

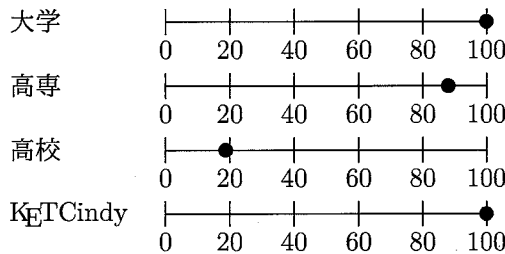
TeXによる教材作成環境の充実

東邦大学・理学部 高遠 節夫 (Setsuo Takato)
Faculty of Science,
Toho University

1 TeXによる数学教材作成の実態

2016年8月から9月にかけて、授業教材作成にTeXをどのように利用しているかの小規模なアンケートを実施した。対象は大学・高専・高校で数学を担当している教員62名であり、最初に「授業教材（プリント、プレゼン）を作成するとき、主にTeXを使っていますか」を聞いた。「はい」と答えた方には、さらに、(1) TeXを使っている理由、(2) TeXであなたができること、(3) 他に利用しているソフト、(4) TeXでの教材作成において困難な点や改良してほしい点、の4項目を聞き、「いいえ」と答えた方には、さらに、(1) 主に使っているソフト（主ソフト）、(2) 主ソフトであなたができること、(3) 他に利用しているソフト、(4) TeXを知っているか、(5) TeXを使わない理由、の5項目を聞いた。すべての質問には、予想される回答をいくつか挙げてあり、その中から選択するか、自由に追加してもらうようにした。結果は以下のようなものである。ただし、「K_εT Cindy(メンバー)」とは、K_εT Cindy[1, 2]の開発に携わっているか、その積極的ユーザを示し、大学・高専・高校からは除外している。また、数字は%を表している。

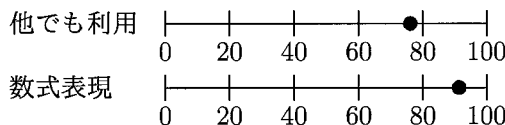
1. 主にTeXを利用

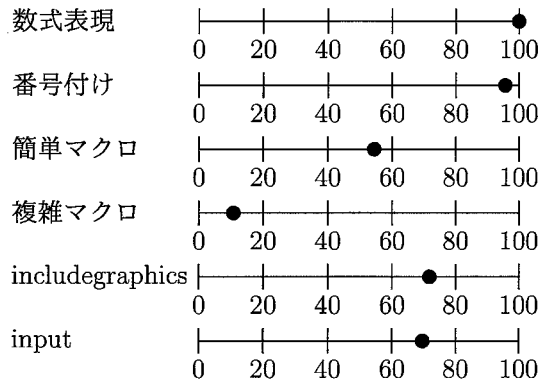


高校の対象者はITを使っている方が多かったため、高めの結果になっているが、実際はもっと低いと考えられる。

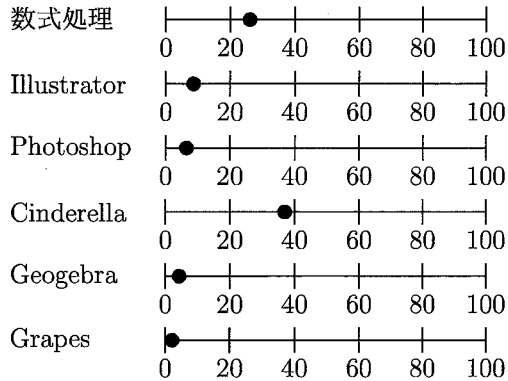
以下2から6は、TeXを使っている方の回答である。

2. TeXを使っている理由

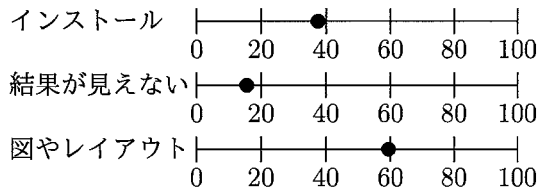
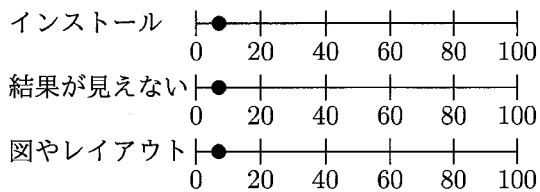


