

解説

工学教育における反転授業 ——その試行錯誤と効果——

Flipped Classrooms in Engineering Education : Trials, Errors and Outcomes

埜 雅典 森澤正之

Abstract

筆者らは2012年から学生を主体的な学習者として育成することを目指してアクティブラーニングと反転授業に取り組んできた[†]。継続的な効果検証の結果、授業外学習時間の増加、達成度の向上や、「分かる」ことの面白さに気付いた学生の主体的学習行動の誘起など、様々な教育効果があることが分かっている。一方で、研究を通じた高度な学びの場である大学において、反転授業のように教員がお膳立てを整えた教育を行うことに対する疑問の声も聞かれる。本稿では、大学の工学教育における反転授業試行の経緯とその効果を最新のデータにより示し、日本の大学教育の現状の問題点と解決策を探る議論の一助としたい。

キーワード：反転授業、アクティブラーニング、主体性、深い理解、インストラクショナルデザイン

1. はじめに

経済開発協力機構(OECD)は、“The future of education and skills Education 2030”と題するプロジェクトのポジションペーパーを2018年5月に公表した⁽¹⁾。2018年に教育を受け始めた子供たちが成長して社会に参画し始める2030年においては、グローバル化がますます加速し、技術は更に急速に進歩することが予想される。未来の若者たちが、この不確かで予測不可能な未来において、現存しない職業やいまだ生み出されていない技術に対応し、ますます困難になる様々な問題に対処できるように備える教育の実施が世界中の共通課題とされ、特にAgencyの涵養が重要視されている。ここでAgencyは「社会に参画し、より良くしようとする責任感」と定義され、それには「目標を定め、その目標を達成するための行動を決定できる」ことが求められている。教育段階では「何のために何をどのように学ぶのか」を自ら定めること、すなわち「学習者の主体性＝自ら学ぶ力」の涵養が求められていると解釈でき、このた

めには、学習意欲をかき立て、様々な学びを関連付け、他者(教師、クラスメート、家族、地域)と協調して深く学ぶことができる「学習者に適した学習環境」と、読み書き、数理、データ処理とデジタル技術のリテラシ、身体的・精神的な健康などの「しっかりとした基礎力」の2点が必要とされる。これらは特段に目新しいことが主張されているわけではないが、不確かで予測不可能な未来では「主体性」を備えることが重要となる、という認識には強く共感できる。

国内においては文部科学省中央教育審議会が様々な答申を次々と出し、大学に教育改革を求めてきた。2008年には「学士課程教育の構築に向けて」(学士力答申)⁽²⁾において専門知識に加えて学士力(様々な汎用能力)の涵養を、2012年には「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」(質的転換答申)⁽³⁾において、大学教育へのアクティブラーニング^(用語)の導入と主体性の涵養を求めている。2018年には「2040年に向けた高等教育のグランドデザイン」⁽⁴⁾が出された。高等教育の目指すべき姿として「普遍的な知識・理解と汎用的技能を文理横断的に身に付けさせる」、「時代の変化に合わせて積極的に社会を支え、論理的思考力を持って社会を改善

埜 雅典 正員 山梨大学大学院総合研究部工学域

E-mail hanawa@yamanashi.ac.jp

森澤正之 山梨大学大学院総合研究部工学域

Masanori HANAWA, Member and Masayuki MORISAWA, Nonmember (Graduate School of Interdisciplinary Research, University of Yamanashi, Kofu-shi, 400-8511 Japan).

電子情報通信学会誌 Vol.102 No.11 pp.1050-1060 2019年11月

©電子情報通信学会 2019

† 本稿は、2017年電子情報通信学会教育優秀賞受賞対象の活動報告である。

していく資質を持たせる」,「学修者本位の教育」など,基本的な方向性は前出の OECD のポジションペーパーと一致している,と考えるとよい.しかし,これらの答申に対する大学の対応は概して遅く,学士力答申から 10 年以上経過しているにもかかわらず,様々な汎用能力の育成が十分に行われているとは言い難い.また質的転換答申からも 6 年以上経過しているが,いまだに従来どおりの一方向な知識伝達型一斉講義,すなわち「聞くだけの授業」(当然板書などからのノート作成を含む),が主流を占めているのが現状である.産業界が大学卒業者に求める能力も「高度な専門知識」や「幅広い教養」だけではなく,「課題を発見し,解決する力」,「グローバルな視点とリーダーシップ」,「全体を俯瞰する力」,「自ら学ぼうとする強い意志」など,「聞くだけの授業」では養いようがないものが多く含まれている⁽⁵⁾.

一方,文部科学省の国立教育政策研究所(NIER)は,「大学生等の学習状況に関する調査検討」を 2014 年度と 2016 年度に日本全国の大学生を対象に実施し,学生の授業との関わり,授業に対する姿勢,授業の役立ち具合,様々な能力に対する学生自身の主観的な実力,時間の使い方など,様々な項目に対する報告書を公開している^{(6),(7)}. 2014 年度の調査結果を大まかにまとめれば,① 3 割前後の学生が将来へのビジョンを持たず,特別な目的意識を持たずに大学に入学し,大学の授業に期待していない,② 8 割以上の学生が「良い成績」を取りたいと考えている一方,6 割以上が授業外学習をほとんどしない,③ 大学の授業は専門知識の伝達が中心で,汎用能力の育成には課題がある,④ 3~5 割の学生が論理的文章の読み書きなどの力の育成に大学の授業は役立っていないと考えている,⑤ 5~7 割の学生が自分は実力不足と考えている,などの実情が見えてくる.これらの傾向は 2016 年度の調査でも大きくは変わっていないとされている.筆者らの所属する山梨大学では,2015 年度から毎年,河合塾の「日本の大学生の学習経験調査(JUES)」に参加しているが,このレポートによれば上記の傾向は本学でも同様であり,やはり「将来へのビジョンや目的意識を持たない」,「真面目だが学ばない」学生像が浮かび上がる⁽⁸⁾.

この背景の一つにあるのは,18 歳人口の減少と大学等の収容定員の増加に伴う学生のダイバーシティの拡大で

■ 用語解説

アクティブラーニング 一方的に講義などを聞き知識を受け取るだけでなく,学習者がその知識を活用することで深い理解を得ることを目指す授業形態の総称.

