

中学高等学校における主体的な学習を促す動画教材の開発

芝浦工業大学附属中学高等学校 金森 千春

Kanamori Chiharu, Shibaura Institute of Technology Junior and Senior High School

芝浦工業大学柏中学高等学校 古宇田 大介

Kouda Daisuke, Shibaura Institute of Technology Kashiwa Junior and Senior High School

芝浦工業大学柏中学高等学校 芝辻 正

Shibatsuji Tadashi, Shibaura Institute of Technology Kashiwa Junior and Senior High School

浜島書店 石田 唯

Ishida Tadashi, Hamajima Shoten

芝浦工業大学・システム理工学部 高村 真彦

Takamura Mahiko, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

芝浦工業大学・工学部 牧下 英世

Makishita Hideyo, College of Engineering, Shibaura Institute of Technology

1 はじめに

21世紀を展望し、変化の激しい社会の中で、子どもたちが生き抜くために様々な力を身につけさせなければならない。学習指導要領の数学科では、数学の基礎・基本を確実に身に付けさせて、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断できる力が要請されている。特に、数学の学習を通じて、言語に関する能力を育成することと、学習意欲を向上させ、主体的に学習に取り組む態度を養うことが重視されている。

一方で、高度情報化社会にあって、インターネットを介したコンピュータ、タブレット（以降、「ICT」と記す）の利活用により、教育のあり方が大きく変化している。

教育界におけるICTの利活用としてはいろいろなものがある。また、今後の情報技術の進展により、機器や利用形態も提案されるだろう。

その中で、筆者らは大学の講義が、MOOC (Massive Open Online Course) に代表される、インターネット上で誰もが無料で受講できる大規模な開かれた講義であることに着目した。このMOOCの流れとともに、中学高校では学校での学習と家庭での学習を反転させたいいわゆる「反転学習」を行う学校がある。これは、教科の基礎・基本は家庭学習で行い、学校教育では探究的な学習となるような教育の仕組みであり、これまでの学校教育のあり方を大きく変えるものである。これは学習指導要領の改訂に伴い、探究的な学習、数学的活動のさらなる推進とあいまって、今後の学校教育のパラダイムシフトとなることが予想される。そうした反転学習において、生徒が家庭における数学の基礎・基本の学びへ対応できるように、基本的な内容を動画教材にして配信する先生が現

れるようになった。この動画教材は、携帯電話（スマホ）に代表される携帯端末によって、手軽に視聴できる仕組みである。

これらのことに鑑み、筆者らは、ICTの利活用により、中学生、高校生の主体的な学習を促し、授業が数学的な活動を中心に探究的な学習を推進できるための仕組み作りはいかにあるべきかを実践してきた。今回、RIMSにて発表させていただいた解説動画の制作もその一つである。その際に、教材のあり方、方法、内容についても研究協議を進めている。筆者らの学校は異なり、その取り組み内容も多岐にわたる。

本研究では、生徒の自学自習をサポートするためのICT教材として、出版社から印刷教材を提供してもらい、音声と文字による解説動画（動画数91点）をiPad¹を用いて、高等学校数学Iの「データの分析」の解説動画を開発した。作り込む際に、背景の色や文字の色などを工夫した。また、スマホ、タブレットからの視聴を意識してQRコード²を設定することで、データサイトに容易にアクセスできるなどの工夫を行った。併せて、この解説動画制作の端緒となった芝浦工業大学の附属校、併設校および板橋区立高島第二中学校における取り組みについても報告する。