3. $\text{T}_\text{E}\text{X}$ でできること

ある程度の $\text{T}_\text{E}\text{X}$ マクロができるかどうかは、 $\text{T}_\text{E}\text{X}$ ユーザレベルの指標といえる。

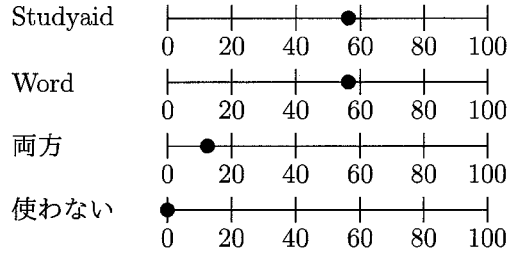
4. 教材作成時に $\text{T}_\text{E}\text{X}$ 以外に利用しているソフト

Cinderellaが多いのは、 $\text{K}_\text{E}\text{T}\text{Cindy}$ ユーザが使っているためである。

5. $\text{T}_\text{E}\text{X}$ の不便な点 ($\text{K}_\text{E}\text{T}\text{Cindy}$ メンバー以外)6. $\text{T}_\text{E}\text{X}$ の不便な点 ($\text{K}_\text{E}\text{T}\text{Cindy}$ メンバー)

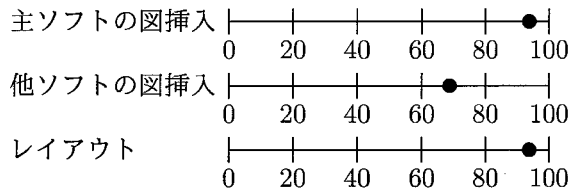
以下7から11は、 $\text{T}_\text{E}\text{X}$ を使っていない方の回答である。

