

# 多様な反転授業のデザイン

船守美穂 東京大学教育企画室 特任准教授



世の中の関心はMOOCsから静かに遠のき、オンライン教育などを活用しながら大学の授業を改善する方向に動いているようだ。大学の教育を社会にアピールできるという魅力は依然としてあるから、引き続きMOOCsを製作している大学はあるが、これに乗り遅れると大変といった切迫感以前ほどは感じられなくなった。アメリカの高等教育系のメルマガも、最近はMOOCsの記事は数えるほどしかない。

アメリカでは高等教育財政の逼迫と授業料の高騰が社会問題化していることを背景に、大学が学外者を主に教育するMOOCsに莫大な投資をしていることについて学生から批判があり、これを契機にMOOCsやその他オンライン教育モジュールを用い、反転授業等を通じて学内の教育の改善に役立てるといった動きが鮮明となった。国内においても、中教審答申において「主体的に考える力を有する人材」を育成することが求められたこともあって、反転授業にチャレンジしたり、これを検討したりする大学が増えてきた。実際、筆者のところにも昨年度はMOOCs関連の依頼が多かったが、今年度に入って反転授業やブレンド型学習、主体的学びについての講演や執筆依頼が増えた。MOOCsは背伸びしすぎであっても、反転授業は、「自大学の学生を一人前にして、世の中に送り出さなくてはいけない」という大学の喫緊かつ切実な課題に直接つながる可能性があるという判断であろう。

このような反転授業の広がりを念頭に、今回は多様な反転授業の試みを紹介したい。反転授業の方法はまだ確立していない。しかし紹介する事例が示すように、単に「講義」と「宿題」を反転させるというだけでない、多様な広がりや可能性を有している。これら多様な事例がアイデアを膨らませるのに役立つことを期待している。

## @ 物理のコンセプトを理解させたい！

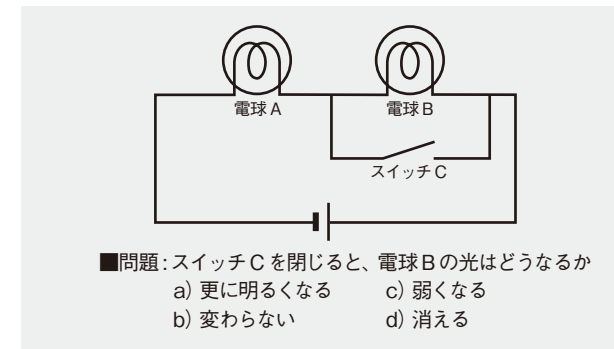
カリフォルニア大学バークレー校の物理学の授業。教室前方のスクリーンには、図表1に示すような、選択式で解答する物理の問題が投影されている。数分の考える時間が与えられ、学生はクリッカー\*でこれに解答する。数式は使わない。直感で解答する。学生の解答が割れば、

隣同士の相談を促し、数分のちに再びクリッカーで解答させる。学生がお互いに相談することで共通理解が図られ、これで解答が収束することが望ましいが、それでも解答が割れる場合は少しヒントを与えてもう少し相談を促すか、教員が説明をする。

この授業は物理学の学生ではなく、医学部進学予定の学生を対象に行われていた。いわば数理的な理解が苦手な学生達である。それでもバークレーの学生達であるから、従来通りの数式や物理法則に基づく説明をしても、学期末試験で出題されるような演習問題は解けるようになるという。しかし、そうした物理の演習問題は解けても、それが現実の世界でどのようなものかの理解には至っていないことが多いと、この授業を工夫している教員は言う。たとえば、図表1の問題において電球BはスイッチCによってショートされると「消える」はずであるが、そのように解答できる学生はほとんどいない(スイッチCを含む導線も、電球Bを含む導線も、回路としてはつながっているが、導線Cは電気抵抗がほぼゼロのため、電流は電気抵抗のある電球Bではなく、導線Cの方を通る)。

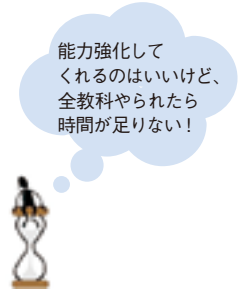
物理の演習問題が解けても、現実の世界にこれを当てはめられないのでは意味がない。社会に出てしまえば、数式を用いてまでは現実の物理現象を理解しようとはしないものだ。例えば電子レンジは電磁波を用いて加熱をするため、金属のボールでは電磁波が反射してしまい、中のものが温まらないということは数式なしで理解できていなくてはならないし、こうした日常生活以外にも医学部の学生であれば、最近は医工連携など、機械や工学的な理