2 これまでの実践例

2.1 芝浦工業大学附属中学高等学校での事例

2.1.1 ICTの利活用を推進してきた経緯

本校は中高一貫の中学は男子生徒のみ、高校は女子生徒1クラスを迎えた共学校という性質をもった芝浦工業大学の併設校である。4割強の生徒が芝浦工業大学へと進学する。2017年4月の校地移転を1つのきっかけとし、学校が生まれ変わろうと動いてきた。この5年間で学校が大きく変容したのは、全教室プロジェクタ付き、Wi-Fi完備の新校舎であるというハード面はもちろんのこと、ICTを授業に活用しようと授業改善に取り組んだ教職員の意識の変化というソフト面での影響が非常に大きい。数年前に校長が教員に『これだけ社会が変化しているのに、学校だけはいつまでも黒板とチョーク、ノートとプリント。それでよいのか?』という疑問を投げかけた。そこから、Windowsタブレットが全教員に配布され、職員会議での利用が始まり、校務支援システムを導入し、今まで紙で配布していた職員会議の資料などはデータでアップロードやダウンロードして使用、教員への連絡はWeb上の掲示板に書き込む、生徒の学力推移調査や模試の結果はダウンロードして見るというように、これまでアナログが当たり前だったものがデジタルに変わっていった。生徒の出欠席もそのシステムにより、全校の出席状況が瞬時に把握できるようになった。保護者にもIDとパスワードを発行しているため、生徒の出席状況を保護者が把握できるようになった。インフルエンザで学年閉鎖になった際には課題の伝達や配布に活用でき、ICTのメリットを体感し、理解し、自らの授業で実践するようになった。

¹iPadは、Apple Inc.の商標です。

²QRコードは(株)デンソーウェーブの登録商標です。

2.1.2 授業における活用の方法

主体的な学習を促す動画教材の開発という視点に立った時、数学の授業での活用の仕方は、主に2つある。1つは、授業内容を「解説動画」の形で生徒に届けること、もう1つは、生徒が学んだことをアウトプットするための手段として「動画」を制作することである。反転授業に取り組んだこともあったが、動画を作っても視聴する生徒の人数が増えなかったこともあり、授業で解説した問題や生徒が繰り返し視聴をしたいと望む単元を Explain Everything を用いて「解説動画」を制作し、配信した。

もう1つの生徒が制作する「動画」について述べる。現在担当している高校1年は、中学2年から担当している。中学2年次は「連立方程式」「場合の数と確率」、中学3年次は「2次関数」「三角比」「データの分析」、高校1年次は「図形と方程式」の単元で、「問題づくり」の授業を行ってきた。これは、各単元の学習後に行う5時間の実践である。生徒一人一人が作問し、解説や問題のポイントを考えてくる。その問題を班員が解いて、検証する。班ごとに土台とする問題を決め、その問題をブラッシュアップし、班の問題と解説を作り上げる。その解説を動画にしていく。問題づくりの授業では先行研究として、模造紙に書かせたり、プレゼンをさせたり、というものは多くあるが、「動画」を制作するメリットは、自分の班が制作したのも客観的に視聴、評価できる点、何度も繰り返し視聴できる点、場所や時間を超えて共有できる点である。生徒たちは回を重ねるごとに動画を作る技術が向上していることはもちろん、相手にどうやって説明すると簡潔で明解であるかをより深く考え、数学に取り組む姿勢が見られる。「動画」が完成するまで教員は一切のアドバイスをしない。生徒の主体的な学習を促す実践に、「動画」はなくてはならないものである。

2.1.3 本実践事例を振り返って

動画を制作することは多少の労力を伴う。また、巷に溢れている解説動画のなかから自分がその瞬間に必要な動画、生徒に伝えたいポイントに焦点が当たっている動画を探し出すのは困難がある。筆者は、探す労力よりも自分で制作する労力の方が少なかったため、自分で制作する方法をとった。しかし、教員それぞれに動画教材の有効な利活用の仕方があるから、一概にどのような使い方がベストであるとはいえない。むしろ、動画の持つ特性である、何度も繰り返しいつでも視聴可能な点を最大限に生かして、生徒の主体的な学習活動の一助にできるような授業設計を考えることが肝要である。

2.2 芝浦工業大学柏中学高等学校での事例1

本校は中高一貫の共学校でありほぼ全員が大学へ進学する。2015年度中高一貫校の高校1年生を対象に数学の内容に関する解説動画を制作し、これらを活用した反転学習型の授業を約3か月間実施した。取り組みの目的は、次の2点であった。

