

# 反転授業・アクティブラーニング形式での「工業力学」の授業報告

鈴木 伸 哉\*<sup>1</sup>

Class Report of "Industrial Mechanics" by Flipped Classroom and Active Learning

SUZUKI Shinya

キーワード：反転授業，アクティブラーニング，工業力学，オンライン学習

## 1. ま え が き

アクティブラーニングの導入が推奨されて久しい。ラーニングピラミッドにおける講義の学習定着率はわずか 5%と低く，人に教える・自ら体験する・グループ討論などの学習定着率が高いとされる。しかし，従来の講義と例題演習から，アクティブラーニングに変更することは，現場の教員にとって革命と言っていいほどの授業形式の変更となるので，非常に心理的抵抗が大きい。これに加えて，教員としては，必要な情報を学生に伝えなければ，グループ討論のようなアクティブラーニングは有効ではないのではないかと危惧してしまう。もう少し簡単に言えば，何も新しいことを教えずに，現状の知識だけで課題をやって終わってしまうのではいか，という心配である。このように，従来型の講義をしても集中して聴く学生は限られている一方だが，グループワークをしても，教えるべきことが伝えられないのではないかというジレンマのようなものを感じていた。

ところで，著者が担当している工業力学では，毎年 10 名程度が定期試験で十分な得点を得られていない。これには，そもそもこの授業へのモチベーションが低い，他教科に比較して難しい，低学年での力学をよく理解していなかったなど，様々な原因が考えられるが，これまで 10 年近く工業力学の指導をしてきた経験から，演習問題を実施する数や時間の不足といった量的問題があるように思った。

そこで，高等学校の物理の授業でアクティブラーニングを実施している例をもとに，令和 4 年度の工業力学では，反転授業を試みることにした。一般の授業が，学校で講義，自宅で課題を行うのに対

して，反転授業は，自宅でオンデマンド教材を視聴しておき，学校では課題を行う。コロナ禍で自宅でのオンライン学習環境が整いつつある今だからこそ取り組みやすい学習形態である。本報告では，今年度の 4 月から 5 月中旬までの 5 回での実施状況をまとめた。

## 2. 反転授業の流れ

反転授業を行うにあたり，1 回目の授業では，通常の講義を行い，その中で，反転授業の実施を提案して，学生の大方の同意を得て，2 回目の授業から反転授業とした。令和 4 年度の工業力学の時間割は，火曜日の 4 コマ目である。遅くとも，その前の週の週末には授業のオンデマンド教材をアップロードしたが，土曜・日曜で視聴する学生は数名に過ぎず，授業前日に視聴する学生が多い。動画の視聴数は，学生 41 名に対して，2 回目は 41 回，3 回目は 43 回，4 回目は 39 回，5 回目は 37 回であった。これには著者が試しに視聴した回数が入るので，動画を視聴せずに授業に臨む学生がわずかにいる。動画の所要時間は 45 分程度で，そのうちの前半が一般的な講義で，後半は例題を解く。

教室での授業は，主に 3 つの部分に分かれている。

まず，オンデマンド教材の視聴を促すため，確認テストを 15 分間で行う。これは，オンデマンド教材で解説した例題を，数値のみ変えて実施する。この確認テストを難しくし過ぎず，簡単に正答できると学生に思ってもらうことが大切だと考えているが，必ずしも正答率が高くないのが残念である。

オンデマンド教材の確認テストが終わると，45 分間のグループワークに移る。授業の主となるグループ学習では，教科書の章末問題の数値を変えて 3 問ほど出題し，4 人一組のグループ内で数値が合致し

\*1 工学科機械ロボティクス系准教授

原稿受付 2022 年 5 月 20 日

たら、教員の答えと合致するかを確認する。そして、答えが合致していれば、次の問題に進むという形式をとった。学生同士で話し合い・教え合いを許し、また他のグループに出向くことも許している。初めて(2回目)のグループ学習では、グループによっては、学生が個別に解こうとするグループも見られたが、コミュニケーションに重点を置くよう指導すると、3回目以降の授業では、よく理解した学生が、理解の遅れている学生を教えるようになった。この学生間の教え合いが重要である。学生が正しいことを教えられているかどうかという心配はあるが、あからさまな間違いは見受けられない。それよりも、学生から教員への質問というのは、教員が思っているよりも敷居が高く、その敷居の低い友達同士の質問をしあうことが、学生同士の刺激を生む。教える側の学生は理解がさらに定着し、教わる側の学生、一対多数の授業ではわからないことを個別に教えることができるという利点は大きい。このグループ学習は、学生にとっても、教員にとっても、短時間に感じる。

