

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月25日現在

機関番号：56401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00993

研究課題名(和文) スマートデバイスによる動画再生を活用する高専数学の実践的研究

研究課題名(英文) Practical research of effective use of movies of mathematics on smart devices

研究代表者

高木 和久 (TAKAGI, Kazuhisa)

高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科・准教授

研究者番号：40249868

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では3次元的な発想を生かした数学の動画教材を作成して学生の持つスマートデバイスで自由に見られるようにした。これらの教材は学生の関心を高め、数学に対する興味を増大させる効果がある。

1次変換に関する一連の動画では、動画の作成に用いたプログラムも同時に公開し、学生が自らプログラミングを行って動画の中に現れる動きを再現することができるようにした。その他にもべき関数や分数関数など、学生が苦手とする関数のグラフを視覚的に解説する動画を多数作成した。また、2変数関数のグラフの極大極小など、3次元のグラフに関する動画や、最新の映像技術であるMR(混合現実観)を用いた動画を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

十代の若者にとって、スマートフォンは生活実需品であるが、近年、学習のために動画を視聴する高校生が急増している。インターネット上には数学の動画が多数あるが、そのほとんどは英語の音声であり、日本語で提供される無料のコンテンツは数学に関しては驚くほど少ない。

本研究で作成した動画は勤務校での授業で利用するだけでなく、インターネット上に公開されていて、高校生等、これから数学を学びたい人が自由に利用できる。日本でも、数学の重要性が広く社会に認識されるようになりつつある。本研究が契機となり、インターネット上に投稿される数学の動画が質、量ともに諸外国並みの水準まで増加してゆくことを望んでいる。

研究成果の概要(英文)：Mobile phones are very popular for teenagers. In many cases they watch multimedia contents on internet such as photos and movies. Many of them are three-dimensional one, so I made many such movies of mathematics and let students watch them. They gladly watched movies by their own mobile phones. Most of them were strongly interested in mathematics.

In 2016 I made several movies about linear transformation.

In these movies I used short Javascript programs. The source codes are also available in the homepage. So students could try the programs by themselves. In 2017 I made movies about one-variable functions such as power functions and fractional functions. In 2018 I made movies about two-variable functions and explained how to calculate maximal value and minimal value of functions in these movies. Nowadays teenagers use smartphones not only for play but also for study. In 2018 I made several movies with recent technology MR(Mixed Reality), too.

研究分野：数学教育

キーワード：数学教育 スマートデバイス 動画

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

1. 研究開始当初の背景

近年、十代の若者へのスマートフォンの普及は目覚ましいものがあり、学校でも休み時間になると寸暇を惜しんで機器を操作している。スマートフォンはメールや写真を見たりインターネットに接続したりするための機器であるが、動画を再生することもできる。

そして、時代の変化に伴い、映画やテレビ、あるいはゲーム機でも 3D に対応したものが広く普及してきた。そこで、3 次元的な発想を生かした動画の教材を作成して学生の持つスマートデバイスで自由に見られるようにした。その結果、これらの教材は学生の関心を集め、数学に対する興味を増大させる効果があることがわかった。

2. 研究の目的

本研究では高専や大学で教えられている数学の範囲で、学生がスマートデバイスを利用して再生できる動画の教材を多数作成し、広く公開する事を目的とする。外国からの留学生が利用できるように英語音声のものや、最新の技術である MR (混合現実観) を用いた動画も作成して学生が数学を学ぶ際の助けとする。

3. 研究の方法

専用のソフトウェアでコンピュータ画面を録画し、動画編集ソフトを用いて音声付きの動画に仕上げる。学校での授業の際には一人一台のタブレット端末を用いて学生に動画を再生させ、授業後にアンケートを実施して意見を聞き、動画の改良につとめた。タブレット端末が利用できない教室ではノートパソコンとプロジェクタとスピーカーを用いて動画を再生して数学の授業を行った。

