

インタラクティブ動画を用いた適応的授業計画とその実装について

安井清一*1・上田真也*2・石垣綾*1

Email: yasui@rs.tus.ac.jp

*1: 東京理科大学創域理工学部経営システム工学科

*2: パロニム株式会社

◎Key Words 双方向型授業, 課題解決型学習, 個別最適な学び

1. はじめに

大学における授業形態は、大きく分けて、講義（座学）と実験・実習からなる。実験・実習は、物理学の実験であるように、既によく知られている知識を実際に確認する内容もあるが、課題解決型学習（Project Based Learning）のように、能動的で自発的な学びを実現する内容も多く行われている。また、実験・実習では、担当教員数やティーチングアシスタント数も多く、学生の進捗に合わせた指導や、議論を通じての学びの機会でもある。一方、講義は、教員が学生に向かって一方的に知識を伝達する方式であるが、従来、講義形式で行われていた科目についても、アクティブラーニングや課題解決型学習、ソクラテス式問答法のような対話型の講義、メリルの第1原理による教育設計など、学生の能動的で自発的な学びを呼び起こし、生活の中で使える知識を学ばせさせる試みが行われている。しかし、このような取り組みは、講義方式で行っていた科目を実習形式で実現しようとする活動でもあり、人的資源を含む教育資源の制約から、全ての科目を実験・実習化することは一般的に不可能である。また、講義方式は一定量の知識を体系的に伝えるのに向いており、4C/ID-model¹⁾における反復的スキルの自動化という点で重要であることから、すべてを実験・実習化することは難しい。

近年、教育実務上の制約条件の中、講義方式の特性を活かしつつ、クリッカーなどで授業の双方向性を高め、学生の能動性や自発性を喚起したり、教員が理解度を確かめながら適応的に授業を進行・構成したりして、教育効果を高める工夫が行われている。特に、コロナ禍を経て zoom による講義が行われるようになり、zoom の機能であるチャットや投票によって、ライブ授業において双方向性や適応的授業を行えるようになった。現在、多くの大学において対面授業が実施されているが、対面授業においても zoom を使用することで、特別な設備を導入せずとも、双方向性のある適応的授業を構築することが可能であり、少なくとも、そのポテンシャルは存在する。

このように、奇しくもコロナ禍が牽引した形になったが、教育 DX が一足飛びに進んだ現在において、本論文では、インタラクティブ動画という“さわれる動画”の技術による授業を設計することによって、クリッカーや上述の zoom 機能で実現できる双方向性や適応性とは別の種類の双方向性及び適応性を提案する。提案する双方向性・適応性とは、授業の進行の中で、学生からのフィードバックはもちろんのこと、学生が自分の理解度に合わせて欲しい内容を自ら得ながら理解する、ことである。これにより、教科書や配布資料は授業内容の標準としつつ、各

学生においては、理解を助けるために必要な個別の知識が付加された自分独自の教科書が最終的に出来上がるというわけである。また、インタラクティブ動画には動画視聴者のアクション履歴を分析する機能があり、教員がこれを使用することにより、リアルタイムアンケートとは異なった、学生の行動による潜在的な理解度や、理解が困難な点などの推定が可能になると考えられる。

以下、本論文では、インタラクティブ動画による授業設計を提案し、実際の授業で用いたインタラクティブ講義動画の実施例を示す。最後に、ライブ版インタラクティブ動画によって、対面授業においても、同様の双方向型適応的授業を実現しうることを論じる。

2. インタラクティブ動画

インタラクティブ動画とは、動画内にクリックやタップアクションに反応する領域を設定できる動画拡張技術であり、その領域をクリックすると、動画に関連した情報が現れたり、外部リンクへ移動できたりする。図1は、インタラクティブ動画の一場面であるが、動画中の女性が着ている衣服に"Shirts"や"Dress"などのタグが振られており、例えば、"Shirts"をクリックすると、左の女性が着ている白いドレスの情報が得られたり、それが販売されているECサイトに移動できたりする。本研究では、パロニム株式会社（以下、パロニム）のTig（ティグ）技術を用いたインタラクティブ動画を用いている。このインタラクティブ動画では、タグをクリックするとそのタグ情報をストックすることもでき（図1右端）、動画視聴後に、そのタグに関する情報を調べることができる。

本論文で作成するインタラクティブ動画は、通常の動画にパロニムが提供するシステム上で、クリックアクションに反応する領域を設定し、その領域とその領域から発したい情報を紐づけることによって完成する。視聴者のクリックアクションの履歴は、システム上から取得することができる。