残りの15分間では、比較的容易と想定した問題を2つほど使ってテストを行い、その日のテーマの定着を確認する。最後に、リフレクションカードというアンケート、自分の学んだこと、わからなかったことなどを書き出す。これは、参考文献<sup>1)</sup>による方法である。リフレクションカードでは、学習態度を振り返ることをしている。学習態度とは、話し合う、質問する、説明する、動く、チームで協力する、チームに貢献するといったことができたかどうかを自己評価するのだが、各回の平均は、4段階中でおよそ3であった。リフレクションカードは、教員がフィードバックを得ることはもちろん、学生の気づきを学生自ら記述することが大切なようである。

### 3. 学生の反応

グループワークを見る限りでは、学生の反応はかなり良好に感じた。ほとんどの学生が活発に問題にとりくみ、グループの学生と話し合ったり、教え合ったりしている。

リフレクションカードへの授業の要望や感想を読むと、多くが肯定的な意見であった。

- ・友達と一緒に考えて解くことが楽しかったです。
- ・授業が楽しかったので、是非続けてほしいです！
- ・良い、続けてほしい。
- ・この学習形態は好きです。
- ・すごく楽しかった。班員にたくさん教えてもらえ

てありがたかった。

- ・他の授業もこれと同じ授業形態にしてほしい
- ・同じグループの人にもっと積極的に教わろうと思った。
- ・仲間にたくさん教えてもらってわかるようになった。とてもありがたかった。
- ・友人に聞くことで反力  $R_B$  の求め方やモーメントの基準をどこにすればいいのか、式のどこで間違えているのかがより分かった。
- ・まじでいい。世界一早く終われる CLASS!!

また、否定的な意見もいくつか見られた。

- ・演習が多すぎる。
- ・問題がたくさんあって疲れた。この授業になれるのが大変そう。
- ・最初か最後の演習はどっちかいらないと思う。
- ・4問すべては時間内に解けない。
- ・そもそもオンデマンドの授業での理解ができていなかったのもムズかった。
- ・グループワークでやる問題は多分3問が限界だと思います。
- ・最初の小テストの時間をグループワークの時間に充てたい。

授業形態そのものの問題というよりは、グループワークでの問題数が多いという意見が多かった。これは、学生たちの進捗が予測しきれないので、あえて多めに問題を出しているためである。学生には課された問題をすべて解くべきだという習慣があるためと思われる。そこで、3回目以降では、全問解かなければならないわけではないことを説明した。また、90分間をすべて演習に使うので、学生が疲労するという問題も明らかになった。45分の演習時間を半分に区切って、中央の5分は、授業以外の雑談を入れることで気分転換を測ることにした。前半20分で1問、後半20分で1問が、およその目標になった。

この反転授業は、小テスト→グループワーク→小テストという構成にしてあるが、最初の小テストは、オンデマンド教材の視聴を確実にを行うために、オンデマンド教材の例題の数値だけを変えた問題を出題する。これを廃止すると、オンデマンド教材の視聴しない学生が増える危惧があるので廃止することができない。一方、最後の小テストは、グループワークで理解を深めたのちの、成果を確認するための小テストである。これも現状ではなくしづらいが、成績評価をどのようにするかというよう、学生へのわ

かりやすい利点が明確でなかったかもしれない。

その他、グループワークの時間をさらにほしいという意見もある。45分を60分にすると、飽きや集中力の低下が予想されるので、現状では変更しないことにした。

#### 4. オンデマンド教材の制作

オンデマンド教材の制作には、教室などで教員が黒板に板書するような動画を撮影するのが一般的のようなのだが、撮影環境を整えるのに場所を要し、準備に時間がかかる。そのため、本報告で制作したオンデマンド教材は、図1に示すようなデスクトップ環境に、ビデオカメラとタブレット端末を設置して、いくつかの方法で動画教材を制作している。

まず、図2は、モニタ上から、机上のタブレットを写すことで、プレゼンテーションを自分のペンで指示しながら説明する型の動画の例である。この場合、プレゼンテーションのみならず、実写も併せて示したいときにも編集が要らないので便利である。欠点としては、次の撮影方法よりも画質として劣ったり、わずかに、画面が傾くことがある。

