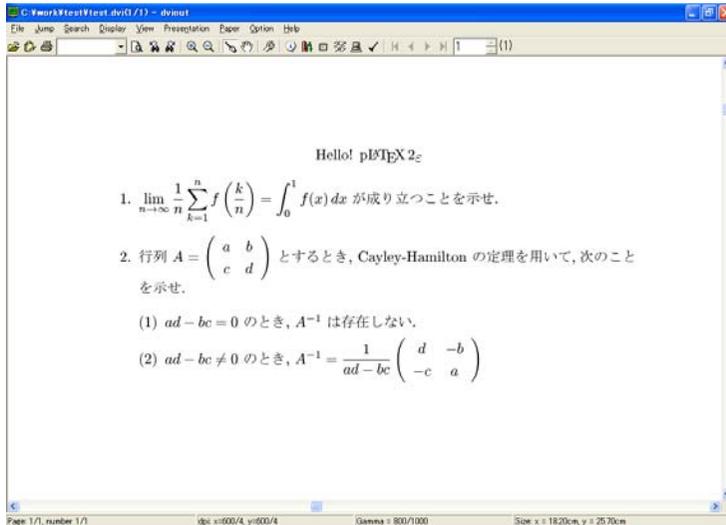
^{*1} WYSIWYG とは “What you see is what you get.” の略で，見たままのものが得られるという意味。

^{*2} T_EX は web page などに用いられている HTML 言語と同じく Mark up 方式です。

次に、コマンドプロンプトを起動させ、先の test.tex を保存した場所（ここでは、C:¥work）にカレントフォルダを移します。そして、

```
C:¥work>latex test.tex
```

とし、test.tex を latex.exe で処理します。拡張子 tex は省略することができます。エラーが出た場合、ソースファイルを修正し、再びコンパイルします。コンパイルに成功したら、エクスプローラ上から test.dvi をダブルクリックして dviout（後述）を起動します。次のような画面表示が得られるはずです。



さらに必要があれば、PS や PDF に変換できます。例えば、dvipdfm を用いて、PDF に変換するには、コマンドプロンプトで

```
C:¥work>dvipdfm test.dvi
```

とします。dvips(k) で一旦 PS に変換した後、Distiller(Adobe Acrobat) や ps2pdf でさらに PDF に変換することもできますし、欧文なら pdfL^AT_EX を用いて L^AT_EX ソースファイルから一気に PDF を作成することもできます。

1.4 入手先とインストール

T_EX は、様々な distribution が存在しますが、近畿大学^{かくとうあきら}の角藤 亮氏により Windows に移植された W32T_EX を奨めます。この W32T_EX は、t_EX をベースに pT_EX などを追加したもので、WindowsXP のコマンドプロンプトなどで動作します。最新版は、以下から入手できます。

<http://www.fsci.fuk.kindai.ac.jp/~kakuto/win32-ptex/web2c75.html>

プレビューアは、東京大学の大島利雄氏による dviout for Windows が有名です。dviout は、独自のプリンタードライバーを内蔵したプレビューアです。プレゼンテーションモードも備わっています。最新テスト版 Ver.3.15.1 を以下から入手するとよいでしょう。

<ftp://akagi.ms.u-tokyo.ac.jp/pub/TeX/dviout/test/>

エディターについては、メモ帳 (notepad.exe) などではなく、高機能なものを奨めます。Word などのワープロソフトでも代用が可能ですが、動作が軽快で、またマクロなどの整備されたエディターがよいでしょう。TeX のための専用エディターや統合ソフト (エディターにコンパイラーやプレビューアを行う機能を追加したもの) も選択肢の一つです。

各種プログラムのインストール方法については以下を参考にしてください。

<http://forum.nifty.com/fdtp/install/index.htm>

2 p_LTEX の基本ルール

2.1 入力可能な文字

欧文 L_ATEX で入力できる文字は、半角英数、半角記号、半角スペース、タブ、改行文字です。p_LTEX では、これに加えて全角文字が使用できますが、半角カタカナや丸数字などの機種依存文字は使えません。これらの入力可能な文字のうち、