7. 主に用いるソフト（主ソフト）

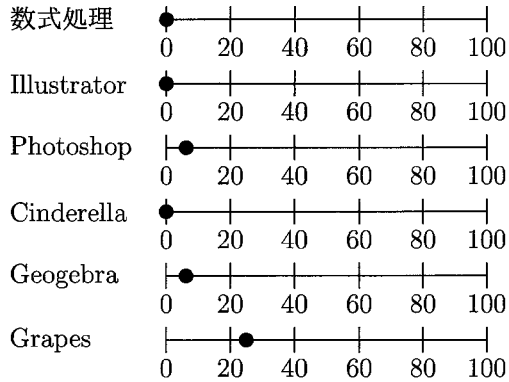


事前の予想以上に、StudyaaidとWordが拮抗している。

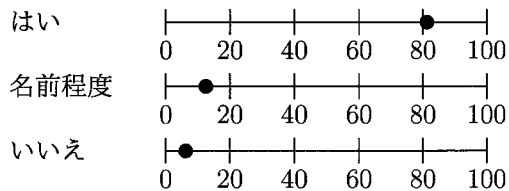
8. 主ソフトのできるこ



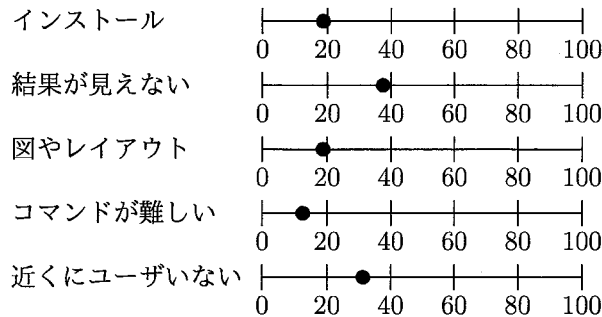
9. 教材作成時に主ソフト以外に利用しているソフト



10. $\text{T}_\text{E}\text{X}$ を知っているか



11. $\text{T}_\text{E}\text{X}$ を使わない理由



2 TeX による教材作成環境の整備

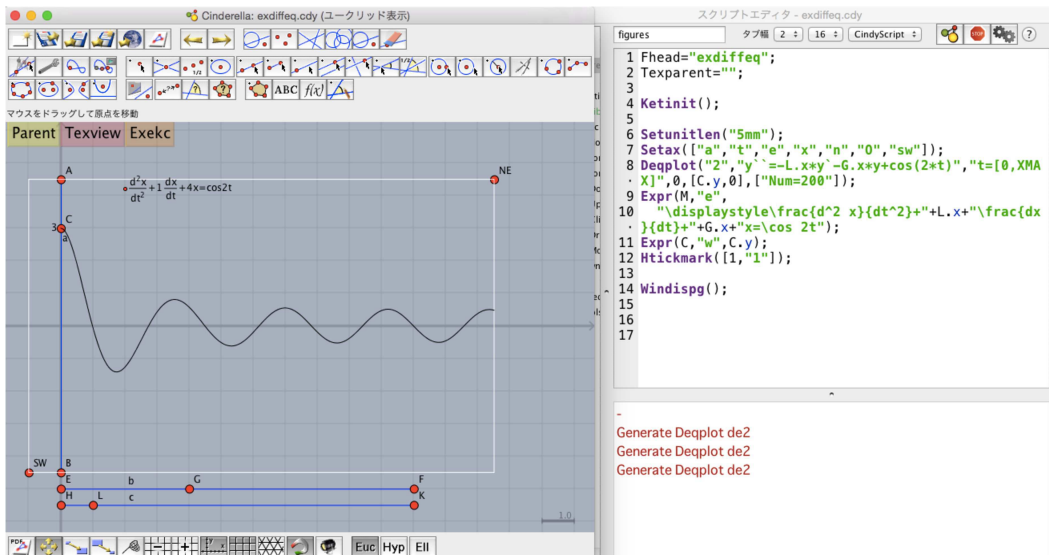
前節で述べたアンケートは小規模でパイロットテスト的な意味合いが強いが、それでも、TeX によって思った通りの教材を作成するために、克服すべき課題が浮かび上がる。

- (1) TeX ユーザの 40% 近くの方がインストールが面倒と答えている。非ユーザでも 20% 近くいるのは、TeX を使わない大きな理由が「結果が見えない」「近くに TeX を使う人がいない」など他にあるにしても、インストールは大変と考えているか、その方法を知らないことの現れと考えられる。TeX ユーザでも、インストールの大変さから TeX の更新を躊躇しているとの話もよく聞かれる。
- (2) TeX の欠点として、図の作成やレイアウトの難しさを挙げた TeX ユーザが約 60% もいた。これは、非 TeX ユーザのうち、主に用いているソフトでできることとして、図の作成やレイアウトを挙げた方が約 90% いたことと対照的である。
- (3) 教材作成時に用いている他のソフトは概して少ない。その中では、数式処理を利用している TeX ユーザが 30% 近くいるのが目立つものの、非ユーザでは 0 である。さらに、K_ET_Cindy メンバー以外の TeX ユーザが用いている数式処理は有償の Mathematica や Maple であるのに対して、K_ET_Cindy メンバーではフリーの Maxima が多く用いられている。これは、K_ET_Cindy には Maxima, Risa/Asir, Fricas などの数式処理を呼ぶ機能が追加されているからである。教材作成においては、数式処理の利用が有用である場面も多く、この呼び出し機能の意味は大きい(文献 [6, 7, 8] を参照)。
- (4) TeX を使わない理由として非ユーザの 40% が挙げる「結果(出来上がり)が見えない」点は、確かに TeX が宿命的に持つ欠点である。ただし、TeX ユーザでは、この割合は 10% 以下であり、慣れることで次第に解消されるものと考えられる。また、TeX のインストールが簡単になり、一人でも TeX を使える環境が構築できれば、TeX の多くのコマンドがインターネットで容易に検索できるので、「近くに TeX を使う知り合いがない」こともいずれ大きな難点ではなくなるであろう。

