

令和元年6月21日現在

機関番号：52501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01152

研究課題名(和文) カレッジ級数学における能動的学習のための動的・静的挿図教材作成支援システムの構築

研究課題名(英文) Development of dynamic and static figured teaching materials support system for active learning in collegiate math class

研究代表者

山下 哲 (Yamashita, Satoshi)

木更津工業高等専門学校・基礎学系・教授

研究者番号：40259825

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：カレッジ級(高専や大学初等レベル)数学の授業では、正確なグラフや立体図形、曲面などの図を教材に挿入したいが、高度な技術を要するために実現できなかった。このような教材を簡単に作成できるようにKeTCindyを開発した。多くの数学教員が数式入り文書作成システムTeXを利用しているが、KeTCindyはTeXで挿図教材が作成できる。これまでは、印刷配付プリントへの挿図だけであったが、スライドへの挿図も可能になった。さらに、スライドに動画や音声も挿入できるようにした。KeTCindyで作成した動画・音声付きスライドを事前に配付すると、能動的学習を促進する予習中心型の授業が実現できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本でも、知識偏重型で一方講義型の授業から、グローバル社会で対応できる人材育成のために、双方講義型で学生の能動的学習を促進する授業デザインが望まれている。とくに、数学の授業は、定義・定理・公式を教え込む一方講義型の授業に陥りやすく、これを脱却するために、理解しやすい図入り教材を簡単に作成できる道具が必要とされ、KeTCindyがそれを実現した。立体図形や曲面も投影図を線画で表し、余計な情報を極力排除した描画が実現できている。この描画をスライドにも活用できるようになり、予習中心型授業(または反転授業)の実現を可能にした。

研究成果の概要(英文)：In collegiate (Technical college and university primary level) mathematics classes, although it is desirable to insert accurate graphs, solid figures, and curved surfaces into teaching materials, it could not be realized because it requires advanced technology. We developed KeTCindy to make it easy to create such teaching materials. Many mathematics teachers use TeX, a document creation system with mathematical expressions, but KeTCindy can create figured materials with TeX. So far, it was only distribution prints with figures, but slides with figures became possible. In addition, animation and audio can be inserted into slides. By distributing the slides with animation and audio created by KeTCindy in advance, a pre-study-oriented class was realized that promotes active learning.

研究分野：数学教育，教育工学，教育情報システムの開発

キーワード：KeTCindy 動画・音声付きスライド TeX Cinderella 能動的学習 授業デザイン

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

本研究開始直前まで、基盤研究(C)「挿図教材のための作図プログラミング書法の確立と教材作成支援ポータルシステムの構築」(課題番号 25350370)を静的挿図教材作成支援システム KeTCindy はほぼ完成し、教材作成支援ポータルサイト「KeTCindy による図入り教材の作成」(<https://www65.atwiki.jp/ketcindy/>)も構築した。KeTCindy には、スライド作成機能も追加し、印刷配付プリントの作成だけでなく、プレゼンテーション教材も作成できるようになった。しかし、動画の挿入や音声の追加などには対応できていなかったため、プレゼンテーション教材としては不十分であった。

また、能動的学習については、KeTCindy で作成した静的挿図教材を用いた授業を実践していたが、動的挿図教材を用いた授業はできていなかった。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、KeTCindy により正確で的確な挿図を用いた静的教材を作成してきたが、動的教材も作成できるよう KeTCindy を改善することと、静的教材と動的教材を併用した能動的学習の授業デザインを確立することにある。

## 3. 研究の方法

KeTCindy の開発スタッフにより、スライドに動画を挿入し音声を追加できるよう KeTCindy の機能を拡張する。また、授業改善スタッフにより、能動的学習の授業デザインを模索し、検討した授業を実践しながら、授業デザインを確立する。

## 4. 研究成果

KeTCindy の機能拡張に成功し、スライドの中で指定した位置に動画を挿入できるようになった。また、指定した場所に録音した音声データを追加でき、スライド上でボタンをクリックと再生できるようにした。ピンポイントに動画や音声データを挿入することで、スライドのファイルサイズも数 MB 以下に抑えられる。