- (A) 協働学習を通じて、普段からクラスの生徒同士が自然に質問しあいながら学べる雰囲気醸成する。取り組み後もその習慣が残るのが望ましい。

(B) 高等学校での学習者として、今まで以上に主体的に学びに取り組む意識を育てる。予習に取り組むことができるようになるということを、1つの評価観点とする。

この取り組みにおいて、解説動画は「予習の補助教材」であり、動画の視聴を義務付けなかった。また、各回の授業を概ね次のように構成した。

- ① 授業開始から約5分間… その日の学習内容の確認（予習を前提に）
- ② 授業開始5分後～25分後… その日の練習問題の演習
予習の内容に連動して、教科書の練習問題に取り組む。リーダーには予め練習問題を予告して、解説を渡してある。リーダーは他の学習者を支援する。
- ③ 授業開始25分後～30分後… 教員のコメント（1回目）と $+\alpha$ 問題の提示
教員が各グループを巡回した後、全体に伝えた方がよいことを手短かに話す。また、練習問題が終わった後の $+\alpha$ （章末問題レベル）をこのタイミングで提示。
- ④ 授業開始30分後～45分後… 練習問題の演習と $+\alpha$ へのチャレンジ演習
③のコメントに基づき、再度練習問題に挑戦する。グループで練習問題を終えたところは、黒板に授業者が提示したやや難しめの問題（今日の $+\alpha$ ）に取り組む。
- ⑤ 授業開始45分後～50分後 $+\alpha$ … 教員のコメント（2回目）とまとめ
問題も含め、教員から簡単なコメント（丁寧な解説ではなく）を行う。また、50分間の授業のまとめを生徒たちで行う。記録係は学習記録をシートに記入。

この取り組みを通して、生徒に対して次の3種類の調査を行った。

- (1) 毎授業後に実施する振り返りシートによる調査
- (2) 一通りの取り組みの終了直後のアンケート調査
- (3) 取り組み終了後間をおいて実施したアンケート調査

上の調査により、動画教材に関して生徒から得られた内容は次の通りである。

1. (1) および(2)より、動画教材をみている生徒達はその有用性を実感していることが分かった。とはいえ、一つの動画では、全ての生徒達が満足するものを提供するの難しいことも、生徒の記述回答から確認できた。授業対象生徒（高校1年）は、動画の適当な時間として10分程度、長くても15分以内と回答している。
2. (3)については、目標の(B)について重点的に質問したところ、解説動画を積極的に利用していた生徒は、この取り組み終了後も予習を行うことが難しく、継続して教科書を予習できている生徒は僅かであり、その生徒たちでも教科書ガイドや参考書が必要と回答を得た。これにより、予習補助教材の必要性が確認された。

今後の取り組みとしては、本校が今年度からSSH校の再指定を受けており、その活動の一環としてICTを活用した授業改善の継続的な実施が求められている。

2.3 芝浦工業大学柏中学高等学校での事例2

反転授業の実践とその考察について報告する（芝辻 [3], [4]）。反転授業とは、事前に用意された動画を授業前に視聴し、その動画をもとに授業では知識の習得と活用に重きを置く授業のスタイルである。

今回は反転授業の授業デザインを「習得型」と「活用型」の2つとして行った。具体的には、知識を活用しその定着を図り、協働学習によって知識を深める授業デザインを「習得型」とした。また、これまでに習得した知識をもとに数学を活用する数学的活動を協働学習によって進める授業デザインを「活用型」とした。

「習得型」の授業での50分間の授業デザイン

- ① 5分 プリント配布および本時の授業内容の確認
- ② 10分程度 個人でプリントの課題を思考
- ③ 20分程度 グループの形式を用いて協働学習で課題の内容を深める
- ④ 5分～8分 小テストを実施
- ⑤ 5分程度 小テストを自己採点

「活用型」の授業での50分間の授業デザイン

- ① 5分 プリント配布および本時の授業内容の確認
- ② 5分程度 個人でプリントの課題を思考
- ③ 35分程度 グループの形式を用いて協働学習で課題の内容を深める
- ④ 10分程度 まとめと振り返り

反転授業の動画の質に焦点を当て、「習得型」、「活用型」それぞれで生徒に対して行った質問紙調査の結果から、生徒にとって学びやすい動画についての検討を行う。

2016年4月から2017年12月までの期間で私立中学校3年生を対象に「習得型」の反転授業を継続した。この期間で「習得型」の予習動画を73本作製した。

検証

- ① 6分を超える動画と4分未満の動画では、生徒自身が長く感じるかどうかには大きな差異を見ることができなかった。一方で、2分を切る動画に対して長いと感じる生徒が多く出た事例も検討することができた。これは、反転授業の動画を作る際には動画の長さだけに囚われてはいけないということである。簡単に理解できる動画において、生徒は動画の長さを長く感じる傾向にある。つまり、生徒は「まだ終わらないのかな？長いな。」と感じている。生徒にとって、簡単に理解できる内容ではなく、集中して考えることで理解につながる動画を制作することで生徒にとって学習する意味の生まれる動画となるのである。
- ② 生徒にとって、動画で学ぶことのよさが確認された。「動画であれば何度でも見直すことができる。」、「動画であれば手順がわかった」などである。反転授業を開発する際に、動画であることのメリットを活かすことが重要である。動画内においても、結果だけを示すのではなく手順を示すことで、教科書など紙を用いた予習にはない効果を生み出すことができたことを示している。また、授業ではついて

