

反転授業の実施方法と 事例集

愛媛大学理学部
反転授業ワーキンググループ
平成 29 年 3 月

反転授業の実施方法と事例集

編集者： 愛媛大学 理学部 反転授業ワーキンググループ

高橋亮治（統括教育コーディネーター、化学科）、佐藤康（生物学科）、尾國新一（数学科）、
前原常弘（物理学科）、小原敬士（化学科）、座古保（化学科）、森寛志（地球科学科）

発行日： 平成 29 年 3 月 31 日



本マニュアルは、クリエイティブ・コモンズ・表示・非営利 2.1 日本ライセンスの下
に提供されています。 <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.1/jp/>

はじめに

反転授業とは、学生が予め WEB に準備された動画教材等によって教員の講義を学習し、教室では事前学習に基づき発展講義や演習、アクティブラーニングを実施する授業形態です。一部の予備校等や小中学校、高校、大学で試行あるいは採用され、新たな教育法として注目されていますが、教材作成や活用方法にはそれなりのハードルがあり、教員個人レベルではあまり普及していません。

愛媛大学理学部では、WEB 用に準備した動画教材等の事前学習教材に加え、発展講義や演習・アクティブラーニング用の教材を合わせて反転授業の教材ととらえ「反転授業教材」の活用を試みてきました。平成 27～28 年度に、12 名の教員が 16 講義科目で、反転授業教材を用いた授業を実践してきました。

この取り組みにおいて、動画作成に主に用いたのは、iPad 等のタブレットで、個人で動画を作成することができる、**Explain Everything** です。本冊子の前半(第一部)では、**Explain Everything** を用いた簡便な動画作成方法など、いくつかのテーマごとに、反転授業に取り組んだ教員がその経験を活かして執筆した反転授業教材の作成法と活用法が収録されています。また、後半(第二部)では、2 年間の反転授業の取り組みの事例を紹介しています。

愛媛大学では平成 28 年度より、クォーター制(4 学期制)がスタートしました。クォーター制のメリットを引き出し、対応していくために、反転授業をどう活用できるのかという視点を持った、反転授業の取り組みの事例も紹介されています。第一部、第二部ともに、いずれの項目から読んでいただいても構いませんので、反転授業に興味をお持ちの方にぜひ手に取っていただければと思います。

本冊子が、個人で反転授業を行う教員の方々にとって、何らかの助けになれば幸いです。また、反転授業の取り組みのきっかけを作って下さり、また様々な援助を下さった、島根大学の小俣光司先生に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

平成 29 年 3 月

愛媛大学理学部 反転授業ワーキンググループ

高橋亮治、佐藤康、尾國新一、前原常弘、小原敬士、座古保、森寛志

目次

第一部 反転授業教材の作成法と活用法	4
① Explain Everything を用いた簡便な動画作成方法 (地球科学科 森寛志)	4
② ビデオを用いた動画作成方法 (数学科 猪奥倫左)	9
③ PowerPoint, Keynote による動画教材の作成 (化学科 小原敬士)	10
④ 紙ベースの反転授業教材の活用 (数学科 尾國新一)	15
⑤ 反転授業教材を有効に活用するためのヒント (化学科 座古保)	18
⑥ 反転授業とアクティブラーニングの tips (生物学科 佐藤康)	20
第二部 反転授業の取り組みの事例	21
① 解析学 II 演習 (2015 年度) 数学科 猪奥倫左	21
② 幾何学続論・幾何学 (2015 年度) 数学科 尾國新一	23
③ 数学基礎 (2016 年度) 数学科 山内貴光	25
④ 物理学 I (2016 年度) 物理学科 前原常弘	29
⑤ キャリアデザイン(2016 年度) 物理学科 前原常弘 (理学部キャリア支援員会委員 長) 31	
⑦ 分子分光学 (2015, 2016 年度) 化学科 小原敬士	32
⑧ 構造化学演習 (2016 年度) 化学科 垣内拓大	35
⑨ 機器分析化学 (2015, 2016 年度) 化学科 座古保	37
⑩ 無機固体化学 I・無機化学 I・無機化学 II (2015 年度) 化学科 高橋亮治	39
⑪ 植物進化形態学(2015,2016 年度), 植物分子生理学(2016 年度) 生物学科 佐藤康..	41
⑫ 行動生態学 (2016 年度) 生物学科 畑啓生	44
⑬ 最新地球惑星科学 (2016 年度) 地球科学科 堀利栄	45
⑭ 鉱物学 (2015, 2016 年度)・鉱物学概論 (2016 年度) 地球科学科 森寛志	47

第一部 反転授業教材の作成法と活用法

① Explain Everything を用いた簡便な動画作成方法（地球科学科 森寛志）

1. はじめに

PowerPoint 等のプレゼンソフトを使って授業を進める場合、その内容を説明した動画を作成し Moodle を通じて学生に提供することで、学生は授業前に内容を予習し授業後は何度でも復習できるように、学習効果のアップにつなげることができる。

ここでは、プレゼンソフトで作成したファイルを iPad アプリ Explain Everything に読み込んで動画を作成する手順について説明する。この解説ではプレゼンファイルの作成ソフトとして Apple 製のパソコンやタブレットで動作する Keynote を用いている。Explain Everything に読み込むファイルの形式として Keynote ファイルでも、それを PDF ファイルに直したものでも、どちらでも構わない。筆者は確認していないが、PowerPoint で作成したファイルの場合、そのまま Explain Everything に読み込むと表示が乱れるという報告があるが、その場合も PDF 化すれば問題ないようである。

Explain Everything の一般的な操作法に関しては、Explain Everything のホームページ (<http://explaineverything.com/>) を参照されたい。



図1 動画作成に用いた iPad アプリ。今回は、この中で Keynote, Explain Everything, Dropbox の3つのアプリを使用して動画を作成した。

2. 動画作成作業の流れ

以下の手順で、プレゼンソフトを用いて作成したファイルを元に、動画を作成する。

- 1) MacBook もしくは iPad の Keynote によるプレゼンファイルの作成
- 2) 作成したファイルを Dropbox に保存して、ファイルを iPad と共有
- 3) 保存したファイルを iPad 上の Explain Everything に読み込んで動画作成

- 4) 作成した動画ファイル（プロジェクト）に名前をつけて、mp4 ファイルとして保存
- 5) 保存したプロジェクトを Dropbox にエクスポート
- 6) 動画ファイルを MacBook Air から愛媛大学 Moodle2 にアップロード

3. Keynote によるプレゼンファイルの作成

以下の手順でプレゼンソフト Keynote を用いてプレゼンファイルを作成する。

- 1) 通常の手順でプレゼンファイルを作成
- 2) 動画を作成した際に 15 分程度に収まるように、スライドの枚数は 15 枚程度が良い
- 3) 作成後、Dropbox に保存して、ファイルを iPad と共有

4. Explain Everything による動画作成

以下の手順で動画作成ソフト Explain Everything を用いて動画ファイルを作成する。

- 1) Dropbox に保存したオブジェクト（Keynote で作成したプレゼンファイル）を挿入（図 2 - 4）
- 2) スライドの 1 枚目から赤ペンを使い、解説を加えながら講義内容を録画（図 5）
- 3) スライドの途中でやり直す時は、巻き戻して再録画



図 2 iPad 上で Explain Everything を起動し、左の+印を押して、オブジェクトの挿入を選んだ画面。オブジェクト（Keynote で作成したスライド）を読み込む。ここでは「画像、動画またはファイル」を選択する。

図3 「画像、動画またはファイル」を選択すると、この画面が現れる。ここでは Dropbox に保存されたファイルを用いるので、これを選択する。



図4 Dropbox に保存されたファイルの中から、動画を作成したいファイルを選択する。この画面は筆者が理学部地球科学2回生前期に担当している「鉱物学概論」の1ページ目が表示された状態である。このファイルで間違いなければ、画面右上の「指定」を押す。

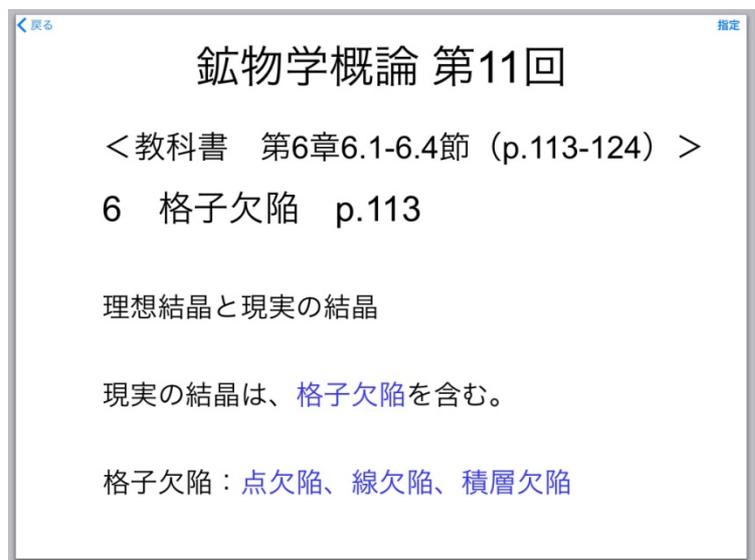
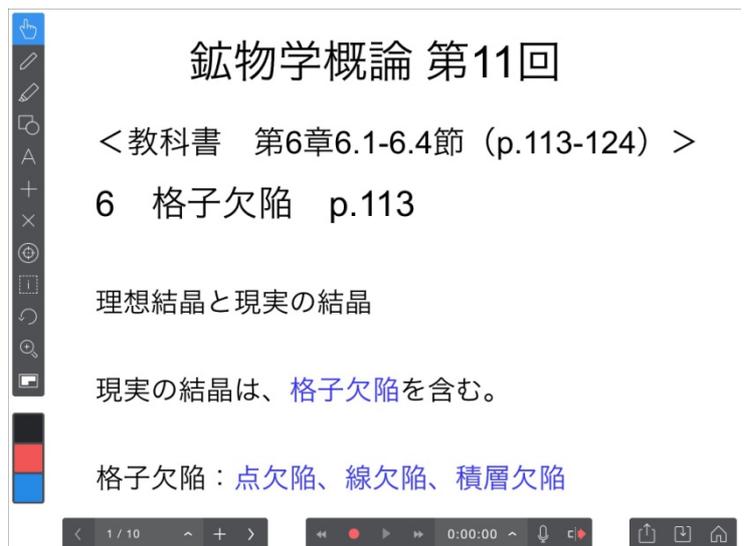


図5 Explain Everything にプレゼンソフトで作成したファイルを読み込んだ画面



5. 読み込んだスライドで動画作成

Dropbox から読み込んだプレゼン用のファイルを使って動画を作成するが、これは学生を前にして教室で講義するのとほとんど同じ感じで、自分の机の上に置かれた iPad に向かってスライドの1ページ目から赤ペンを使って解説を加えていくことになる。Explain Everything の実際の操作

法に関しては Explain Everything のホームページ (<http://explaineverything.com/>) を参照していただくことにし、ここでは簡単な説明にとどめることにする。

スライドを 1 ページずつ読み込んで、図 5 の下側に表示された赤の録画ボタンを押して、赤ペンで必要事項を画面に書き加えながら解説を行い、録画が終わると停止ボタンを押す。次のスライドに進んでこの操作を繰り返すことで動画の録画が完了する。録画中に言い間違い等に気づいた場合は、巻き戻しボタンを押してそのスライドの録画をやり直せばよい。全体の録画が終わった後で、各々のスライドの途中個所に修正を施すことも可能であるが、これはかなり面倒な作業なので、時間を節約するために最初の録画中にスライド 1 枚ずつ確実に仕上げていくのがベターである。また、録画中に細かな言い間違い等に気づいても、通常の授業中と同じように「ごめん。間違えました。」と訂正をすれば、スライドの最初からやり直さなくてもよいと思う。最初から完璧な動画を作ろうと力むより、とにかく気楽に取り組むことが長続きと時間節約の秘訣ではなかろうか。

Moodle にアップして学生に視聴させるには、15 分程度の動画にまとめることが重要である。頑張っあまり長い動画を作っても学生に敬遠されては意味がないので、毎回継続的に視聴してもらうには 15 分程度の動画が適切であると思われる。

6. 動画ファイルの保存と Dropbox へのエクスポート

作成した動画ファイル (プロジェクト) に名前をつけて、mp4 ファイルとして保存する。次に、保存したプロジェクトを Dropbox にエクスポートする。

7. 動画ファイルの確認

作成した動画ファイルを再生して内容を確認する。

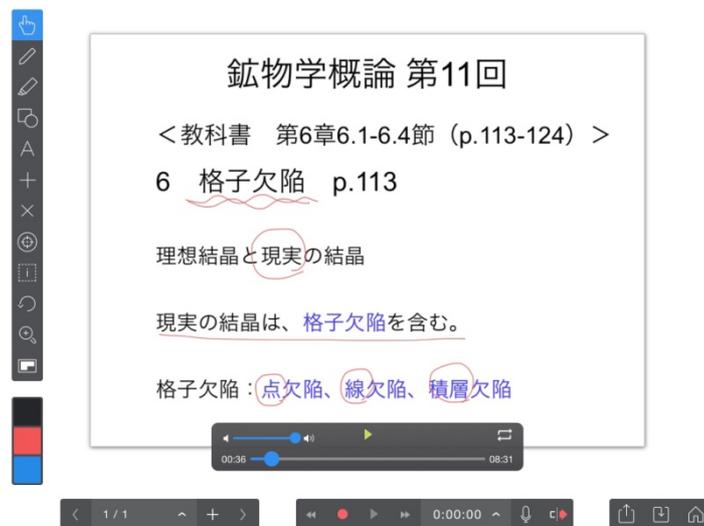


図 6 作成した動画ファイルを再生し、動作確認を行う。

8. 動画ファイルを愛媛大学 Moodle2 にアップロード

作成した動画は愛媛大学 Moodle2 にアップロードして学生に公開する。



図 7 愛媛大学 Moodle2 のログイン画面

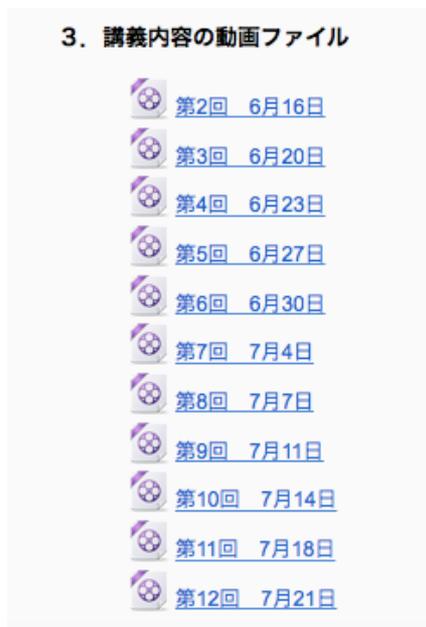


図 8 筆者が 2016 年度前期に担当した理学部地球科学科の「鉱物学概論」では第 2 回から第 12 回まで計 11 回の講義内容を動画として Moodle にアップした。