反転授業 動画配信などで授業前に講義を受け,教室ではその定着と活用を図る学習活動を行う授業形態の総称.教員の解説を授業外で自由に視聴できることが特徴.

あろう.文部科学省「18 歳人口と高等教育機関への進学率等の推移」⁽⁹⁾によれば,大学進学率は 2009 年に 50% に達し,マーチン・トロウの言う「ユニバーサル・アクセス型」段階に入っている.このような状況下では,従来大学の入口段階で質保証を担ってきた大学入試,その役を果たさなくなりつつあり,入学してきた学生をきちんと教育して出口段階で質保証することが求められる.このような状況を受けて 2016 年度の中教審答申「個人の能力と可能性を開花させ,全員参加による課題解決社会を実現するための教育の多様化と質保証の在り方について」⁽¹⁰⁾でも大学の内部質保証が強く求められている.

一般に工学教育は他の分野に比べると厳しく教育されていると認識されている傾向があり,JABEE に代表される教育プログラムの質保証については他分野に対して一日の長がある.しかし,汎用能力の育成や,今後特に重要になる「学習者の主体性=自ら学ぶ力」の育成については,他分野と状況は大きくは変わらないと認識して教育改革を進める必要があろう.

主体的な学習者になるためには様々な知識を「分かったつもり」ではなく「分かった」と言えるまでに深く理解する能動性が不可欠である.ユニバーサルアクセス段階の大学教育において学生に能動的な学びと深い理解をもたらすには,従来のように「聞くだけの授業」では不十分である.反転授業^(用語)自体は「主体的な学び」とは言えないものの,学生に能動的学習を通じた知識の獲得を促し,自ら学ぶ力を養うためのツールとして有用と考えている.以下では,筆者らの取組みの経緯と,そこから得られた知見を紹介することで,大学における工学教育の発展の一助としたい.

2. 反転授業とアクティブラーニング

図 1 は筆者らが取り組んできた反転授業のコンセプトを端的に表したものである.一般的な大学の授業では,教室における対面授業で教師が一斉講義を通じて学生に知識を伝達し,その理解の深化は学生自身が自宅などで行うことが期待されてきた.これに対し反転授業では,自宅などで事前に動画像などで講義を受けて知識を受け取り,対面授業に向けて疑問点を整理した上で対面授業に参加する.教室では,教員との質疑応答,演習問題の解答作成,他の学生との学び合いなどを通じて,理解を深める.このように,自宅と教室の役割が反転することが,反転授業と呼ばれる由来である.

筆者らは両名とも電気電子工学系教員であり,ある時点までは従来どおりの一方向な知識伝達型一斉講義を実施していた.反転授業を始めたきっかけは 2012 年 4 月に文部科学省が「グローバル人材育成推進事業」の公募を開始したことに端を発する.上記事業への応募に向け

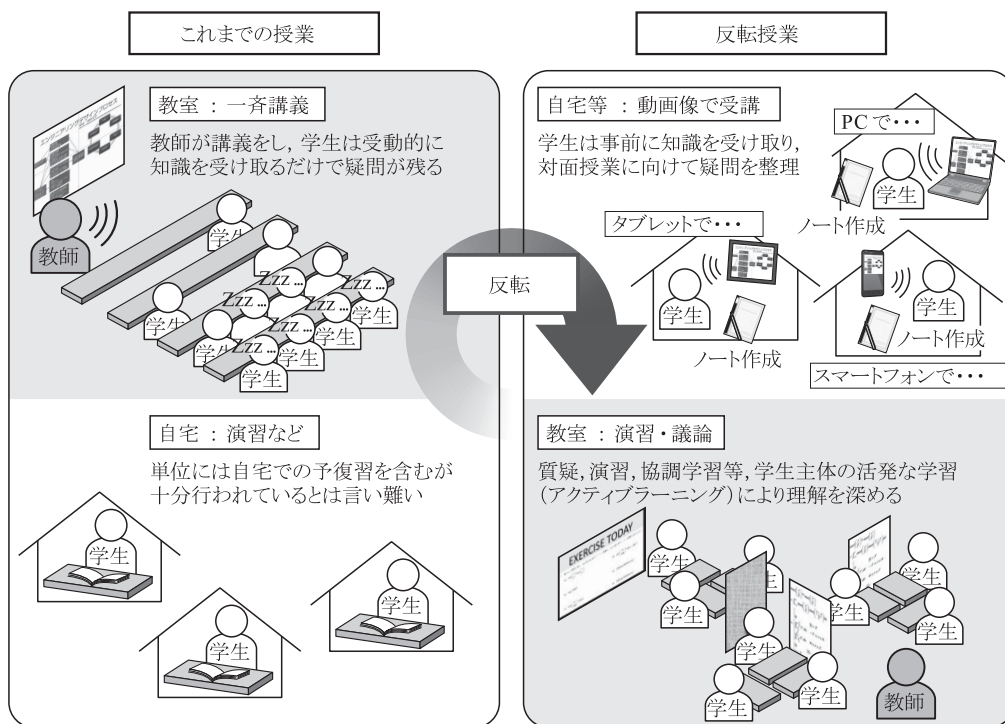


図1 反転授業のコンセプト

て学内で申請書案作成チームが作成された際に、アクティブラーニング部分担当として召集されたことが契機となった。後にこのアクティブラーニング担当チームが、富士ゼロックス株式会社とのアクティブラーニングに関する共同研究プロジェクト（通称 ADFIXLE プロジェクト）に発展し、反転授業の実践を試行することとなった。

