

アクティブラーニングのための 予習用教材の作成

大野裕史*, 福元伸也*, 池田亮*, 佐藤公則*

Creating Method of Video Teaching Materials for Active Learning

Hiroshi OHNO*, Shinya FUKUMOTO*, Ryo IKEDA*, and Kiminori SATO*

Active Learning is a generic term for teaching and learning method that incorporates the active participation of students. We have created 50 or more preparation videos for active learning using Information and Communication Technology (ICT). In this study, we will report on how to create preparation videos, the delivery method of them and the flipped classroom using them.

Keywords : Active Learning, Video Teaching Materials, Mathematics, Programming, YouTube

1. はじめに

アクティブラーニングとは教員による一方的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称である。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る¹⁾。このアクティブラーニングを効果的に進める代表的な手法に反転授業がある。反転授業とは授業と宿題の役割を反転させ、授業時間外にデジタル教材等により知識習得を済ませ、教室では知識確認や問題解決学習を行う授業形態である²⁾。

ここでいうデジタル教材には様々な形態があるが、我々情報生体システム工学科は 2015 年度鹿児島大学学長裁量経費の支援を受け、Information and Communication Technology (ICT) を活用して予習用ビデオ教材を 50 本以上（総時間 300 分以上）作成し、2015 年度後期から 2016 年度前期にかけて学士課程授業において反転授業を実践した。

本研究では、情報生体システム工学科が作成した予習用ビデオ教材の作成方法を中心にビデオ教材の配信方法や反転授業の実践について報告する。

2. 情報生体システム工学科における計画・取り組み

情報生体システム工学科では、2015 年度に学長裁量経費の支援を受け、「アクティブラーニング推進のための主体的学習支援教材制作・共有環境整備事業」を展開した³⁾。その内訳は

2016 年 9 月 7 日受理

* 鹿児島大学学術研究院理工学域工学系
情報生体システム工学専攻

- ・教員の実力向上に向けた講演会の実施
 - ・他大学視察
 - ・予習用ビデオ教材の作成
 - ・コンテンツ作成環境の整備
 - ・アクティブラーニングのための教室・備品の整備
 - ・高大連携
- である。

本事業の実施により「専門教育改革」を推進し、「社会に貢献できる人材育成」および「グローバルに活躍する高度専門職業人の育成」等の工学分野のミッション達成に寄与できた。また、「初等中等教育への出前授業」や「産業人材向け講習会」「公開講座」の充実により、「知の拠点の役割を果たす」ことに貢献できた。

3. 予習用ビデオ教材の作成

予習用ビデオ教材は2015年度に応用数学Ⅰ演習で22本(164分55秒)、プログラミング序論演習で8本(44分21秒)、2016年度に情報生体システム工学実験Ⅰで21本(103分45秒)、情報生体システム工学実験Ⅲで4本(36分51秒)作成した。本章では、予習用ビデオ教材の作成方法について数学系、プログラミング系、実験系と授業体系によって大別して解説する。

3.1 数学系(応用数学Ⅰ演習)

本学科で最初に作成した予習用ビデオ教材が応用数学Ⅰ演習のものである。作成方法には試行錯誤を要し3種類の方法を試用した。ここではその3種類のビデオ教材作成法とその特徴、配信方法とこれら予習用ビデオ教材を用いた反転学習について紹介する。

3.1.1 PowerPointを用いた方法

アプリケーションとしてPowerPoint 2013(マイクロソフト)を用いる。授業のトピックについてスライドを作成していくが、一般的なプレゼンテーションより細かく、板書するように一つの用語、一行の数式ごとに開始アニメーションを設定する。スライドは多くても2~3枚、動画にしたときに10分以内になるようにする。これは動画を見つつ集中して学習するのに長時間は難しいこと、10分の動画であっても考えを整理するために一時停止したり、聞き逃した部分を巻き戻したりなど予習にはそれ以上に時間がかかること、通学途中や授業の合間など

いつでもどこでも学習できること、などを考慮してのことである。また学生がPCだけでなくスマートフォンなど小さな画面でも教材を閲覧することを考慮すればスライドに使用するフォントは最低でも24ポイント以上にするべきである。

スライドの作成が終了したら、「スライドショー→スライドショーの記録→先頭から録音を開始」を選択しプレゼンテーションの録画を行う。このとき予めPCのマイクを使用できるように設定しておく必要がある。録画を開始したら通常のプレゼンテーションと同様にスライドのアニメーションに合わせて解説をしていく。このときポインターオプションのレーザーポインターや蛍光ペンなどを用いて指示し、学生にわかりやすいプレゼンテーションを心がけるべきである。また早口になりがちであるのでゆっくりはっきりとした発声を意識したい。