能動的学習については、音声付き動画入りスライドを事前に配付することで、予習中心型授業を提案した。授業中は予習内容を確認するためにスライドを用いた講義を行い、効率的に講義時間を短縮できた。残った時間を利用して『学び合い』を基本とした課題演習に使うことで、学生同士で話し合いながら解法を検討させることができた。

以上の内容について、国内の学会や国際会議で発表した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

- 1) 山下哲，北原清志，高遠節夫：「Maximaを活用したPDFスライド教材の作成について」，京都大学数理解析研究所講究録2105，pp.155-159，2019年。
- 2) 山下哲，小林茂樹，牧下英世，高遠節夫：「KeTCindyで作成したPDFスライド教材による授業実践について」，京都大学数理解析研究所講究録2067，pp.47-54，2018年。
- 3) 山下哲：「高専数学における課題解決型学習の実践報告」，日本高専学会誌，Vol.22 No.3，pp.1-6，2017年。
- 4) 小澤健志，木村宗弘，菊池崇志，高橋弘毅，山下哲，鈴木道治：「アクティブ・ラーニングによる授業方法の検討 - 『学び合い』の考えを基に - 」，日本高専学会誌，Vol.22 No.3，pp.7-14，2017年。

〔学会発表〕(計5件)

- 1) S. Yamashita，H. Makishita，S. Ouchi，S. Takato：“Active Learning Class Using PDF-Based Video Materials Generated Using KeTCindy”，Computer Algebra and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Education, 2018。

- 2) S. Yamashita, K. Kitahara, S. Takato: “Visualization of Planetary Motions Using KeTCindy”, Application of Computer Algebra, 2018 .
- 3) 山下哲: 「高専数学における効果的なPDFスライド教材の研究」, 日本高専学会第24回年会, 2018年 .
- 4) 山下哲, 北原清志, 高遠節夫: 「Maximaを活用したPDFスライド教材の作成について」, LIMS共同研究「数学ソフトウェアとその効果的な教育利用に関する研究」, 2018年 .
- 5) 山下哲: 「PDFスライドを用いたアクティブ・ラーニング型授業の実践報告」, 日本数学教育学会第100回全国算数・数学教育研究(東京)大会, 2018年 .

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年:  
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等:

「KeTCindyによる図入り教材の作成」: <https://www65.atwiki.jp/ketcindy/>

「KeTCindy」: <https://sites.google.com/site/ketcindy/home>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 高遠 節夫

ローマ字氏名: Setsuo Takato

所属研究機関名: 東邦大学

部局名: 理学部

職名: 訪問教授

研究者番号(8桁): 30163233

研究分担者氏名: 小林 茂樹

ローマ字氏名: Shigeki Kobayashi

所属研究機関名: 長野工業高等専門学校

部局名: 一般科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 40321434

研究分担者氏名：牧下 英世  
ローマ字氏名：Hideyo Makishita  
所属研究機関名：芝浦工業大学  
部局名：工学部  
職名：准教授  
研究者番号（8桁）：80631580

研究分担者氏名：大内 俊二  
ローマ字氏名：Shunji Ouchi  
所属研究機関名：下関市立大学  
部局名：経済学部  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：00213629

研究分担者氏名：野田 健夫  
ローマ字氏名：Takeo Noda  
所属研究機関名：東邦大学  
部局名：理学部  
職名：准教授  
研究者番号（8桁）：90431618

(2)研究協力者

研究協力者氏名：北原 清志  
ローマ字氏名：Kiyoshi Kitahara

研究協力者氏名：入谷 昭  
ローマ字氏名：Akira Iritani

研究協力者氏名：西浦 孝治  
ローマ字氏名：Kouji Nishiura

研究協力者氏名：Alexander Prokopenya

研究協力者氏名：Jose A. Vallejo

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。