② ビデオを用いた動画作成方法（数学科 猪奥倫左）

アクティブラーニングを授業時間内に行うために、講義を授業時間外に行おうとするとき、すぐに実行できる方法として、講義の様子をビデオカメラで撮影し、これを動画配信するということが考えられる。

動画作成時に必要なものは、講義原稿など講義に使うもの、教室、ビデオカメラ、三脚である（三脚は無くても、誰かに撮影を依頼すればよい）。

動画作成方法はビデオカメラに向かって講義を行うだけである。Youtubeにアップすることや学生がスマートフォンで視聴することなどを考えると、長くても15分以内で説明を切るように工夫する必要はあるが、普段のアクティブラーニングや小テストなどで、学生の理解度（どこがわかっていてどこがわかっていないか）を把握しておけば、要点を絞って説明を短くすることはそれほど苦勞せずできる。なお、わかりやすく説明するための工夫は、講義のそれと同じであるので、通常の講義における創意工夫をここに応用することもできる。第2部の著者の事例も参考にして頂きたい。

③ PowerPoint, Keynote による動画教材の作成（化学科 小原敬士）

Microsoft PowerPoint (Windows, MacOS) には、標準で Explain Everything と機能的に同等のプレゼンテーション記録機能・動画エクスポート機能があります。動画フォーマットは mp4 (MPEG-4 Video) と wmv (Windows Media Video) が選択可能です。愛媛大学の Moodle (LMS) 上のコンテンツにも広く利用され、愛媛大学教育デザイン室のサポートで使用方法のアドバイスやコンテンツのブラッシュアップを受けることもできます。PC にタッチパネルやペンなどの追加は不要で、キーボード・マウスで操作・制作が可能です。もちろん、ナレーションの記録にはマイクが、写真や動画の撮影にはカメラが必要です。

◆利点

PowerPoint を用いるメリットは、新たにタブレットやアプリケーションを準備することなく、使い慣れた PC/プレゼンテーションソフトウェアを用いて、これまで講義で使用しているのと同じ資料（ファイル）を加工することで迷わず簡単に動画教材の作成が可能なところです。PC ですのでコンテンツや編集過程のパーツのファイル管理も容易です。PowerPoint 標準搭載のアニメーション・画面切り替え効果・デザインツールなどの全ての機能をコンテンツ制作に利用することができます。

◆欠点

Explain Everything とは違い、PowerPoint は時系列イメージでの編集には不向きです。一旦、記録したスライドショーについて、個々のスライドのナレーションだけを入替編集することや部分的にペン入れを変更するなどの細かい編集は（可能ですが）直感的でなく得意ではありません。動画記録中のペンの太さの変更や点線・ぼかしなどの表現もできません（色の変更はできます）。細かい編集や手入れをする可能性がある場合は、スライドショー記録時にペン入れ・ナレーションを行うより、下記(2b)に示す「アニメーション・音声ファイルの作成・貼り付け・再生」を使うことを薦めます。

◆Explain Everything との比較

コンテンツ作成手段の選択は、個人の好みによるところが大で、制作プラットフォームに PC を選ぶかタブレットを選ぶか、時間をかけてきれいに作り込みたいか、手書きの文字や絵図・撮影した動画を自在にはめ込み実際に授業をするようにつくりたいか、などによって異なります。

PowerPoint は静的な制作過程を、Explain Everything は動的 (Active) な制作過程を念頭に設計されているように感じられるので、例えば、数学/物理のように、多くの数式を時系列的に次々と記載していく必要がある講義では（電子黒板的な使い方が便利な）Explain Everything が向いていますし、複雑な化学反応式やグラフィック・図表を準備し多用する（スライド発表的）講義には、PowerPoint が向いているように思います。（もちろん、PowerPoint でも手書き文字・絵図を自在に加えることはできますし、Explain Everything でもきっちり作り込むことができます。）

◇PowerPoint 動画制作手順 -----

(1) プレゼンテーションを準備する。

講義や学会発表で使うときのように PowerPoint でスライドを作成します。アニメーション・差し込み動画・音声ナレーションなど、PowerPoint プレゼンテーションで実行可能な全ての動作をあらかじめ組み込むことができます。スライドのサイズは、動画変換前提ですのでプロジェクターの解像度とは無関係で、(4:3)、(16:9)の他にも自在に選ぶことができます。動画(変換後)では、PC やプロジェクター画像に比してレゾリューションが低下しますので、文字や図の大きさには注意して下さい。細かい記述はあまり有効ではありません。作成する動画教材は WEB 上の公開を前提にしていますので、著作権が関わる部分については、講義資料で使う場合以上に慎重な対応が必要です。

※一般に、授業 1 回(90 分)の内容のコンテンツを作成すると 45 分前後の動画になります。45 分間の動画を 1 本連続で見るのはつらいという学生の感想も寄せられているので、適宜分割し 10-15 分の動画を 3-4 本制作するとよいでしょう。逆に、細かい(短い)コンテンツを多数作成して並べると、学生が見たときに負担感が先に立ち学習意欲をそぐ可能性があります。さじ加減が難しいところですが、1 本あたりスライド 10 枚を超えない程度が目安でしょう。

(2a) スライドショーの「記録」を実行し、ナレーション音声の録音とペン入れ等を行う。

「スライドショー」・「記録」の機能を使い、実際にプレゼンテーションをする要領で、説明を加えながらスライドショーを進行して記録します。この記録過程では、スライドショー(動画教材)再生に要する実時間が必要です。「スライドショーの設定」に、記録のタイミングやポインターオプションがありますので、あらかじめ設定しておきます。ポインター(マウスカーソル)を好みに応じて「ペン(or 蛍光ペン、色も選択可)」や「レーザーポインター」にしておくとも便利です。ペン・ポインターは、スライドショー実行時に右クリックのメニューで選択することもできます。解説の音声はマイクで口述をリアルタイムで記録します。(2b)で示すように、あらかじめ音声ファイルを用意してスライドに添付し、スライドショー実行時に再生する方法もあります。PC やタブレットのマイクは、周囲の雑音を拾いやすいので、気になる方はハンズフリーのヘッドセットマイクを使うことを薦めます。記録後にノイズリダクションをかけることは可能ですが、手間がかなりかかります。

記録が終了したら、スライドショーを再度実行し、意図通りのコンテンツが完成したかを確認します。記録時に加えたナレーション・ペンは、PowerPoint 上ではアニメーションオブジェクトになっているので、アニメーションタグで「アニメーションウインドウ」を表示すれば、編集・削除ができます。アニメーションオブジェクトの削除は簡単ですが、追加・修正はかなり面倒なので、下記(2b)の方法を薦めます。

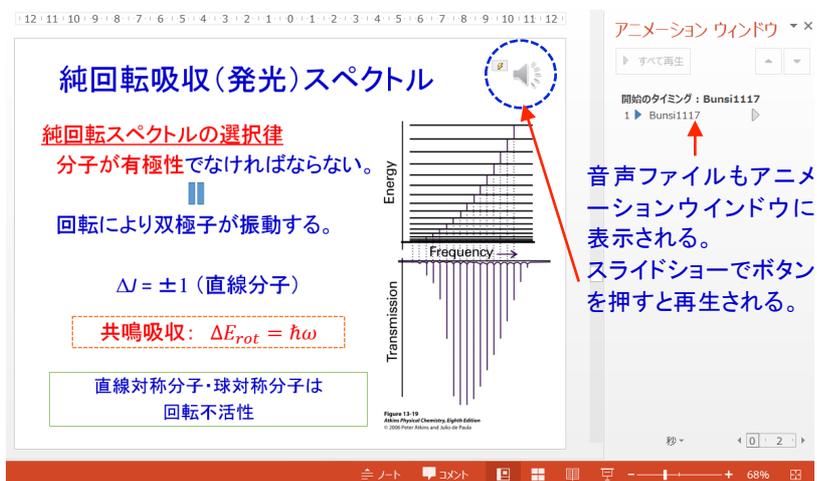
(2b) スライドショーの記録の前に、ナレーション・アニメーションを作成し、各スライドに添付

する。

スライドショーに必要なナレーションは PC/タブレットの IC (ボイス) レコーダー機能であらかじめ録音してファイルにしておきます。自分の声が嫌いな人は、誰かに代読してもらうか、合成音声を用いることができます。「挿入」－「オーディオ」で音声ファイルをスライドに貼り付けるイメージで OK です。ペンや強調もアニメーション・デザインツールで差し込んでおくとよいでしょう。

準備ができたら、「スライドショーの記録」を実行し、各スライドにおいてタイミングを見計らい、アニメーションの実行、音声オブジェクト・動画オブジェクトの再生をします。実行したスライドショーのタイ

ミングは PowerPoint で保存されます。この記録過程において、マイクが存在すると周囲の音声や雑音を拾います。設定でナレーションの記録を OFF にする (ペン入れがアニメーションではなくなる) か、PC の設定 : [コントロールパネル]－[ハードウェアとサウンド] でマイク入力レベルを 0 にしておくとよいでしょう。(記録終了後にアニメーションウィンドウでナレーションのオーディオオブジェクトを削除することもできます。)



(3) 「エクスポート」または「名前をつけて保存」から動画ファイル形式で保存する。

記録が終了したら、必要に応じて PowerPoint ファイルを保存し、動画ファイルを作成します。[ファイル]・[エクスポート]・[ビデオの作成] の実行、または、[ファイル]・[名前をつけて保存] で [ファイルの種類] に動画 (MPEG-4 ビデオ or Windows Media ビデオ) を選択して保存、で動画ファイルが生成されます。この動画作成過程では、(PC の性能、オブジェクトの数と種類・出力画面のレゾリューション等に依存しますが) かなりの変換時間を要します。それなりの PC のリソースが要求されますので、空き時間に実行するか、別の PC を準備して行うとよいでしょう。再生時間と動画画質によりファイルサイズが巨大化するので注意が必要です。テキスト中心で高解像度が必要なければ、出力画質は「DVD 画質 (4:3 の場合 960 × 720)」で十分でしょう。「ポータブルメディアデバイス用 (640 × 480)」ではかなり画質が荒く見えます。
※参考 : 46 分のコンテンツの DVD 画質 mp4 への変換に Surface Pro (Core i5 1.7 - 2.1GHz) で 22 分 (273 MB)。

◇動画教材作成ツール-----

(1) 音声合成ソフトウェア (テキスト読み上げ)

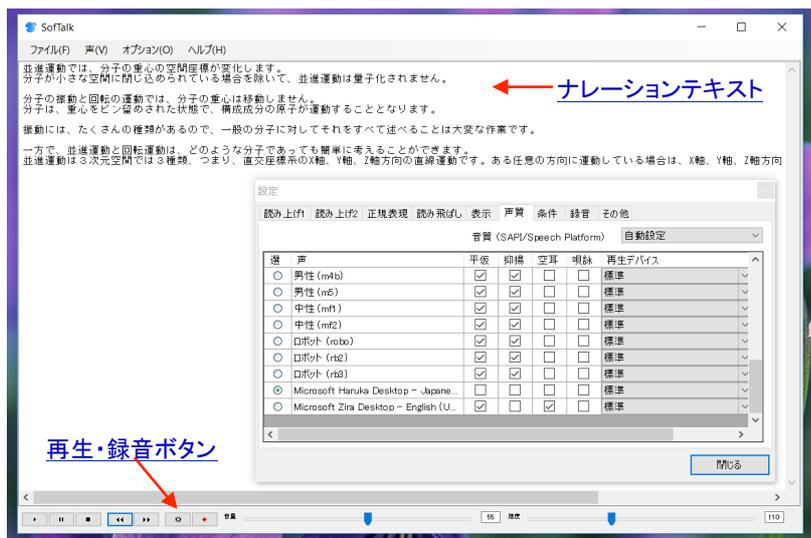
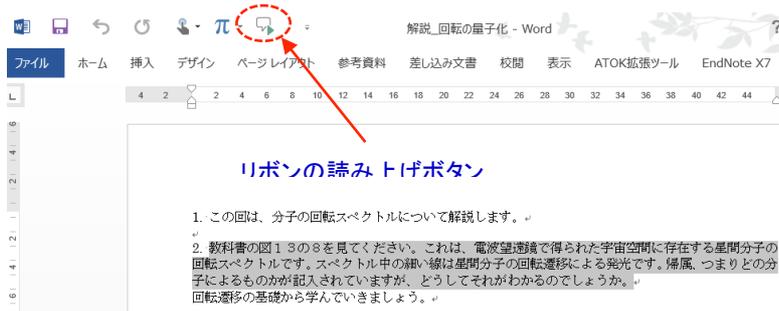