年 5 回 (うち 1 回の国際学会を含む) の学会発表の際に動画を収録した DVD を配布し、他の研究者の意見を聞いて動画の改良につとめた。

4. 研究成果

平成 28 年度から始まった本研究課題「スマートデバイスによる動画再生を活用する高専数学の実践的研究」では、実際に数学の授業で使用する事を目的とした多数の動画を作成してきた。平成 28 年度には 1 次変換に関する一連の動画を作成した。ここでは動画の作成に用いたプログラムも同時に公開し、学生が自らプログラミングを行って動画の中に現れる動きを再現することができるようにした。以下のホームページで 1 次変換に関する動画を公開している。

<http://www.ge.kochi-ct.ac.jp/~ktakagi/>

次ページにこのホームページの最初のページと動画の一画面を示す。

1次変換

P139 1次変換の定義 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

P140 1次変換による点の像 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

[アプリ](#)

P141 1次変換の決定 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#) [アプリ1](#) , [アプリ2](#)

P142,3 回転を表す1次変換 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)
[回転のアプリ](#)

P142,3 回転を表す1次変換(2) [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

P144 合成変換と逆変換 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

P145 1次変換の合成変換 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

[アプリ1](#) , [アプリ2](#)

P146 1次変換の逆変換 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

P147 1次変換の応用 [解説動画\(MP4 movie\)](#) [解説動画\(Windows Media File\)](#)