図表1 物理の概念を問う問題(例)



図表2 付加的な教育内容を捻出するための反転授業(模式図)

	従来	反転授業
予習	—	講義ビデオ
授業	講義	付加的な教育 (物理の概念理解深化等)
復習	演習問題	演習問題



解ができないといけない時代になってきている。

アメリカでは物理系の教員から、こうした物理の直感的理解を促す教育を模索する動きがそこそこ出てきている。本誌7-8月号のWEB限定記事「ハーバード大学物理学の反転授業」で紹介したエリック・マズール教授も熱心にこうした方法を模索、理論化し、ホワイトハウスなどでもこうした教育を働きかけている。前述の、クリッカーと学生同士の相談で授業を進める「ピア・インストラクション」の方法も考案し、本を執筆している。連邦政府や州政府の行政官に文系出身者が多く、数理的合理性に欠ける政策がたびたび打ち出されていることに危機を感じたためとも言われている。

さて、バークレーの物理学の授業に話を戻すと、この教員は50分の授業を、こうした直感的理解に基づいて解答する問題を5-6問解くことに使う。従来通りの物理の説明は、自作のオンライン教育モジュールに委ねる。また数式を用いる演習問題を解かせないわけではなく、これは宿題として範囲を指定し、学期末の試験ではこうした演習問題を出題する。

つまりこの反転授業は、「講義」と「演習」問題を解くという宿題を反転するといった単純なものではなく、「物理の直感的理解」を醸成する授業時間を稼ぎ出すための工夫なのである(図表2)。

## @ プログラミングの大人数講義の負担を軽減する

同じくカリフォルニア大学バークレー校。バークレーは州立大学であるため、ライバルの他のエリート私立大学に比べて圧倒的に学部教育負担が重い。アメリカの州

立大学の学部生規模は一般に数万名規模であるのに対して、エリート私立大学は5000名前後、リベラルアーツ・カレッジともなれば2000名前後である。さらに計算機プログラムの授業となると、近年は情報科学専攻や理系の学生以外に文系の学生にも需要が生まれ、これの履修を希望する学生も多い。一方で情報科学系の教員をむやみに増やす訳にもいかないし、非常勤講師を雇うにも予算に限界がある。

計算機プログラムの反転授業はこのような状況に対処するために生まれた。正確に言うと、講義は引き続き従来と同様に行っているため、反転授業とは言わないのかもしれない。実際に行われているのは、教室における講義と並行して、オンラインでも講義ビデオを提供することと、演習問題の採点を完全自動化することである。

まず講義ビデオについては、授業で講義したときのを録画し、十数分程度ごとの小ビデオに分け、確認テストも埋め込んでいる。導入や雑談等の余分な時間をカットすると、75分の講義が50分程度になるという。一方、計算機プログラムの授業の一番の問題は、プログラム製作の課題をどのように添削するかである。計算機プログラムは実践勝負のため、講義を聴くこと以上に、プログラムを製作した経験の方が重要である。通常、提出されたプログラムは人手をかけ、ティーチング・アシスタント(TA)が添削しているが、一科目に割り当てることのできるTAの人数には限界がある。

そのため、学生が提出した計算機プログラムは、別のマスターとなる計算機プログラムでその正誤判定ができるようにした。誤った箇所を判定し、その点を改善するためのヒントを自動表示できるようにもしている(図表3)。こ

図表3 プログラミング課題の正誤を自動判定するプログラム



れで課題添削にかかる人手をなくすことに成功。TAは本来の、学生の学習支援をする役目に回ることができるようになった。ちなみに、こうした計算機プログラムの正誤判定プログラムは、コンピュータ科学関係のMOOCsにおいても用いられている。

このような講義および課題添削の自動化により、従来の数百名の学生定員の数倍の履修登録を受け付けられるようになった。対面授業を好む学生は引き続き教室に来ているが、多くの学生はオンラインによる自主学習に移行しているという。

なお、この教員にここまで頑張るインセンティブを聞いたところ、自分が製作した分野においてオンライン教育モジュールはほかになく、自分が一番乗りになれること。また、研究者仲間を通じてこれを他大学でも使用してもらっており、評価が良ければ、若い自分にとっては昇進につながる可能性もあることなどが魅力とのことだった。