そこで、図3のように、PCのスクリーンキャプチャにより動画を撮影することも行う。プレゼンテーションの画像が明るく美しいが、図4のように実写も併せて表示させるときには、PCのスクリーンキャプチャと実写のタイミングを合わせるための編集作業に手間がかかる。

その他にも、図4のように書画カメラで演習の解答を撮影する方法で同額制作することもある。演習の解答の視聴数は3回目の反転授業を終了した時点では低いのが難点である。中間試験が近づけば視聴数が増えるかもしれないと期待したい。毎回の演習

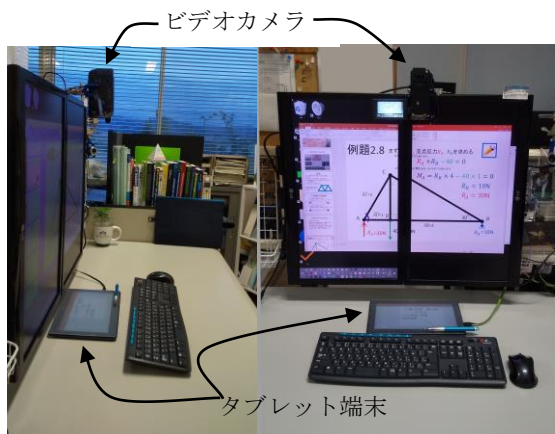


図1 デスクトップでのオンデマンド動画制作環境

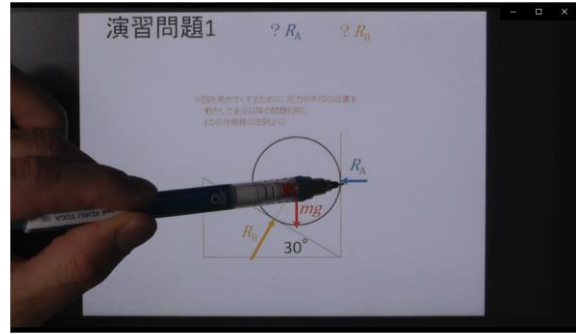


図2 タブレット端末を撮影して制作した動画教材

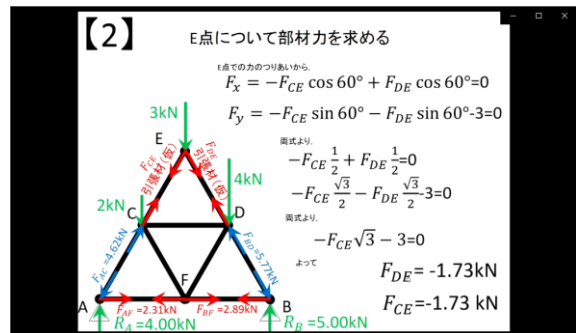


図3 PCのスクリーンキャプチャによる動画教材

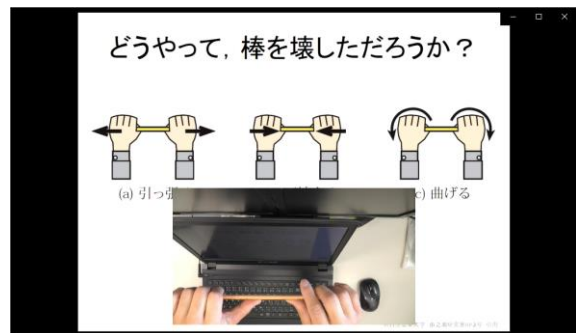


図4 スクリーンキャプチャに実写を重ねた教材

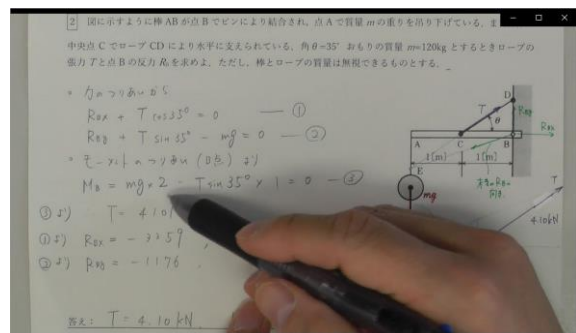


図5 書画カメラに利用して作る解説動画

を説明するだけでも20~30分は要する。従来一般的な授業ではこの解説も授業時間内に行わなければならないことを思えば、反転授業はやはり時間を有効に使っているように思う。

