

サイエンスネット

物(化)生(地)...

数研出版株式会社

SCIENCE NET

Contents

- ▶ 特集 1 / 野原大輝……1 ▶ 特集 3 / 園池公毅……10
▶ 特集 2 / 辻 佳子……6 ▶ コラム / 脇谷量子郎……14

特集

1

アクティブ・ラーニングを支援する
ハイブリッド型物理授業の実践

京都教育大学附属高等学校 野原大輝

1. はじめに

高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)では自らの学習を調整しようとする側面と粘り強く取り組みを行おうとする側面で「主体的に学習に取り組む態度」の評価が求められる。自らの学習を調整しようとする側面においては、生徒が自らの学習状況を把握し、自らの学習を調整(自己調整)しようとする側面の評価が重要¹⁾であり、学習内容の指導だけでなく自己調整の側面の支援も必要になると考えられる。その支援方法は主に生徒に課す宿題が考えられるが、家庭学習の大部分は「問題演習」や「繰り返し書く」などが報告されており²⁾、授業の内容の確認的な位置付けが中心であることから、生徒が自らの学習到達度をふり返り、自らの学習方法について試行錯誤を促す支援方法は十分に確立されていないことが考えられる。

生徒の主体的に学習に取り組む態度を育成する例としてアクティブ・ラーニング型授業(以下、AL 型授業)がある。しかしながら、現状は高校現場の多くで(1)授業時数の制約によって生徒が主体的に活動する時間の不足や(2)生徒の学習に対する動機づけの低さ等の問題が指摘されており³⁾、AL 型授業が成立しないことも指摘されている。

近年では、大学教育を中心に反転授業の効果が報告されている。反転授業はオンライン型の宿題(予習が中心)で学習内容を把握し、授業ではその内容

を活用して学習する授業形態である。従来は授業後または単元終了後に授業の学習内容に合わせた宿題に取り組ませることが多いが、反転授業では従来の宿題と授業の役割を全く逆にしたものである。すなわち、基本事項を宿題として予習し、対面授業では予習で得た知識を活用しながら問題解決の学習や協働学習を通じて、深い理解や応用力を身につけるといった宿題と授業が連動した AL 型授業の形態になっている点が挙げられる⁴⁾。

新型コロナウイルス感染拡大によって 2020 年 3 月～5 月にかけて全国で一斉休校の措置が取られ、それを機にオンライン型の授業が急速に加速した。筆者も上記の休校期間中に多くのオンデマンド型授業動画を作成して、それらの動画を学校再開後に AL 型授業を実現させるための予習として位置付けてオンライン配信を実施した。学校再開後の授業では休校中の予習を前提とした AL 型授業を実践したところ、生徒の概念理解や動機づけに一定の効果が得られ⁵⁾、対面授業の内容と予習としてのオンライン型の宿題が連動することによって(1)(2)の課題解決につながる事が示唆された。また、授業者自ら対面授業のねらいに合わせて予習動画を作成することで AL 型授業の実現と AL 型授業を通して生徒自ら学習到達度や学習方法のふり返りを促す支援になると考えられる。

本稿は、対面授業と連動した予習動画(非対面)と

対面授業の内容を示しながら、対面・非対面のハイブリッド型物理授業の構造の紹介と生徒の意識調査の結果について紹介する。

2. 実践の概要

物理基礎における本実践の概要は次の通りである。

目的:①家庭学習と授業を連動させることによる生徒が主体的に活動する時間の確保

②予習(家庭学習)して授業に臨むこと意識づけ・習慣化

時期:2022年4月～2022年7月(1学期)

