

大学専門基礎数学における反転学習用動画教材の開発と LMS の活用

On the Development of Video Materials for College Mathematics and Their Applications with LMS

吉富 賢太郎

Kentaro YOSHITOMI

大阪府立大学 高等教育推進機構

Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University

Email: yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：大学初年次「線形代数」は、前期においては高校から履修対象でなくなった行列を導入し、後期においては抽象度の高い内容となり、数学系以外の学生には敷居の高い科目の 1 つと考えられる。3 年前から後期内容について動画教材開発を行い、2 年間後期授業のみであるが、反転授業の展開を試みた。また、視聴確認を含めた LMS 上の小テストを開発し、アンケート結果による教材の改良を継続して行ってきた。さらに、今年度は前期内容に対応して、行列について動画と問題の開発を行い、反転授業を試みている。動画教材開発における留意点や視聴させる工夫について報告する。

キーワード：数学教育、e ラーニング、動画教材、LMS 活用

1. はじめに

よく知られているように、反転授業 (Flipped Class) は、動画教材を中心とする自習教材によって事前学習を行い、実際の授業(対面授業)においてより理解を深めるための学習活動を行う授業形態であり、このような学習を反転学習 (Flipped Learning) と呼ぶ。ここでは、総称して反転形式と呼ぶことにする。

本稿では、大学専門基礎数学科目の線形代数において、2 年間、後期の抽象度の高い内容に関する授業を反転形式により展開した事例と、今年度進めている前期の行列に関する内容の動画開発と LMS を利用した活用について経過報告し、問題点と今後の改善のポイントについて考察したい。

2. 先行事例と動機

日本における反転授業は、初等中等教育においては広まりつつあり、また、高等教育においても数学以外では報告事例が散見されるようになった。しかし、大学専門基礎数学においては、海外を含めてもまだ事例が多いとは言えない。

特に日本における線形代数での運用事例については皆無であり、全学で反転授業に取り組んでいることが知られている金沢工業大学においても線形代数は 2015 年度以前においては実施されていない。

一方、これまで線形代数を担当してきた実感として、線形代数の特に抽象的な内容については、学生の理解度は不十分であり、計算技能においてのみ試験をパスすることだけに専念しているように見られ、理論的な理解が不足していると思われる。

上述のように先行事例が皆無である線形代数の反転授業であるが、より深い理解を伴う学習のためには、検討する必要があると考えた。本学では後期の履修内容である抽象的な内容、例えば、部分空間の定義や線形写像の核・像の基底や次元、基底と表現

行列、対角化が登場する場合には概念理解が重要であり、反転形式には有効性があると予想した。以上が本研究の動機である。

3. これまでの事例

以下に年度毎の事例を紹介する。各事例において、動画の作成は主に TeX+beamer によるスライド(図 1)を用い、TechSmith 社の Camtasia Studio を使用した。ただし、例題解説については、iPad Pro 9.2 の画面を QuickTime 経由で録画し、同ソフトで編集した。また、本学の LMS は Moodle ベース(図 2)であり、小テストは一部多肢選択問題を含む STACK による問題を随時開発して利用した。

3.1 事例 1 (2014 年度後期・工学域対象)

2014 年度後期から動画開発を開始、反転形式での授業展開はできなかったが、復習に使える教材として開発を行い、YouTube にアップして利用した⁽¹⁾。

結果として、「疑問のある解説だけを見た」が 37%、どれも 1~2 回見たが 37%、半分程度見たが 16%であった。また、視聴目的調査でも、実数で復習のみが 32、予習のみが 6、両方が 11 であり、予習利用には至っていないことがわかる。

3.2 事例 2 (2015 年度・知識情報システム学類対象)

2015 年度においては、それまで工学域(旧工学部)対象のみであったのが、現代システム科学域知識情報学類 2 年生向けクラスとなった。そのため、非常に学力が読み辛く、また、前期の担当者が別ということもあり、反転形式の導入には困難が予想された。

実際、動画について、最初からわからないという学生が多く、一般には反転形式として本来あまり行わないダブルティーチング(対面授業においても同じことをもう一度教える)スタイルをとらざるを得なかった。また、視聴を促すための課題の分量が多過ぎるという意見が多く、学生の履修授業数との関

連もあったと思われるが、授業進行は困難を極めた。
この事例から、一般論の解説から始めると学生の視聴意欲が低下し、学力によっては殆ど視聴しなくなるケースがあり、視聴確認問題の設置も効果を持たないことがわかった⁽²⁾。また、毎回の後半の動画ほどやはり「よくわからない」と答えた場合が多く、同じ章の内容でも後半に同様の傾向が見られることから、内容が進行して行くと動画だけの理解度は急速に低下していくことが明らかとなった。