### @ オンラインを通じて現代の学生にリーチする

スタンフォード大学の統計学の授業では、講義は学外向けに製作したMOOCで対応し、授業時間を大幅に縮小していた。ただしこちらは大人数の需要に対応するためではない。スタンフォード大学では講義の多くが録画されオンラインで見ることができるようになっているため、学生の多くが従前から授業をサボっているのである。気がついたら、教室にくるのは20名程度で、さらにそのうちの半数ぐらゐは居眠りか、SNSをしているという。

これに対して、MOOCはやる気のある学生が数万名集まる。全員が修了するわけではないにしても、数千名は修了証を得るに至る。さらには、この教員はMOOCにとっても気合いを入れ、同僚の教員と漫才をやり、途中でゲストスピーカーなども入れと工夫を凝らしたため、人気があった。またエントリー・レベルといえども、データマイニング統計学のオンライン教育モジュールは世の中にまだ存在しなかったから、これで優れたものを作れば、ずっと参照されるものになる。スタンフォード大学の教育を受けたいが、その機会がない世界の学生の熱い期待に応え、世界貢献ができていくという充実感もある。

この教員はシニア教員で、自分であれば対面授業の方がオンライン授業より良いと思っていた。しかし現代の学生は、インターネットやテキストを通じて日常の情報摂取をしており、対面よりインターネットを通じての方がリーチが良く、より多くを吸収してもらえる。学生が変容してしまった以上、教育の提供手段も変えなくては行けない。

在学生には現在、高額の授業料を支払っていることに付加価値をつけるため、対面授業は当初週3時間あったものを1.5時間に削減する一方、アクティブ・ラーニングをしたり、ゲストスピーカーを呼んだりしている。

### @ 多様な教育方法を試みる——社会科学系分野の取り組み

ここまでは理系科目の反転授業の紹介であった。MOOCsはもともと講義の効率化、自動化を念頭にコンピュータ科学系の教員が始めたものであるから、反転授業も勢い、オンライン教育モジュールが形成されている理系分野でまず増えた。しかし、オンライン教育を参考図書と考えれば、文系のゼミは元から反転授業を行っていたようなものであるから、文系の科目でも、オンライン教育を用いた反転授業は有効であろう。

パークレーでは、国際政治の分野で、多様な教育方法を試みる実験をしていた。1) オンライン教育のみ、2) 反転授業のみ、3) オンライン教育と反転授業を組み合わせたハイブリッド授業である。オンライン教育では、講義を全てオンラインに移行し、通常行う確認テストや課題提出などもオンラインで行った。反転授業は、初めの2週間のみ講義を行い、学期の残りは全てTAが学生のグループ討論の面倒を見た。ハイブリッド授業では、週3回ある授業のうち1時間はオンライン講義とし、その代わり金曜日に集中して4時間、小グループで議論する時間を設けた。

社会科学系の科目であるから、知識量ではなく、学生の批判的思考(critical thinking)が育成されること、即ち学生の創造性や想像力、分析的思考力が身につくことが教育目標である。この教育の狙いから言うと、クラス1割程度のやる気のある優秀な学生は、どの形態の授業で

も成長が見られた。他方、5~6割の平均的學生については、オンライン教育の場合も反転授業の場合も、教員からみて学習到達度は不十分であった。学生はこれら教育方法を好んでいたが、学生に自由度を与えすぎたようである。結果として、一番良かったのはハイブリッド型である。4時間も集中的に議論することで、教員も学生も完全燃焼でき、社会科学に必要な批判的思考が育成されているようである。学生の満足度も一番高かった。結局、社会科学系の科目の場合、オンライン教育は、議論に必要な知識を定期的に注入するのに役立つ程度ということのようである。

なお、落ちこぼれる学生については、オンライン教育のみの場合、どうにも軌道修正をすることが難しかった。メール等で連絡をとってもレスポンスがなくなる。一定の対面は定期的に必要という結果が得られた。