私たちは、様々な図表を容易に作成して $\text{T}_\text{E}\text{X}$ 文書に挿入するためのツールとして、 $\text{K}_\text{E}\text{T}\text{P}\text{i}\text{c}$ を開発してきたが、その過程で、 $\text{K}_\text{E}\text{T}\text{P}\text{i}\text{c}$ のためのスタイル `ketpic.sty` と、 $\text{T}_\text{E}\text{X}$ 文書中で図表を自由にレイアウトできるスタイル `ketlayer.sty` も開発した。これらのスタイルと $\text{K}_\text{E}\text{T}\text{P}\text{i}\text{c}$ によって、上記 (2) への対応は十分になされたといつてよい。2014 年からは、動的幾何ソフト Cinderella[3] を GUI として用いることにより、よりインタラクティブに図表を作成できる $\text{K}_\text{E}\text{T}\text{C}\text{i}\text{n}\text{d}\text{y}$ の開発を進めている。

2.1 $\text{K}_\text{E}\text{T}\text{C}\text{i}\text{n}\text{d}\text{y}$ による作図例

一例として、微分方程式 $\frac{d^2x}{dt^2} + a\frac{dx}{dt} + bx = \cos 2t$ の解曲線の図を作成する。

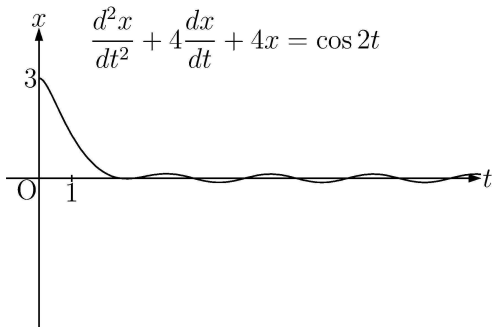
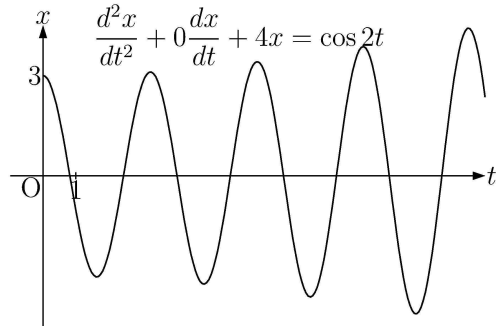
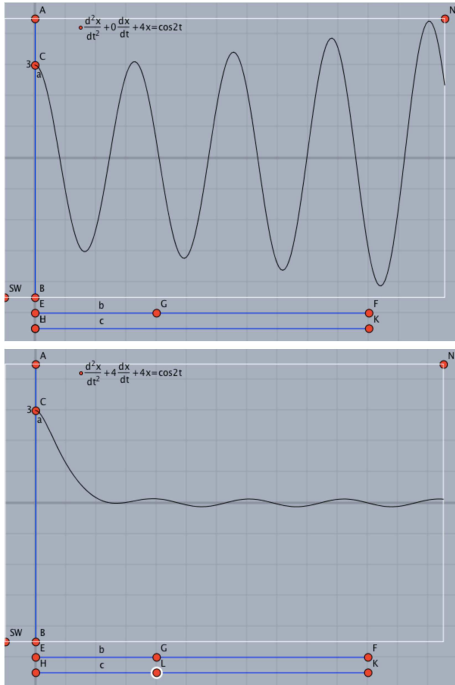