いけない生徒も納得するまで見直すことができるという動画のよさを生徒が感じていることも確認できた

「活用型」の授業は2016年4月から2017年12月までの期間で3つ開発することができた。反転授業を導入することのメリットの一つは、教室での50分間の授業を時間的に余裕を持って使うことができるということである。そのため、動画だけが大切なのではなく、教室で行われる授業のデザインも同様に大切である。

「活用型」における動画の在り方の検討

- ① 「活用型」の場合には初めて習う知識の活用ではなく、これまでの学習で学んできた知識を活用することとなる。そのため、必要以上に前提とする知識の説明を動画に盛り込んでしまうことで生徒の動画に対する価値は下がってしまうことが確認できた。数学的背景にとらわれすぎずに、教室での授業でどんな知識をどのように活用したいのかを、具体的にイメージしたうえで動画を制作する必要がある。生徒に動画で獲得した知識を授業で活用させられるような、動画と授業を一体化した授業デザインが必要である。また、予習動画によってわかった内容(獲得した知識)を授業で活用することで生徒は動画を見ることに対して良かったと感じる傾向にあることも確認された。

2.4 板橋区立高島第二中学校での事例

2.4.1 板橋区におけるICTの導入状況

公立学校における教育のICT化は、自治体によって異なり、遅々として進んでいない学校も少なくない。本板橋区ではICT導入と活用のための研修が推進されている。

高島第二中学校では、各普通教室(9室)及び多目的室(3室)、PC教室(1室)、理科室(2室)、技術室(1室)、特別支援教室(1室)に、可動式電子黒板、実物投影機、ノートパソコンが常設されており、このパソコンはインターネットにも繋がっている。PC教室からタブレット型パソコンを1人1台生徒人数分と無線LANルータを運んで教室で授業をすることも可能である。体育、理科、技術家庭科では動画をサーバーやノートパソコンに保存して生徒に視聴させている。

本区では、全小中学校にSky株式会社のSKYMENU Classを導入しており、授業改善の視点からそれを使った授業を推奨している。このSKYMENUは先生機から生徒機(タブレット型PCを1台/人)に静止画像はもとより動画も一斉配信できるものである。

2.4.2 数学科での取り組み：中学1年生対象 第6章空間図形 1節いろいろな立体

本時のねらい

- 身のまわりにある立体物を、いろいろな見方をしながら共通点を見出し、グループ分けすることにより、多面体、“柱状”の立体、“錐状”の立体の特徴を学ぶ。

2. 一人1台タブレットを使って、数学的活動を通して理解を深める。

授業展開

- ① 先生機より“投票機能”を使って、簡単なアンケート投票に使用する。
例1 前回の授業で何を学んだか？ **例2** 昨夜は何時ごろ就寝したか？
方法 生徒機に一斉配布して、回答をリアルタイムでグラフに示す。
ねらい 操作に慣れること、今のクラスの状況を生徒とも共有する。
- ② 身の廻りにある立体物の写真（卓上カレンダー、宅配便の段ボール、卓球ボール、ガラスコップ、バドミントンの羽根）を一斉配布して、それぞれ共通点を発表させる。発表は各自のタブレットにスタイラスペンで書かせ、先生機からモニターしながら生徒機の画面を電子黒板に映し、発表させる。
- ③ 教科書にある円錐、三角錐、四角錐、円柱、三角柱、四角柱そして球を生徒機に一斉配布して、それぞれ共通点をもとに分類させ、発表させる。
- ④ 角柱と角錐の違いを観察し、発表させる。
- ⑤ 校舎内外、教室内外をビデオ撮影しておいたものを一斉配布し、柱体、錐体があるか、またはそれらに似たようなものはあるか、一時停止機能を使って、発表させる。
成果 教科書のような印刷教材の知識を実際の場面に意識を引き込んで、実感させるのに動画は有効である。
課題 ハード的な問題でフリーズしてしまったとき、すぐ対応できるバックアップ体制（人的、ハード的）がしっかりしていないと、授業進度を考えると、継続的にICT授業を続けようとする気になれなくなる教員が出てくる。