対象:京都教育大学附属高等学校, 2年生理科系, 31名

内容:物理基礎 力学分野

2.1 予習動画の作成と内容

予習動画はiPadの画面収録機能を利用して筆者(授業者)が作成した。動画作成は主に2つの方法である。1つ目は有料アプリであるGoodNotes 5に加筆しながら声を吹きこむ。2つ目は実験動画を撮影したものをパワーポイントにまとめ、スライドショーを実行しながら声を吹きこむ。いずれも画面収録のマイクをONにして実行し、再生時間も7～9分以内で収まるようにした。作成した動画は本校のYouTubeチャンネル(非公開)でURLを取得し、そのURLを生徒に知らせることで生徒は動画を視聴することができる。

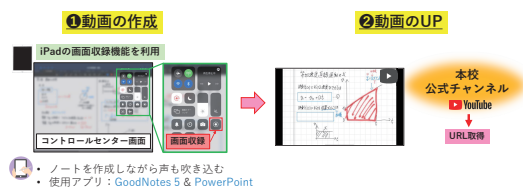


図1 予習動画の作成方法

予習動画の内容は、対面授業のねらいに合わせて①定義の確認と公式の導出、②法則を確認する基本実験の主に2つである。①は基本的に教科書に書かれている内容を授業者がまとめたものであり、多くの場合は授業の導入で扱う内容であるが、単元が進むにつれて基本例題の解き方を示す内容もある。②では、ただ実験を見て結果を確認するのではなく、動画内で予想をするように促し、予想をしたあと結果を確認させるような構成にして、予習動画内の実験結果が対面授業で扱う実験内容の試金石になる位

置づけになっている。詳しくは2.2で述べる。



図2 予習動画の例

2.2 予習と対面授業の接続

生徒には1週間ごとに学習計画表⁶⁾を提示して、1週間の学習内容が把握できるようにした。本校はGoogle Classroomを利用しているため、学習計画表はGoogle Classroomで提示し、授業ごとに家庭学習(予習・復習)と対面授業で扱う学習内容を対応させて示しており、家庭学習は2.1で述べた動画である。時間割変更等で1週間の物理基礎の授業が減る週もあるが、予習の習慣を促すため、基本的には予習をする曜日は毎週固定している。家庭学習では、動画を視聴するだけでなく、動画の内容を授業用ノートに加筆するよう指示をしている。また、予習動画の内容やその他に関していつでも質問できるようにGoogleフォームのURLとQRコードも提示している。

2年生理科系/2xx講 物理基礎(担当:野原大輝) No.4		2022.5.9-2022.5.13		
★ 学習内容 第1章 運動の表し方 3節 落体の運動				
教科書: p.29-p.38				
家庭学習(予習・復習)		対面授業		
回	教科書	内容(動画あり)	教科書	内容
7	p.29	・自由落下/鉛直投げ下ろし	p.23	小字スト
回	～	① https://youtu.be/gON7s_A7ZY		(教科書 p.23 の例題 2 の内容)
5/9	p.30		p.30	・鉛直投げ上げ
(月)			～	一講義, 例題 4, 類題 4
5限			p.32	
8	p.35	・斜方投射	p.33	・水平投射
・	～	② https://youtu.be/48Vx-JHlBK1	～	一講義, 例題 5, 類題 5
9	p.37		p.34	
回			p.38	・斜方投射
5/11	(水)			一例題 6, 類題 6, 実験
1・2	限			

○家庭学習
動画を視聴して、授業用ノートに加筆していくこと(定期試験の日に提出あり)。

○質問
質問も随時受け付けています。以下のURLまたはQRコードからGoogleフォームにアクセスして質問しても構いません。クラスルームを通じて返信します。
※すぐに返信できないことがありますので、ご了承ください。
<https://forms.gle/vm6cHBNaXU9wbR0y6>

図3 学習計画表の例

図4は等加速度直線運動の学習内容における予習と対面授業の接続の例を示したものである。ここで扱った教材と展開は動機づけの向上が報告されているInteractive Lecture Demonstrations⁷⁾(以下ILDs)を参考にした。ILDsの展開の特徴は、ある物理概念に対して複数の課題が設定されており、課題が進む度に難易度が上がるが、1つの課題に対して「予想→討論→結果」の流れで学習が進み、AL型の展開になっている。また、ILDsの課題で提示される教材は誤概念を含んだものになっており、学生や生徒同士で予想や考え方の差異から葛藤が生じるものになっている。筆者は等加速度直線運動以外の学習でも年間を通してILDsの展開を意識した授業展開を実施している。