座標平面上の点 (x_1, y_1) に点 (x_2, y_2) を対応させる。
この対応が、式

$$\begin{cases} x_2 = ax_1 + by_1 \\ y_2 = cx_1 + dy_1 \end{cases}$$

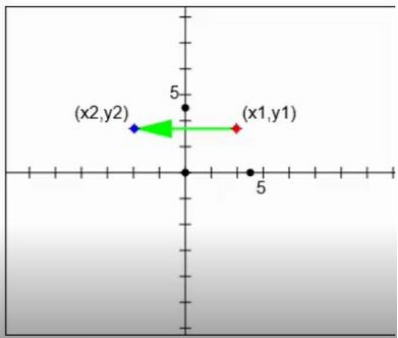
で表されるとき、この変換を
1次変換という。

この変換は行列 $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ を用いて

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}$$

と表すことができる。

【y軸に関する対称移動】



```
program
x2=-x1
y2=-y1
```

1次変換の導入 ver2

平成29年度には、べき関数や分数関数など、学生が苦手とする関数のグラフを視覚的に解説する動画を作成してタブレット端末を用いた授業で学生に視聴させた。

【例題】 $y=3+\frac{2}{x-1}$ のグラフ

$f(x)=\frac{2}{x}$ とおく。

$y=3+\frac{2}{x-1}=3+f(x-1)$ だから

$y=3+\frac{2}{x-1}$ のグラフは $y=f(x)$ のグラフを x 軸方向に1、 y 軸方向に3平行移動したもの

分数関数の基礎 ver2

Arithmetic Mean $\frac{x+y}{2}$

Geometric Mean \sqrt{xy}

Harmonic Mean $\frac{2xy}{x+y}$

【AM-GM-HM不等式】

$$\frac{2xy}{x+y} \leq \sqrt{xy} \leq \frac{x+y}{2}$$

$x=y$ のときに限り

$$\frac{2xy}{x+y} = \sqrt{xy} = \frac{x+y}{2}$$

AM-GM-HM不等式 ver1

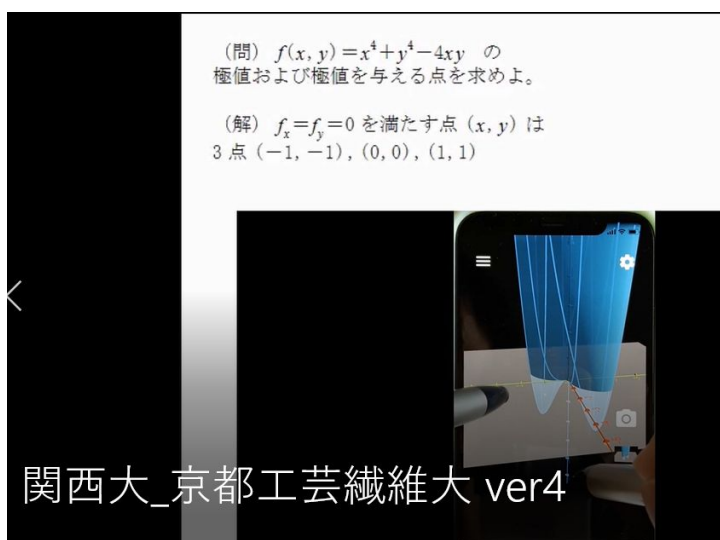
(2) $y = f(x) = x^2 e^{-x}$

- まず、 $f'(x) = 0$ となる x を探す
- 2つ見つかるので 小さい方を a 、大きい方を b とする

関数の増減 完成版3

平成30年度には、2変数関数のグラフの極大極小など、3次元的な発想を生かした動画の教材を作成した。研究計画を立てた平成27年から3年が経過する間に情報通信関連の技術が進歩し、それに伴って社会も変化している。今や高校生がスマートフォンを使って動画を見ながら勉強する事は珍しい事ではなくなった。また家電量販店ではVR(仮想現実観)を用いたゲーム機の端末が多数販売されており、VRの教育への利用も始まっている。

そこで平成30年度にはMR(混合現実観)を用いた動画もいくつか作成した。MRはVRを更に進化させたもので、今後はVRと共に広く社会に普及してゆく事が予想されている技術である。この研究内容は国際学会 ICETC(10th International Conference on Education Technology and Computers)で発表し、best presentation awardを受賞した。



5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

Kazuhisa TAKAGI、Movies and Dynamic Mathematical Objects on Trigonometry for Mobile Phones、査読有、International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering Vol:11, No:4、2017、pp.841-845

Kazuhisa TAKAGI、Movies for Mobile Phone in which Virtual High School Students Teach Mathematics、査読有、Proceedings of 5th International Symposium on Education, Psychology and Society、2017、p.237

高木和久、動画や動的オブジェクトを含む数学のC B T問題の試作、高知高専学術紀要、査読有、第62号、2017、pp.37-46

〔学会発表〕(計12件)

高木和久、超準解析の世界観を動画で表現する試み、査読無、日本STEM教育学会2019年3月拡大研究会、2019

<https://www.j-stem.jp/wp/wp-content/uploads/2019/03/R13.pdf>

高木和久、タブレット端末での動画再生を活用した数学の授業について、査読無、第44回全日本教育工学研究協議会全国大会(川崎大会)、2018

Kazuhisa TAKAGI、Visualizing Math Inequalities by Paper Craft and MR、査読有、ICETC(10th International Conference on Education Technology and Computers)、2018

高木和久、「数学の動画×プログラミング」という新たな可能性について、査読無、日本STEM教育学会第1回年次大会、2018

高木和久、プログラミングによるシミュレーションを活用して学ぶ授業の実践例について、査読無、教育システム情報学会第43回全国大会講演論文集、2018、pp.199-200

高木和久、動画やプログラミングを活用した授業について、査読無、日本数学教育学会誌第100回大会特集号、2018、p.569

高木和久、動画とプログラムを活用した数学の授業について、査読無、教育システム情報学会研究報告 vol.32, No.6(2018-3)、2018、pp.9-14

高木和久、学習者のプログラミングのスキルを活かした数学の授業について、査読無、日本数学教育学会第50回秋期研究大会発表集録、2017、pp.437-440

高木和久、動く算額としてのタブレットの活用事例について、査読無、教育システム情報学会第42回全国大会講演論文集、2017、pp.195-196

高木和久、動的オブジェクトを活用した数学の授業について、査読無、日本数学教育学会誌第99回大会特集号、2017、p.558

高木和久、動画や動的オブジェクトを含む数学のCBT問題の試作、査読無、全国数学教育学会第44回研究発表会、2017

高木和久、動画や動的オブジェクトを含む数学のCBT問題の試作、教育システム情報学会研究報告、査読無、vol.31, No.4(2016-12)、2016、pp.7-12

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

〔その他〕

以下のホームページで作成した動画を公開している。

<http://www.ge.kochi-ct.ac.jp/~ktakagi/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：