図. 音声合成ソフトウェア Softalk の例

読み上げ時に不自然な文節区切り、意図せぬ読み違いが生じます。それを防ぐようナレーションテキストを準備する際に工夫が必要です。読み上げ用のテキストでは、かな表記・句読点や空白・改行を上手に使ってください。合成音声の保存ファイル形式は wav でよいでしょう。適度な長さでファイルを分ける方が編集で扱いやすいと思います。

MS-Word で読み上げをする場合は、「リボンの設定」で「テキスト読み上げボタン」を表示させておくと便利です。選択した場所の読み上げを行いますので、IC レコーダーなど適当な方法で録音するとよいでしょう。



- Textalk
 - Softalk
 - Windows 8.1 or 10 & Office2013
- 上記の音声合成ソフトウェアは無料で利用できます。いずれのソフトウェアも、入力したナレーションのテキストを読み上げる形式で動作します。男声・女声など、いろいろな声質を選択できるほか、読み上げスピードをかなり大きな幅で自由に変化させることができます。各ソフトウェア固有の癖で、

(2) PowerPoint (Windows, MacOS)

PowerPoint は、Microsoft Office Suits のプレゼンテーションソフトウェアで、有償のフル機能の Windows 版・MacOS 版の他、機能が限定された Android 版、iOS 版、Windows Tablet 版が無償で提供されています。

Explain Everything 同様、反転授業の教材製作に必要なほとんど全ての操作が PowerPoint 上で実現可能でしょう。ただし、ファイルサイズが大きくなる傾向があります。ファイルサイズが大きいと、動画視聴時の機種や通信トラフィック制限の影響を受けやすくなります。動画変換時に画像のレゾリューションを 3 段階 (HD、DVD、ポータブル) から選択できるので、適切なサイズに抑える工夫が必要です。

(3) Keynote (MacOS, iOS)

Keynote は MacOS と iOS に標準・無償でバンドルされるプレゼンテーションソフトウェアで

す。PowerPoint ファイルのインポート／エクスポートが可能です。動画ファイル出力は QuickTime 形式 (m4v : 注) となります。出力時にファイルサイズの圧縮も可能です。あらかじめナレーションやアニメーションを加えてプレゼンテーションを制作することは可能ですが、一方で、プレゼン中に画面上にペンで書き加えるなどの利用法とその記録は想定されていないようです。

(4) LibreOffice Impress (LINUX, Windows, MacOS)

LibreOffice は多くの LINUX 系 OS に標準で装備されるフリーの Office ソフトウェアです。OpenOffice.org から派生しており、MacOS 版、Windows 版も無償で用意され、マルチプラットフォームで使用できます。Microsoft Office ファイル形式のインポート／エクスポートに対応しています。Macromedia Flash 形式 (SWF) のエクスポートが可能です。動画出力には現時点で対応していませんが、アップデートが頻繁に行われるので、いずれ対応になるかも知れません。

(5) Explain Everything (iOS, Android, Windows 8.1 upper, Chrome)

タブレットのアプリとして設計されていて、タッチパネルでの操作が前提となっていますが、現在ではマルチプラットフォーム対応となっており、PC のマウスとキーボードでも操作・コンテンツ制作が可能です。(音声記録にはマイクが必要。) iOS 版の他、Windows 版、Android 版、ChromeOS 版がそれぞれ 500 - 700 円で各 OS 標準のアプリストアにおいて購入できます。一部機能限定の無償版も利用できます。現時点で MacOS 版は存在しません。機能的には、iOS 版が最もシームレスで滑らかに動作しますが、最近のアップデートで他の OS 版も同一の機能・動作に近づきつつあります。1 アカウント (同一ユーザーが同一 OS で使用) の購入で 5 - 10 台の機器にインストールすることができます。マルチプラットフォームユーザーのためのアカウント購入方法も存在しますが、薦めません。

※Windows 版 QuickTime にはセキュリティホールが存在し、インストールしないことが推奨されています。m4v ファイルは Window 8.1 以降に標準搭載の「映画・テレビ」アプリ及び Microsoft Media Player で再生可能で、QuickTime の有無に依存しません。

※Atom Z3735F ベースなどの安価な Windows Tablet では、PowerPoint で多数のオブジェクトを扱ったり、動画変換したりする場合にリソースが不足します。Core i3 以上、メモリー4GB 以上の機種を薦めます。(完成した動画の再生は Windows Tablet でも問題ありません。)

④ 紙ベースの反転授業教材の活用（数学科 尾國新一）

学生が能動的に学習することが大事であることは、多くの人が賛同するところであると思われる。全学生が能動的に学習するような授業、すなわち、アクティブラーニングをどうやって実現するかということ考えたとき、講義を何らかの方法で授業時間外に行うことで、アクティブラーニングを行う授業時間を確保しようというのが反転授業の発想であろう。本冊子には反転授業の行い方について色々書かれている。一方で、アクティブラーニングをどうやって行えばいいかというのは、それはそれでアイデアがいることだと思われる。ここでは、反転授業などにより知っておくべきことを事前に提示されたものを学生が講義ノートとしてとっているという前提の下で、紙ベース教材とその活用による演習をアクティブラーニングとしてどのように実施するかについて書く。具体的には、【演習授業で用いる教材】と【演習授業の運営】というパートに分けて書く。

なお、ここで書くことのモデルとなっているのは理学部数学科二回生向け科目の線形空間論Iなどである。このような具体的なモデルに関するより詳しいことについては、以下を参照していただきたい。

- ・本冊子の事例集にある山内貴光先生による事例
- ・授業紹介 I Report(2016.02.08線形代数演習)

https://www.ehime-u.ac.jp/data_tuition/data_tuition-14118/

- ・平成27年度教員の実績ハイライト（1・2年次科目の授業改革）

<https://www.ehime-u.ac.jp/wp-content/uploads/2016/02/H27-hairaito.pdf>

【演習授業で用いる教材】

教材として様々なものが考えられるが、ここでは焦点を絞って、宿題プリントと演習プリントについて書く。まず、宿題プリントであるが、これはアクティブラーニングを教育効果の高いものとするための事前準備用ツールという位置づけである。学生が講義ノートを取りっぱなしで見直すことなく授業に参加しているようだと、到達目標を下げる以外にアクティブラーニングの行いようがない。そうならないためには、学生が講義ノートを見返したうえで授業に参加することが必須である。そこで、講義ノートを見ながら取り組めば直ちにできる内容の宿題を課すことが良いと思われる。線形空間論Iという授業では実際に数年前からそのようにしている。次に、アクティブラーニング時に用いる演習プリントであるが、演習問題をうまく組むと、次に述べる【演習授業の運営】にあるような進め方が可能となる。演習プリントの作成時に実際に気を付けることは、以下の3点である。

- ・講義ノートとの対応を十分に考慮する。これをいい加減にすると演習授業中に教員が説明する時間が増え、アクティブラーニングにならず、学生が受け身になってしまう。
- ・到達レベルを下げないので、必修とする問題は一定のレベルのものになる。そうであるにもかかわらず

ならず学生同士の学び合いで取り組めるように、小間でステップを踏んで進んでいけるようにしておく。

・必修とする問題以外に、易しい問題や発展的な問題もレベル別で配置し、各自の理解度やモチベーションに応じて取り組めるようにする。

【演習授業の運営】

演習授業は、

1. グループを作るように指示、
2. 演習プリント配布、
3. 解くように指示、
4. 教員（およびティーチングアシスタント）は巡回

という流れで行うのだが、全学生が能動的に学習しているという状態を作り出すために運営上で最も重要なのは、巡回している教員（およびティーチングアシスタント）が学生の学び合いのサポート役に徹することであると思う。これに関することやその他運営上注意しておくことよと思われることがいくつかあるので、以下に列挙しておく。

・グループ内の人数が多いと受動的になってしまう学生が出てきやすいので、人数の上限（例えば4人）を指定する。

・机をくっつけるなどにより、誰から誰までがグループであるか、はっきりとわかるようにする。グループメンバーがあいまいだと人数が多いグループを作ったのと変わらなくなり、受動的な学生が出てきてしまいがちである。

・どのグループにも属していない学生がいれば、どこかのグループに入れてもよいが、該当学生の希望などにより1人グループとして認める。ただし、1人グループは教室の前に来るように指示し、教員（やティーチングアシスタント）の目が行き届きやすい位置に移動させる。

・どこがグループかあいまいにならないように、グループができたところから順に、グループメンバーを確認しながら演習プリントを配布する。

・わからない問題があればまずは講義ノートを見直すように指示する。

・グループ内で教えあったり議論したり答え合わせしたりすることを強く推奨する。

・グループ内で解決できないときには、教員（やティーチングアシスタント）に質問をするよう指示する。完全に停滞してしまっはアクティブラーニングにならない。

・質問が無くても、停滞や間違った方向に進んでいる兆候が見られた場合には声をかけ、必要最低限のアドバイスをおくる。

・質問を受けた際などは、教員（およびティーチングアシスタント）はグループ内の一人が理解した、あるいは理解に近づいたと判断した時点でそのグループを離れる。グループ内での学び合いの促進のために質問に答えていることを教員（およびティーチングアシスタント）は忘れてはならない。

- ・三グループ程度が同じ箇所をつまずいている場合には黒板で必要最小限の説明を行う。こうならないように演習プリントの問題がうまく組まれていることが理想的である。

以上、紙ベースの反転授業教材の活用について書きましたが、的外れな個所も多数あるかと思えます。反転授業やアクティブラーニングを実りのある形で実行するための小さなヒントとなれば幸いです。

⑤ 反転授業教材を有効に活用するためのヒント（化学科 座古保）

反転授業教材は主に動画教材のことを指すため、本稿では動画教材の活用法についてまとめます。

1. 様々な目的

講義における動画教材の利用目的については色々であり、反転講義以外にも有効に利用可能と考えられます。利用目的は大きく以下の3通りに分類されます。

- ① 予習（反転授業）
- ② 復習
- ③ （時間が不足して講義時間内では扱いきれない）発展的な内容説明

「①予習」では、例えば講義スライドや板書の内容を動画解説します。実際の講義では、学生は説明を聞くかノートをとるのみですが、これを予め自宅で行うことで、実際の講義時間の有効活用できるようになります。実際の講義では教師が学生に個別指導したり、学生同士が協同で課題に取り組むなどの指導が可能になります。但し反転授業の講義内容は科目によって大幅に変わり得ます。予習動画では、**Explain Everything** ソフトウェアを用い、板書の過程を再現することも可能です（別項参照）。講義の全内容を網羅するのではなく、大事なところの予習を目的とするだけでも学生の講義理解度の改善が期待できます。

「②復習」では、講義スライドの解説を動画にします。学生は講義中に聞き逃したり、理解が不足していた点を何度も動画視聴することにより理解を深めることができます。その他、講義に関連した動画（例：実験原理を講義で解説し、実際の実験風景の動画を教材とする）や、宿題や問題の解法説明を動画で行うのも効果的な活用法と言えます。

「③発展的な内容」では、時間が不足するため講義時間内では扱いきれない内容を解説します。講義内容に関連する最先端の研究例や、実際の応用例などを紹介することで、学生の理解を深め、学問への興味を喚起することが期待できます。

その他動画が効果的な事例として「動き・動作があるものの説明」が挙げられます（講義中に視聴させるのも効果的）。積極的に動画教材を使用することで、効果的な教育が可能になると期待できます。

2. 動画視聴のための工夫

動画は学生に視聴されないと意味をなしません。動画視聴を促すための工夫として、以下の点が挙げられます（WG 各教員の意見から抜粋）。

2.1 動画ファイルに関して

- ・ 1ファイルは10-15分程度が適切（45分は長い）。

- ・ 音声入力の際、意識して明るい声で話すようにした時の方が聞きやすい。 動画変換する際、音量レベルも上げるようにするとより良い。
- ・ 直接黒板に書いて説明している場面を動画に撮ると臨場感がある。
- ・ 英語の動画も用いることで学生の知的好奇心を刺激できる（例：プレゼン動画、英語での解説動画）。
- ・ 動画視聴を成績に反映させる。
 - ・ 動画内容から次回の講義で小テストをすることを告知しておく。
 - ・ 動画内容のレポートを提出させる
 - ・ Moodle でのログをチェックし、視聴したかどうかを確かめる（但し実際に見たかどうかは分からない）。
 - ・ 動画内容からノートを作成させる。そのノートは試験持ち込み可とする。

2.2 アップロード法について

- ・ 学生のアクセスは YouTube のほうが簡単。
- ・ YouTube の場合は限定公開にするとよい（動画検索では表示されず、アドレスを知る人のみアクセスできる）
- ・ Moodle で動画をアップロードする場合、ファイル名には半角英数のみを用いることで、どの PC でも視聴できるようになる。
- ・ YouTube だと再生回数は分かるがログは取れない。しかし Moodle からリンクを貼ることでアクセスログがとれ、学生の視聴状況が把握できる。

3.3 その他学生からの要望から

- ・ 学校の PC で見られるようにして欲しい（ファイル形式やブラウザのバージョンにより、Moodle からは視聴出来ない場合がある。ファイル名は半角英数のみを用いること。予め学校の PC で視聴できるかどうか確認するとよいと思われる）。
- ・ ファイルサイズが大きい（大き過ぎると動作が遅くなる。Windows 版 Explain Everything はファイルサイズ調節不可なので別途動画変換ソフトが必要）。
- ・ 拡大できるようにしてほしい（→Explain Everything でスライドの拡大可能）。
- ・ 紙媒体も欲しい。

⑥ 反転授業とアクティブラーニングの tips (生物学科 佐藤康)

以下は、H27-28年の取り組みで、反転授業WGが気付いたtipsをまとめたものです。第一部の内容の「付録」として参考にして下さい。(◎は特におすすめの項目です。)

1. 「ExplainEverything」で作成したMP4動画をMoodleに掲載するとき

- ◎ファイル名を半角英数にすることでWindowsでも確実に視聴できる。
- MP4形式を、動画ソフトでWMV形式に変換し両方掲載する。
- YouTubeに動画を掲載する(URLを知らせた人のみ視聴できる設定にする)。

