

線形代数のためのLMS活用反転学習教材の開発と実践

Development of flipped learning model utilizing LMS for linear algebra course

吉富 賢太郎^{*1}

Kentaro YOSHITOMI^{*1}

^{*1}大阪府立大学

^{*1}Osaka Prefecture University

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

あらまし：大学初年次の「線形代数」の後期は特に抽象度が高く、認知的負荷を下げるためには、反転学習教材による事前学習が効果的であると考えている。また、動画開発のポイントとして、短時間構成は当然だが、常に問い掛けにより理解しようという意識を持たせることが重要と考える。2019年度後期において、このような視点で動画を再開発し、これまでのLMS上の問題教材を組み合わせることで反転授業モデルを構築することができた。また、前期の比較的計算技能を多く含む内容についても、この手法は有効であると考えており、2020年度前期は問い掛けを基軸とする動画の再開発と対応する問題教材の補強を実施予定であった。コロナ禍の影響で結果的に強制的に当該開発を進めることとなったが、2019年度反転学習モデルの効果検証と合わせて報告する。

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、線形代数(線型代数)

1. はじめに

大学初年次における線形代数は理工系課程にとって必須の専門基礎科目である。昨今は高校の課程から行列や1次変換が消え、さらにベクトルの数学Cへの移行といった時代錯誤的な誤りをも今後補う必要がある、効果的な学習モデルの構築が必須である。

線形代数において、ICT活用反転学習が効果的と考える状況は前期と後期で多少異なる。

前期においては、本来高校で履修すべき空間における平面図形や平面の一次変換・行列やベクトルの基礎的リテラシーを持たずに大学に入学してきた学生に対し、これらの概念を十分に理解してもらう必要がある、という背景がある。仮に高校で履修しても適正に教育されない可能性を考慮しても、一定の反復演習が担保されることによる差は無視できない。実際、従来型授業で、高校履修時程度に空間図形の内容を全学生に理解してもらうことには困難であった。ICTを活用した即時フィードバックをとまなう反転学習により、効果的な授業時間外学習を確保し、基礎的な理解を前提とすることで対面授業での理解の深化が期待される。

一方、後期の履修内容には抽象度の高い内容が含まれる。例えば、抽象ベクトル空間・部分空間・一般ベクトル空間の間の線型写像・基底・次元公式・表現行列・基底の変換行列・固有空間・直和・最小多項式などである。このような抽象概念に躓いたために頓挫してしまったり見られる学生も過去に多く観察され、出席状況も悪化することがある。抽象概念は事前に慣れることにより、認知的負荷が下がる、という仮説を、後期の内容に関する反転学習環境の構築により検証したい。

2. 授業・学習モデル

反転学習は、その定義として事前学習、つまり予

習が必要となる。予習には教科書を用いるのが最も基本的だが、数学、特に線形代数の教科書は、最初の段階で躓く学生も多く、教科書による予習は難しいと考えられる。したがって、一般的な「動画教材」の利用ということになるが、筆者もこれまで5年以上にわたり開発してきた⁽¹⁾。しかし、学生があまり視聴しない、学生の集中力が持たない、という現象も広く認知されており、原因は受動的な視聴姿勢にあると考えている。そこで「問い掛けを基軸とした教材」を意識し開発している。すなわち、能動的な事前学習を行うために、以下の形式を意識して、スライド・動画を開発した：

1. 基本的な用語や主張の具体例による提示

2. 例題の提示 3. 例題の解説 4. まとめ・補足

2019年度後期は、この形式で全面改訂を行い、対応する類題をLMS(Moodle)上の小テスト形式の演習問題としてSTACK⁽²⁾を用いて追加で開発・配置した。

なお、動画の音声としてスクリプトを利用してMacの読み上げを用いる試みも行った。低質な音声による学生の視聴意欲の低下が過去にアンケートにより判明したからである。開発には半期で計200時間以上を要したが、今後読み上げソフトの改善やスクリプトの修正により、他の教員の利用や改訂が容易となるという利点がある。

一方、2020年度に入りコロナ禍にあつて、オンライン授業の実施が必須となったが、当初の予定通り動画を上述のスタイルを徹底して改訂している。また、個々の動画に対応する演習問題もSTACKの問題をさらに大幅に新規開発し、昨年度開発の自動生成多肢選択問題⁽³⁾も必要に応じ併用しながら、理詰めを考えさせる教材の開発に努めている(図1)。