筆者らの担当科目は工学系専門知識の習得を目的とした講義科目で、反転授業導入前は両名とも Power Point スライドを用いた一斉講義であった。授業中に机間巡視を行い、指名で学生に問い掛けるなど、学生とのコミュニケーションを取るように心懸けてはいたものの、学生の反応は概して鈍く、中には精気のないうつろな目をしている学生がいることや、毎年2~3割の不合格者が出ることなどが懸案事項であった。講義科目が必修の場合には、連続した時間に演習科目（選択）も開講し、ほぼ100%の学生が履修していたが、それであっても講義中での例題解説や演習の実施を求める声が毎年学生から寄せられた。不合格者の多くは、高校数学（三角関数や微分積分）の知識・技能や大学生としての学習習慣を十分に有しておらず、授業を受けるにあたって机上にノートの用意すらしない者もあり、対応に苦慮した。こうした状況下で、アクティブラーニング導入について考える機会が与えられたことは、筆者らにもよい機会であった。

溝上慎一氏（前京都大学高等教育研究開発センター教授、現学校法人桐蔭学園理事長）によれば、アクティブ

ラーニングは「一方向な知識伝達型講義を聴くという（受動的）学修を乗り越える意味での、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う。」と定義される⁽¹⁾。アクティブラーニングの導入が求められると、様々なアクティブラーニングの手法を形式的に取り入れることに躍起になる場合が多々見受けられるが、大切なのは「外化（がい化）」、すなわち学習した内容を学生自身が口頭説明や文章など何らかの形で出力すること、であることに留意する必要がある。

アクティブラーニングによる「外化」を適切に取り入れた授業は、「聞くだけの授業」に比べて理解が深まることが期待できる一方、授業時間が活動に取られるために知識伝達量を減らさなければならなくなるのではないかと、という別の懸念が生じる。筆者らが活動を開始した2012年当時に入手できたアクティブラーニング関連資料の中では、この懸念を払拭できる具体的な手法は残念ながら提示されていなかったことから、前出の ADFIXLE プロジェクトでは、「形式的で一方通行の知識伝達型講義が自主的に学ぶ機会を学生から奪っていないか？」という問題提起の下、「学生自身が明確なビジョンを持ち、自主的で、インタラクティブな学び」を掲げ、知識伝達型一斉講義へのアクティブラーニングの導入を模索した。前出のグローバル人材育成推進事業申請書作成に際して、筆者らがこの具体策として提唱したの

が以下の3点である。

- ①学生は電子教材（講義録画ほか）を事前に学習
- ②教室では疑問点を学生同士で議論して解決
- ③教員は追加解説・質問対応で学びをサポート

これは従来の授業の大半を占めていた一斉講義部分を動画像として事前提供することで、学生と教員が一堂に会する貴重な対面授業を、学生にとって一方的・受動的な知識伝達から、学生自身の主体的・協調的な学び合いの時間、すなわちアクティブラーニング活動に転換することを狙ったものであり、現在の反転授業の礎である。ここで目指したのは、従来の一斉講義型授業と比べて知識伝達量を落とさないことを前提として、(i) 達成経験と代理経験による自己効力感の獲得、(ii) 継続的自主的に学習する能力の獲得、(iii) チームで物事を進めるための能力の獲得、(iv) 論理的・科学的にコミュニケーションする能力の獲得、の4点であった。以来、山梨大学で推奨している反転授業は、上記①～③の三つの原則を基本的に踏襲し、おおむね次のような形を取ることを推奨している。

- (1) 教員はPC画面のスクリーンキャプチャ（静止画像／動画像）＋音声という形で事前学習用講義動画像を作成し、学内SNSや学習管理システム（LMS: Learning Management System）を通じて閲覧用URLを配信する。
- (2) 学生は授業前に事前学習用講義動画像を閲覧（すなわち受講）して新しい知識を獲得する。このとき、講義ノートの作成、動画像による学習内容を確認する程度の小テストをLMS上で実施、事前学習動画像で学んだ事項のまとめと疑問点の記入など、学生自身に何らかの「外化」を求める課題を提供することが、確実な事前学習の実施のために必要となる。
- (3) 教室における対面授業では、教員に質問する／演習問題を解く／学生同士で議論する／自分の考えや解答案を全体に向けて発表する、などの様々なアクティブラーニングを実施する。ここでは、事前学習用講義動画像と同等の講義を教室で決して繰り返さない、という教師側の姿勢が重要となる。補足説明や追加説明は問題ないが、事前学習用講義動画像と同等の説明を教室で繰り返してしまうと、学生は事前学習の意義を見失い、ついには反転授業が崩壊することになる。
- (4) 教員は、授業全体の設計と準備に加えて、対面

授業における追加解説や質問対応で学生の学びをサポートする。授業中に教員が解説する必要がなくなることから、教室での教師の役割は俗にいう「壇上の賢者」から「寄り添う導き手」となる。机間巡視を入念に実施し、学び合いの活性化の促進、授業についていけない学生の発見と指導に注力する必要がある。

この方法は、アクティブラーニングを導入しても知識伝達量を落とさないために、知識伝達の部分を講義動画像という形式で事前学習課題にいただけたとも言えるが、「学生が（擬似的に）講義の制御権を得る」という大きな副次的な効果をもたらす。日本人大学生は「聴衆環視の中では積極的に質問できない」傾向が強く、教室での講義中に疑問点があっても質問せず、基本的にそのままにしてしまいがちである。しかし、事前学習用講義動画像をオンライン提供する場合、一時停止・繰返し再生・再生速度の変更が可能で、知識の伝達度合いは確実に向上する。

筆者らは大学において従来から行われてきた「聞くだけの授業」を完全に否定する立場には立っていない。中には素晴らしい講義をされてきた、または現在されている優れた先生方もいらっしゃることは事実である。しかし、一部の優れた授業者の有様を一般的な授業者に拡大解釈して、それを大学の授業における最適解、とすることは問題があろう。特に学生のダイバーシティが拡大した現代においては、聞くだけの知識伝達型一斉講義は「学生が受け身になりがちで、必ずしも理解に結び付かない」ことが大きな問題となる。

上述したNIERの調査においては、「大学の授業についていけない」という設問に対して理・工・農系の回答者の4割が「大いにある」、「少しある」と回答し、「グループワークなど学生が参加する機会がある」には5割以上が「ほとんどない」、「余りなかった」と回答している。これらのデータは、大学の授業が教員から学生への一方的な知識伝達になっている傾向があり、授業では学生が「外化」をする機会が設けられておらず、深い理解にたどり着けていないことを示している。このような状況を改善するためには、アクティブラーニングを取り入れて「聞くだけの授業」を終わりにし、授業を学生にとって知識を受け取るだけの受け身の時間から、学生中心で能動的な学習活動に取り組むための時間に転換することが必要であろう。