図1 インタラクティブ動画の例

3. インタラクティブ動画による講義例

3.1 対象とした講義

東京理科大学創域理工学部経営システム工学科、第2学年の必修科目であるプログラミング応用実習Aで実施したインタラクティブ動画による講義を示す。本科目では、VBA (Visual Basic for Applications) を用いて数値計算アルゴリズムを実装し、数値計算のプログラミング能力を習得することが目標である。本科目では、まず初めに30分程度、その日に扱うアルゴリズムの説明を講義形式で行い、その後、当該アルゴリズムに関するプログラミング課題を行う。学生には、アルゴリズムを説明した課題付きの資料を配布している。ここでは、ガウスの消去法(連立1次方程式の解法)の回のインタラクティブ講義動画について示す。なお、受講した学生数は118人であり、講義動画の長さは約26分である。

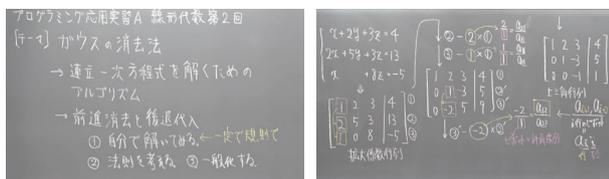
3.2 講義動画の作成

まず初めに、zoomの録画機能にて講義動画を撮影した。講義は黒板の板書で行った。パワーポイント(Ms. PowerPoint)による講義でもよいが、各講義回の動画作成の手間は黒板の板書の方が小さい。また、コロナ禍におけるオンライン授業での経験上、動画に動きがあった方が飽きがこないと思われ、板書が適切と考えている。撮影時間は、機材準備から撮影が完了するまで約60分であった。

撮影された動画は約35分であったが、MacのiMovieで編集を行い、最終的に約26分の動画になった。講義はカメラでの撮影であるため、撮影領域が広くない。黒板を3つの部分に分け、3回のカメラの位置決めて撮影した。それゆえ、スムーズに視聴できるようにするため、 unnecessary 部分の削除と結合を行った。普段からiMovieを使用しているわけではないが、それでも、この程度の編集であれば、30分程度で終了した。

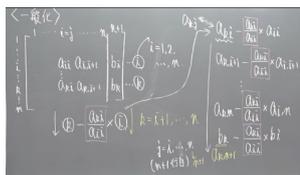
編集後の動画は以下の3シーンからなる。ガウスの消去法の概要とプログラミングする上での注意点:(図2シーン1)。

- ① プログラミングを行うことを前提として、ガウスの消去法で具体的な連立1次方程式を解いて解説する:(図2シーン2)。
- ② ②を踏まえた一般的なケースによるアルゴリズムの説明:(図2シーン3)。



シーン1

シーン2



シーン3

図2 講義動画における3つのシーン

3.3 動画のインタラクティブ化

本講義内容を理解するために必要な前提となる知識、もしくは予備知識、動画作成後に補足しておいた方がよい知識・情報などを講義動画に対して付加する。パロニムが提供するTig Management Toolを用いて行う。これはWebブラウザ上で行え、SaaSである。

講義動画作成前、授業内容の設計時に付加する内容を決めておくが、講義動画作成後、講義動画をレビューした際に必要であると思いついた内容も制限なく付加できるところが、インタラクティブ動画の利点である。この利点は、講義動画による授業終了後、インタラクティブ動画システムから得られる学生のフィードバックを踏まえた改良が、マイナーチェンジであれば、動画を撮り直さずに情報を付加するだけで実現する、ことに寄与する。

講義動画に付加した情報は、

- ① 各シーン完了後の板書
- ② 線形代数学のテキストにあるガウスの消去法の解説
- ③ 行列成分の表示記号: i 行 j 列成分 a_{ij}

である。ガウスの消去法は、第1学年の線形代数学でほとんどの学生が修得済みである。しかし、プログラムのソースコードへ落とし込む力は、学生によってばらつきが大きい。プログラミングが得意な学生は、動画を早送りし、①で示した板書だけを見ればよく、そうでない学生は、動画をじっくり見て、理解に努めることを期待している。②の情報は、多くの学生にとって必要がないと思われるが、知識を確認したい学生に対して付加した情報である。③の情報は、本来であれば、説明の中で定義しておくべき事項であるが、多くの数学の教科書で慣習的に使用している記号であるので、説明中では省略していた。しかし、講義動画作成後にレビューしたところ、こういった細やかな点が、かえってスムーズな理解の分水嶺になると思い、付加したものである。