### @ 全学的に反転授業を推進する

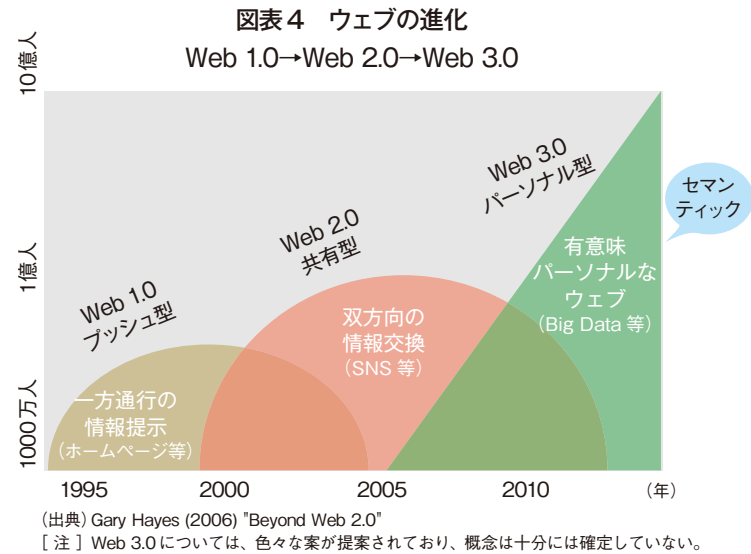
ここまでは、それぞれの学問分野ごとの個々の教員の取り組みを紹介してきた。米国ではMOOCsが当初、高等教育の代替手段として見られ、中堅大学以下不要論や教員不要論が一時期沸き起こったことから、教員が危機感を持ち、自分の授業の価値を示すためにも、教育に工夫をする教員が一定数生まれた。またこうした背景から、「教育のイノベーション」に向けての空気が生まれ、教員個々人のレベルでの取り組みが出てきた。

一方、全学的に反転授業に取り組む大学もある。韓国科学技術院(KAIST)である。正確に言うと、彼らはMOOCsや反転授業などが世界的に推進される前にこの全学的イニシアティブを検討、開始しており、彼らの表現ではこれを「Education 3.0」と呼んでいる。「Web 3.0」からのアナロジーである。ウェブの世界では、一方通行の情報提示であったWeb 1.0から、双方向の情報交換のできるWeb 2.0へと現在は移行し、これからは個々人の嗜好にあったパーソナルな対応が可能となるWeb 3.0へ進化するとされている(次ページ図表4)。KAISTは、こうした学生一人ひとりの学びにアプローチできるEducation 3.0を志向しようとしている。

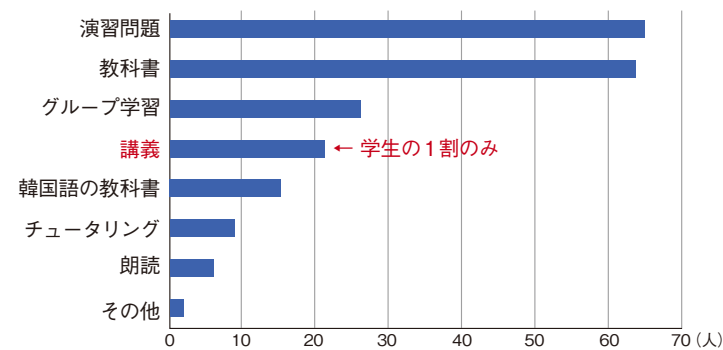
このアイデアはKAISTのナンピョー・スー前学長により2011年に発案された。長年MITで活躍してきたスー学長は任期の第一期において、テニユア制や業績主義の導入、英語による講義への全面移行、外国人教員の雇用や留学生受入の拡大などの大学のグローバル化を積極的に推進し、大きな成功を収め、第二期においては教育の改善を強く求めた。曰く、「一方通行の講義」は不要であり、ディスカッションやグループ学習、実験、PBLなどに全面的に移行しなくてはならないという。

教員側からは当然、猛反発があった。「講義が不要というのは、自分の存在を否定されたようなものだ」「講義をなくしたら、学生の基礎力がなくなる」「教育方法の強要は、学問の自由を奪うのと同じだ」等々。当時このイニシアティブ検討委員会の座長で副学長級の立場であったテエオグ・リー教授は当時の学内の学部と本部の対立を振り返り、苦笑いする。このイニシアティブだけではなく、学長主導のほかの施策にも原因があったようであるが、当時は政治的な問題にまで発展したようだ。しかし、このEducation 3.0構想については根気強く説明を重ね、またこうした教育方法の効果に関する認知科学や学習科学などの専門的な裏付けとともに、学習において「講義」が有用と回答したKAIST学生が1割しかいないといったアンケート結果なども示し(図表5)、1~2年かけてようやく学内の納得を得た。