教科書の指定範囲を読んでから教室に来るように指示することで、事前学習用講義動画像など作らなくても反転授業と同様の事前学習を実現可能、という意見も時折聞かれる。しかし、その場合は教室での講義が必要になり、学生が「学習者の主体性」を獲得できていない状況では、「聞くだけの授業」からの脱却は困難であろう。

学生たちは、教師が自分たちに分かりやすいように説明してくれること、その説明を自分たちの都合の良いときに何度でも繰り返し聞けること、に価値を見いだしている。学習者の主体性の涵養は、段階を経て進めていく必要があると考えている。

工学教育プログラムでは各種学生実験がカリキュラムに組み込まれており、毎週のように実験レポートという形式での外化が求められている上、卒業最終年次に「卒業研究」を履修させて卒業論文執筆と卒業論文発表を課しているプログラムが多い。このため、工学教育では以前からアクティブラーニングを十分に実施している、という声を聞くことがある。しかし、主体性、汎用能力、協調性は容易に育成できるものではなく、授業の多くを占める知識伝達型授業科目においても繰り返し学生に外化の機会を与えていくことが肝要であろう。

これまで述べたように、反転授業自体は単に「教室と自宅の役割を反転させる」仕掛けにすぎず、それ自体はアクティブラーニング活動とは言い難い。しかし、知識を基礎としないアクティブラーニング活動は学習活動ではなく、ただの活動になってしまいかねない。その点、反転授業では、しっかりと知識獲得を前提として教室でのアクティブラーニング活動を行うことができ、学生を深い理解へと導くことが可能となる。

理工系は知識伝達型科目が多いのでアクティブラーニングは不向き、という話も時折聞かれる。しかし、これまで述べてきたように、知識伝達型科目でも反転授業と組み合わせることでアクティブラーニングを取り入れ、より深い理解を得られる授業にすることができる。全ての科目に反転授業やアクティブラーニングを取り入れる必要はないが、分野や内容によって向き不向きはなく、どのように活用するかは授業担当者の工夫次第であろう。

3. 事前学習用講義動画の準備

反転授業と聞くと講義動画の作成負担に不安を抱かれる方が多いため、まずはその準備について解説する。筆者らは、右も左も分からない中、試行錯誤を繰り返して反転授業を実施してきたが、この過程でも最大の技術的課題となったのは、どのようにして講義動画を作成・配信するか、であった。教育・研究・大学運営・社会貢献と、様々な業務を抱えて常に多忙な大学教員にとって、大幅な負担増を招く手法は受け入れ難い。このため、事前学習用講義動画の作成・配信を低コストで簡単に行え、授業準備負担を少しでも低減できる手法／システムの存在は、反転授業とアクティブラーニングを授業に導入する上で重要である。

最も単純な方法は、教室で実際に講義をする姿をビデオカメラで撮影して配信する手法である。この方法は、

板書中心またはスライド投影中心など、講義形式を問わずに適用できる反面、熟達した撮影者が必要、受講者にとって最も大切な情報と言える板書やスライドが見づらくなる、などの問題がある。更に、動画のファイルサイズを小さくするために解像度を落とすと、ただでさえ見づらい板書／スライドが余計に見づらくなってしまふ。今では GoPro シリーズのような小形の高性能 4K カメラが比較的安価に販売されていて、SD カードからコピーするだけで簡単に高解像度動画を PC に取り込むことが可能となっているが、前出の ADFIXLE プロジェクトが立ち上がった 2012 年度当初は、ハードディスクドライブ等を内蔵したデジタルビデオカメラからケーブル接続で動画を読み出す必要があった。この場合、読出しや編集に多大な時間と手間が掛かり、日々の業務としては受け入れ難い。また、講義を丸ごと撮影する場合には動画の尺が長くなり、学生側の視聴負担も大きい。

これに代わって候補となったのは、スライド表示やペンタブレットで書込みを行っている PC 等のスクリーンを動画としてキャプチャして配信する、いわゆるスクリーンキャスト手法である。これを用いる際の動画配信準備のフローを図 2 に示す。講師の顔映像を画面中に小さく表示できるシステムもあるが、通常の大学の授業のように対面授業の実施が前提となる場合には、スクリーンだけを必要十分な解像度で配信できればよい。このようなスクリーンキャプチャソフトウェアは、商用・フリーを問わず 2012 年当時から既に各種存在していたが、収録用のソフトウェアで簡単な編集、配信サーバへのアップロード、公開用 URL の取得まで (図 2 中の①～③) をワンストップで実行できるソフトウェアは多くない。

前述した ADFIXLE プロジェクトにおいては、共同研究先であった富士ゼロックス社メンバーから、独自のソフトウェアの利用を御提案頂いた。これは、スクリーンに一定量以上の変化が起こった場合にのみ「静止画像として」スクリーンキャプチャを保存し、音声と同期して再生できるシステムで、一言で表せば「紙芝居収録配信システム」であった。静止画像としてスクリーンキャプチャを保存することから、データサイズは飛躍的に小さくなる。更に画像と音声セットを追加・削除するための最低限の編集機能と、ワンストップで配信サーバにアップロードする機能も有していた。この、ワンストップで事前学習用講義動画が準備できるという簡便さが、本学における反転授業の試行を強く後押しした。事前学習用講義動画の作成という負担を軽減するために何より大切なのは、この収録—編集—アップロード—配信用 URL の取得がワンストップでできるソフトウェアを利用することにある。