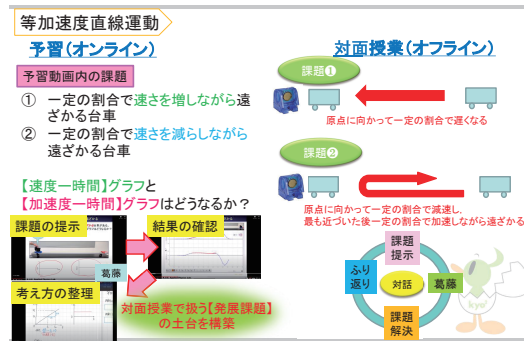


図4 予習と対面授業の接続の例

AL型授業を展開するためには生徒が「課題を適切に把握する」こと、その課題に取り組むための「動機づけ」が重要な要素になると考えられる。1節でも述べた通り、高校の授業時数は限られているが、AL型授業を展開する前の段階で授業者が課題解決に必要な知識のふり返りを生徒に促すこと、さらに、動機づけのはたらきかけが重要になる。本実践では、そのはたらきかけが予習動画に位置付けられており、対面授業における中心課題(ALを促す問い)に関連する基本事項の説明動画(講義型または実験動画)を事前課題(予習)とし、対面授業では生徒同士の対話や予習動画の内容をふり返ることで予習動画の結果を解釈し、さらに発展課題に取り組むことによって概念理解を目指した。

また、予習動画で基本事項を確認しておくことで、教科書の発展に位置付けられる演習問題に取り組むことも可能になり、葛藤課題や演習問題に生徒が主体的に活動する時間を中心とした授業展開を行って

も、ほぼ全ての単元で学習内容を標準時間内に終わらせることが可能になった。

3. 実践の結果

今年度1学期間に計22本(1本あたり7~9分)の予習動画を用意し、対面・非対面のハイブリッド型物理授業を実践した。

表1 1学期間に用意した予習動画の内容

1	有効数字と単位	12	力
2	速さ	13	力のつり合い
3	速度・変位	14	作用反作用(1)
4	平均の速度・瞬間の速度	15	作用反作用(2)
5	ベクトル	16	運動の法則(1)
6	相対速度(1次元, 2次元)	17	運動の法則(2)
7	加速度	18	運動の法則(3)
8	等加速度直線運動(演示実験)	19	1物体の運動方程式
9	等加速度直線運動の式	20	摩擦力
10	自由落下・投げ下ろし	21	圧力・水圧
11	斜方投射	22	浮力

3.1 ハイブリッド型物理授業における意識調査

図5(p.4)は実践後(7月)に行った学習の取り組み状況と意識調査の結果を示している。動画の視聴は必須としなかったものの、76.6%の生徒が動画を活用して予習したことが示唆された。また、「①動画がないときと比べて予習したか」という質問に対して66.6%の生徒が「予習した」または「少し予習した」と回答しており、その生徒たちには少なくとも予習への意識づけがはたらいたことが示唆された。さらに、76.6%の生徒が動画による予習が授業で「役に立った」または「少し役に立った」と回答し、その理由を自由記述で求めたところ、「どのように予習すればよいかわかりやすい」「授業で先生が言ったことが分かりやすくなる」「予習内容の知識を使った授業が多いから」などの回答が確認された。つまり、授業者によって作成した動画が、事前に授業のねらいを生徒に把握させることができるとともに、AL型授業を展開する際に最も重要である適切な葛藤を起こさせることに有効であることが示唆された。