上の図の左側は Cinderella 画面、右側は CindyScript とコンソールであり、CindyScript に必要なコマンドを記述していく。この例の主要部分は

```
Fhead="ファイル名";
Ketinit();
Deqplot("1", "y' '=-L.x*y' -G.x*y+cos(2*t)", "t=[0,XMAX]", 0, [C.y, 0]);
Windispg();
```

である。画面上の点 G, L, C はスライダー上の点で、インタラクティブに動かすことにより、微分方程式の係数 a , b と初期値 $x(0)$ を決定する。

$\text{T}_\text{E}\text{X}$ の図ファイルを作るには、左上の Texview, Execlc のボタンを順に押せばよい。



なお、2つのボタンを押したとき、図データファイル（例えば fig.tex）とともに、それを読み込む親ファイル（例えば figmain.tex）が自動的に作成される。

```
\documentclass{jarticle}
\usepackage{ketpic,ketlayer}
\usepackage{amsmath,amssymb}
\usepackage{graphicx,color}
\setmargin{20}{20}{20}{20}
\begin{document}
\verb|fig| by \ketcindy|\vspace{5mm}

\input{fig.tex}
\end{document}
```

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ に慣れていなくても、このファイルの document 部分を適当に修正し、名前を変更してコンパイルすれば、すぐに図入り教材ができる。







2.2 $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ と $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{I}$ ndy のインストール

$\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{I}$ ndy 関連ソフト（軽量 $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ も同梱されている）のインストーラ1式と $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{I}$ ndy パッケージは、以下からダウンロードできる。

<https://www.dropbox.com/sh/kzt2bgaz07n7dr0/AABZRv0rqqCp5Tn1JZYpvnvSqa?dl=0>

この url は, <http://ketpic.com> のホームページの左側にある
 Linklist > KeTCindy > Dropbox - KetInstall
 からたどることもできる。

Dropbox > ketinstall

名前 ▲	更新
 Howtoinstall.zip	2016/10/30 18:35
 InstallforMac.dmg	2016/10/23 17:13
 InstallforWin.zip	2016/8/31 16:13
 ketcindy.zip	2016/11/25 11:49
 ReadMeE.pdf	2016/10/25 12:06
 ReadMeJ.pdf	2016/11/7 8:44

InstallforMac(Win) には, Cinderella, Scilab など関連ソフトのインストーラが入っている
 ので, Howtoinstall の「インストール方法」に従ってインストールすればよい。例
 えば, 軽量 $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ の場合は次のようにする。

- (1) InstallforMac(Win) を開き, kettex フォルダを丸ごと Applications(C:\) に入れる。
- (2) エディタの設定

Mac で mi を使うとき

mi > モード設定 > TEX > ツール > コンパイル&プレビューを選び, 挿入文字
 列に以下の内容をコピーする (コマンドショートカットは, 例えば Shift+ K)

```
#!/bin/sh
pa="/Applications/kettex/texlive/bin/x86_64-darwin"
dr=$1
fL=${dr%.tex}
$pa/platex $fL.tex
$pa/dvipdfmx $fL.dvi
rm $fL.dvi
open -a preview $fL.pdf
#open -a skim $fL.pdf
exit 0
```

Windows で terapad(tpad) を使うとき

ツール > ツールの設定 > 追加 を選び, 以下のように設定

```

名前          texpdfb
実行ファイル  C:\kettex\ketbin\teratexpdfb.bat
コマンドライン %d %b
作業フォルダ  %D
確認メッセージを表示
キー         Ctrl+Sift+K

```

軽量 T_EX は、1GB 程度と軽く、環境変数を使っていないので、他の T_EX と併用できる。

2.3 ketlayer.sty によるレイアウト

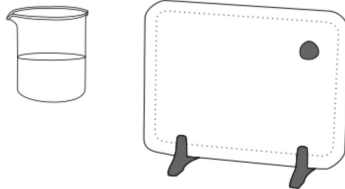
ketlayer.sty の layer 環境については、文献 [4] に詳述されているが、これを用いることにより図や文字などを自由に配置することが可能となる。

```

\begin{layer}{160}{0}
\putnotese{5}{0}{\scalebox{0.5}{\input{beaker.tex}}}
\putnotese{35}{0}{\input{heater.tex}}
\putnoten{128}{5}{パネルの表面温度 (室温$26.6\text{\textdegree} \mathrm{C}$)}
\putnotese{100}{6}{\input{temptable.tex}}
\putnotes{125}{55}{\input{graphpaper2.tex}}
\end{layer}