筆者らは現在、Screencast-O-Matic⁽¹²⁾ というオンラ

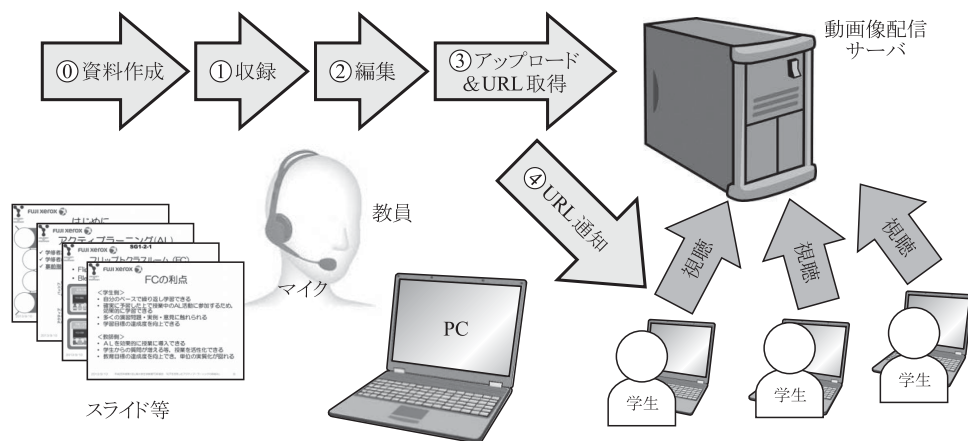


図2 スライドキャストによる講義動画配信手順

インシステムを動画収録に利用することが多い。このシステムは、Web ブラウザでサイトに接続し、「Launch Free Recorder」と書かれたボタンをクリックするだけで、PCのOSを問わずに収録用ソフトウェアがダウンロードされて実行される。収録ソフトが起動するとキャプチャ範囲を示す枠線と操作パネルが表示され、赤丸内にRecと記されたボタンをクリックすれば、画面枠内と音声のキャプチャが開始される。無料版は動画収録時間尺の制限（1本15分まで）、公開先の制限（Screencast-O-Maticサイト、YouTubeとダウンロードのみ）、編集機能使用不可、などの制限があるものの、基本機能のワンストップ実行体験には支障ない。これらの制限が大幅に緩和される有料版は、価格も安く（月額1.5USドル）、手軽に事前学習用講義動画の収録・配信に利用できる。反転授業に関心はあるが講義動画の作成・配信方法が分からないという方は是非一度お試し頂きたい。ほかにも最近のMicrosoft PowerPointにはスライドショーのナレーション付き記録やオンラインプレゼンテーションの公開などの機能が備えられているし、Windows 10標準のゲームキャプチャ機能でも特定のアプリケーション画面を記録・編集（機能制限あり）が可能である。実践者の好みに合う方法を使えばよいだろう。

事前学習用講義動画の作成にあたって筆者らが心懸けているのは、完璧な動画を求めないことと、動画の尺は極力短くする（<15分/本）ことの2点である。

まず動画品質については、MOOCのような完全なオンライン学習とは異なり、反転授業はオンライン学習と対面授業のブレンド学習である。内容的に分かりづらい点や説明不足な点は対面授業で追加説明をすればよい。関連して、動画編集に多大な時間を割かない、という点も重要である。筆者らは基本的に職場の居室で収録を行っているが、外乱（雑音や来客）、舌のもつれや言いよどみ、くしゃみなどの生理現象は常に起こり得

る。このような場合は、収録の障害が取り除かれた後に問題のあったスライドの冒頭から収録を再開し、収録終了後に不要な部分だけを削除する最低限の編集だけを実施している。先に紹介したScreencast-O-Maticの有料サービスに含まれる編集機能なら、この程度の編集は数分で行え、ほとんど負担にならない。時間を掛けて編集すれば完璧な動画にできるとしても、その時間を対面授業のデザインや教材の作成に使った方が良い授業を展開できよう。

もう一つの注意点は、1本の動画の尺を余り長くしない、ということである。人の集中力はせいぜい15分程度しか持続しないと言われており、これに合わせて動画も15分以内に収めることが望ましい。これは、従来90分で行っていた講義を15分で収めるということではなく、後述するインストラクショナルデザインの知見に従って課題分析を行い、抽出された小項目ごとに分割した動画を必要数作成することで、1本の動画の尺を短く抑える、ということである。動画で学生に伝えるのは要点に限定し、必要なら対面授業中に補足説明を行えばよい。動画の尺を短くすれば、以後の動画のメンテナンスが容易になるという副次的効果もある。筆者らの場合、1本当たりの動画の尺は15分前後だが、授業1回当たりの動画の総時間は30~45分程度となっている。教室での一斉講義では、言い方を変えて繰り返し説明したり、関連する話題をコラム的に話したり、学生の気分を変えるために雑談を交えたりするが、これらは動画には含めず、必要に応じて従来どおり対面授業の中で行っている。

4. 山梨大学における反転授業の例

次に山梨大学の理系科目における反転授業の例を筆者らの担当科目の成績データを交えて紹介する。

電気電子工学科3年次必修科目「情報通信I」⁽¹³⁾では、

フーリエ級数やフーリエ変換，線形システム，無ひずみ伝送など，通信理論のごく初歩的な内容を学ぶ。履修者数は2013年度までは再履修者を含み約60名だったが，学科改組に伴い2014年度以降は70名強となった。当該科目では対面授業の4日前をめどに15～30分の事前学習用講義動画像（時に複数）のアドレスを学内SNSやLMSを通じて提供し，事前に講義ノートを作成した上で対面授業に出席するように指示している。

反転授業開始当初は，教室で配布するワークシートに事前学習用講義動画像のポイントと疑問点（いずれもキーワードのみ）を書き出し，それらを学生のスマートフォン用のクリッカーアプリを介してスクリーン上で共有して動画像の学習内容を振り返ることから対面授業を始めていた。特に疑問点の共有は，「〇〇が分かっていないのは自分だけではない」というある種の安心を学生に与え，他の学生の前で質問することに対する心理的障壁を下げる効果もあるように思える。続く質疑応答セッションでは，アプリで疑問点を書き込んだ学生を指名して「分からない点を具体的に説明する」ことを促す。これにより，挙手で質問を求めた場合にはほとんど無反応の学生たちから質問が出るようになり，時にはこの質疑応答セッションは30分以上に及ぶ。これは，事前学習用講義動画像を閲覧してから対面授業に臨むことと，スマートフォンアプリを使用した共有の効果の相乗効果と考えている。当時利用していたフリーのスマートフォンアプリの公開が終了したため，近年は教室に来る前に振り返りをLMS上に記入させているが，結果の一覧性が悪く，以前のような活発な質疑応答が起きにくくなったと感じる。一斉講義と異なりアクティブラーニング型授業はライブ性が高いことから，使い勝手の良い授業支援システムの存在は今後の授業の質を決める一つの要因になるだろう。