2. 動画教材をできるだけ学生に視聴してもらうために

- 動画教材とセットで紙媒体の提出用課題を配布する。
- 動画教材視聴を前提とした小テストや課題を次回の講義で行う。

3. 動画教材の長さの工夫

- ◎長い動画教材は見てもらいにくいいため、20分程度までの長さに分けて掲示する。

4. 動画教材を視聴してきた上での、アクティブラーニングの充実

- ◎班分けにより、「学び合い・教え合い」を充実させる。
- 反転授業教材の活用で生み出した時間でアクティブラーニングを取り入れ、学生の学修モチベーションを高める。

5. 動画教材作成の負担軽減

- ◎「反転授業の実施方法と事例集」を参考にする。
- 授業で用いているスライドの中で、著作権のある図は削除して動画を作成する。学生には予め紙媒体の資料を配付しておく。
- 話しながら指し示すのが難しい場合は、最初に音声を録音し、次に音声を聞きながらポインターや線を入れることで、失敗が少なくなる。

6. クォーター制での活用

- ◎試験直前まで講義があるため、直前の授業内容を予め動画で示し、早めの試験対策を促す。
- 出張等が授業と重なりやすくなるため、動画教材等の反転授業教材を活用し、教育内容を保証する。
- 短い授業期間での高密度の学修を促すため、動画教材等の反転授業教材で予習、復習を促進する。

第二部 反転授業の取り組みの事例

① 解析学 II 演習 (2015 年度) 数学科 猪奥倫左

「解析学 II 演習」における反転授業

「解析学 II」は数学科の学部 2 回生向けの科目で、講義と演習がセットになった 4 単位科目である。教員免許取得のためには解析学 I(前期)または解析学 II(後期)の少なくともどちらかの単位を修得する必要があるため、多くの学生が履修する科目である。扱う内容は高校や大学一年までの微積分学で学ぶ「計算主体」とは本質的に異なり、「極限とは何か」「連続性とは何か」といった哲学的で根本的な問題へと回帰する。そのため、多くの学生にとっては難解であり、「わからない」「難しい」といった声が噴出する(毎年の授業アンケートより)。毎年の蓄積から、平均的な学力の学生は、教員が解りやすく解説したとしても自分で論理的に記述できるレベルには到達しないことが解って来た。そこで、自分たちで主体的に理解を深化させるようにアクティブラーニング形式(平野氏考案の、グループワークを主体とした演習形式)で演習を開講している。一方で、アクティブラーニングに時間をさく分、教員が解説を行う時間が減少し、結果として学生の初期理解が不十分となるケースが散見されるようになった。これを解決するために本演習では、代表的な問題の解説動画を作成し、Youtube にアップロードした。以上により、
講義→演習(アクティブラーニング)→解説(動画を視聴)→講義の冒頭に小テスト→講義
という流れが出来た。

解説動画は、該当する問題の解説を予め黒板に板書し、それを講師(猪奥)が通常通りに解説する動画をビデオ撮影し Youtube から限定公開した。さらに修学支援システムから受講生全体に動画の URL を知らせた。学生の利便性のため Moodle は用いていない。撮影は TA が担当した。Explain Everything を使う方法も試したが、直接黒板に書いて説明する方法が、もっとも臨場感がある上に、「ここ」「これ」などの指示語も使えるためやりやすい&視聴者にとってもわかりやすい。ただ、講師本人が動画に映り込んでしまうので、数年間を通して使うつもりで作成する場合は Explain Everything などの動画作成アプリを使うことが好ましい。

以下はアップロードした動画の URL

(授業期間終了につき動画は削除された可能性があります)

4-3 命題 1 を使う証明

https://youtu.be/HkKOP_KacWQ

4-3 命題 1 を使わない別証明

<https://youtu.be/xKWZ3YNVf0A>

4-4

<https://youtu.be/5UhuMrWhjIU>

6-2大雑把

<https://youtu.be/OMzADDk59vc>

6-2証明

<https://youtu.be/aAKUChZ7KOo>

7-1の1~4の証明

https://www.youtube.com/playlist?list=PLq4OZY8UKpe38_HXZIF6mLR4BH63arC8v

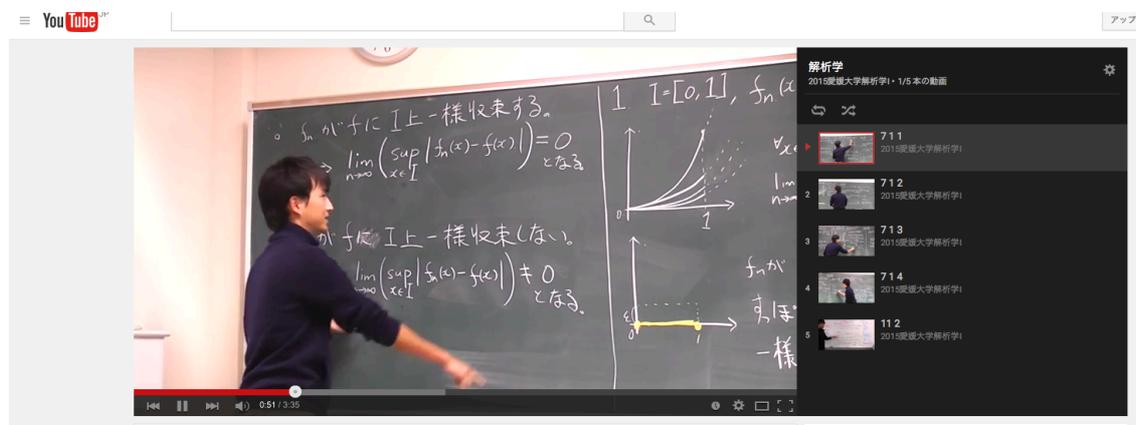
問題11.2の解説

<https://youtu.be/5dJHDkdUS9E>

中間アンケートにおいて、再生リストを作って欲しいと言う声があったため、中間試験以降は再生リストを作成した。以下。

https://www.youtube.com/playlist?list=PLq4OZY8UKpe38_HXZIF6mLR4BH63arC8v

写真は、アップした動画のサンプルである。



② 幾何学統論・幾何学（2015年度） 数学科 尾國新一

「幾何学統論・幾何学」における反転授業

「幾何学統論・幾何学」は数学科の学部四回生および大学院向けの科目で、幾何学の発展的で高度な話題を扱っている。低学年向け科目と異なり、年度や教員により教える内容が変わりうる科目である。今年度は位相空間と呼ばれる図形に対して定まる基本群について講義形式で授業を行った。この際、閉曲面の分類と結び目群の表示を理解することを学生の目的として設定した。この目的達成に向けて、本授業では反転授業を取り入れ、難しい概念の予習復習を行える機会および自主的に考える機会を設けた。具体的には、復習用としても使用可能な予習教材として二つの動画「ホモトピー同値」と「ファンカンペンの定理」を作成し、また、閉曲面の分類の証明について学生同士で議論（アクティブラーニング）する時間を設けた。

動画「ホモトピー同値」の作成から学生への配信までの流れは以下の通り（動画「ファンカンペンの定理」についても同様）。

1. A4用紙に「ホモトピー同値」についての説明を大きめの字で書き、スキャンしてパソコンに取り込む。
2. 取り込んだファイルを Dropbox を利用して ipad に取り込む。
3. アプリ Explain Everything でそのファイルに書き込みながら音声による説明を加えることで動画を作成する。
4. 出来上がったファイルを Youtube 上に限定公開する。
5. Youtube の URL を修学支援システムで履修登録している学生に知らせる。

次ページの写真は、二つの動画

「ホモトピー同値」 http://www.youtube.com/watch?v=YY_vzreVSew

「ファンカンペンの定理」 http://www.youtube.com/watch?v=f_A4PNQ-9CU

それぞれを再生している様子をキャプチャしたものである。

ホモトピー同値 - YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=YY_vzreV5ew

shin-ichi oguni

チャンネル設定

視聴回数 49 回

2015/12/06にアップロード

ファンカンペンの定理 - Y... - YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=f_A4PNQ-9CU

shin-ichi oguni

チャンネル設定

視聴回数 26 回

2015/12/06にアップロード

③ 数学基礎（2016年度） 数学科 山内貴光

「数学基礎」演習におけるグループ学習

「数学基礎」は、数学科志望の理学部1年生を対象として後学期(第3クォータ)に開講される専門教育科目(基礎科目)である。この授業は、講義と演習がセットとなった4単位科目である。この授業の目的は、「理学部数学科における専門科目全般で必要となる、集合・論理・写像の基礎事項を修得する」ことである。特に、数学科の専門科目を理解するには、集合や写像を適宜用いることにより、与えられた定義に従って論理的に議論できることが必要である。その技術を身につけるには、単に教わるだけでなく、自分で考え、納得し、何度も使って練習しなければならない。したがって、授業内容の修得のためには、受講生の能動的な取り組みが求められる。

「学生が能動的に勉強する機会を増やす」ことを目的として、現在、数学科の多くの4単位科目の演習では、グループ学習が取り入れられている。この方法は、平野幹教授が線形代数学に関わる授業で導入し、「数学基礎」も平成26年度から実施してきた。その特徴は次である（この授業の実施方法は1で述べる）：

- ・ 演習問題は、当該時間に配布され、問題は、難易度によって段階的に出題される。
- ・ 受講生は、4人程度を上限とするグループを組み、グループ相談しながら配布された演習問題に取り組む。
- ・ 教員およびティーチングアシスタントは、グループでの勉強のサポートに徹する。

筆者は、平成27年度および平成28年度(今年度)、「数学基礎」の講義及び演習を担当した。平成28年度のクォータ制移行に伴い、この授業はクォータ開講となった(実施方法は変えていない)。以下、平成28年度「数学基礎」の実施内容を報告する。

1. 授業(講義+演習)の実施方法

- ・ 当該科目はクォータ開講で週4コマ(火曜5時限、水曜1時限、木曜1時限、金曜5時限)行った。
- ・ 講義は山内が、演習は山下達也助教・山内の教員2名とティーチングアシスタント2名が担当した。
- ・ 講義(1コマ)+演習(1コマ)を授業1回分とし、13回の授業を行った(残りの2回は、振り返りや確認テスト・試験に充てた)。
- ・ 講義では、授業で扱う概念の説明や大切な考え方の解説を、通常の板書形式で行った。
- ・ 講義の終了時に次回演習までの課題を出した。課題では、講義で扱った概念の定義や証明を振り返る問題を出題した。課題の解答例は、演習終了後(課題回収後)、授業ホームページにて公開した。
- ・ 演習は、以下の方法で進めた。

- (1) 課題の回収（課題未提出の場合、当該演習の小テストは評価されない）
- (2) 小テスト(8分～13分)：小テストは小テストAと小テストBの2種類出題。小テストAでは、講義で学んだ概念の定義や意味に関する穴埋めまたは選択問題を、小テストBでは、前回演習に関する穴埋めまたは記述問題を出題。
- (3) 小テスト解説：小テスト解答例を配布し、必要に応じて簡単な解説を行った。
- (4) 演習(70分～75分)：受講生へ4人を上限とするグループを組むよう指示。組んだグループへ演習問題を配布。受講生は、配布された演習問題をグループで相談しながら解答(授業終了まで)。

演習問題は、難易度に応じて必修問題・練習問題・発展問題の3種類に分けて出題した。必修問題の解答を演習時間内の目標とした。発展問題を出題した回は少なかった。演習問題の解答は配布しなかった。ただし、次回演習の小テストBに演習問題の関連問題を出題し、解答例を配布した。

教員(2名)およびティーチングアシスタント(2名)は、グループを巡回し受講生のサポートを行った。具体的には、質問への対応や誤答の指摘を行った。

2. 実施にあたって気を付けたこと、気付いたこと、反省点

- (1) 受講生にとって、この形式のグループ学習による演習は初めてである。そのため、初回演習の小テスト解答例と共に「数学基礎の演習について」(資料1)を配布し、演習の進め方を説明した。特に初回の演習では、すべての受講生が2名以上のグループを組むよう指示した。2回目以降は特に指示しなかったが、ほとんどすべての受講生がグループを組んで実施した。
- (2) 毎回の演習において、受講生は積極的に演習問題を解答した。しかし、演習中に演習以外の話をするグループもあった。その場合は、演習を取り組むよう促した(相談しやすい環境を作ることが大切なので、多少の私語は問題ないと考えた)。
- (3) 前半の授業では、グループ内で相談をせずに黙々と取り組んでいるグループも見られた。そのため、同じグループでも異なる答えを導いている学生がいた。その場合は、グループ内で答えが異なることを指摘し、どれが正しいかを議論するよう促した。後半の授業では、受講生同士で相談する雰囲気ができていたと思う。
- (4) グループ学習では、教員やティーチングアシスタントに積極的に質問するよう指示しているが、(特に初めは)質問をする受講生は少なかった。受講生が質問をしやすいう、受講生の解答状況(解答を間違えていないか、表現がおかしくないか)をできる限り確認・指摘するよう努めた。演習の解答はノートに書くよう指示した。
- (5) 1グループ(または1名)に対応する時間をできるだけ短くし、できるだけ多くの学生に対応できるよう心掛けた。初めは問題点の指摘のみを行い、数分後に解決できない場合は簡単な解説を行った(必要に応じて、段階的に考えさせた)。グループ内で解決している学生がいる場合は、その学生に説明を依頼し、数分後に解決したかを確認した。

- (6) この授業の演習を他の方法で行っていないため、他の方法との比較はできない。しかし、あくまで主観による判断でしかないが、この方法は、受講生の習熟に有効であったと考える。実際、期末試験において、(全てではなかったが)多くの学生が、集合と写像の基礎概念について正しく解答でき、基礎的な事実を定義に従って論理的に証明できていた。高等学校や1年生前期の数学の授業の多くは、計算中心の授業であった。そのため、受講生にとって、この授業は決して簡単でなかったと考える。
- (7) 今年度は、昨年度とほぼ同じ内容の講義を行い、ほぼ同じ内容で演習を行って、ほぼ同じ基準で成績評価を行った。その結果、評点平均が9点下がった。また、講義をしっかり復習すれば解答できる小テストAの解答状況も昨年度より悪かった。原因として考えられることは、昨年度は Semester 開講(講義+演習(2コマ)を週1回)であったのに対して、今年度はクォータ開講(講義+演習(2コマ)を週2回)であったことである。実際、授業アンケートでは「週4回の授業は大変だった」「復習が追いつかない」と回答する学生が一定数いた(「集中的に学べてよかった」「内容を忘れにくかった」との回答もあった)。数学基礎のクォータ開講は、第4クォータ開講の線形代数IIの準備になるというカリキュラム的メリットがある(線形代数IIの受講生が、第3クォータに数学基礎を学んでよかったと思うことを願っている)。そのため、クォータ開講は維持すべきと考える。筆者は、来年度講義のみを担当する予定である。到達目標を下げずに習熟度を上げられるよう、演習担当者と連携し、クォータ制に合った講義・課題・小テスト・演習問題のブラッシュアップを図りたい。

数学基礎の演習について

演習を始める前に

- (1) 荷物をまとめて立つ.
- (2) 4人以下のグループを作る(できるだけ2人以上).
- (3) 2人以下のグループは教室の前へ, 3人以上のグループは教室の後ろへ移動する.
- (4) 机を合わせて島を作り, できたら手を挙げて演習問題を受け取る.
- (5) 演習開始!