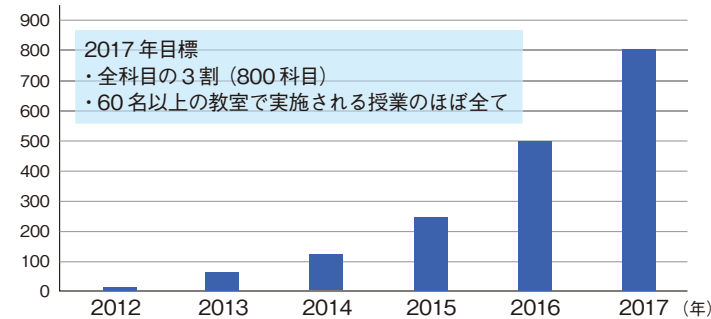
当初Education 3.0の授業を2012年にパイロット的に行ったところ、こうした新しい教育方法に対する学生の満足度や授業評価が高く、その好フィードバックに後押しされて、Education 3.0に取り組む教員が徐々に拡大した。最近ではEducation 3.0の授業を1つ以上受けたことのある学生が、全学生の3分の1である3000名以上に上り、学生からの要望が学内における強いモーメントとなっている。実際、生物学や脳システム工学などの専攻では、専攻の



**図表5 「学習において最も役に立ったこと」に関するアンケート調査結果**  
(対象：基礎の必須科目履修するKAIST学生 (2012.12.9調査))



**図表6 KAISTにおいてEducation 3.0に移行予定の科目数**



戦略としてEducation 3.0に取り組むこととし、教員の7割がこれに参加している。

現在では、KAISTのEducation 3.0構想は韓国における教育の先進例として広く知られることになり、テエオグ・リー教授(現・KAIST Center of Excellence in Learning and Teachingセンター長)は全国に講演に呼ばれている。

**図表7 韓国科学技術院(KAIST)におけるEducation 3.0クラス・モデル**



(出典) 図表5~7まで、KAIST テエオグ・リー教授より入手

ソウル国立大学にも呼ばれ、ソウル大ではこの講演を契機として反転授業を、少しずつではあるが、試行することになった。世界工学部長会議(GEDC)など各種の国際会議でも講演を行い、ネイチャー誌やフォーブス誌などにも取り上げられている。学長は2013年2月からスモン・カン学長に代わっているが、KAISTの教育改革の推進に関する全国的な評価を受け、この方針を続ける方向である。KAISTでは図表6に示すように、学部・大学院を含む全科目の3割をEducation 3.0に移行する方向で、教員への支援のためのセンターも新たに設置し、取り組みを強化している。

なお、KAISTのEducation 3.0は、単なる協同学習やアクティブ・ラーニングの推進を求めるものではない。協同学習等は世界的に数十年の取り組みの歴史があるが、基礎学力の定着という意味では覚束なかったとKAISTでは理解されている。これに対して、Education 3.0では一方通行の講義をオンライン講義によりしっかりと保持した上で、協同学習等を付加する方式である(図表7)。なおこの構想を実現するために、一学期間に履修する科目数も削減した。

**@ 目的を明確にして教育をデザインする**

多様な反転授業の事例を紹介した。「物理の概念の理

解を狙う」、「大人数講義の負荷を軽減する」、「最適な教育方法を実験する」、「付加的な教育の時間を捻出する」、「一方通行の講義をオンラインに移行し、協同学習等を導入する」など、その目的とするところも、それに依って採る教育方法も様々である。

反転授業は、カーン氏が製作しYouTubeにアップロードした算数等の説明ビデオが分かりやすく、カリフォルニアの学校で副教材として使用されたところから始まった。いわば偶発的に始まったものであり、特別の教育効果を狙って編み出されたものではない。それだけに、反転授業に取り組むのであれば、それによって何を得たいのか、その目的を明確にし、その上で具体的な教育/学習活動をデザインするという順序で事に当たらなくては、何も得られないで終わる危険性がある。

スタンフォード大学の事例が示すように、現代の学生の性格も変わってきている可能性もある。「どのような学生を対象に、どのような力を伸ばしたいのか。そのためにはどのような教育方法が良いのか」ということを念頭に、それぞれのニーズに最適の教育方法が多数編み出されることを期待している。

※クリッカー  
授業・セミナーを双方向対話型にすることを主な目的に、受講者から試験・アンケート等の回答をリアルタイムに徴収する機器