2.4.3 本実践事例を振り返って

数学科、国語科、社会科、英語科では、実物投影機を使って資料等を電子黒板に映したり、電子黒板に映ったデジタル教科書に書き込んで補足説明をしている。教科書の内容が理解できない、あるいは教科書のどこに注目しなければならないか分からない学力低位の生徒、教科書を持ってこなかった生徒にも支援できるツールとして有効である。回線の容量を増やし、生徒、教員がネットワークを使いやすくすることが望まれる。

3 解説動画制作の動機

上で述べた実践事例は、それぞれの学校の状況に合う形で行われたものである。筆者らはこれら解説動画制作に価値付けをし、得られた成果をもとに、解説動画の有り様自体を一般化するにはどうしたらよいかという問題意識が本研究着手の端緒である。

3.1 解説動画制作の経緯

生徒や保護者から次のような相談を受けることが少なくない。

- 「教科書を読んでもわからない」

- 「問題の意味がわからない」
- 「解き方がわからない」
- 「解説を読んでもわからない」
- 「親にも聞けない」

そういった生徒へのサポートとして、“Show Me”という動画制作アプリケーションを使った授業展開の存在を知った（市川 [1] による研究）。Show Me は、「既存の解説が音声とテキストによって動画に付けられる」、「ネット環境があればどこからでも携帯端末でアクセスができる」という魅力に、芝浦工業大学の中高大の教員による研究開発（牧下ら [2]）が始まった。併せて、今回の開発においては、浜島書店のコンテンツを提供という協力が得られた。また、出版社の知見を大所高所より得られる機会となった。

動画制作アプリケーションもいろいろあることを知り、“Show Me”の他“Explain Everything”などを試してみた。本動画制作では、Explain Everything を使用した。

4 開発した解説動画の特色

筆者らは、ワークブックなど通常教材による自学自習において、生徒の「問題を解きたい」という意欲を損なうことなく取り組める環境をいかにして提供するかということに配慮した。

動画自体が生徒個別の対応が使命であることに鑑み、問題を解く過程の解説を提供することで、学習意欲を持続させ、知識欲を満たすことを考えたからである..

どんなに詳しく、分かりやすく書いたとしても、それが理解できない、言い換えれば書いてあることが理解できない生徒が少なくない現状への対応を可能にしたかったからである。今回は数学「データの分析」の内容の動画化を試みた。

5 解説動画を開発する上で留意したこと

従来の印刷教材では、解き方を理解するのにある程度の文章の読解力を必要とする。読解力の弱い学習者にとっては、解説書に書かれていることの意味が分からず、「解き方がわからない」ままになってしまうことがある。また、印刷教材では「考え方」を示すことはできても、「解き方の手順」を具体的に示すことが困難な場合も少なくない。

そこで、印刷教材と解説動画を併用することで、問題の「解き方の手順」を具体的かつわかりやすく示すことができると考えた。解説動画を利用することで、読解力が弱く、解き方がわからないまま学習することをあきらめてしまっていた生徒にとっては、問題を解くことへの意欲が維持されるものと考えている。

つまり、これまで数学を学ぶことをあきらめていた学習者が、解説動画を見ることにより、これまで解説書を読んでもわからなかったことがわかるという経験を通して、自ら問題解決できそうだという成功体験を積み重ね、その後の学習意欲の向上につながるものと期待している。

解説動画は、学習者の習熟度に合わせた多角的な学習をサポートする ICT の利活用の一例である。解説動画の制作を進めるにあたり、生徒目線でのわかりやすさと、ある程度の動画の仕上がりの良さを考え、次のような点について工夫したり、配慮した。

1. 録音、録画を開始する前に準備すべきことを洗い直す
2. ExplainEverything の機能を共有する
3. 動画による解説と文字による解説との差別化を図る
 - (a) 「音声」で解説すべきことは何かを共有する
 - (b) 「映像」で解説すべきことは何かを共有する
4. 録音、録画後の編集テクニックを共有する
5. 適切なペンとは何かを探る
6. その他