\$ % & ~ _ ^ ¥ { }

などには特別な意味が割り当てられており、特殊文字とよばれています。例えば、\$ は数式モードへの移行を意味します。\$ を出力するには、¥\$ とします。

また、いくつかの基本的ルールを列挙すると、次のようになります。

- 半角スペース、タブ、空行はいくつ続けても 1 つとみなされる
- 行頭、行末の半角スペース (またはタブ) は無視される
- 改行はその直前が全角ならば無視、直前が半角ならば半角スペースと同じ
- % 以降は改行までが出力に影響しないコメントとなる
- 空行は段落の終わりを表す

特に、ワープロと異なる点は、改行が半角スペースになる (あるいは無視される) ことから、エディター上の改行は出力での改行とは無関係である点です。むしろ TeX では、長々と入力するよりも適当なところで改行する方が、TeX のメモリにとって好ましいのです。

2.2 コマンドと環境

数式モードを表す \$ など 1 文字の記号からなるいくつかのコマンドを除き、多くのコマンドは半角の ¥ で始まります。コマンドには、^{ひきすう}引数をとるものがあります。通常、省略できない必須の引数はブレース { } で囲み、省略可能なオプション引数はブラケット [] で囲みます。例えば、後述の ¥documentclass コマンドを例に取れば、

```
¥documentclass[b5j]{jarticle}
```

といった感じです。

¥begin コマンドと ¥end コマンドを対で用いるものは環境とよばれます。これらは同じ引数を取ります。例えば、

```
¥begin{document}
...
¥end{document}
```

は、document 環境とよばれるもので、ソースファイルにおいて必須の環境です。

¥Large など、テキストもスペースも生成しない文章の整形に関わるコマンドは、宣言とよばれます。一般的に、宣言はそれ以降に対して有効ですが、ブレースによってグルーピングされた範囲または環境内で宣言されている場合、その終わりまでが有効範囲です。

部分的に{¥Large 大きく}できます。 部分的に**大きく** できます。

2.3 基本書式

(p)L^AT_EX の基本的な書式は、次のようになります。

```
¥documentclass[クラスオプション]{クラスファイル}
<プリアンプル>
¥begin{document}
<本文>
¥end{document}
```

通常、T_EX のソースファイルは ¥documentclass で始まり、この引数には、拡張子が cls のクラスファイルを指定します。このファイルには、クラスオプションやページスタイル、環境などが定義されています。このコマンドには、ポイント数、用紙サイズ、用紙の向きなどのクラスオプションをオプション引数として指定することができます。クラスオプションを複数指定する場合、

```
¥documentclass[b5paper,11pt]{jarticle}
```

のように コンマで区切ります。指定する順番は関係ありません。

document 環境には、コマンドを含む実際の文章を書きます。¥end{document} より後ろは、何を記述しても無視されます。¥begin{document} より前は、プリアンプルとよばれ、パッケージの読み込みやページスタイルの設定などを記述します。

プリアンプルに記述するパッケージの読み込みは

```
¥usepackage[options]{pkgs}
```

という書式で、引数 pkgs には拡張子 sty のパッケージファイルを、またオプション引数 options にはパッケージオプションをそれぞれ指定します。¥documentclass コマンドと同様に複数のオプションを指定する場合は、コンマで区切ります。¥documentclass で指定したオプションは、グローバルオプションとして（読み込むパッケージに定義されていれば）パッケージに受け継がれます。複数のパッケージを読み込む場合は、コンマで区切って指定できます。また、複数のパッケージに共通なオプションは、

```
¥usepackage[dvips]{color,graphicx}
```

のようにまとめることができます。

3 いくつかの出力例

ここでは、 $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ - $\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ による数式と `tpic specials` によるグラフを出力例として示します。この他の興味深い出力例としては、多言語組版を可能とする `babel` パッケージ、初等数学プリント作成マクロである `emath` パッケージ、`EPS` を取り込むことができる `graphics` パッケージ (`graphicx.sty`)、`EPS` 内の文字列を置き換える `PSfrag` パッケージ、PostScript 言語を直接 $\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ ソースファイルに書き込める `PSTricks` パッケージ、日本語 `METAPOST` の利用などがありますが、詳細に述べるだけの紙面がありません。これらの語句を web 上で検索してみてください。きっとすばらしい出力例に出会えるでしょう。