```

微分方程式



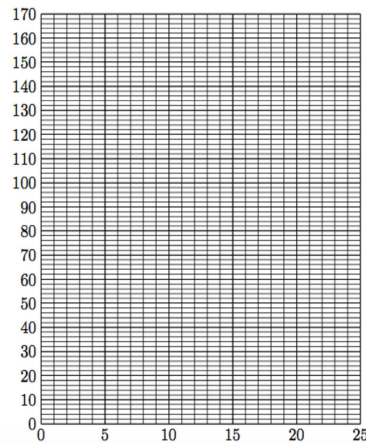
パネルの表面温度 (室温 26.6°C)

分	0	1	2	3	4	5
温度	168.4	131.8	119.4	103.4	86.2	80.0
分	6	7	8	9	10	11
温度	72.4	66.6	61.8	57.6	54.4	51.6
分	12	13	14	15	16	17
温度	48.8	46.4	44.4	43.6	41.6	40.2
分	18	19	20	21	22	23
温度	38.4	37.0	36.0	35.6	34.8	34.6

1. グラフ用紙にデータ点を描き入れよ。

時刻 t (分) における温度を $x = x(t)$ で表す

2. 現象や法則の記述
「温度の下降率は室温との温度差に比例」
3. 等式で表す 微分方程式
温度の下降率 : $-\frac{dx}{dt}$
室温との温度差 : $x - a$ (室温を a とする)
正の比例定数を k とおく。



3 教材作成のための便利ツール

Figpdf

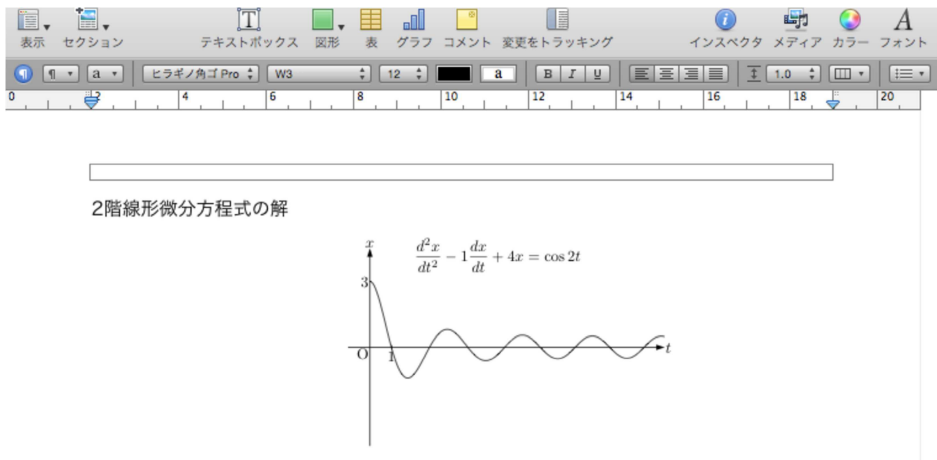
$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ に慣れていない場合、 $\text{K}_{\text{E}}\text{T}\text{Cindy}$ で作成した図をWordなどのワープロで使いたい場合もある。Figpdfは、図データファイル（ $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ファイル）からジャストサイズのPDFファイルを作るときに用いられる。使い方は以下の通りである。

(1) CindyScriptで次の2行を追加する。

```
Texparent="fig"; // Fheadの直後 (figは図ファイル名の例)
Figpdf(); // Windispgの直前
```

