

自動生成された多肢選択問題を基軸とした線形代数の反転授業の設計

Flipped class using multi-choice questions automatically generated by CAS

吉富 賢太郎^{*1}, 金西 計英^{*2}Kentaro YOSHITOMI^{*1}, Kazuhide Kanenishi^{*2}^{*1}大阪府立大学, ^{*2}徳島大学^{*1}Osaka Prefecture University, ^{*2}Tokushima University,

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

あらまし：大学専門基礎の線形代数の動画教材を開発し、YouTube や学内配信システムで公開している。視聴確認をさまざまな方法で試みてきたが学生の予習状況は改善していない。対面授業においては、ペア演習の実施等により学習意識を高める試みを行ってきた。学生が寝ないという形式的な目標は改善しつつあるが、自ら「コミュ障にはつらい」と表現する学生もおり多角的な授業設計の必要性もある。著者は今年度、前期履修内容について多肢選択問題のCASによる自動生成を新規に約85題分を行った。これらの問題は正解するのに理解することが必須となることを基準に設計している。この問題群を予習・復習・授業内演習に活用する試みを行なった。実践報告とアンケートによる効果検証について報告する。

キーワード：反転学習, LMS, オンライン小テスト, スマートフォン活用

1. はじめに

大学初年次数学科目の1つである線形代数は昨今一層重要視されている科目の1つである⁽¹⁾。しかし、本来高校までに履修すべき行列やベクトルの概念や幾何的理解の基礎となる空間図形の一部の内容が高校数学全般や文系の履修内容から削除、もしくは今後削除の恐れがあるなど、大学教育側に一層の負荷がかかるようになってきている。このことは、大学教員、学生双方の負担増となっている。

このような現状では、より効果的に線形代数を理解していくことが必要となるが、本来高校で履修すべき内容については学生の自宅学習を拡充して対応する必要がある。また、新しい概念に対する認知的負荷を下げるには、予習が効果的であると考えており、2015年度より反転授業を試行している。

反転学習における予習活動にはしばしば動画が用いられるが、吉富は通年分の解説動画を開発し、スライド(TeX/PDF)とともにWebやYouTubeで公開している⁽²⁾⁽³⁾。また、予習活動の確認として、LMS(大阪府立大学ではMoodle)上でSTACK⁽⁴⁾を用いた小テスト課題や、スライドの穴埋めをさせ写真で提出させるなどの試みを行ってきた。しかし、数学の場合、説明を聞いても理解できないというケースが頻発するため、動画の視聴による予習は困難で学生に予習をさせる試みは現状難しいと言わざるを得ない。

一方、対面授業では、説明を始めると学生はしばしば睡魔に襲われ、教員の渾身の解説も聞き逃す。しかし、作問演習を中心とするペア演習やLMSの問題に授業内で取りまかせると目を輝かせる。このことにヒントを得て、問い掛けを基軸とする学習を設計することにした。動画視聴では困難な予習を簡単な問題に取りまさせることとしたのである。

ただし、その際問題となるのは、スマートフォンを利用した場合に見られる解答時の行列等の入力に

おける困難性である。そこで2017年後期から取り組んでいる多肢選択問題に注目し、乱数生成により、100~500題の多肢選択問題をCASにより自動生成し、解答は選択だけでよいように工夫することとした⁽⁶⁾。問題作成時のポイントとして、自宅学習において計算機を用いても正解することが困難だが、理解していれば正解が容易である問題の設計を心掛けた。今年度、前期に新規に85以上の問題を開発した⁽⁷⁾。

発表では、本試みについて解説し、金西の手法を用いた学生の学習に関する調査を用いた効果分析、2クラスある授業の共通中間・期末試験の成績比較、各オンライン課題の取り組み状況と中間・期末の結果の相関について分析し、報告する予定である。

26-01 行に関する基本変形と基本行列の積

問 以下は、ある n 行 m 列の行列 A について、 A と n 次単位行列を横にならべた行列 (AE_n) を行に関する基本変形により変形している途中で得られたものである。 A は何か? $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$

○ a. $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & -1 \end{pmatrix}$ ● b. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 4 & 7 & -2 \end{pmatrix}$

○ c. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ -4 & -5 & 2 \end{pmatrix}$ ○ d. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 2 & 4 & -1 \end{pmatrix}$

○ e. $\begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ ○ e. $\begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