3.1 $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ - $\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ を用いた数式の例

以下は、 $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ - $\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ の `align` 環境などと `ascmac.sty` の `itembox` 環境の例です。前者は = の位置で縦方向に揃える数式環境であり、後者はタイトル付きの枠で囲む環境です。

定積分の公式

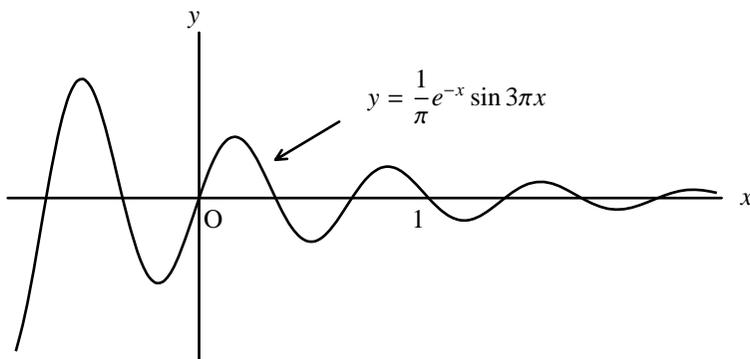
$$\int_{\alpha}^{\beta} (x - \alpha)(x - \beta) dx = -\frac{1}{6}(\beta - \alpha)^3$$

(証明)

$$\begin{aligned} \int_{\alpha}^{\beta} (x - \alpha)(x - \beta) dx &= \int_{\alpha}^{\beta} (x - \alpha)\{(x - \alpha) - (\beta - \alpha)\} dx \\ &= \int_{\alpha}^{\beta} \{(x - \alpha)^2 - (\beta - \alpha)(x - \alpha)\} dx \\ &= \left[\frac{1}{3}(x - \alpha)^3 - \frac{1}{2}(\beta - \alpha)(x - \alpha)^2 \right]_{\alpha}^{\beta} \\ &= \frac{1}{3}(\beta - \alpha)^3 - \frac{1}{2}(\beta - \alpha)^3 = -\frac{1}{6}(\beta - \alpha)^3 \end{aligned} \quad (\text{証明終})$$

3.2 `tpic specials` を用いたグラフの例

以下は、`tpic specials` を用いたグラフの例です。`Tpic special` とは $\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ の `¥special` コマンドに対応した図形用言語です。`¥special` コマンドは、`WinTpic` で生成できます。



4 kanabox.sty を用いた教材の例

4.1 kanabox.sty とは

私の web page で公開している kanabox.sty は、大学入試センター試験などに見られる ア , イウ などといった出力を可能にするパッケージファイルです。同種のマクロは、大熊一弘氏による hako.sty など既にいくつか存在していますが、本マクロ kanabox.sty には、

- 桁数自動計算
- 解答欄の自動生成
- 添削課題プリント、問題集などに対応した出力形式
- 多様な解答出力形式

などの特徴があります。

4.2 枠生成コマンド

枠を生成するコマンドは、`¥kanabox` です。このコマンドは 1 つの引数を取り、引数には解答を指定します。以下の例のように桁数は自動で計算され、枠内にはカナが出力されます。

`¥kanabox{123}` アイウ

桁数を直接指定することもできますが、この場合は当然ながら解答の出力はできません。

`¥kanabox[2]` エオ

また、`¥kanabox*` コマンドを用いると、枠内に解答を出力することができます。この他に、文系教科でも利用できるように桁数が常に 1 となる `¥kanabox` コマンドも用意してあります。