プレゼンテーションの録画が完了したら、「ファイル→エクスポート→ビデオの作成」で動画に変換する。動画の質について今回は動画容量を考慮して「ポータブルデバイス」を選択したが、配信方法に後述するYouTube^{IP}を用いるならば、HD画質でも容量には問題がなく、より良い画質の教材が作成できるため、HD画質を推奨する。ただし、能力の高いPCでないと変換に時間がかかる。動画はMPEG-4形式で作成される(図3.1.1)。

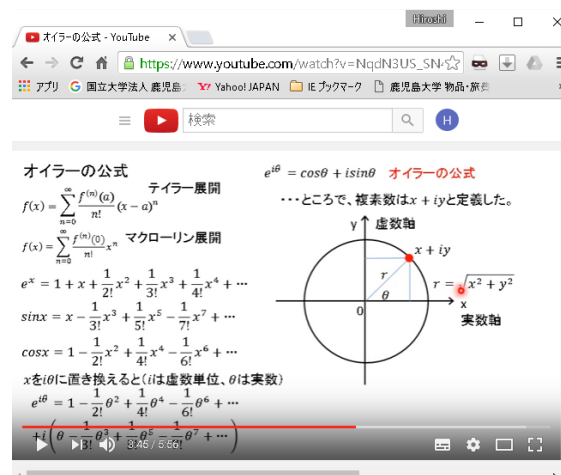


図 3.1.1 PowerPoint による数学系教材

このPowerPointを用いて作成した予習用教材は後述する2つの方法と比較して学生から評価が高かった。その理由として字や図の大きさ形が安定している、光の反射や影がないことから見やすいということ、演者とマイクの距離が安定しているため聞きやすいということが挙げられた。作成者側か

らみても、スライドを予め作成しておけることで修正が容易、リハーサルが可能といったメリットがある。デメリットとしてスライドの作成に時間がかかるということが挙げられるが、理論系授業においてはこの方法が他の 2 種類の方法よりも優れていると思われる。実際、応用数学 I 演習における 22 本のビデオ教材のうち 13 本でこの PowerPoint を用いた作成法を採用した(表 3.1.4)。

3.1.2 Web カメラを用いた方法

Web カメラとして UCAM-DLE300T(エレコム)、アプリケーションとしてエレコム WebCam アシスタントを使用した。

板書をするように A4 用紙にサインペン等を用いて記述しながら解説をする様子を Web カメラとノート PC を用いて動画に録画する。デスクライトは用紙に対して垂直にし、影のできないようにする。A4 用紙は複数枚重ねて用意し、領域が足りなくなったらめくって新しい用紙を使えるように準備しておく(図 3.1.2-1)。

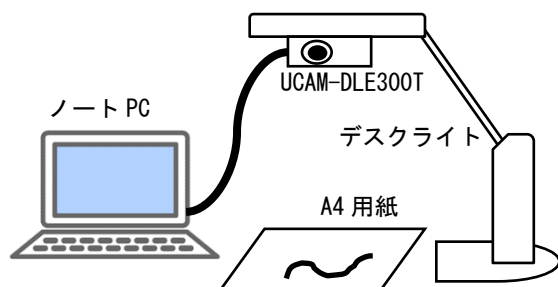


図 3.1.2-1 Web カメラを用いた動画撮影

動画は VGA (640×480pixel) サイズ、wmv (Windows Media Video) 形式を選択した(図 3.1.2-2)。

この方法は準備に時間がかからない、演者と視聴者が一緒に学習しているような一体感があるといったメリットがある半面、字や図の見やすさが演者の能力に依るところが大きい、大きな書き損じや言い間違いがあると最初から撮り直しとなる、手の影などによって見にくくなるときがある、などのデメリットも多く、学生からの評価は高くなかった。

3.1.3 スマートフォンを用いた方法

実際の授業のように黒板に教員自身が板書しながら解説の様子を直接スマートフォンなどのカメラで撮影する手法も実践した(図 3.1.3)。地上波や放送大学などで放送されている授業動画に近いものである。手振れを防止するためスマートフォン用の三脚を使用した。