3.4 インタラクティブ講義動画の視聴

インタラクティブ化された講義動画をインタラクティブ講義動画と呼ぶことにする。インタラクティブ講義動画は、図3のように動画の中にクリックできる領域が現れ、そこにマウスポインタを近づけるとアイコンが拡大、さらにクリックすると、外部リンク先にある“線形代数学のテキストにあるガウスの消去法の解説”資料へアクセスすることができる。アクセス中は動画が自動停止し、勝手に進んでしまうことはない。

3.3節で説明した情報①の“各シーン完了後の板書”は、各シーン終了10秒前にクリック領域が現れる(図4)。この板書は、講義後の演習や自習で見返す際に参照されるであろう資料と考え、インタラクティブ講義動画終了後にリンク先の資料にアクセスするTig機能にてクリック領域を設定した。このTig機能を“ストック”という。ストックは、学生が“今は必要ないが、後で必要”な情報その場で確保できる機能であり、動画は止まらないので、スムーズな動画視聴を可能にしている。

また、クリック領域でない場所をクリックすると、その場所と時刻が記録され、教員は後で確認することができる。学生には、事前に、よくわからないところやもっとみたいところなど、気になるところをクリックするように伝えており、教員は、この機能を用いて、学生が授業中の

様子を推測し、次回の授業設計へ反映、本授業内容のブラッシュアップに役立てることができる。

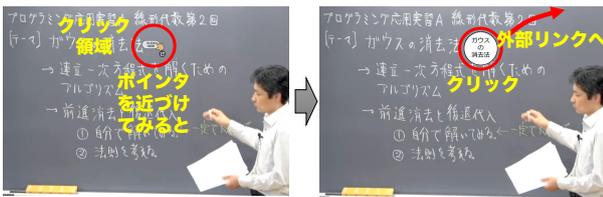


図3 インタラクティブ講義動画を視聴している時のクリックアクションの例

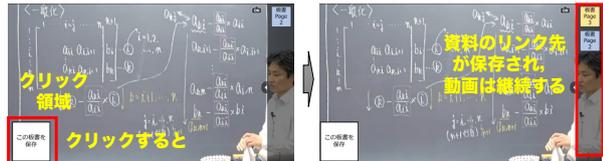


図4 資料のストックの例

3.5 講義後の講義レビュー

Tig Management Tool にはアナリティクス機能があり、本論文で主に使用した分析は以下の通りである。

- (a) 再生時間に沿った付加情報へのアクセス回数の表示、ストック回数の表示
- (b) 付加情報へのアクセスの総回数、ストックの総回数の把握
- (c) 付加情報のない場所をクリックした履歴のヒートマップ表示

図5に分析(a)を示す。これは再生時間に対するストックの回数を示したものである。すなわち、どのタイミングで板書(情報②)を何名がストックしたかを見ることができる。板書(情報②)はシーン終了前10秒間でクリック領域が表示されるため、その位置にピークが立つが、シーン1の板書が最もストック回数が少なく、シーン2、シーン3へと回数が増加する。シーン1は説明の概要をまとめたもの、シーン2はプログラミングを意識して、具体的な連立1次方程式をガウスの消去法で解いたもの、シーン3はシーン2の内容を一般化したものである。このことか、より複雑な内容に対して、後で見返そうという意識が高まっていると読み取れる。

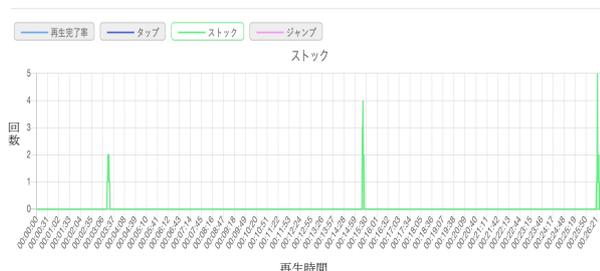


図5 再生時間に対するストック回数

図6に分析(b)を示す。付加情報へのアクセスは、線形代数のテキスト(情報②)へのアクセスが最も多い。これは予想した結果ではなかったが、最も初めのシーンに登場するため、興味本位でアクセスした可能性があると言われる。この情報は、本来、ガウスの消去法自体の知識

に不安がある学生に対するフォローのためであるので、最初に提示するのではなく、講義を聞いても不安が残った学生用に動画の最後に提示するべきであったと反省が残る。このように反省があり、講義動画を修正したい場合であっても、クリック領域を再設定するだけでよい。