昨年度、自動生成多肢選択問題を大量に開発した。しかし、問題数が多く今年度は他の教員とLMSのト

ピックを共有する過程で支障があり、原則 STACK とし、多肢選択問題は補助的に利用している。STACK でも多肢選択問題を作成でき、学生の解答負荷を下げる事が可能である。STACK の多肢選択問題はフィードバック機能に不満があるが、今後の改善も期待され、STACK が利用可能な環境であれば保守性も考慮すると有効な問題構成手段である。



図 1 LMS のトピック例(2020 年度)

3. 効果検証

3.1 2019 年度後期

毎回の授業で、その回の内容に関する自分の理解の振り返り、予習状況、質問があればコメントとして書く、という内容のアンケートを実施し、評価対象として取り組んでもらった。このアンケートの中で、事前学習により、理解がより深まったと思うかを尋ねた。多くのテーマでは、理解が深まったと考える学生が一定割合見られた(図 2a,b)。また、理解が困難と考えられるテーマもより明確となった。

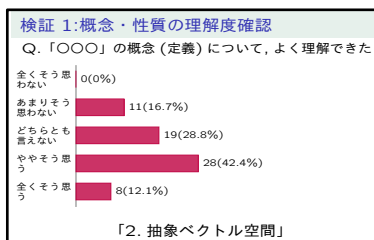


図 2a アンケートの結果の例(2019 年度)

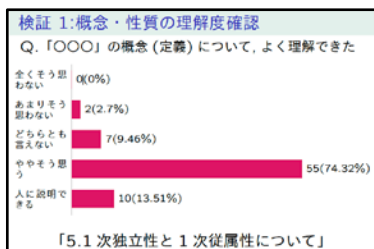


図 2b アンケートの結果の例(2019 年度)

3.2 2020 年度前期

2020 年度前期はまだ本稿執筆時点で完了していないが、現在のところ、学生は順調に学習しているように見える。早い学生は最新のテーマにすでに取り組んでいる一方、小テストの期限に追われる様子の学生も見られる。

非同期型授業で学生の進度は特に固定されていないため、毎回のアンケートはとれていない。ただし、今後、終了前にアンケートをとり、学習教材の良かったと思う点、わかりにくかった点をできるだけ詳しく調査したいと考えている。発表当日にはその結果を検証したい。

4. まとめと今後の方針

線形代数授業において、通常の対面授業や反転授業モデル構築に活用可能な「問い掛け」を基軸とする反転学習用動画・問題教材を後期の抽象的な範囲で開発・反転授業モデルを構築した。学生のより深い理解の基盤としての有効性が期待される。今後は、理解困難と考えられる学習項目に絞って、APOS 理論等を使った効果測定の可能性を検討したい。

また、今年度前期も引き続き動画の改訂と問題の追加を行い、実質的な反転授業モデルの構築をしている状況である。学生の取り組みも概して活発で、問い合わせや質問が続く。個別の演習や小テストについて、取り組み状況を把握する時間がとれないが、通常対面で行うような質問への補足解説を ZOOM で行っており、時間は 45 分から長くて 1 時間超におよび、参加学生は少人数だが充実している。

今回飛躍的に充実した教材について、今後はより精査するとともに、学生へのフィードバックの内容について、また、学生毎の取り組み状況の把握方法について、検討していきたいと考えている。多くの学生は、目の前にある教材に取り組む、わからなければ質問し先へ進む。だが、どこかでほぼ止まってしまう学生も 2019 年度には一定数おり、これは通常の授業形態でも見られることだが、リアルタイムに学習状況を把握可能な状況の元で、個別対応をとるべき学生の早期抽出は、大きな課題である。

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) 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.
- (2) Sangwin, C.: “STACK”, <https://stack.maths.ed.ac.uk/>
- (3) K. Yoshitomi, Generation of Abundant Multichoice or STACK Type Questions Using CAS for Random Assignments, ICMS 2018, LNCS 10931, Springer, pp.472-477.
- (4) http://www.las.osakafu-u.ac.jp/~yositomi/moodle_xml/