演習の進め方

- (1) 小テストの解答例を確認し, その後, 演習問題に取り組む.
- (2) 解けた問題は, グループ内で答え合わせをする.
- (3) 分からない問題については, 次のように対応して理解を目指す.
 - (i) 講義ノートや教科書を見直す.
 - (ii) グループ内で議論をする(分からない人は遠慮なく質問する. 分かる人は分かりやすく教える努力をする).
 - (iii) グループ内で解決できないときは, 遠慮なく教員やTAに質問する.

④ 物理学 I (2016 年度) 物理学科 前原常弘

理学基礎科目「物理学 I」における反転授業の試み

動画閲覧期間：①5月19日～、②7月14日～

対象：理学部、主に一回生

本授業では、高校で物理を習った経験のある理学部一回生を対象として、高校と大学の橋渡しとした内容を実施している。よく知られたことではあるが、高校では微分・積分を数学の最後に習うため、高校物理では与えられた公式を覚え、それを問題に当てはめるといった解法が用いられる。しかし、大学では微分・積分、特に、微分方程式を立てて解くことで、高校の公式が使えない問題の議論も可能となる。当然、そこには大きなギャップがあり、多くの初学者が戸惑いを覚えるところである。そのギャップを明確に示し、大学での物理学のイメージをつかむことが本授業の目的であり、その重要な2つのテーマで、動画教材を用いて説明を行った。企画意図としては、繰り返し動画を視聴することが可能となり、難解に思えるギャップの部分の理解を深めることである。

なお、手順は①説明用スライドをパワーポイントにより作成。②pdf化する。③pdfファイルをiPadに移し、④Explain Everythingを用いて音声を入れ、説明用動画を作成(約20分)。⑤moodle2にアップした。

①運動方程式の解説と応用

高校物理の主要分野であり、大学物理の入門分野として誰しもが挙げるものが「質点の力学」である。上述のように、高校物理では、「等速直線運動」、「円運動」、「単振動」というようにそれぞれの公式を覚え、問題を解く。それに対して、大学ではすべて「運動方程式」というベクトルの微分方程式を解くことで解を得る。そのため、「運動方程式」を講義する前段階として、以下の7回の授業を行い、基礎知識を十分に得るといった段階を踏んでいる。

第一章：物理数学

第1回 物理学に必要な微分

第2回 複素数

第3回 テイラー展開とオイラーの公式

第4回 微分方程式

第5回 内積と外積

第6回 小テストと解説

第二章：力学

第7回 微分と速度・加速度

この運動方程式の解説を動画教材としてmoodle2にアップし、簡単な演習問題を解かせ、授業ではその演習問題の解説を行った。図1に

1. 落下運動(空気抵抗なし)

質量 m の質点が重力によって落下する場合

• 運動方程式は

$$m\dot{v} = mg \quad \text{なので}$$

$$\dot{v} = g$$

となる。

• これを積分することで

$$v = \int g dt = gt + C, \quad C \text{は定数}$$

と解ける。

• $v = \int -g dt = -gt + C$ に対して、 $v = \dot{y}$ を考慮して、

$$y = \int v dt = -\frac{1}{2}gt^2 + Ct + C'$$

というように、一般解を得ることができる。

• これらも、高校の時の公式から導かれるものに一致する。

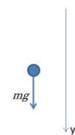


図1 教材の例(落下運動)

動画教材の例を示す。落下運動を代表例として、

一次元の等速直線運動の解法を示

している。図 1 にも記載してあるが、運動方程式を解く（積分する）ことで、高校時に公式として覚えていた式が導かれる。

学生に対しては「次週までに moodle のなかにアップされている動画を見て、同じく moodle にアップした pdf ファイルの演習問題を解いてきてください。」というメッセージを送り、動画視聴を促した。95 名の受講生のうち約 90% が視聴しており、中には「繰り返し動画を見た」という学生や「ノートテイクの遅い私にはありがたかった」などという学生もあり、企画した意図を満たす結果に加え、副次的な効果を得た。

②交流回路と過渡現象

高校物理で理解が困難な代表例として、抵抗・コイル・コンデンサを含む回路（交流回路と過渡現象）がある。これらは $Q=CV$ といった高校時代の公式を活用して、式を立てることで、①の場合と同様に解くことができる（多くの場合、①と同じタイプの微分方程式となる）。①では、予習用教材として動画教材を用いたので、今回は復習用教材として使用した。学生には、「7 / 14 は回路の部分の小

テストです。小テストの解説は moodle を利用しますので、テスト後に必ず視聴してください」というメッセージを送った。7 月末に期末テストを控えていたこともあり、学生からは「期末テストに向けて繰り返し視聴した」という声が多く寄せられた。図 2 は実際に使用した動画教材の一部であり、抵抗とコイルおよび電池からなる回路にスイッチを入れたときの回答例である。これは空気抵抗のある場合の落下運動と同じ方程式である（①の動画教材と比較するよう促している）。

なお、95 名の受講生のうち約 85% が視聴していた。これは、単位を取得したものの割合と概ね一致する。

問1(1)①

$$E_0 = IR + L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{R}{L} \left(I - \frac{E_0}{R} \right)$$

$$I = \frac{E_0}{R} + C' e^{-\frac{R}{L}t}$$

$t=0$ で $I = 0$ なので、

$$I = \frac{E_0}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

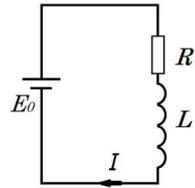


図 2 過渡現象

⑤ キャリアデザイン(2016年度) 物理学科 前原常弘 (理学部キャリア支援委員会委員長)

反転授業の手法を用いたキャリア授業実施の試み「就職四季報を用いた企業研究」

動画閲覧期間：6月1日～22日

対象：3回生以上のキャリアデザイン受講者

企業研究のために出版されている情報誌として、「就職四季報（東洋経済新報社）」がある。総合版の他、女性版や中堅企業版などもあり、就職活動を行う上で必須の書と言ってよいが、文字が細かい上、経済の知識に疎い理系学生には「きわめて取っつきにくい」ものであることは間違いない。学生は本書を片手に活用法の説明を受けた後、本書を用いて企業研究することが理想だが、受講生全員分（約50名）を用意することは、困難である。そこで、動画を見た後、演習を実施するという反転授業の手法を用いることとした。詳細は以下のとおりである。

1. 「就職四季報の活用法」の題で、説明用スライドをパワーポイントにより作成。pdf化する（図1に表紙を示す）。就職四季報から転写した実際の企業のデータを用いて解説しているため、生々しい解説でわかりやすいものができたと考えている。
2. pdf ファイルを iPad に移し、**Explain Everything** を用いて音声を入れ、説明用動画を作成（約30分）。
3. 動画公開に先立ち、東洋経済新報社から転写の使用許諾を得る。
4. 理学部就活ルームに就職四季報の総合版を8冊、女子版1冊、中堅企業版1冊を用意する。1グループ数名が2グループ程度同時に来ても困らない冊数として準備した。
5. moodle2 に動画をアップし、与えられた書式で5社以上について調べるよう課題を出す。就職四季報は就活ルームに用意されていると同時にアナウンスした。
6. 就活ルームにおいて、学生の多くはスマホにより、就職四季報を見ながら動画を視聴したそうである。



なお、本企画は2つの教育 GP「クォーター制のメリットを最大限に活かす反転授業教材の開発」と「理学部生を対象とした総合的キャリア教育」に関連して実施されたものです。用いられた iPad は前者により、就職四季報は後者により購入されました。

⑦ 分子分光学（2015, 2016 年度） 化学科 小原敬士

反転授業 試行科目：分子分光学（化学科 3 年次後期 発展科目）

講義内容：光・電磁波と原子・分子の相互作用と分光学の成り立ち，量子力学の基礎，分子の量子化されたエネルギー準位及び分子構造とスペクトルの関係についての基礎知識を学び，分子分光法による化学種の同定，構造の決定に応用できる力を身に付けることを目的とする。

実施形態：通常授業（14 回）＋筆記試験（1 回）＋ Moodle 上のコンテンツ 26 分視聴
 ＋ 復習用コンテンツ（22 分，31 分）2 本

○データ -----

履修登録数：27 名（2015 年度：31 名），最終受講数：19 名（同：16 名），単位取得者：14 名（同：13 名）（※対象学生数が少ないため，統計的な成績相対評価はしない。）

成績分布（試験素点）：90 以上：3 名，80-89：1 名，70-79：4 名，60-69：6 名，59 以下 3 名
 （2016 年度最終成績は試験素点に自習課題のポイントを加算して決定した。）

2015 年度試験素点：90 以上：3 名，80-89：2 名，70-79：3 名，60-69：2 名，59 以下 6 名
 （2015 年度最終成績は試験素点に自習課題のポイントを加算して決定した。）

2014 年度試験素点：90 以上：1 名，80-89：0 名，70-79：2 名，60-69：2 名，59 以下 3 名
 （2014 年度最終成績は試験素点にグループワークのポイントを加算して決定した。）

授業アンケート（最終）

問 4 (a) 双方向授業への配慮：3（普通）以上が 93.8%，2（よい）以上が 75.0%，(b) 教員の熱意：3（普通）以上が 100%，2（よい）以上が 87.6%.

問 6 (a) 興味喚起：3（普通）以上が 81.3%，2（よい）以上が 50.0%，(b) 総合評価：3（普通）以上が 93.8%，2（よい）以上が 68.8%.

※反転授業試行に関するコメントはなかった。

○教材の設計・狙い -----

昨年度同様，授業内容を丁寧にフォローするコンテンツで授業の予習・復習ができ，繰り返し視聴が可能な状況でどうなるかについて，学生の反応を調査した。冬休み期間の視聴テーマは第 12 回「回転スペクトルと回転ラマンスペクトル」を選択。その前後の第 11 回「回転運動の量子化と角運動量・エネルギー」，第 13 回「磁気共鳴入門」の解説付き動画を復習用コンテンツとして作成した。作成手順は昨年度と同じで，教材スライドを「Microsoft PowerPoint 2013」で制作。各スライドの解説文を作成して音声合成ソフト「softalk」で読み上げて録音，PowerPoint の mp4 出力で映像コンテンツに仕上げた。昨年度のアンケートで動画（45 分）が長すぎるという指摘が多数だったので，20・30 分になるように内容を改め，合成音声の読み上

げ速度も 10%程度速くした。完成したコンテンツは Moodle 上で 12 月 21 日から試験前の 1 月 31 日まで聴講可能として提供。実施内容をアナウンスし、Moodle 上で独自アンケートを実施した。今回は反転授業の試行ということで、視聴は強制せず、成績にも反映しないことを確約した。

○学生の反応 -----

アンケート結果を見ると、コンテンツの長さ（20 - 30 分）はおおむね適切かやや長い、1 授業の代替としては適切またはやや少ないとの評価である。視聴時に一時停止や巻き戻しが可能なのだが、それでも短めの複数ファイルの形が受け入れやすいようだ。反転授業に関しては賛否双方あり、自学習用コンテンツの存在そのものは受け入れられるが、それが主幹となることや成績評価上重視されることにはやはり抵抗が感じられる。合成音声は一部聞き取りにくい部分があるが、おおむね受け入れられている。コンテンツの視聴だけでは内容が理解できない、という面がある一方で、繰り返し視聴できる（時間があれば）、聞き逃したところを戻って聞ける、という点が評価されている。

○感想／その他 -----

小中高・大学を通じて、「授業」の形態がこの 100 年ほとんど変わらない、という事実は教育界の課題としてとらえられている。電子黒板・タブレットの導入が試行されているが、劇的な変革をもたらすには至っていない。IT (ICT) 技術の導入とか、反転授業のようなツールを教育現場に持ち込むいわゆる Ed Tech (Ed Tech) がメディアでも盛んに教育改革として取り上げられているが、では、そういうテクノロジーがそもそも存在していなかった時代の教育は現在より劣っていたのか。学生の理解度は劣っていたのか。つまり、教える側の工夫やテクニックよりも「学ぶ・習う」は学生側のモチベーションのほうがはるかに重要だということだ。学生は負荷の増大や成績評価への影響を気にするわけだが、裏を返せば楽をして成果を得たいわけだ。そのモチベーション向上の助けに Ed Tech が有効なら、それはそれで意味はあるわけだが。