アイテム	ストック	ジャンプ
ガウスの消去法 線形代数テキストガウスの消去法	0 0%	40 46.5%
板書 Page3 板書シーン1	14 16.3%	17 19.8%
板書 Page2 板書シーン2	13 15.1%	12 14.0%
板書 Page1 板書シーン3	10 11.6%	13 15.1%
ajj 行列成分の記号説明	0 0%	22 25.6%

図6 付加情報へのアクセス総回数、ストック総回数

図7に分析(c)を示す。インタラクティブ講義動画を視聴しながら、気になるところを自由にクリックしてもらった結果を、事後的に動画を再生しながらヒートマップとして確認することができる。図7では、クリック回数が多かった2つの場面を示している。左の場面は、口頭での言葉を黒板へも書いているところだが、体が被ってしまい、書いている字がよく読めなかったためと推察される。右の場面は、for文の動く範囲を説明しているが、肝心のfor文で動く式が体で隠れてしまい、見えなくなっている。そのために、その式の周辺がクリックされたと推察できる。これらを改良するためには、動画を撮り直すことが必要に思えるが、クリックできる付加情報として隠れてしまっている言葉や式を表示できるようにすることは、インタラクティブ講義動画であれば容易である。

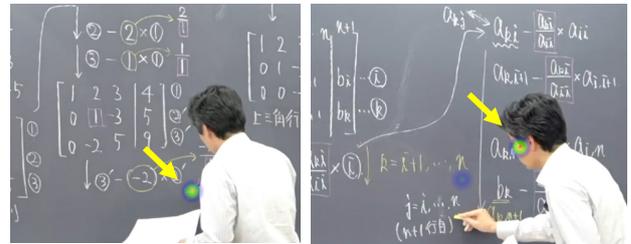


図7 付加情報のない場所をクリックしたヒートマップ

4. インタラクティブ講義動画を用いた適応的授業計画の提案

前章で示したように、Tig技術を用いたインタラクティブ動画システムによる講義を行うことにより、学生を起点とした能動的なアクションによる学生自らの理解度に適応した講義を実施できる。また、リアルタイムな双方向型授業ではないが、学生からのフィードバックを次の授業に反映するという双方向型の授業を行うことができる。フィードバックはアンケートによるのではなく、動画に対するクリックアクションの時間連続的なヒートマップであるので、授業に意識が向いている状態での学生からの発信を次回の授業に反映させ、より質の高い動画講義を提供できるものと期待される。このようなインタラクティブ動画システムの特徴に基づき、本章では、1授業科目における全体の授業計画(大学であれば半期15回の計

画)におけるインタラクティブ動画による講義の構成を提案する。

まず、学期初めの数回は、学生の理解の様子を推定するために、フェーズ1として、あまり付加情報の多くない動画で講義を行う。学生は、わからないところ、気になったところなどをクリックし、教員がフェーズ2でヒートマップにより、学生をつまずき箇所や、教員の話方や黒板の使い方の改善点などを発見し、次回の講義に必要な情報を付加する。フェーズ3は、前節で示したようなインタラクティブ講義動画による授業を示している。このように、初めから完璧なものを作成するのではなく、講義と分析を繰り返しながら、漸次的に質の高い講義を実現しようとするモデルである。また、既に行った授業動画に対しても、レビュー分析より必要な情報を付加すれば、質の高い復習動画としても活用できる。