質疑応答セッションの後は，配布したワークシートに

記載してある演習問題を使って，内容の理解を深める学習を行っている。ここでは，学生による解答と教員の解説を単調に繰り返すのではなく，個人で演習問題に取り組む時間と，3～5名のグループで小形ホワイトボードを使って意見交換する時間，時には代表者が全体に対して解答の解説を行う時間，を織り交ぜている。これを最大効率で実施するには教員側のファシリテーションの負担も大きい。少しでも気を抜くと教室に弛緩した雰囲気が出てしまうので，注意が必要である。

事前学習用講義動画像の視聴とノート作成が主として「内化（ないか：知識等の入力）」を目的とした学習活動であるとすれば，質疑応答セッションとグループワークを伴う演習のいずれも「外化」を狙った学習活動であり，事前学習と質疑応答を経て理解したことを実際に使ってみることで自ら理解度を確認し，他者との意見交換を通じて更に理解を深める，という効果を期待している。このような反転授業のデザインの効果は，関西大学の森 朋子氏がその著書の中で，内化—外化—内化の往還と，個人—グループ—個人の往還という二つの側面から説明して支持している⁽¹⁴⁾。このような往還は一斉講義型の「聞くだけの授業」では実現できず，知識伝達量を減らさずにこれを可能とするのは反転授業の大きな優位点である。

図3は，山梨大学に最初に導入されたアクティブラーニング教室における授業風景である。学生は約20グループに分かれており，グループごとに移動式小形／壁据付どちらかのホワイトボードが割り当てられている。ホワイトボードがあるとグループメンバーの意識を集めやすくなり，意見交換が活発になりやすい。板状のホワイトボードを使えば固定機の教室でも同様のグループ学習活動を実施できるが，学生たちは自分自身から見える向きで書込みをしてしまいがちで意見の共有がしづらいため，教員の適切な介入が必要となる。



図3 アクティブラーニング室の授業風景

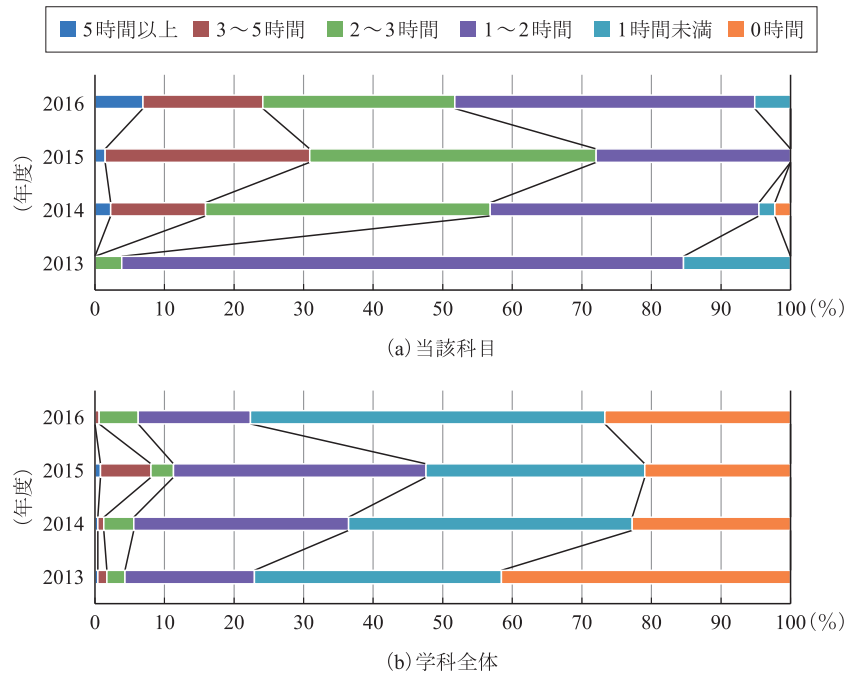


図5 反転授業による授業外学習時間の顕著な増加

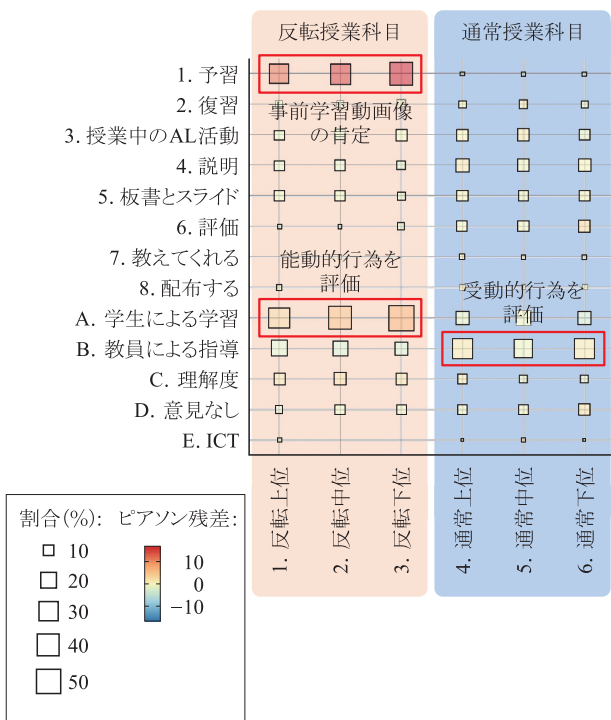


図6 自由記述回答のテキストマイニング例

目(6科目)と通常授業科目(54科目)の2群に分け、各群の科目成績素点でソートした上で、成績順に上位から30%・40%・30%に分割して反転上位・中位・下位、通常上位・中位・下位の計6グループを構成し、クロス分析を行った結果例を図6に示す。ここで「1. 予習」