根号を出力するコマンド `¥sqrt` は、オプション引数によって累乗根の指定ができますが、そのオプションを指定した場合にカナが飛んでしまうため、以前の kanabox.sty では `¥Sqrt[3]{¥kanabox{...}}` のように独自のコマンド `¥Sqrt` を用いる必要がありました。

`¥kanabox{1}¥pm¥sqrt[3]{¥kanabox{12}}` カ ± $\sqrt[3]{\text{ケコ}}$

`¥kanabox{1}¥pm¥Sqrt[3]{¥kanabox{12}}` カ ± $\sqrt[3]{\text{キク}}$

今回の寄稿に際し、`txfonts.sty` や `pxfonts.sty`^{*3} と併用してみたところ、オプション引数をとらない `¥sqrt` でもカナが飛んでしまうことが判明しました。これらは、`¥sqrt` コマンドの定義の中で `¥kanabox` が繰り返し実行されて、カナ出力に用いているカウンターが増えてしまうためです。今回、この現象に対応するため、新たに `¥sqrt` コマンドを定義しなおしています。新しい kanabox.sty を Ver.1.05 として新たに公開いたしました。

したがって今までの `¥Sqrt` は、互換性のために残してありますが、もはや不要となりました。なお、`¥sqrt` コマンドの再定義は、`¥AtBeginDocument` コマンドを併用することにより、

^{*3} このパッケージは、使用フォントを Times Roman などに変更するもので、いくつかの数学フォントの追加に加え、コマンドの再定義が行われています。

`\begin{document}` の段階で（つまり、各種パッケージの読み込まれた後で）読み込まれるように工夫していますので、kanabox パッケージの読み込む順を気にする必要はありません。

4.3 解答出力とパッケージオプション

kanabox パッケージでは、多くの形式での解答出力が可能です。解答は、`\PrintAnswerX` コマンド ($X = A, B, C, \dots$) で出力します。

`\kanabox{1}` , `\kanabox{23}`

| |
|---|
| ア |
|---|

 ,

| |
|----|
| イウ |
|----|

という問題に対し、解答については、

`\PrintAnswerA`

| | | |
|---|---|---|
| ア | イ | ウ |
| 1 | 2 | 3 |

`\PrintAnswerB` ア=1 イ=2 ウ=3

`\PrintAnswerC` ア=1 イウ=23

となります。これらのコマンドは、各問題ごとに記述しなければなりません。文書末に複数の問題の解答を続けて出力したい場合には、`\PrintAnswerX` コマンド ($X = AA, BB, CC$) を `\end{document}` の直前に記述しておけばよいでしょう。単なる解答のみではなく、計算過程などの詳しい解答も出力したい場合は、各問題の後に `answer` 環境内に記述しておきます（次節参照）。

kanabox.sty では、添削課題プリントや問題集の出力に対応したパッケージオプションを用意しています。各問題ごとに `answer` 環境による解答と文書末（通常は `\end{document}` の直前）への `\PrintAnswer` コマンドの記述を前提として、これらの再定義により実現しています。各問題ごとの `\PrintAnswerX` コマンドは不要となります。

4.4 具体例

以下のソースファイルを例にとります。この場合は、kanabox.sty に“添削 S” のパッケージオプションが指定されており、1 ページに大問 1 問ずつで各ページの下部には解答欄が出力されます。紙面の都合で一部を省略していますが、改ページの命令や解答欄作成のためのコマンドは記述していないことに注意してください。

```

\documentclass[b5j]{jarticle}
\usepackage{amsmath,enumerate}
\usepackage[添削 S]{kanabox}
\begin{enumerate}[1.]
\item \begin{enumerate}[(1)]
\item  $x^{\log_2 x} < 8x^2$  を解くと
\mathfrac{\kanabox{1}}{\kanabox{2}} < x < \kanabox{8} である .
\item 2 次方程式  $x^2 - (k+3)x + 2k + 5 = 0$  の 2 つの解の差が 1 であるとき、 $k$  の値は  $\mathbb{R}$ 
 $k = \mathbb{R}, \text{\kana{1}} \mp \sqrt{\text{\kana{13}}}$  である .
\end{enumerate}
\end{enumerate}