## 5. 考察

反転授業を5回行って、明らかになってきた良い点と課題を挙げる。

良い点は、学生たちの理解度が毎回の授業ごとに詳細に明らかになることである。たとえば、今回の取り組みでは、教員からすれば容易な支点反力の計算でさえも学生たちにとっては案外難しいものだということが明らかになった。より簡単な問題を積み上げなければいけないことも見えてきたように思う。そして、従来は、定期試験まではわかりづらかった、理解の遅れている学生を特定でき、補習を実施することができた。補習でもグループ学習を行うので、教員の行うことはほとんどない。

一方、課題としては、毎回の採点の負荷が高いということである。そこで、基本的には、数値として答える問題のみを出題して、過程を詳細に確認していないことにしているが、それでも採点に時間を要する。参考文献<sup>1)</sup>では、採点を学生にさせるという方式をとっているが、成績評価に関わる採点を学生に任せることには抵抗がある。たとえば、有効数字や単位に無頓着な学生が多い中、それらが正確に確認できているとは考えられない。また、ICTを使った Google Form のような手段を用いれば集計は容易だが、学生の解答の過程が見えない。マークシートも同じである。また、ICTには、学生の持つ端末の不具合や、ログインができないなどの問題が生じることもある。たとえば、高専機構で行っている、CBT(Computer based Test)を情報教育センターで実施しても、ログインやその他環境が整わないことがある。紙での回答を高効率で採点できるのは、中学・高校などでよく用いられるデジタル採点システムがこれを解決するのだろうか、まだ不明である。結局のところ、安全性、公平性を期す最大の道具は今のところ紙しかないのかもしれない。

採点の負荷が高いことに関しては、2~5回まで行ってきた手書きの答案を提出するのに加えて、6回目から、解答にマークシート導入する予定である。手書きの答案を廃止せずに提出させることで、学生の解答の様子は把握することはでき、これにより、採点の負荷を落とせば、この種の授業は持続させることができると期待している。ちなみに、マークシートの作成・読み取りには、神奈川県立総合教育センターのマークシート(OMR)処理システムを利用する予定である。すでに別の科目で実績もあるフリーソフトで、マークシートのレイアウトにある程度自由度をもつのが利点であるが、紙の消費がさら

に増えることになる。

このように、現状の授業では紙の消費が多いことも課題である。ワークブックのようなものがあればよいが、現状では教科書の例題や章末問題をプリントしている。各自のノートに実施させても、エビデンスとして収集しづらいし、解答の書き方に統一感がないと、採点に時間がかかる。もし、ワークブックのようなものがあれば、統一された形式で、毎回のコピー代としては節約できるかもしれないが、あらかじめどのような問題が出るかが知られてしまうと、何年か授業を実施すると、学生たちはあらかじめ答を知っていて、学生たちが考えることをやめてしまう恐れもあるという懸念も考えられる。

紙の消費量の抑制し、さらに採点の自動化をするためには、手書きができるタブレット端末がいずれ解決するかもしれない。最近、タブレット端末でノートを書く学生が増えている。もう数年経てば今のスマートホンのように、当たり前全員がタブレット端末を使うようになるのかもしれない。ペーパーレスには、タブレット端末の普及が欠かせない。

その他、欠席者の扱いに困ることがあった。近年は、コロナ禍で学生の欠席は多い。授業後に解説動画を公開するので、欠席者がそれを視聴して解いたものを成績評価に入れてしまうと公平性を欠くことになる。そこで、1回の課題での解答すべき数値が、例えば12カ所あったとして、8カ所正解であれば、 $8 \div 12 = 67\%$ というようにして、正答率を出し、出席した正答率の平均をもって評価することで、公平性を保つことにした。

## 6. おわりに

反転授業・アクティブラーニングに切り替えるやいなや、それらがいかに学生の学びを活発にさせるかが、すぐに明らかになった。反転授業1年目は、準備に多くの時間と労力を要しているが、数年が経って動画教材やノウハウが蓄積されれば、労力は一定の水準まで削減されていくことも期待できる。

これまで、アクティブラーニング切り替えるには、相当な心理的な抵抗があり、ある種の勇気を要したが、一度替えてしまえば、授業への世界観が変わるといっても過言ではない。

## 参考文献

- 1) 小林昭文: アクティブラーニング入門 (アクティブラーニングが授業と生徒を変える), 産業能率大学出版部, (2015).