

名古屋大学高等教育研究センター 第 202 回招聘セミナー

物理学講義実験研究会セミナー

入門レベルの物理学講義における反転学習と協調学習の導入

－実践事例をふまえた成果、課題、展望－

小島健太郎（九州大学基幹教育院）

2022 年 1 月 26 日（水）13:00-15:00

講演要旨

教師が授業で行うべきことは講義以外にも多岐にわたる。近年、授業における講義形式の直接一斉指導で従来行われてきた教育を授業外に位置づけ、代わりに双方向型の活動や個別指導などの講義以外の教育手法を授業の中心に据える反転授業の形式が注目を集め、実践も広がってきている。講演者は原田恒司氏（九州大学基幹教育院）とともに、動画教材による予習と協調学習を導入した反転授業を 5 年ほど継続して実施し、改善に取り組んできた。本セミナーでは、この実践を題材に、その背景となった考えや授業の具体的な構成方法を報告した。なお、同様の実践に基づく報告が物理教育 [1] に掲載されているので、併せてご参照いただければ幸いである。

教師と生徒が顔をあわせる授業時間に行うべき最も重要な活動とはなんだろうか？ これは、反転授業を検討する上で取り組むべき基本的な問いとなる。近年、ICT の発展によって、動画や Web を用いて質の高いオンデマンド型講義を比較的容易に提供することが可能となっている。もし、講義形式の一斉指導以外に授業時間に行うべき最も重要な活動が存在するなら、講義による学習を授業時間外に位置付ける反転授業形式で授業を実施するという考えが自然に生まれる。そこで、まず本セミナーの題材となる実践で、授業時間に行うべき最も重要な活動をどのように位置付けているかについて紹介する。

報告する実践は、大学初年次を対象とした物理学の講義科目で行われた。これらの講義の受講者は、高校での物理学の学習経験が少なく、また専門課程において物理学を使うこともおそくない。授業では、物理学（力学、熱力学、電磁気学）の基本的な内容を取り上げ、内容は基礎的であっても、概念理解および体系的な知識構築ができることを目標としてきた。

我々は、反転授業形式の導入以前から、講義による直接一斉指導によって上述の教育目標を達成するのは難しいと考えてきた。実際、例えば力学概念調査（Force Concept Inventory : FCI）を用いた大規模な調査研究 [2] などによると、伝統的な講義形式による授業では概念理解を得ることが難しいことが実証的に示されている。そこで、当初より授業時間内に学習者同士で物理学の問題について議論し合うピア・インストラクション型の授業 [3] を実践してきた。また、協調学習で議論されてきた学習過程 [4] を参考にして、ピア・インストラクションで行われる学習者間の議論が物理学の体系的な理解に結びつくことを狙って、ワークシートを用いたグループ学習支援を実施してきた。ワークシー

トでは、物理に関する問いに対する解答を以下のような 3 段階に構造化して記述させている：1) 問題を解くうえで鍵となる物理学の基本的な知識(法則や定義)、2)問題を解くためにそれらをどのように使うか(状況へ適用)、3) 問いに対する答え。

我々の授業における学習活動は、以下のように整理できる：1) 講義による基本知識の習得(知識の獲得)、2) 小テストによる定義や概念の確認(知識の修正)、3) ワークシートを使ったグループ学習による知識構築(知識の整理や統合)。反転授業導入以前の授業では、1回 90 分の授業の中で、講義に加えてピア・インストラクションやワークシートを用いたグループ学習を実施していた。この場合、講義もグループ学習も共に時間が不足する。教育目標を達成する上で最も重要な授業中の活動は3) の知識構築である。一方、1) の知識獲得は動画教材によるオンデマンド型の学習でも有効だと考えられた。そこで、授業デザインを再検討し、反転授業の形式を導入するに至った。

試行錯誤を経て、現在では以下のような形式で授業を行なっている。まず、毎週の授業開始までに、動画 5 本程度(各 10 分程度)の予習課題を課している。予習は、単に動画を視聴するだけではなく、ノート作成し、また理解が不足している箇所については、授業開始までに質問を提出するよう指示している。授業ではコース管理システムとして Moodle [5] を利用しており、予習教材の指示や質問の提出は全て Moodle を通じて行う。授業時間では、最初の 30 分ぐらいの間に、事前に質問があった箇所についての補足の講義と Moodle の小テスト機能を用いた予習確認テストを実施する。小テストは定性的な理解を問う多肢選択式の問題を 2-3 題、10 分間で実施する。小テスト実施後、すぐに解説を行う。残りの 60 分ほどは、ワークシートを用いたグループ学習が中心となる。まず、ワークシートに掲載された問題に個人で解答を作成し、その後、問題についてグループで議論を行う。授業の最後には、簡単な解説を与える。授業終了後は、Moodle のアンケート機能を用いて、授業内の活動の自己評価と内容の振り返りの記述を課題としている。