具体的な対処事例

- (1) 録画するときの場所と時間を考えなければならなかった。
理由 雑音が入らないように深夜に録画したが、バイクの爆音等、外からの雑音に邪魔された。不必要なノイズだけ取り除けるソフトがあると便利である。
- (2) ひとつの問題は、修正も含めて一気に仕上げなければならなかった。
理由 複数回に分けると解説のスピード、音調、声の調子が変わる。
- (3) 準備として解説に必要な用語、文章、式などは2ページ以降に作っておき、必要に応じてコピー＆ペーストしなければならなかった。
理由 喋りながら、直接書き込むことは思っていたほど簡単ではない。およそ3分間という制約の中で仕上げるには時間がかかる。
- (4) いろいろなスタイラスペンを試す必要があった。
理由 先が硬いペンだと、文字などを書くときにコツコツという音が録音されるため。
 ※ヘッドセットを使えば手元の音は拾わなかったかもしれない。
- (5) 文章にアンダーラインを引くときは、解説を録音してからミックス録画でラインを書き込む。このときは録音機能はオフにしておく。
理由 読みながら綺麗にアンダーラインを引くのは難しい。
- (6) ペンの色はカラーユニバーサルデザインに適応させなければならなかった。
理由 色覚特性のある生徒への対応のため、場面ごとの色使いは次のようにした。
 - 背景色が緑色の場合（黒板をイメージ）には、白色を主に使い、黄色、緑色、青色の順に色を使い分ける。
 - 背景色が白色（問題提示をイメージ）には、黄色を主に使い、緑色、青色、赤色の順に色を使い分ける。
 - 背景色が青色（ポイントのまとめをイメージ）には、黄色を主に使い、緑色、青色の順に色を使い分ける。
 - 説明で使用する矢印は、太い、緑色の矢印を基本とする。

6 今後の課題

今回解説動画を制作した数学I「データの分析」の学習時期は、2学期の後半からと想定される。本動画の配信開始が2018年6月であり、現時点（2018年10月）での利用者数は少なく、利用状況を分析、判断するには至っていない。また、現時点ではサンプル数が少なく明言はできないが、問題ごとのアクセス数を比較すると、基本問題よりも練習問題や実践問題など、ある程度学習が進んでからまとめて練習するページにおいての利用が多くみられる。引き続き、利用状況の調査を行い、問題と解説動画の利用数の関係や、生徒の自学自習への効果などから、ICTの利活用による効率的な学習の実現を目指して取り組んでいきたい。

今後の課題として、現在の学習内容（学習教材）にとらわれず、いつでも簡単に他の内容の動画も視聴できたり、過去に学んだ内容を簡単にふり返ることができる仕組みの開発を検討していきたい。学力の多様化した生徒に対する動画教材の有効性を検証しつつ、同じ動画でもそれぞれの層にカスタマイズされたものを提供する必要性を感じる。今後も解説動画の制作を通して、制作のあり方、生徒の利用の仕方、生徒や教員の声を収集していく。現時点で筆者らは次の2点の課題を共有している。

1. 問題が「解ける」ための動画であったが、基礎的な知識を正しく理解するための動画の開発も必要と感じている。
2. 不登校児童生徒のための動画、院内学級児童生徒のための動画、サポート校生のための動画、定時制高校生のための動画などいわゆる教育弱者への支援ツールとしての動画のあり方を探っていきたい。

今回は、「Explain Everything」を使った。そうしたソフトウェアをいかに使いこなしていくか、習得までの時間や完成までの制作時間の確保はかなりのウエイトを占める。これは制作者側（教員側）の大きな課題である。一方で生徒の中には、色々な機能、例えば、動画の中に動画を埋め込むことができることを発見する生徒がいたことを記す。

謝辞

本研究に際して、教材をご提供いただいた株式会社 浜島書店に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 市川裕子: 「スクリーンキャストアプリケーションを用いた反転授業の試み」, 『数理解析研究所講究録』第1951巻, pp.54-61, 2015.
- [2] 牧下英世他: 「グローバル社会における, ICT活用による生徒の主体的な数学の学びを促す仕組みづくりとその実証的研究」(2015日教弘本部奨励金受給研究), 2016.
- [3] 芝辻正: 「反転授業を導入した授業実践の一考察」, 学習院大学 教育学・教育実践論叢 第3号, pp.193-198, 2017.
- [4] 芝辻正: 「「活用型」反転授業の実践とその一考察」, 学習院大学 教育学・教育実践論叢 第4号, pp.31-45, 2018.