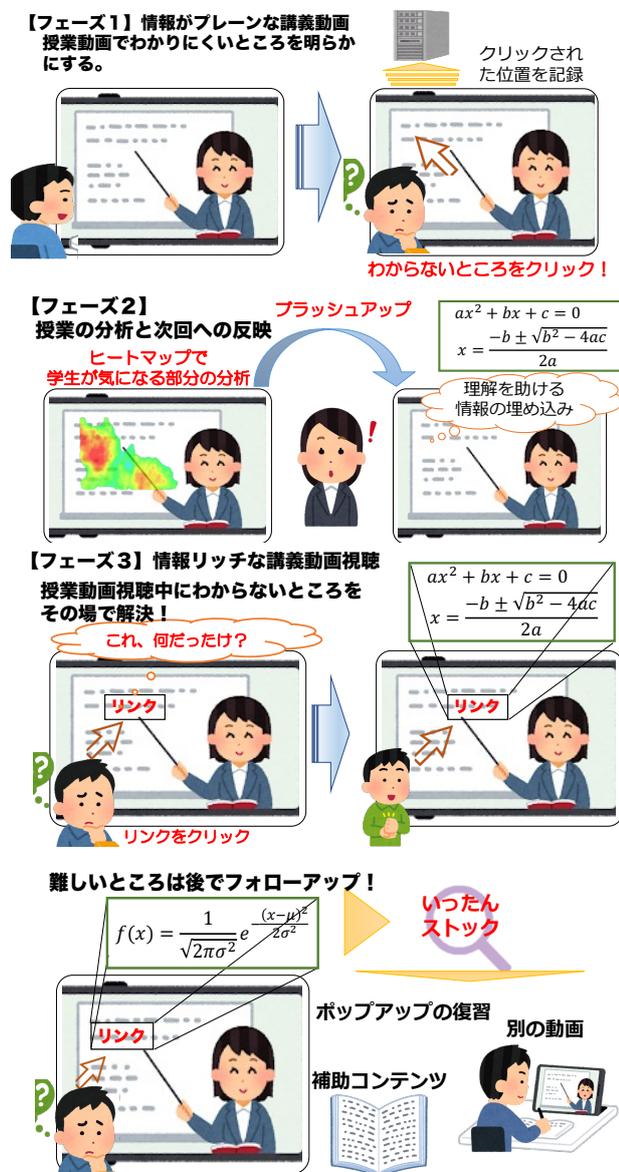


図8 インタラクティブ動画を用いた授業設計モデル

5. Tig LIVE による対面授業

これまでインタラクティブ講義動画を用いた非同期型の授業について述べてきたが、Tig LIVE 技術を用いることで、通常の対面授業において、インタラクティブ動画

の特徴をそのまま保持した授業を行うことができる。zoom等のライブで用いられるチャットやアンケートも実施することができる。また、インタラクティブ講義動画では講義終了後に行うアナリティクスをTig LIVEでは、リアルタイムに行うことが可能である。さらに、教員(LIVE 演者)が、クリック領域をリアルタイムに出現させることもでき、アンケートと組み合わせれば、講義内容をよりよく理解する手助けとなる知識・情報を学生(聴衆側)の理解度に合わせて提供することができる。

このような機能を備えたTig LIVEを利用した対面授業は、次のような特徴を有する双方向かつ学習者に適応的な授業が実現すると考えられる。

- 教員が学生へ質問を投げかけ、それに答える双方向性、及び、回答から理解度を把握して講義内容を変化させる適応性(従来から持つ特徴)
- 学生が自分の理解度に合わせ、必要な知識・情報を自ら得る適応性、及び、教員が、学生自らの発する気になる点をリアルタイムに把握し、それに応じて講義内容を変化させる、もしくは、助けとなる知識・情報を提供するという適応性と双方向性(学生自発的な双方向性と適応性)

学生が自発的に教員に投げかける機会を与え、それを促すことにより、学修に対するエンゲージメントを高め、学業成果にプラスの影響を与えると期待される。

Tig LIVEによる対面授業は、対面授業であるにも関わらず、ライブ動画と併用した授業になる。一見、二重の手間がかかった授業のように思えるが、コロナ禍での同期・非同期の動画授業の実施により、学生はそれほど抵抗なく、受け入れるのではないかと推察する。実際、対面授業であっても、黒板やプロジェクタが見えにくいこともあり、zoomで配信してほしいというニーズもある。

6. おわりに

本論文では、インタラクティブ動画を用い、学生の自発性を起点とする新たな双方向性のある講義、かつ、理解度に応じて自発的に情報を選び取り、教員もそれをサポートするという新たな適応性のある講義の実施例と授業設計モデルを示した。本事例からわかったことは、講義動画を精緻に作り込む必要はなく、また、再撮影をせずとも、事後的に必要な情報を容易に付加できることから、教員にとっても負荷の小さい方法であり、有用性が高いと感じられたことである。

今後の学びのあるべき姿として、高等教育だけでなく、初等中等教育においても、「個別最適な学び」²⁾が打ち出されている。インタラクティブ動画は、これを実現するためのEdtechの一つになり得る可能性が十分であると言える。

参考文献

- (1) J. J. G. van Merriënboer, R. E. Clark and, M. B. M. de Croock: "Blueprints for Complex Learning : The 4C/ID-Model", Educational Technology Research and Development, Vol.50, No.2, pp.39-64 (2002).
- (2) 中央教育審議会答申:「令和の日本型学校教育」の構築を目指して-すべての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと協働的な学びの実現」, (2021).