効果的な予復習の助けとなる教材として、「動き」のあるコンテンツが有効なのは確かなようだ。教科書を読めば書いてあることを動画にするだけで学生が学習するようになる、というのはいかにもおかしいのだが。（映像が人間の想像力の一部を奪うことも事実であるが。）それにしても、対面授業を併用する以上、遠隔授業にはない特徴を示すべきで、例えば知プラ e 科目とどこが違うのか。一つ間違えば放送大学か通信予備校になりかねない部分をどうするか、SF やアニメみたいに端末ですべて完結するようになれば教員はいらないとか、よく考えることも必要だろう。数学科の取り組み（それは一部の高校や予備校でも行われている）のような反転授業は、確かに一つの解である。しかし、必要なマンパワーを増やしてしまっただけでは（それが TA・SA であったとしても）今後のトレンドに逆行するようと思われる。

極端な話。本当は教科書や参考書を自習すれば、ほとんどの学問は理解できるはずだ。マニュアルなしで携帯やアプリが使えるように。授業をすることは、興味を喚起し理解を助けることなのだ

ろう。どのような手法を取り入れるにせよ、労力対効果をみながら全体の設計をよく考える必要がある。

オンラインコンテンツ視聴に関するアンケート 2016



⑧ 構造化学演習（2016 年度） 化学科 垣内拓大

動画教材の導入による反転授業の実施

「構造化学演習」(3 回生後期) では、化学科の学生が 2 回生までに学習した量子化学 I II、構造化学 I II を中心とした講義内容に関する演習問題に取り組む。実施者は、本講義を行うにあたり、学生が講義中に演習問題に取り組んだだけでは、学生の理解度を把握することが難しいだけでなく、授業に参加しない学生も現れる可能性もあると考えた。そこで、次のような流れの反転授業形式で講義を実施することによって、学生の主体的な学習意欲を高め、より深い理解に繋がると考えた。

《講義の流れ》

- ① 授業前に演習問題を Moodle 2 上へアップロード、
- ② その数日後に動画 (15 分程度) *による解法を同サイトへアップロード、
(*解説動画は、Windows 用 Explain Everything (1 年間、5 ライセンス) を用いて作製した。)
- ③ 授業前半での回答の確認 (30 分程度)、
- ④ 授業後半での発展問題への取り組み (1 時間) 、
- ⑤ 教員による発展問題の回答確認、

また、講義中に発展問題に取り組む際には、解法のヒントを板書するとともに、学生がグループで問題に取り組んでよいこととし、全ての学生が時間内に演習を終了することができるように設定した。また、発展問題が講義内に終わらない様子の学生については、巡回しながら別途直接解法の指導を行った。

授業を行った感想としては、ほとんどの学生が授業時間内に発展問題を終えることができたので、一定の効果が得られているのだと思う。また、これまで学生が自宅で学習をしていた実感をもつことはなかったが、反転授業方法の導入によりそれを実感できるようになった。一方で、自分のことであるが、動画を作成するとき活舌が悪いため何回も解説を吹き込み直さないといけないので、必要以上に時間がかかったことが困難な点であった。全体としては、手ごたえを感じている。

これは動画のテストアップです。

第1回 授業前課題

[第1回 授業前課題](#)

第1回目の講義は、12月14日(水)になりました。受講生は間違えないように十分注意してください。
受講生は、これらの課題を必ず取り組んでから授業に出席してください。
また、これらの課題の解説について動画をアップロードしますので、解き方が分からない受講生は動画にて確認してください。
授業の前半で解答を確認し、後半は発展問題に取り組めます。

[事前課題 解答解説動画](#)

課題に対する解答解説の動画です。各自で確認してください。スライドに間違えがありました。第一回は12月7日ではなく、12月14日(水)に変更になりました。間違えずに出席してください。

第2&3回講義

[第2回 授業前課題](#)

授業に臨む前にこの課題に取り組んでください。解法のヒントは動画でアップします。また、必要であれば補助資料を参照してください。

[補助資料①](#)

シュレーディンガー方程式で箱の中の粒子のエネルギー単位を求めるとききの解法です。

[補助資料②](#)

シュレーディンガー方程式で振動エネルギー単位を求めるとききの解法です。

[補助資料③](#)

シュレーディンガー方程式で回転エネルギー単位を求めるとききの解法です。

[第2回 問題解説動画](#)

問題の解説の動画です。途中音声の大きさが変わる場所があると思うのでボリュームに注意してください。

第4回講義

[第4回 講義予習課題](#)

第4回目の予習課題です。
動画による解説は12月4日にアップいたします。
これらの課題については事前に各自で取り組んでみてください。

[第4回 問題解説動画](#)

図1. Moodle 2条にアップロードした予習課題、補助資料、解説動画。

問1 箱の中の粒子

(2) 長さ=11.90 Åの1次元の箱に10個の電子をいれた系で光吸収が起こった場合、吸収最大波長 λ_{\max} は何nmか？ただし、各準位に電子を2個ずつ入れ、電子の相互作用を無視する。

箱の中の粒子のエネルギー準位は、
$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8m_e L^2}$$

Point 1: 電子は、低い準位から順に2個ずつ収容されるため、下から5番目まで電子が2つつ入り、6番目が空軌道である。

Point 2: エネルギー準位は n の2乗に比例するので、 n が大きくなるほど、エネルギー準位の間隔は大きくなる。

Point 3: λ_{\max} は、最小遷移エネルギーになるので、 $n=5 \rightarrow 6$ の遷移に相当する。

図2. 授業前課題の解説動画の一部。

⑨ 機器分析化学（2015, 2016 年度） 化学科 座古保

機器分析化学における動画教材

1. 機器分析化学の講義において、機器を用いた様々な分析手法に関して、原理および分析例について解説を行っている。実際の分析事例や、原理に関する動画教材を視聴することで、より理解を深めることが可能になる。

2. 以下の動画教材を用いた講義を行った。

①クロマトグラフィーに関する実例を視聴し理解を深める目的で、講義中に動画を視聴してのレポート提出をアナウンス。内容はクロマトグラフィーに関する youtube にアップされている動画 4 種を視聴し、内容をレポートにまとめるというもの。講義で一通りの原理等は解説済み。〆切は 2 週間後に設定した。

それぞれの youtube ID（括弧）および内容は

- ・ 「高校生物実験 カラムクロマトグラフィーによる光合成色素の分離・抽出」 (5g5VWYPK8CI) 葉からの色素の分離・抽出
- ・ 「GC カラムの分離メカニズム」 (tLaDPn6eELE) ガスクロマトグラフィーカラムについての解説
- ・ "His-tagged protein purification in 3 minutes" (WnlbT5JgIr0) His-tag 蛋白質精製についての解説（英語）
- ・ "HPLC-Normal Phase vs Reverse Phase HPLC" (MLoitPJQH3g) イラストによる順相・逆相クロマトグラフィーの解説（英語）

②以下の動画を作成し、翌週講義前の視聴義務をアナウンスした上で、視聴を前提とした講義をおこなった。

- ・ 予め講義した電気泳動についてのアドバンスドの内容。その中から次回の講義中での小テストに出すことを予めアナウンス。動画を見れば解ける内容。（図 1）

3. 動画作成およびアップロード

- ・ パワーポイントで作製したスライドを PDF 化し、WINDOWS タブレット Surface 3 において Explain Everything ソフトウェアを用いて音声解説およびタブレットペンを用いての重要箇所のマーキング等の書き込みを行い、動画(mp4 ファイル)変換を行った（図 2）。
- ・ 作製した動画ファイルを moodle2 上にアップロードした（図 3）。moodle 中では、動画内容から小テストに出題されることを明記した。

4. まとめ

学生アンケートにおいても「自分のペースで見れてよい」「予習により授業中理解が上がった」等の意見が多く、今後動画教材を用いた講義は教育上有効であると考えます。

動画の中のまとめスライド

まとめ

- 電気泳動の媒質により、自由電気泳動と支持体電気泳動に分類出来る。自由電気泳動に、直径100um程度の毛細管を用いる**(8)**電気泳動がある。
- (8)**を用いることで、ジュール熱による**対流**がおこらず、高分離能を達成出来る。他にも試料が微量でも、計測時間が短いなどの利点がある。
- (8)**を用いることで、ジュール熱による**(9)**がおこらず、高分離能を達成出来る。その他にも試料が微量でも、計測時間が短いなどの利点がある。
- (8)**を用いることで、ジュール熱による**(9)**がおこらず、高分離能を達成出来る。その他にも試料が微量でも、計測時間が短いなどの利点がある。
- キャピラリー電気泳動の応用例にDNAシーケンスがある。これにより、**(10)**解析が可能になった。

小テスト対応部分(穴埋め)

- 電気泳動の媒質により、自由電気泳動と支持体電気泳動に分類出来る。自由電気泳動に、直径100um程度の毛細管を用いる**(8)**電気泳動がある。
- (8)**を用いることで、ジュール熱による**(9)**がおこらず、高分離能を達成出来る。その他にも試料が微量でも、計測時間が短いなどの利点がある。
- (8)**を用いることで、ジュール熱による**(9)**がおこらず、高分離能を達成出来る。その他にも試料が微量でも、計測時間が短いなどの利点がある。
- (8)**を用いることで、ジュール熱による**(9)**がおこらず、高分離能を達成出来る。その他にも試料が微量でも、計測時間が短いなどの利点がある。
- 電気泳動の応用例にDNAシーケンスがある。これにより、**(10)**解析が可能になった。

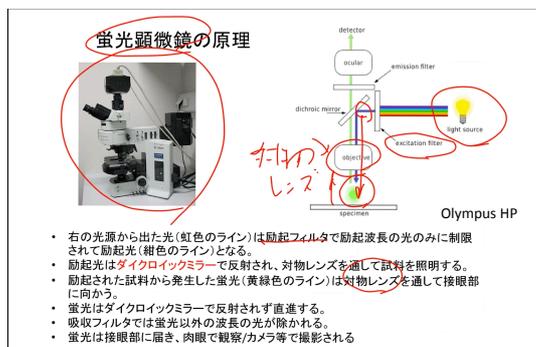


図1 動画からの小テスト出題

図2 動画中の書き込み例



図3 Moodle2 への動画アップロードおよび視聴画面

⑩ 無機固体化学 I・無機化学 I・無機化学 II (2015 年度) 化学科 高橋亮治

理学部化学科・無機化学系授業における動画教材作成と反転授業実施

「無機固体化学 I」前期 3 回生向け

「無機化学 I」前期 2 回生向け

「無機化学 II」後期 2 回生向け

筆者は、理学部化学科において無機化学系の講義を 3 科目 6 単位担当しており、二年生前期から三年生後期にかけて系統的に実施している。無機化学は結晶構造や錯体の構造、スペクトルなど板書に不向きな内容を扱うことが多くプロジェクターに PC をつないでスライドを上映しながら授業を展開してきた。島根大学・小俣教授の報告事例より、スライド資料を利用すれば簡単に動画教材を作成できることより、さっそく動画教材作成を試みた。

動画教材の作成・利用は、以下の図のように PC と iPad で適な環境で作業を進めた。moodle 上の動画ファイルについて、学生の PC 環境によっては視聴ができないとの苦情が寄せられたため、youtube にも動画ファイルを掲載し限定公開設定として、moodle から youtube 動画ファイルにリンクを貼って視聴できるようにした。

動画教材に合わせて、PDF 形式の資料を moodle に掲載し、各自必要に応じてダウンロード・印刷し、授業の復習や動画教材視聴の際の資料としての利用を促した。また、過去の定期試験の問題を 5 年以上にわたって掲載し、演習教材とした。

2015 年度においては、講義実施→スライドの一部修正→動画作成→復習用教材としてアップロードという流れを、担当する 3 科目で確立した。

反転授業は、無機固体化学 I においては 3 回、無機化学 II では 1 回実施した。動画教材視聴 → 授業で演習とした場合、動画教材視聴の要点が分からず漫然と見ただけの学生が多く再視聴に時間がかかり、また演習の採点時間が取れず効果的な実施にはならなかった。動画視聴とともにレポ

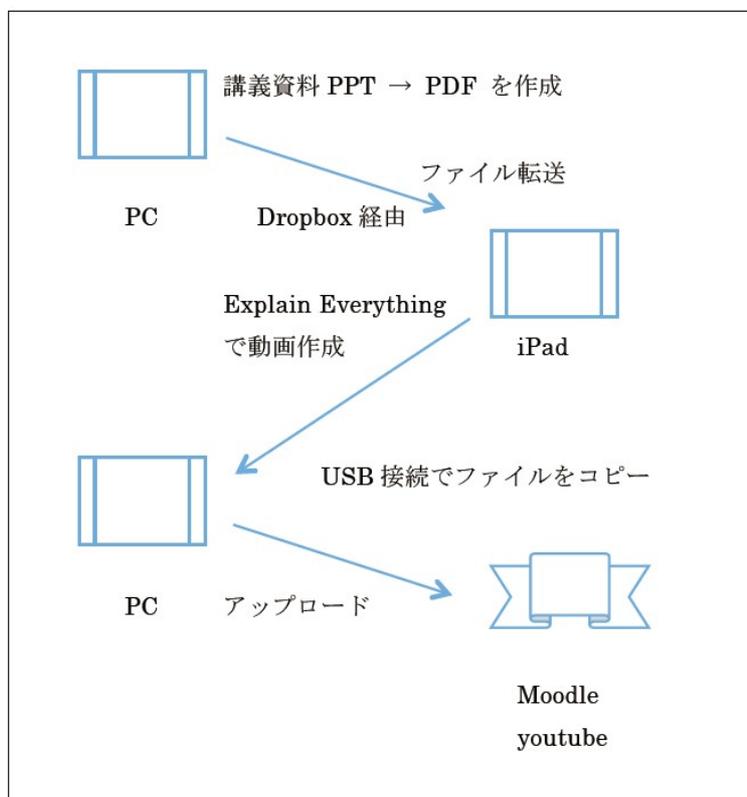


図 1. 動画教材作成手順

ートを課し、レポートをまとめる際の要点、設問を明示することにより、反転授業の学習効果が上がった。定期試験解説の視聴を義務付け、間違えた問題についてレポート提出という取組も効果的であった。このように、動画教材に適切なレポート教材を用意することが反転授業の学習効果を高める鍵と考えられる。2016年度はクォーター制における反転授業の効果的な導入について検討を進めたい。