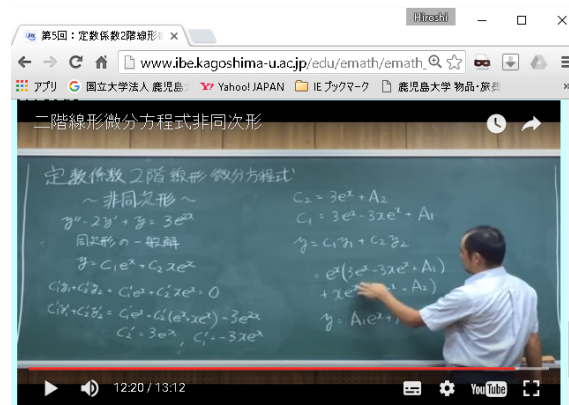


図 3.1.3 スマートフォンによる数学系教材

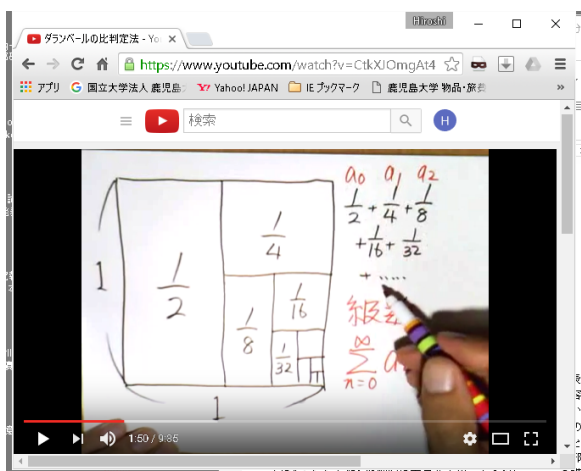


図 3.1.2. -2 web カメラによる数学系教材

この方法は授業のライブ感をそのまま再現したいと考え作成したが、学生からの評価は 3 種類の方法中一番低かった。その理由として最も多かったのが、音声聞きづらいというものであった。原因は録音の機材としてスマートフォンのマイクをそのまま使用したことであり、演者との距離が遠く S/N 比が悪くなってしまったことである。これは外付けのピンマイクなどを使用することにより改善されるが、その他にも黒板の字が見づらい、教員の動く様子が邪魔、などの否定的な意見があり、理論系授業の予習用教材動画作成法としては推奨できない。

しかし、後述する 3.3 の実験系科目の計測機器の使い方などについては事実上この方法で教材を作成するしかないため、見やすさ、聞きやすさを向上する方法について検討しておくことは重要である。

3.1.4 提供コンテンツについて

2015 年度応用数学 I 演習で提供したビデオ教材は応用数学 I で採用している教科書⁴⁾の内容に準じた以下のようなコンテンツ構成とした。(表 3.1.4)。

表 3.1.4 応用数学 I 演習コンテンツ

No	テーマ	形態
1	部分積分	Web カメラ
2	部分分数分解	PowerPoint
3	ダランベールの比判定法	Web カメラ
4	べき級数	PowerPoint
5	微分方程式	Web カメラ
6	変数分離形	PowerPoint
7	線形微分方程式	Web カメラ
8	役に立つ？(微分方程式)	PowerPoint
9	完全形	PowerPoint
10	積分因子	PowerPoint
11	二階線形微分方程式同次形	PowerPoint
12	オイラーの公式	PowerPoint
13	特性方程式が複素数解	PowerPoint
14	二階微分方程式非同次形	スマートフォン
15	連立微分方程式	PowerPoint
16	単振動	PowerPoint
17	減衰振動	PowerPoint
18	ベクトルの微分	PowerPoint
19	ナブラ演算子	PowerPoint
20	方向微分係数	PowerPoint
21	スカラー場の線積分	PowerPoint
22	ベクトル場の線積分	PowerPoint

3.1.5 配信方法

予習用ビデオ教材の配信には次の要件を満たすサーバシステムが必要だと考えられる。

- 1) 高画質な動画を格納する十分な容量をもつこと。
- 2) 多人数が同時にアクセスできる通信速度帯域を有すること。
- 3) 学内だけでなく外部からアクセス可能であること。
- 4) PC だけでなくスマホ、タブレット等でも閲覧可能であること。
- 5) 不特定多数のアクセスに対するセキュリティを有すること。

- 6) 大量の動画、多数の動画作成者に対して一元的、組織的な管理が容易に行えること。

以上の要件を満たすには、学内に高速大容量の動画ストリーミングサーバを構築することが最適であるが、高額であり設置時間・人的コストも大きい。2015 年度応用数学 I 演習のビデオ教材配信は試験運用ということもあり、動画配信サービスとして世界最大規模である YouTube^{JP}を利用した。YouTube^{JP}は要件 1)～4)を満たす上に、動画を限定公開として登録すれば WWW 上の検索にかからない。つまり教員が用意したホームページなどでアクセス可能な URL を知った学生のみが動画を閲覧することができ、セキュリティも保たれる。動画は HD 画質に対応しており高画質でのビデオ配信が可能である。また作者がアップロードした動画中に著作権が保護されている映像・音楽ソースが含まれていないか自動でチェックする著作権侵害チェック機能を有しており、不本意な著作権侵害を回避できる等、非常に多機能である。

しかし要件 6) 動画の管理については個人使用を前提としており組織的な動画管理には適していない。学科、学部規模での本格的なアクティブラーニングでのビデオ教材配信にはやはり専用の動画配信サーバの設置が望まれる。