図1 スライドの例

2. 多肢選択問題の実装例

2.1 開発手法

開発はまずサンプル問題集をスライドとして作成した(図1)。目的は以下の通りである。

- 実装上の問題の仕様を明らかにし、実装段階での迷いが生じないようにする。
- 問題の分類やねらいを内外に明らかにする。
- 正解例の学生への提示、問題の解説動画の開発に利用する。

CAS を用いた STACK や MATH ON WEB の問題コンテンツを開発したり移植したりするには問題の仕様⁽⁵⁾を明確にすることが重要である。また、学生への解説動画としても利用できるようにすると同時に、利用する教員に XML データではわかりにくい問題の概要を明確にする意図もある。

次に、作成したスライドを基に *Mathematica* を用いて、Moodle 用多肢選択問題用の XML データとして 100~500 題を 100 題単位で生成した。



図 2 問題バンクの例(一部)

2.2 利用方法

生成した問題は Moodle にカテゴリ分けされてインポートされる (図 2)。これらを Moodle の小テスト構成手段であるランダム出題機能を用いて利用する。小テストは予習課題、復習課題(任意と必須に区分)、テストとして設置した。テストのいくつかは期末試験受験にクリアが必要なものとし、また、予習課題のいくつかは任意課題の必須要件とするなど、演習や予習を促す試みを行った。予習課題は、最低限理解してもらいたい用語や概念、身につけておいてもらいたい計算技能に限定して授業時までの期限つきで設置した。また、復習課題は学生の負担に配慮して必須と任意に区分した。必須は学習目標を達成するのに最低限必要な演習内容とした。

多肢選択以外の問い方が有効と考えられる問題は従来通り STACK の問題も利用している。

なお、大阪府立大学で運用している Moodle 上の STACK においても動的に多肢選択問題を生成できるが、数式が正しく表示されない致命的問題があり使用できない。この点が改善されれば STACK による問題開発も今後可能になることが期待される。ただし、STACK が利用できない Moodle 環境でも、生成された XML は利用可能であり有効である。

2.3 効果検証

アンケートによる効果検証を行うために、金西に

よる Schraw らの「成人用メタ認知尺度 (MAI)」の改訂版⁽⁸⁾を Moodle のアンケートに移植し学生に実施を依頼している。ただし、質問数が多いため時間をかけて回答待ちである (本稿執筆時点ではまだ約 40%の回答)。

また、担当クラスは同一学類 2 クラスの 1 つを担当しているが、他クラスと共通の中間試験を実施、期末試験も共通問題を予定しており、対応のない 2 群の検証を予定している。

3. まとめと今後の方針

線形代数授業において、対面授業における活用への利用も視野に入れた「問い掛け」を基軸とする反転授業設計に取り組んだ。予習教材として、「動画」ではなく、実施を確認でき LMS 機能を用いて学生の実施をある程度制御できる小テストを活用した。

対面授業では学生の学習意識を高めるため、ペア演習用に作問演習を追加し、授業内でのオンライン課題の取り組みも試行した。課題として：

- ペア演習では対話を好まない学生に配慮が必要
 - 多肢選択問題だが問題として難易度が高く、計算機を用いても困難な問題が含まれ、調整が必要
 - 期末試験受験の必須条件を指定しても実施しない学生も存在し、頻繁な実施状況確認が必要
- などがあげられる。

今後は、各問題を質と量の両面で精査し、場合によっては紙の小テストも併用して随時効果を確認するような取り組みをしていきたいと考えている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K02941 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzhai/data/_icsFiles/afiel_dfile/2017/08/24/1394149_1_1.pdf (2019.6.13 確認)
- (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.
- (3) <http://www.las.osakafu-u.ac.jp/~yositomi/LA.html>
- (4) Sangwin, C.: “STACK”, <https://stack.maths.ed.ac.uk/>
- (5) 吉富 賢太郎, 川添 充, 中原 敬広, 中村 泰之, 福井 哲夫, 白井 誌沙香, 加藤 克也, 谷口 哲也, “数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS に基づく問題実装”, JSiSE 第 43 回全国大会, 予稿集 pp.335-336.
- (6) K. Yoshitomi, Generation of Abundant Multichoice or STACK Type Questions Using CAS for Random Assignments, ICMS 2018, LNCS 10931, Springer, pp.472-477.
- (7) http://www.las.osakafu-u.ac.jp/~yositomi/moodle_xml/
- (8) Schraw, G., and Dennison, R. S., : "Assessing Metacognitive Awareness," Contemporary Educational Psychology, 19, 460-475,1994.