予習の段階では、学習者は新たな用語や定義について学んだり、基本法則から公式が導出されることを学ぶ。予習を支援する目的で、動画教材に加えて、各動画で学ぶ基本概念を表にした予習セルフチェックという教材を用意している。予習セルフチェックには、理解を自己点検するための問題も掲載し、その解答例は授業時間 1 時間前に公開するようにしている。しかし、ほとんどの学習者は、予習を終えた段階では理解は曖昧で不正確であり、整合性も持たない場合が多い。そこで、予習確認テストにおいて定義の詳細や複数の概念の関係を問う正誤問題に取り組み、知識の正確性や整合性を高める。その後、ワークシートを用いたグループ学習で、新たに学んだ知識を典型的な場面に適用して利用し、知識構築(一般化・統合)を促している。ワークシートの問題は、多様な解答を許容する問題にし、単に正解・不正解を議論するのではなく、さまざまな見方から物理の問題について考えることを促している。授業後の振り返り課題では、自分の学習姿勢を顧みること学習のメタ認知と継続的な改善を促している。成績評価は、予習確認テスト、グループ学習への参加、振り返り課題などの学習活動への取り組みと、期末試験の両方を総合して決定している。

以下では、授業実施の際の準備に関わるいくつかのポイントを紹介する。まず、動画教材は、標準的なスライド教材にポインタやマーカーで書き込みながら解説する形式にしている。板書の前で説明

する動画教材も作成した経験があるが、スライドに基づく動画の場合はスライドのみを教材として提供できるメリットがある。そのため、現在では板書の形式の動画は利用していない。動画教材はYouTubeに掲載し、そのリンクをMoodleに掲載して、学習者に予習の指示を与えている。クォーター授業で実際に利用している動画の例は以下から閲覧できる：

(<https://www.youtube.com/playlist?list=PLr2XvPMuZ2IwmRqeBExp7UJ3FBRGM1zTq>)。予習教材は必ずしも動画でなくても良いが、多くの学習者にとっては、動画による学習は書籍などよりも取り組みやすく、また馴染み深いものになっているようである。

学習者は反転授業の形式を初めて経験する人が多い。そのため、授業を円滑に実施するためにも、授業実施方針を明確にして学習者と共有することが重要だと考えている。また、予習を必須とするにあたって、予習教材へのアクセシビリティを確保することは教員側の重要な責務となる。私の場合は、上述のMoodleに授業に関する情報を一元化し、取り組むべき課題やそのタイミングが一目瞭然に把握できるようにしている。

最後に、これまでの実践をふまえて、反転学習の導入による成果、課題、展望について議論した。授業アンケートや振り返りの記述から、一定数の受講生が、予習で学んだ内容をグループ学習において深めるという学習過程を実現していると示唆されている。しかし、グループ学習で知識構築がどのように実現しているかを捉えるところまでは至っていない。授業の方法の妥当性を検証し、さらに改善していく上で、グループ学習における知識構築の実態を捉えるような新たな調査が必要だと考えている。また、授業の中心となるグループ学習の効果を高めるには、授業前学習の理解度を高めることが重要である。そこで、現在は授業時間に行なっている予習確認テストを予習の一部に位置付けたり、コンピュータ適応型テストの活用などにより、授業前の学習の質を高めることも検討する価値があるだろう。最後に、反転学習を導入することで、オンデマンド学習教材の整備が進み、また授業時間に活用する教材も蓄積される。こうした教材は容易に共有できるため、反転授業は複数のクラスや科目全体のレベルでの連携に適している。今後、反転授業の大規模な実施への展開も、検討する意義のある課題となるだろう。

参考文献

[1] 小島 健太郎, 知識構築のためのグループ学習を中心とした反転授業, 物理教育, 2021, 69 巻, 2 号, p. 87-93

[2] Hake, Am. J. Phys. 66, 64 (1998)

[3] E. Mazur: Peer Instruction, A user's manual, Prentice Hall (1997)

[4] 三宅なほみ:「理解におけるインターアクションとは何か」コレクション認知科学 2 理解とは何か (佐伯胖(編), 東京大学出版会(2007)); 白水始:「学びにおける協調の意味」教授・学習過程論学習科学の展開(大島純・野島久雄・波多野諄余夫(編著)), 放送大学教育振興会(2006).

[5] <https://moodle.org/>