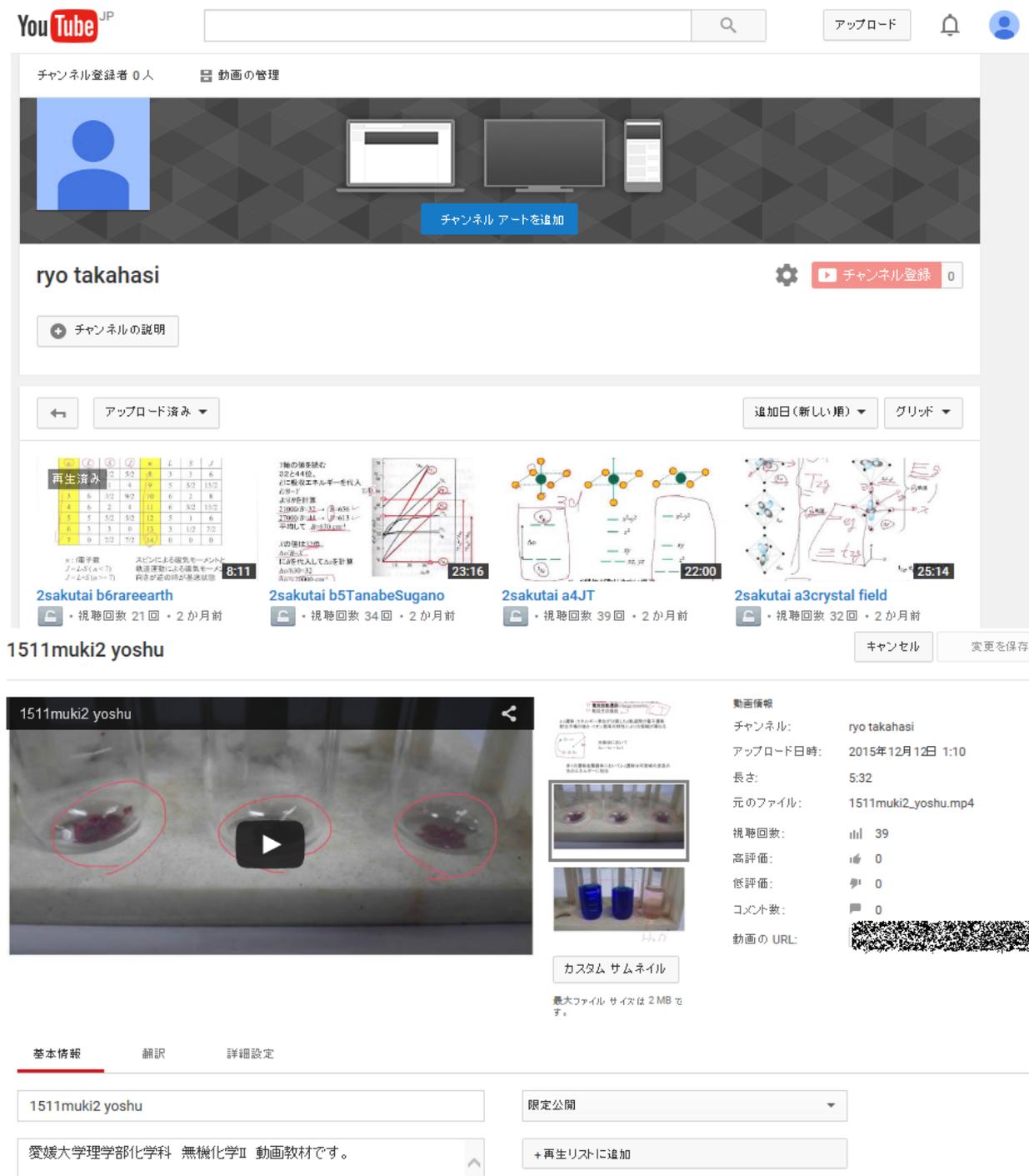


図 2. Youtube 上の動画管理画面。限定公開とすると、検索等でヒットしないため、URL を知っている人、直リンクを辿れる人しか視聴できなくなる。Moodle 管理画面より moodle からのリンクを辿った回数と youtube 視聴回数は管理者の試験的視聴を除いて一致することを確認した。

⑪ 植物進化形態学(2015,2016 年度), 植物分子生理学(2016 年度) 生物学科 佐藤康

理学部生物学科・専門科目における動画教材作成と反転授業実施

本取り組みでは、平成 27 年度に「植物進化形態学」(2 回生向け)、平成 28 年度に「植物分子生理学」(3 回生向け)、「植物進化形態学」の専門科目において、反転授業に取り組んだ。ここでは、授業毎に年度を追って報告する。

I. 植物進化形態学

[平成 27 年度]

・概要

植物進化形態学(H27 年度、後期開講)では、授業の際、極力、実際の植物体を見せるようにしているが、教室授業で、それらを観察する十分な時間を取ることが難しい。予め授業内容を動画教材で学生が予習してくることで、観察に必要な時間を確保することができると考えた。

・動画教材の作成

Explain Everything (EE)で、音声とマーカーによる指示の入った動画教材提供を 2 回行った。それぞれの動画の長さは 7~8 分程度である。また、植物体の図は、iPad 上でスタイラスペンを用いフリーハンドで描き説明を挿入したものを作成した。iPad 上で図を描くのが思いのほか時間がかかる作業であった。各回 10 枚程度のスライドを作成し、それに合わせた原稿を準備した。

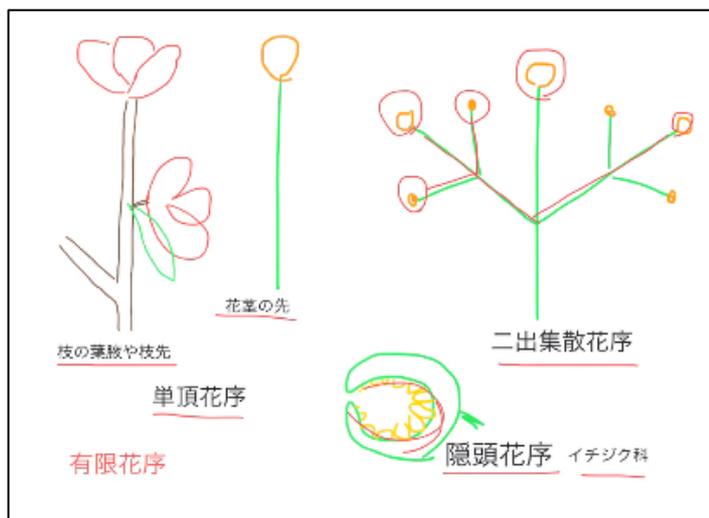
次に、音声入力とマーカー指示だが、EE で図示しながら音声入力する作業は私には困難だったため、まずはスライドに音声のみを入れる作業をした。次に、音声を聞きながら、ペンの指示を入れていくという順番で行った。この方が、読み間違いや指示のミスが無く、結果的には早く確実に動画を完成させることができた。完成した動画は、MP4 形式ビデオとして書き出した。また、動画変換ソフト TMPGEnc Video Mastering Works5([株]ペガシス)で、Windows Media Video (WMV)形式に変換し、MP4 形式と WMV 形式の両方を Moodle に掲載し学生には翌週の授業までに視聴してくるよう伝えた。Windows PC では WMV 形式が確実に視聴でき、Mac では MP4 形式が確実に視聴できる傾向がある。なお、Moodle に掲載する場合は、動画ファイル名は半角英数のみを用いる必要がある。

・授業での演習

授業では、植物の葉の付き方(葉序)や花の付き方(花序)について、実際の植物体を見て質問用紙に答える演習形式の授業を行った。視聴するよう予め伝えていても、視聴してこなかった学生が 1/3 以上いたため、演習と並行して、プロジェクターで動画を流すようにした。学生が動画を確実に見てくるよう何らかの仕掛けが必要と思われる。

反転授業の感想は概ね良好だった。音声入力の際、意識して明るい声で話すようにした時の方が、学生には聞きやすかったようである。また、EE の動画録音レベルが低かったため、Video Mastering Works で動画変換する際、音量レベルも上げるようにすると、より良かったと感じている。

これらの点を踏まえ、もう少し簡便かつ日常的に反転授業動画教材を作成できる工夫をしていきたい。同時に、反転授業導入により生み出された時間を、アクティブラーニングとして、いかに効率的に使うかという工夫も今後検討していきたいと考えている。



[平成 28 年度]

・反転授業の実施

平成 28 年度より同授業は、第 3 クォーターで週 2 回の開講となった。前年度に引き続き 2 回の反転授業を行った。反転授業の前の授業で、予め動画視聴をしてきて、それに基づき小テストを行うことをアナウンスしたが、視聴者は授業登録者の 60%程度であった。そのため、演習時にバックグラウンドで動画をプロジェクターで流すようにした。

今回は、4 名程度毎のグループを作り演習を行った。それにより、お互い教え合うことができ、グループのメンバー全員が理解を深めることができた。

葉序や花序を選ぶ小テストは、Windows ソフト「マークシート読取君 3」((株)マグノリア)を用いマークシート形式で行う事で、採点を簡略化することができた。

学生は、実物の植物を手に取り観察できることもあり、反転授業に対する学生の反応は概ね良好だった。

・教育効果

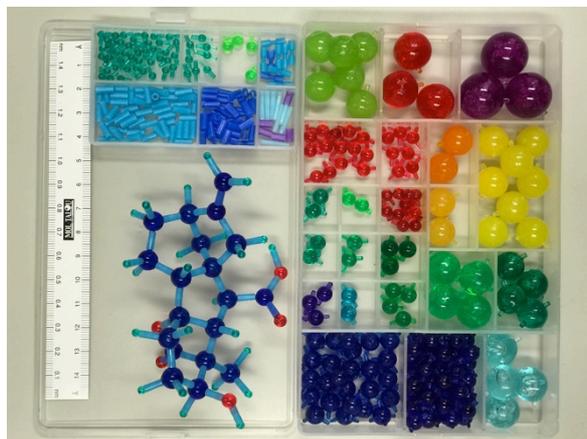
前年度に比べ平成 28 年度の方が、成績評価は全体に高くなったが、履修人数や試験問題、学生の取り組み状況も年度毎に変わるため、反転授業による効果とは一概に言えない。ただ実物の植物を手に取り観察し考察する経験は、講義だけでは得難いものであり、その時間を生み出せる点は、

反転授業の大きなメリットであると言える。

II. 植物分子生理学 [平成 28 年度]

・アクティブラーニング

植物分子生理学(第 2 クォーター、週 2 回開講)では、植物ホルモンに注目し、授業を進めている。アクティブラーニングの取り組みとして、ジベレリンの分子構造に関し、分子模型「モルタロウ」を用い、4 名程度のグループを作って模型を作成する演習を行った。ジベレリンの分子構造が複雑なこともあり、1 回の授業では十分な理解が得られなかったため、次の授業の前半でも、再度、分子模型を用いた演習を行った。分子模型を使うことで、植物ホルモンの構造と植物ホルモン活性の関係への理解が深まったと感じている。



・動画教材作成の工夫

動画教材については、試験日の前の回の授業内容を予め動画教材として作成し Moodle で提供し学生に視聴を促した。クォーター制では、試験の前の回の授業から試験までの期間が 3 日間しかないため、試験の前の回の授業について復習時間を十分に取れないのではという懸念がある。1 週間前に授業内容を動画として提供することで、試験への準備時間を確保することができる。その点では、かなり効果的だったと感じている。また、今回提供した動画は、授業で用いるパワーポイントをそのまま利用し、著作権がある画像は消去して用いるという方法を取り作図等の省力化を図った。なお、学生には紙媒体の資料を配布しているため、空白部分は紙媒体を見て補うことができる。空白がある点についても、学生の評判はそれほど悪くなかった。この方法なら、新たに作図する労力をかけず、比較的、手軽に動画教材の作成が可能であると感じている。

・教育効果

前年度に比べ平成 28 年度の方が、成績評価は全体に高くなったが、履修人数や試験問題、学生の取り組み状況も年度毎に変わるため、反転授業の効果と一概に言うことはできない。ただ、分子模型を自ら作成し考察する経験は、講義のみでは得難いものであり、そのための時間を生み出すことができるという点は、反転授業の大きなメリットであると言える。

⑫ 行動生態学（2016 年度） 生物学科 畑啓生

「行動生態学」における反転授業

行動生態学は、生物学科の学部 3 年生向けの体系科目の 1 つである。生態学のなかでも特に生物の行動に焦点をあて、その適応的な意義や進化を考察する科目であるが、そのために数理モデルが用いられることがある。これについて、特に学生さんの理解にばらつきがあり、講義で全員に理解してもらうには時間が掛かかるのが問題であった。そこで、講義の前に動画を用いて先に説明して、講義を受講してもらうこととした。それによって講義の中では、この数理モデルをもちいることで、動物の行動の適応的な意義についてどのようなことがわかるかという点について議論を深めることができた。教材の動画は YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=99NQildn6k0>) にアップした。また、用いたスライドは下記のとおりである。

採餌行動
スペシャリスト vs ジェネラリスト

スペシャリスト
収益の高い餌のみを利用する
探索に時間とエネルギーを要する

ジェネラリスト
収益の高い餌だけでなく、収益の低い餌も食べる
探索に要する時間とエネルギーが低い

最適餌モデル

$$\frac{E_i}{h_i} \geq \frac{\bar{E}}{\bar{s} + h}$$

E_i : i 番目の餌品目のエネルギー含有量
 h_i : i 番目の餌品目に必要な処理時間
 \bar{E}/\bar{h} : 現時点での餌構成の平均の収益性
 \bar{s} : 平均探索時間