では、予習、事前学習、反転授業、反転学習、事前動画、などの単語を含む数をカウントし、以下「8. 配布する」までは特定の語群を抽出するようにした。一方、「A. 学生による学習」は1~3を、「B. 教員による指導」は4~8を統合して、能動的行為への評価と受動的行為への評価を弁別することを試みた。ここでは図中の□の大きさが、その項目への学生からの支持の高さと対応する。1~8に着目すると、反転授業科目では予習への言及が際立って多く、動画による事前学習が学生に肯定的に捉えられている一方、通常授業科目では、特に目立って学生から支持を集めている項目は見られない。また、「3. 授業中のAL(アクティブラーニング)活動」は反転授業、通常授業を問わず、同程度の言及があったことが分かる。次に「A. 学生による学習」と「B. 教員による指導」を比較すると、反転授業科目では学生自身による能動的な学習活動への言及が目立つのに対し、通常授業科目では「分かりやすく説明してくれた」のような受動的な事象に対する言及が多くみられた。学生の中には事前学習の負担を嫌う者も一定数いるが、上記の傾向は成績グループによる差異はほとんど見られないことから分かるように、動画による事前学習を学生たちは好意的に受け入れている、と考えている。

6. 反転授業とインストラクショナルデザイン

これまで反転授業の効果について述べてきたが、効果的に反転授業を実施するために最も重要なことは、実は

動画像自体ではなく、全体の授業設計、すなわちインストラクショナルデザイン (ID) である。反転授業は、図7に示すようにIDから始まり、事前学習用講義動画像の収録・配信、そして対面授業用 (アクティブラーニング) 教材の作成と対面授業の運営 (ファシリテーション) と3段階で実施するとよい。筆者らは、試行錯誤しながら反転授業の実践を行う中でIDを知る機会を得たが、これから反転授業に取り組まれる方や、反転授業までは取り組まずとも「聞くだけの授業」を脱しようと企図される方には、IDの導入こそが最優先検討事項であろう。

さて、IDは学習・教育を細かく区切った「インストラクション」に分割し、学習ニーズの分析と系統的な学習経験の開発を通じて「インストラクション」を改善していくプロセス、と言える。インストラクションは「学習を支援する目的的な活動を構成する事象の集合体」と定義され⁽¹⁷⁾、教材、講義、様々な学習活動、授業の時間配分など、学習・教育に関連する幅広い事象を含む。一斉講義で「教えること」はその一部にすぎない。

IDの基本プロセスはAnalysis, Design, Development,

Implement, Evaluation から成る ADDIE モデルで表される (図8)。反転授業においては事前学習用講義動画像の作成に注目しがちだが、これはADDIEモデルで言えば、3番目の「開発」段階にすぎない。真に大切なことは、課題分析により各回の授業で取り扱う内容をインストラクションに分割した上で、それぞれのインストラクションに適した学習方法の選択と教材の準備を経て、事前学習用講義動画像の収録・配信、対面授業におけるファシリテーション、を包括的に設計することである。

図9は米国の心理学者ロバート・ガニエの提唱した9教授事象であり、教授プロセスを9段階に分割したものである。一斉講義では4番目の「新しい事項を提示する」が対面授業時間の多くを占めるが、反転授業では対面授業中に講義をしないため時間的余裕が生まれ、設計次第で、「学習の指針を与える」、「練習の機会を作る」、「フィードバックを与える」、なども容易に行えることは、反転授業導入の大きな動機となり得るのではないだろうか。これから反転授業やアクティブラーニングに取り組まれる方は、まずはIDを適用して通期の授業設計を行った上で、必要に応じて反転授業や各種アクティブラーニングの手法を取り入れるとよいだろう。

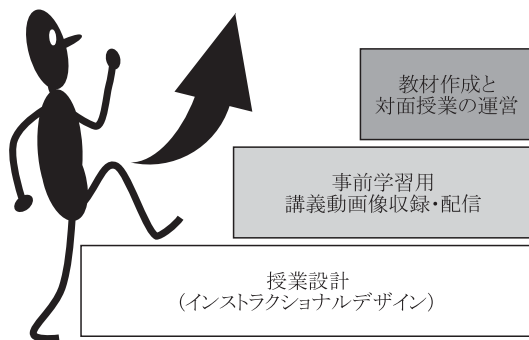


図7 反転授業の実施は3段階

7. おわりに

本稿では工学教育における反転授業への取組みを紹介した。この授業形態を成立させるには「事前学習の徹底」が前提となる。筆者らの授業の例では、①事前学習用講義動画像で学習せずに授業に出席しても意味がない、②対面授業中には動画像の内容の再説明はしない、という2点を初回にきちんと伝えて事前学習の徹底を図っている。従来の「一斉講義型」授業が基本的に知識の「入力」しか行っていないことと比べると、反転授業では「出力」を明示的に組み込むことで、「一方向な知