(2) 画面で、ParentとExekcのボタンを押す。

すると、fig.pdfができるので、必要ならば画像変換してワープロに貼ればよい。



BBdata

PDFファイルを $\backslash\text{includegraphics}$ で $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ファイルに読み込むとき、よく出るエラーは「bounding boxがない」というものである。最近の $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ であれば、自動的に extractbb を実行して、bbデータが書き込まれたファイルを作成するが、そうでない $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ もある。 $\text{K}_{\text{E}}\text{T}\text{Cindy}$ には、 extractbb を実行して、bbデータが書き込まれた $\backslash\text{includegraphics}$ のコマンドをコンソールに出力するBBdataというコマンドを組み込んである。

例えば、CindyScriptのどこかに $\text{BBdata}(\text{"fig.pdf"});$ をおけば、コンソールに

```
 $\backslash\text{includegraphics}[\text{bb}=0.00\ 0.00\ 759.00\ 368.00]\{\text{fig.pdf}\}$ 
```

が出力される。これを $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ファイルにcopy&pasteすればよい。

4 まとめ

教員がその教育経験を生かしたオリジナルな数学教材を作成するためには、 $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ は不可欠のツールといえるが、インストールの難しさ、図の作成、レイアウトなどに難点がある。

ある。とりわけインストールの障壁は大きく、ワープロと違って、初めての教員が簡単に使えるようにはなっていない。KeTCindy は、KeTpic と動的幾何 Cinderella のコラボによって、 $\text{T}_\text{E}\text{X}$ のための図をインタラクティブに作成できるツールに発展している。同時に、インストーラには軽量 $\text{T}_\text{E}\text{X}$ も用意して、オフラインでコピーすれば、すぐに $\text{T}_\text{E}\text{X}$ を使えるようにした。さらに、いろいろな便利ツールなども組み込んである。これらのツールを簡単に組み込めるのは、Cinderella が使いやすいプログラム言語 CindyScript を持つことに大きく拠っている。今後は、インストール方法の改良や $\text{T}_\text{E}\text{X}$ や描画のための関数の追加により、教材作成環境の一層の充実を図りたい。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15K01037, 15K00944, 16K01152 の助成を受けている。また、Mac 用の軽量 $\text{T}_\text{E}\text{X}$ は山本宗宏氏（株式会社 Green Cherry）の協力によるものである。

参考文献

- [1] <https://sites.google.com/site/ketcindy>
- [2] <http://www65.atwiki.jp/ketcindy>
- [3] <http://www.cinderella.de>
- [4] 高遠節夫, KeTCindy 開発チーム, KeTCindy の開発について, 数理解析研究所講究録 1978, pp. 173-182, 2015
- [5] Takato S., What is and How to Use KeTCindy—Linkage Between Dynamic Geometry Software and LaTeX Graphics Capabilities—, Lecture Notes in Computer Science 9725, Springer, pp.371–279, 2016
- [6] Takato S. Vallejo J.A., Kaneko M., Interfacing KeTCindy and CASs, and its Applications to Scientific Problems Modeling, Proceeding of Applications of Computer Algebra 2016, pp.23–27, <http://www.mathematik.uni-kassel.de/ACA2016/docs/ACAprc.pdf>
- [7] Takato S., McAndrew A., Kaneko M., Collaborative Use of KeTCindy and Free CASs for Making Materials, , Proceeding of Applications of Computer Algebra 2016, pp.69–73, <http://www.mathematik.uni-kassel.de/ACA2016/docs/ACAprc.pdf>
- [8] Kobayashi S., Takato S., Cooperation of KeTCindy and Computer Algebra System, Lecture Notes in Computer Science 9725, Springer, pp.351–358, 2016
- [9] Kaneko M., Yamashita S., Kitahara K., Maeda Y., Nakamura Y., Kortenkamp U, Takato S., KeTCindy— Collaboration of Cinderella and KeTpic, Reports on CADGME 2014 Conference Working Group, The International Journal for Technology in Mathematics Education, 22(4), 179-185, 2015