ハイブリッド型物理授業における予習を前提とした授業の是非を30名に問うたところ、賛成が18名(60%)、どちらともいえないが8名(約27%)、反対が4名(約13%)であった。賛成の理由としては「授業が速く進む」「事前に自分が苦手なところを把握できる」「演習問題に多く取り組める」といった回答が確認され、授業スピードや事前に授業で注意すべき

ことを把握できることについて好意的に捉えており、1節で述べた(1)の課題の克服も好意的に捉えられていると考えられる。どちらともいえない理由は「予習はめんどくさいが話し合いの方が楽しい」「予習の効果をあまり感じないが、授業スピードは速くなるから」などの回答が得られ、予習の意義は認識しているものの、予習の時間を確保しないといけないため負担も否定できないことに関するものであった。また、「授業者の動画ではなく、一般公開されているYouTubeの動画でいい」という回答もあり、対面授業のねらいを把握させるための動画として機能していない部分もあることが示唆された。反対の理由は「予習より復習派」「基礎的なことは対面で学びたい」「時間がなかったら動画が見られず授業についていけない」という回答が得られ、予習時間の負担と基本事項の学習段階から対面で双方向に学べる場面が欲しいということに関するものだった。

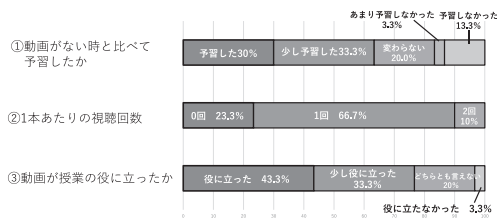


図5 意識調査の集計結果 (N = 30)

3.2 授業実践の学習効果

物理教育研究で授業の評価によく使われている30問で構成される力学概念調査(FCI)を実践の前後に実施した。図6は設問ごとの正答率を示したもので、図7は得点別人数分布を示したものである。25の設問で正答率が上昇したこと、得点別人数分布が得点の高い方へシフトしていることが確認できる。また、FCIの評価でよく用いられるヘイクが導入した規格化ゲイン $\langle g \rangle$ ⁸⁾を算出すると0.30であった。 $\langle g \rangle$ は簡単に述べると、その集団の平均値の伸びしろに対する実際の平均値の伸び率を表している。覧具ら⁹⁾の調査によると、物理基礎のみにおける $\langle g \rangle$ の平均値は、従来の講義型で $\langle g \rangle = 0.12$ 、AL型授業などの講義型でない改革型の授業で $\langle g \rangle = 0.24$ であることが報告されている。よって、ハイブリッド型物理授業が概念理解に一定の効果があることが示唆される結果を得た。

表2 FCI 事前・事後の統計

	N	最小値	最大値	平均値(%)	標準偏差
FCI 事前	31	4	16	9.1(30.3%)	3.62
FCI 事後	31	6	26	15.4(51.4%)	4.40

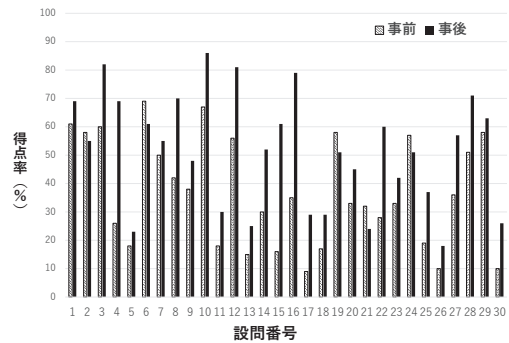


図6 FCI 事前・事後の正答率

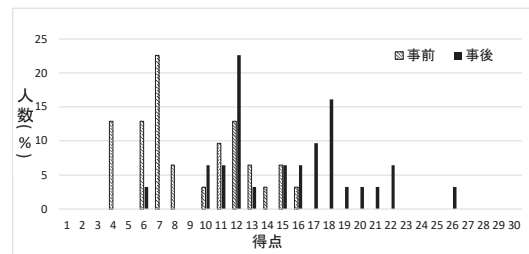


図7 FCI 事前、事後得点別人数分布 (N = 31)