逆行列と連立 1 次方程式

A: 正方向行列が正則 $\Leftrightarrow AX = XA = E_n$ となる X が存在。
方程式 $AX = E_n$ を考える。
両辺の第 j 列ベクトルを比較 $\Rightarrow n$ 個の連立 1 次方程式
($A|E_n$) を行に関して基本変形 $\rightarrow P(A|E_n) = (E_n|B)$
 $\Rightarrow B = A^{-1}$ ($\therefore PA = E_n, PE_n = B$)
例 $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ の場合
 $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & -3 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
 $\therefore \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$
検算: $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6+6 & 4-3 \\ -3+4 & 2-2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
注 一般に $\text{rank } A = n$ であれば $AX = E_n$ は解を持つ。

図 1 スライドの例

図 2 授業支援システム (Moodle) の一画面

3.3 事例 3(2016 年度後期・自然科学類対象)

事例 2 に続き担当経験のないクラスが対象で、生命環境科学域自然科学類の 1 回生を担当した。このクラスの学生は「前期が非常に”楽勝”だったので、後期も楽にとれると思って履修した」という学生や後期のみ再履修の学生も含まれるなど、前期の履修内容について、想定できる理解度が事例 2 以上に深刻な事例であった。また、授業支援システム(LMS)へのアクセス自体が低調な学生が当初から相当数存在し、初回 1 题目的の視聴確認問題を期間内に完了した者は 22%、最後まで未完了だったものが 16%、1 ヶ月以上かかったものが 36%、中には年が明けてから完了という者もいた。

また、動画に関するアンケートでは視聴時間(分)、および理解度(「1.よくわかった」～「5.全くわからない」)について、反転形式を利用した 10 回目までの授業でほぼ共通して、動画の視聴時間は 1 本あたり約 11 分、理解度平均は 2.2～3.2(後半)であった。

一方で視聴しない学生も多く、動画利用の最後の回(10 回目)では、履修学生の約 45%が視聴しなかった。

本事例では、毎回の動画構成として最初は具体例、後半は抽象的な説明と推移するよう多くを改訂したが、上述のように最初から見ない学生が多く、改訂による実効性は検証できなかった。

3.4 事例 4(2017 年度前期・工学域機械系対象)

今年度は工学域を通年で担当することになった。前期内容の動画教材を新規に開発中である。抽象的な内容は少ないが、一般的な記述は極力避け、具体的な例を先行して示すように配慮している。定義や性質は最後にまとめ、授業で同じ内容を確認することを想定している。また、動画視聴を促す試みとして、成績評価に組み入れるポイント制を導入した。評価対象のうち平常点を重視し、動画視聴やオンラインテスト実施によりポイントで稼ぐという形にすることによって、授業時間外学習を促進させる試みである。現在のところ積極的な学生も相当おり、その成果については大会当日報告したい。

4. 今後の課題

今年度の動画作成により線形代数の概説については通年の内容が一通り揃う。今後は、具体例が優先していない動画の改訂を随時行っていく。また、問題を解くことによって、理解が深まることも事実であり、計算技能の習熟というよりは論理的な説明に重点を置いた例題解説の動画を拡充していきたいと考えている。また、本研究においてはスマートフォンの活用を重視した教材開発を行っているが、学生のコメントからも、計算や思考過程において紙媒体の利用も必須であり、「紙・動画・視聴確認用の LMS 小テスト・発展演習・授業での解説」を一連の流れとする履修目標毎の教材の枠組みを設計していくことが重要であると考えられる。学生が授業支援システムを利用するとき感じる煩雑さを避けるような工夫が必要である。

今年度から導入したポイント制は学生に一定のモチベーションを与えたと思われるが、一方で出遅れた学生も少なからずおり、課題に関する上述のような工夫や利用可能時間をシステムで適切に制御することで、授業時間外学習を木目細かに支援するような教材設計を検討していきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00926 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 吉富 賢太郎: “線形代数の自作解説動画の授業利用と効果検証”, 日本数学教育学会第 97 回全国算数・数学教育研究(北海道)大会, (2015)
- (2) 吉富 賢太郎: “大学専門基礎数学における反転授業に向けた動画教材開発”, JSiSE Research Report vol.31, no.1(2016-5), pp.107-113