反省点として、受講した学生全てに、講義の前に動画を見てくることが徹底できなかったことが挙げられる。そのため講義内でも一通りの説明が必要であった。動画へのリンクは、本講義では Moodle を用いており、毎授業後に Moodle を通して課題の提出を課しているが、そこに載せた。そのため受講学生にとって動画へのアクセスは容易であったと思われる。今後、反転授業の機会を増やして動画を見ることに慣れさせるとともに、動画を見てこないと別の課題を課すなど対策を考えたい。

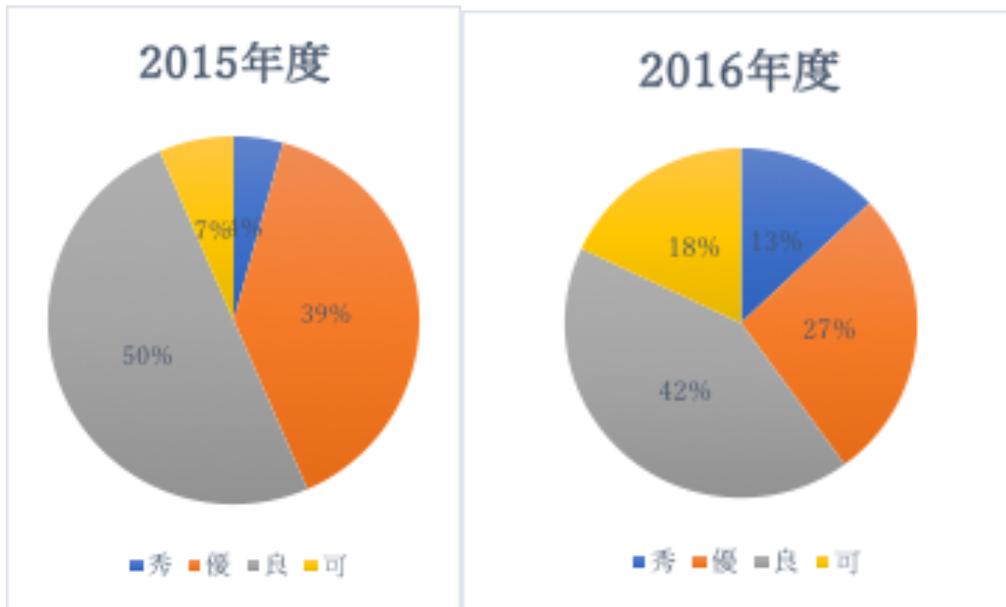
今後の発展として、例えば「生物学序論」など、受講生に高校生物を履修してきた学生と全く履修していない学生が混在していて知識にばらつきがあり、講義を行うのが困難な科目でも反転授業を活用して行きたいと考えている。

⑬ 最新地球惑星科学（2016 年度） 地球科学科 堀利栄

事例報告-最新地球惑星科学-（1 年生向け授業）

最新地球惑星科学の授業の 4 回分の授業の内、2 種類の教材を Power Point スライドで作成し、Moodle 上にアップし、何度でも学生が勉強できるようにした。また、それに関するレポート形式小テストを Moodle 上で実施し、その結果を見た。4Q 終了時に学生へのアンケートを実施した。これは正式な反転授業とは言えない形式ではあるが、学生への効果を見た。

成績分布は、担当分が全体の授業の一部なので正確ではないが、この試みを実施しなかった昨年と比べ、秀への評価が増えるとともに、可も増加し 2 極分布の傾向になった。つまり、Moodle へアップした教材を積極的に勉強したものは大変良い成績を取り、必須でないのに特に勉強しなかったものは、成績は普通の授業より低下傾向になった。つまり、受講者全員に必ずアップした教材を見て勉強することを課せねば効果が偏るということが判明した。



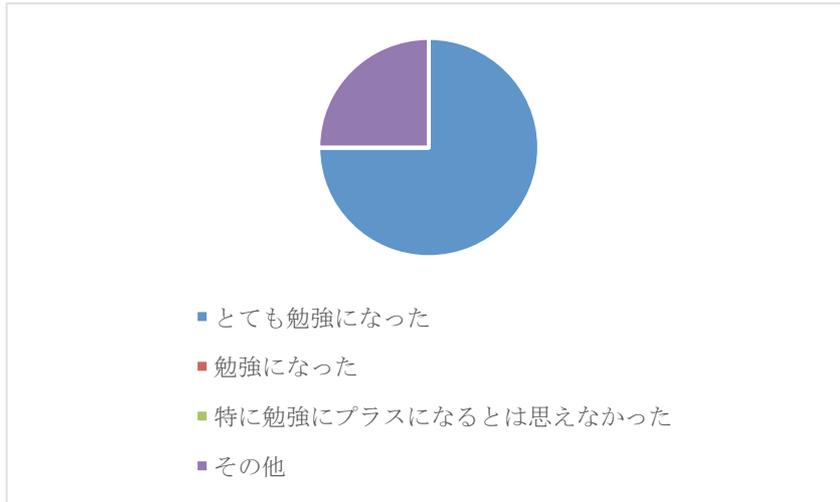
n=55(2015 年度)

n=54(2016 年度)

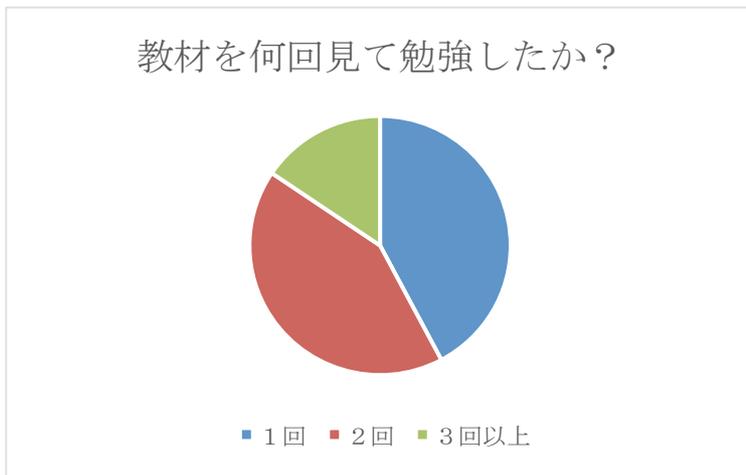
不可の数は含メズ、「秀、優、良、可」の学生の割合を示したもの。2016 年度は、秀と可の学生の割合が増加している。

学生へのアンケート結果

1. 教材を Moodle 上で何度でも見られる様にしました。感想をお聞かせください。



2. 教材を何回ぐらい見て勉強しましたか？



以上のように、Moodleへアップした教材を積極的に自宅で勉強した学生は、複数回教材を見直し勉強へ励んでおり、その結果、昨年まで「優」だったグループの多くが「秀」グループへと移行したと言えるかもしれない。一方、Moodleを十分使いこなせなかった。自分の持っている端末環境では教材Fileが見られなかったなどの回答も寄せられ、学生（特に1回生）の置かれているIT環境が一様ではない点も考慮しなければならないと思った。

⑭ 鉱物学（2015, 2016 年度）・鉱物学概論（2016 年度） 地球科学科 森寛志

Explain Everything を用いた講義資料の動画化

< 2015年度 >

反転授業の取り組みとして、講義（地球科学科2回生後期の「鉱物学」）で使用するプレゼン用のファイルを動画化して愛媛大学moodle にアップした。学生が動画ファイルを講義の前に視聴して、予習ができるようにした。また、授業後も分からないところは何度でも視聴できるので、復習ができる利点もある。今回は、反転授業の試みとして、授業で用いるプレゼン用のファイルをApple のMacBook 上のKeynote で作成し、これをiPad に転送して、Explain Everything で動画化した。Keynote で作成したスライドの枚数は16枚程度で、動画化した際に15-20分に収まるようにした。講義は13回行い、14回目が期末試験、15回目が試験の解答と振り返りにあてているが、講義13回分の動画を作成した（図1）。最初は慣れないせいか、少し手間取って1つの動画を作るのに時間がかかったが、慣れてルーチン化してくるとスムーズに作業が進むようになり、動画を作る作業もそれほど負担には感じなかった。講義15回目に反転授業に関するアンケートを実施したが、学生からの評価は概ね良好であった（別紙参照）ので、来年度以降も反転授業の取り組みを続けていきたいと思う。

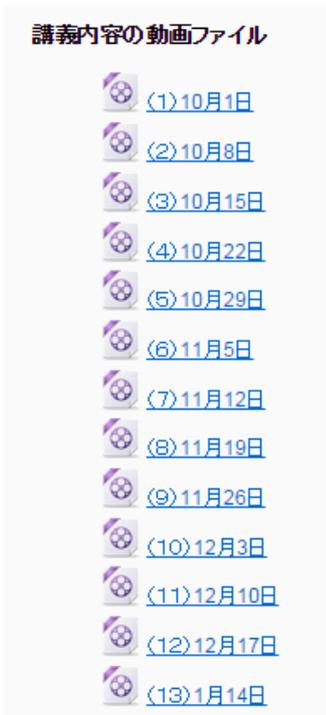


図1 愛大moodle にアップした13回の講義動画資料

反転授業アンケート

今年度の「鉱物学」では、反転授業の試みとして講義で使用するプレゼン用のスライドを動画教材化して、講義内容をmoodle上で視聴できるようにしました。この試みに対して皆さんのご意見を聞かせて下さい。

1) 講義内容をmoodle上で動画教材として事前に視聴できることは、授業の予習をするのに役立ちましたか。

1. 強い肯定 2. 弱い肯定 3. 弱い否定 4. 強い否定

2) 講義内容をmoodle上で動画教材として視聴できることは、授業の復習をするのに役立ちましたか。

1. 強い肯定 2. 弱い肯定 3. 弱い否定 4. 強い否定

3) 前期の「鉱物学概論」に比べて、予習復習にかかる時間は増えましたか。

1. 強い肯定 2. 弱い肯定 3. 弱い否定 4. 強い否定

4) 前期の「鉱物学概論」に比べて、自主的な学習を進めるのに役立ちましたか。

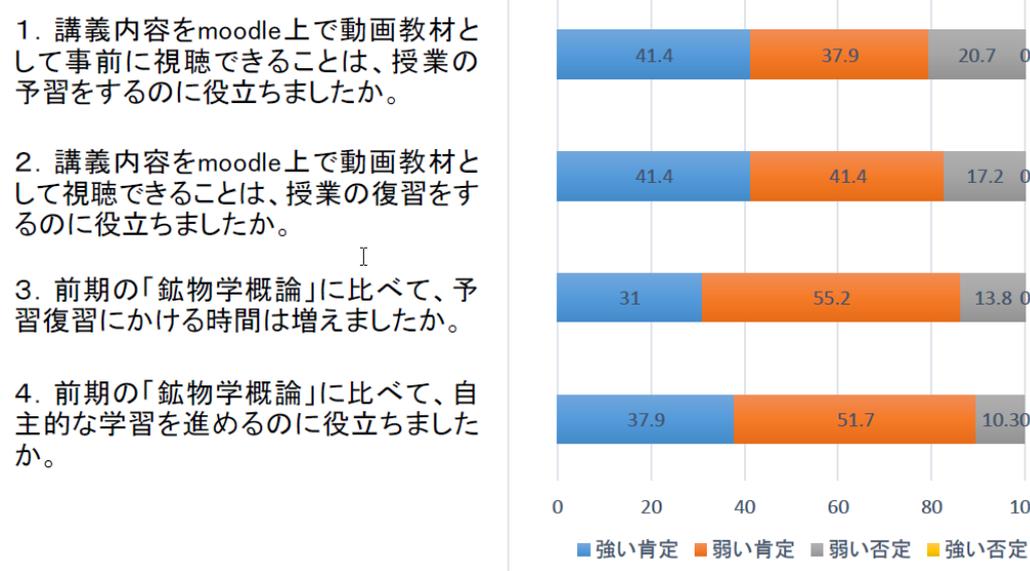
1. 強い肯定 2. 弱い肯定 3. 弱い否定 4. 強い否定

5) 学生の自主的な学習をさらに進めるために、小テストや課題以外に授業中にどのようなことをするのが効果的だと思いますか。

6) 今回の反転授業の試みに対して自由な意見を聞かせて下さい。

<アンケート結果>

問1)～4)の答え(回答数は29)をグラフ化した。



問5)

- ・レポート課題を出す
- ・質問をたくさんさせる

- ・特にない
- ・今のままでよい
- ・学生の意識の問題であり、授業方法の改善は無意味だ

問6)

- ・授業前に予習ができてよかった。成績も向上した
- ・moodle を見るのがめんどうだ
- ・授業が復習になるのは新鮮でよかった
- ・理解しやすくなった
- ・何回でも見れるのがよかった
- ・動画を見て分からなかったことを授業中に質問できてよかった
- ・予習できるのがよかった
- ・以前より予習時間が増えて授業の内容が理解しやすくなった
- ・おもしろかった
- ・ほかの授業にも広めてほしい
- ・予習していると授業中に先生の話聞く時間が増えてよかった
- ・いいと思う
- ・あまり動画を見なかった

<2016 年度>

反転授業の取り組みとして 2016 年度は、2015 年度実施科目：「鉱物学」（理学部地球科学科 2 回生後期）に加えて、「鉱物学概論」（理学部地球科学科 2 回生前期）でも計 12 回分の動画を新たに作成し、Moodle 上に掲載して学生に提供した。今年度反転授業を実施した 2 科目について、昨年度のような反転授業アンケートは行わなかったが、学期末授業アンケートを見る限り、動画を取り入れた反転授業の試みは昨年度同様概ね好評で、学生の授業への取り組みを向上させるという成果を上げることができたと考えられる。