4. まとめ

本稿では、2020年のコロナ禍における全国の一斉休校措置に伴ったオンライン型の授業が普及したことによって、そのノウハウを活用したハイブリッド型物理授業の実践を報告した。一斉休校中のオンライン授業では学習をできるだけ遅らせない、または遅れを取り戻すために活用したが、本実践はpostコロナを見据えたオンラインツールのあり方を検討したものである。

本実践の目的は、生徒が主体的に活動する時間を確保し、予習(家庭学習)して授業に臨むことの意識づけ・習慣化を目指したものである。本実践の工夫は予習のツールである動画の内容にある。予習動画と対面授業を連動させるため、対面授業のねらいに合わせて授業者が動画を作成した。その結果、生徒は動画を使って予習することで対面授業のねらいを把握して授業に臨むことができたと考えられる。ま

た、意識調査の結果から、予習動画が6割強の生徒に予習への意識づけがはたらいたことが示唆され、さらに、7割強の生徒が動画による予習が授業の役に立ったことも確認された。これらの結果より、授業者が作成した動画が「予習(家庭学習)→授業」の意識づけに有効にはたらいたと考えられる。

ハイブリッド型物理授業における学習効果は、本実践では力学概念調査(FCI)を用いた。実践前後で実施したところ、25の設問で正答率の上昇が確認され、概念理解の促進に効果があったことが示唆された。

生徒が主体的に活動する時間をできるだけ全ての授業に取り入れたが、物理基礎の力学分野の学習内容をほぼ標準時間内に終えることができ、本実践が授業時数の制約と生徒の主体性の両立が可能になることが示唆された。

5. 今後の展望

本実践における生徒の動機づけの向上は、まだ十分に確認できていない。学習者が自らの意思で予習に取り組み、事前に自らの学習状況を把握して授業に臨むことが理想的な学習者の姿であり、動機づけの支援が重要であると考えられる。今後は年間を通したハイブリッド型物理授業の確立を目指すとともに、生徒の動機づけの変容についても調査していきたい。

1節でも述べたが、今年度から高等学校でも新学習指導要領が実施され、「主体的に学習に取り組む態度」の評価が求められている。本実践では生徒が主体的に学習に取り組む時間を確保し、実際に授業者は生徒が主体的に学習に取り組んでいる姿は見えている。しかしながら、毎時間ふり返りシートを記入させているが、生徒自身が自分自身の学習態度の変容や学習到達度をふり返って評価するには至っていない。これからは生徒が主体的に活動する時間を確保するとともに、生徒自ら学習到達度と学習態度の変容を認識できるような支援が必要になる。学習到達度を把握するものとして、1つは形成的テストが考えられるが、単元ごとに学習到達度がふり返られるよう、今後はハイブリッド型物理授業の中に位置付けていきたい。

参考文献

- 1) 児童生徒の学習評価の在り方について(報告)
- 2) 第5回学習基本調査報告書, ベネッセ教育研究所(2015).
- 3) 山崎敏昭, 谷口和成, 他, 物理教育 61 卷 1 号, pp12-17(2013).
- 4) 森朋子, 化学と教育, 64 卷 12 号, pp596-599(2016).
- 5) 野原大輝, 高橋幸太郎, 谷口和成, 日本物理学会 2020 秋季大会概要集, 8pN1-2.
- 6) 葛城元, 黒田恭史, 数学教育学会 夏季研究会予稿集, pp9-12(2021).
- 7) D. Sokoloff and R. Thornton: Interactive Lecture Demonstrations, Wiley (2004).
- 8) R. Hake Am. J. Phys. 66-1 (1998) 64-74.
- 9) 覧具博義, 他, 「物理教育の現状調査プロジェクト」(2018).