```

```

\begin{answer}
\begin{enumerate}[(1)]
\item 底を 2 とする両辺の対数をとると、\#

$$\begin{array}{c} \log_2 x^{\log_2 x} < \log_2 2x^2 \\ \left(\log_2 x\right)^2 < 3+2\log_2 x \end{array}$$

.....
\item 2 つの解を  $\alpha, \alpha+1$  とおくと、解と係数の関係より、
.....
\end{enumerate}
\end{answer}
\item .....
.....
\PrintAnswer
\end{enumerate}

```

先の例の 3 行目を以下のように変更すれば、解答も出力します（次ページの出力例参照）。オプションの添削 S は student，添削 T は teacher をそれぞれ意味します。

```
\usepackage[添削 T]{kanabox}
```

『添削課題第 回』といったタイトルや氏名欄などを出力する機能は備わっていませんが、ヘッダーに定義すれば充分でしょう。ここでは、kanabox.sty の一部の機能しか紹介できませんでしたので、kanabox 自身のマニュアルや同梱のサンプルファイルをぜひご覧ください。

5 おわりに

今回は、一人でも多くの方に T_EX を知っていただきたいとの思いから、kanabox.sty を例に T_EX とその有用性について話をしてきました。しかしながら、紙面の制約などから多くの内容を割愛せざるを得ず、不十分な点があったことをお詫びいたします。

今日では T_EX に関する参考書や web page も多く、様々な情報の入手が可能ですので、本稿以上の詳しい解説については、そちらに譲りたいと思います。例えば、松阪大学の奥村晴彦氏による

『[改訂第 3 版] L^AT_EX 2_ε 美文書作成入門』(技術評論社)^{*4}

<http://www.matsusaka-u.ac.jp/~okumura/texfaq/>

などをお奨めます。私の web page 『pL^AT_EX for Windows』でも、T_EX に関する話題を扱っておりますので、よろしければお越し下さい。kanabox.sty はもちろん、本稿自身もダウンロードできます。T_EX 全般について、ご質問等があれば以下のメールアドレス宛にお願いします。

最後になりましたが、数学教育に寄稿する機会を与えてくださり、ありがとうございます。本稿が教材をはじめとする各種文書作成など、何らかのお役に立つことを期待しています。

大石 勝 (ohishi@grn.mmtr.or.jp)

www.grn.mmtr.or.jp/~ohishi/

^{*4} ISBN4-7741-1940-7 価格 2,980 円 + 税。

1. (1) $x^{\log_2 x} < 8x^2$ を解くと $\frac{\text{ア}}{\text{イ}} < x < \text{ウ}$ である .
- (2) 2 次方程式 $x^2 - (k+3)x + 2k + 5 = 0$ の 2 つの解の差が 1 であるとき, k の値は $k = \text{エ} \pm \sqrt{\text{オカ}}$ である .

【解答】

- (1) 真数条件より,
- $x > 0 \dots \text{①}$

底を 2 とする両辺の対数をとると,

$$\log_2 x^{\log_2 x} < \log_2 8x^2$$

$$(\log_2 x)^2 < 3 + 2 \log_2 x$$

$$(\log_2 x)^2 - 2 \log_2 x - 3 < 0$$

$$(\log_2 x + 1)(\log_2 x - 3) < 0$$

$$-1 < \log_2 x < 3$$

底 2 は 1 より大きいので, $2^{-1} < x < 2^3$

$$\frac{1}{2} < x < 8 \dots \text{②}$$

$$\text{①②より (答)} \quad \underline{\underline{\frac{1}{2} < x < 8}}$$

- (2) 2 つの解を
- $\alpha, \alpha + 1$
- とおくと, 解と係数の関係より,

$$\begin{cases} \alpha + (\alpha + 1) = k + 3 \dots \text{①} \\ \alpha(\alpha + 1) = 2k + 5 \dots \text{②} \end{cases}$$

⋮

(以下略)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ア | イ | ウ | エ | オ | カ |
| 1 | 2 | 8 | 1 | 1 | 3 |