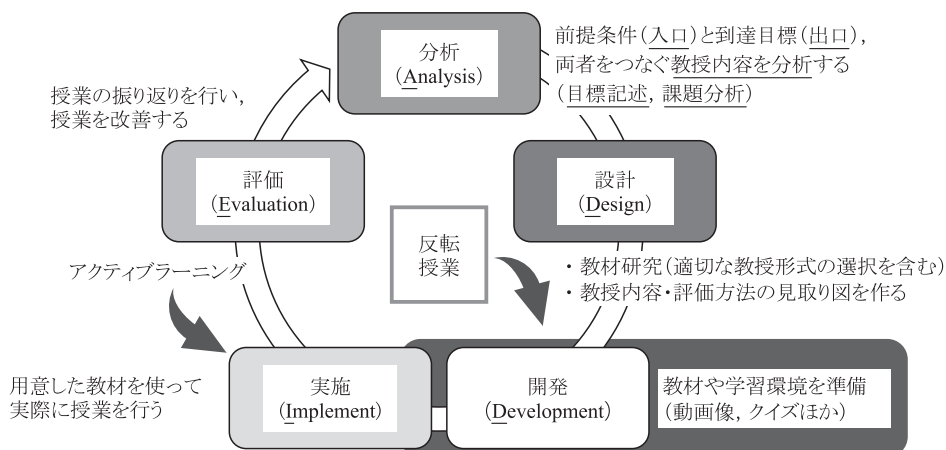


図8 ADDIEモデルと反転授業

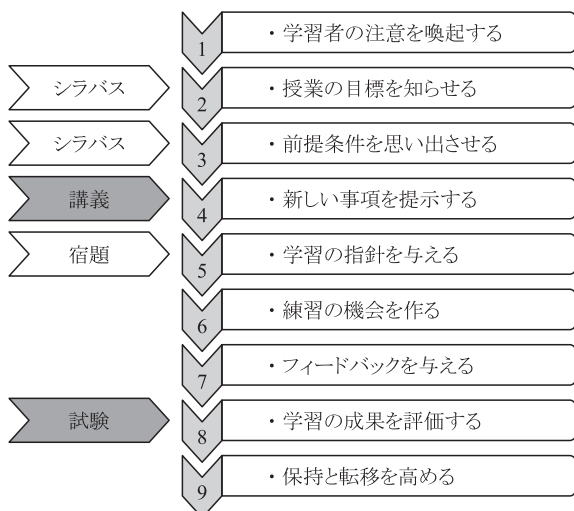


図9 ガニエの9教授事象

識伝達型講義を聴くという(受動的)学修を乗り越える」一步を踏み出せる。動画配信のようなテクノロジーの利用は手段であって目的ではないが、これを最大限活用することで、教室では対面でしかできない本質的な学びの場を提供し、教育の実効を上げることが必要だろう。一方で、反転授業のように教師が入念に準備した授業での学び自体は筆者らが元々目指していた「主体的な学び」とは言えないが、学習者の主体性の涵養に求められる「学習者に適した学習環境」の提供と「しっかりとした基礎力」の獲得には適した方法である。また、内化—外化—内化の往還を通じて「分かったつもり」が「分かった」になることで、学びの楽しさに学生が気付く、主体的学習者に成長した事例も見られている。ネットから様々な知識が容易に得られる現代だからこそ、学生とのかみ合い(Engagement)に留意して、大学での学びを今まで以上に有意義なものにしていく必要があるのではないだろうか。

謝辞 本取組みには、前山梨大学理事・副学長の新藤久和氏、山梨大学客員教授の土屋治彦氏、ADFIXLEプロジェクトに参画した山梨大学・富士ゼロックス株式会社の皆様、慶應義塾大学山中直明氏ほか多くの方々に御指導・御協力を頂きました。心より御礼申し上げます。

文 献

- (1) OECD, "The future of education and skills education 2030," [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf). (最終アクセス 2019年3月31日)
- (2) 中央教育審議会, "学士課程教育の構築に向けて(答申)," Dec.

- 2008.
- (3) 中央教育審議会, "新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)," Aug. 2012.
- (4) 中央教育審議会, "2040年に向けた高等教育のグランドデザイン(答申)," Nov. 2018.
- (5) 中央教育審議会, "高度技術系人材への産業界の期待," Dec. 2010, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/004/gijiroku/_icsFiles/fieldfile/2011/01/24/1301084_04.pdf (最終アクセス 2019年3月31日)
- (6) 国立教育政策研究所, "大学生の学習状況に関する調査について(概要)," April 2014.
- (7) 国立教育政策研究所, "大学生の学習状況に関する調査について(概要)," March 2016.
- (8) 埴 雅典, 日永龍彦, 豊浦正広, 森澤正之, 久保智子, 佐藤希帆子, "JUES調査とGPAに基づく山梨大学生像の分析," 第24回大学教育研究フォーラム講演論文集, no. 42, p. 127, March 2018.
- (9) 中央教育審議会, "高等教育の将来構想に関する基礎データ," 大学分科会 第135回配布資料, no. 1-2, p. 4, April 2017.
- (10) 中央教育審議会, "個人の能力と可能性を开花させ、全員参加による課題解決社会を実現するための教育の多様化と質保証の在り方について(答申)," May 2016.
- (11) 溝上慎一, アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換, p. 7, 東信堂, 東京, 2014.
- (12) Screencast-O-Matic, <https://www.screencast-o-matic.com/> (最終アクセス 2019年3月31日)
- (13) 山梨大学シラバス, "情報通信 I," <http://syllabus.yamanashi.ac.jp/2019/syllabus.php?jikan=TEE305> (最終アクセス 2019年3月31日)
- (14) 森 朋子, "「わかったつもり」を「わかった」へ導く反転授業の学び," アクティブラーニング型授業としての反転授業 [理論編], 森 朋子, 溝上慎一(編), pp. 19-35. ナカニシヤ出版, 京都, 2017.
- (15) 田丸恵理子, "工学系科目における反転授業の導入," アクティブラーニング型授業としての反転授業 [実践編], 森 朋子, 溝上慎一(編), pp. 15-28, ナカニシヤ出版, 京都, 2017.
- (16) KH coder, <https://kxcoder.net/> (最終アクセス 2019年3月31日)
- (17) R.M. ガニエ, C.C. ゴラス, J.M. ケラー, W.W. ウェイジャー, 鈴木克明他(監訳), インストラクショナル・デザインの原理, p. 2, 北大路書房, 京都, 2007.

(2019年4月5日受付 2019年4月17日最終受付)



はなわ まさのり
埴 雅典 (正員)

平2埼玉大・工・電子卒。平7同大学院博士課程了。同年山梨大助手。以来、光ファイバ伝送・光信号処理の研究に従事。平26同教授。現在同学長補佐と大学教育センター長を兼務。博士(学術)。平10年度本会学術奨励賞、平29年度本会教育優秀賞各受賞。著書「アクティブラーニング型授業としての反転授業 理論編」(分担執筆)など。



もりさわ まさゆき
森澤 正之

昭62山梨大・工・電気卒。平元同大学院修士課了。同年山梨大助手。平25同教授。平26同大学教育センター副センター長を兼務。博士(工学)。主として有機薄膜、光ファイバセンサに関する研究に従事。同大学教育センター教育改善部門長としてアクティブラーニング・反転授業の学内展開を主導。