3.1.6 予習用ビデオ教材を用いた反転学習

2015 年度応用数学 I 演習において予習用ビデオコンテンツを用いた反転学習を実施した(履修登録者 97 名)。反転学習は予習、演習、復習の 3 習で構成される。

予習は次の授業のホームページ上に掲載されているビデオコンテンツをもとに行う。一回の授業につきビデオは 2～3 本で 1 本 5～10 分程度である。予習は各自ノートに行い、自分がどの程度予習を実施できたかセルフチェックを行わせた。学生のノートは中間・期末時に教員がチェックする。全授業終了後、無作為に抽出した学生 6 人にアンケートを取ったが、予習にかかった時間は概ね 1 時間～1 時間 30 分程度であった。

演習は実際の授業時間であり、この時間は教員が課題を与え学生は予習してきた知識のもと解答する。解答の解説も学生有志が教壇に立って行い、Teaching Others を実践した(図 3.1.6)。



図 3.1.6 Teaching Others

復習はホームページ上に掲載されている課題をノートに解くことで行い、理解した知識の定着をはかった。予習と同様セルフチェックを行わせる。

授業の評価は学生自身が自分でどれだけ勉強したかノートによる自己評価、教員のノート評価、演習の解説にどれだけ貢献したか、中間・期末時のグループワークにおける役割などで、総合的に行った（単位取得者 91 名，取得率 94%）。評価に関しては標準化・客観化が重要であり，そのために試験は必要であるという意見を学科内外からいただいている。2016 度以降は試験も実施し，反転授業の効果を検証していくことが求められる。

3.2 プログラミング系(プログラミング序論演習)

プログラミングに関する授業では，知識を教わることも大切であるが，それ以上に自分自身の手を動かして課題を解いていかなければ，その修得は難しいと言える。プログラミング言語と呼ばれる 1 つの言語を覚えることは，ただ単に人から話を聞いているだけでは，なかなか身に付かないことは想像に難くない。ここでは，能動的な学習をサポートするための 1 つの手段である動画型のコンテンツ提供における取り組みについて説明する。

3.2.1 提供コンテンツについて

ここで提供するコンテンツは，プログラミングの修得をサポートするもので，C 言語について説明を行っている。似たような動画型のサービスとして，ドットインストール⁵⁾というサービスがあり，そこでは，主なプログラミング言語や HTML など，プログラミング学習に関するさまざまな動画が提供されている。

しかし，ここで提供されている C 言語に関する動画は，ソースコードを入力する風景を収めたものになっており，学修者は，動画を見ながら入力すれば，取り敢えずプログラムは動くようになっている。しかしながら，プログラムの意味を理解するには，これだけでは十分とは言えない。そこで，今回提供する動画では，動画の前半で，プログラムで使用するコードの意味を説明し，後半で，ソースコードの入力を見せるようにしている。このような動画にすることにより，プログラムの初学者にとって，より理解しやすい内容になったのではないかと考える。また，動画の時間は，初学者が一人で行うことを想定し，短い時間でも試せるよう 1 つのテーマが 10 分以内に収まるようにした。今回，提供したテーマは，以下の通りである。

表 3.2.1 プログラミング序論演習コンテンツ

No.	テーマ
1	はじめてのプログラム
2	変数の使い方
3	if 文による条件分岐
4	while 文による繰り返し
5	for 文による繰り返し
6	関数の呼び出し
7	配列
8	ファイル処理

表 3.2.1 を見てわかるように，テーマは初級的な内容に留まり，特に C 言語において初学者が躓きやすいポイントの部分は含めていない。これは，初学者の学生でも見てわかる程度の内容にするのを目的としたのと，ポイントのような理解するのが難しい部分に関しては，このような形式ではなく，本来の講義のなかで理解してほしいという希望もあったためである。

3.2.2 動画の作成方法

前節で説明したように，各テーマにおけるコンテンツは前半と後半に分かれる。前半は，条件分岐，繰り返し処理，配列など，そこに書かれたソースコードの意味を PowerPoint のスライドショーで説明した動画になっており，後半は，プログラム開発環境下でのコード入力風景をキャプチャした動画から成る。

次に，動画作成において使用したソフトウェアに

について説明する．前半部は，PowerPoint 2010（マイクロソフト）を利用し，そこで利用できる「ビデオの作成」という機能を利用して，スライドショーを WMV 形式の動画ファイルに書き出した．

後半部は，BB FlashBack Express（Blueberry）を利用して，Visual Studio でのソースコードの入力画面を動画でキャプチャしファイルに出力した．このキャプチャソフトでは，マウスカーソルで指し示している所がハイライトされるので，どこを説明しているのかが分かりやすい．

そして，最終的に TMPGEncXPRESS（ペガシス）を利用して，前半と後半の 2 つのファイルを統合し，その後，狭帯域のネットワーク環境における動画配信や各種ブラウザへの対応を考慮して MPEG-4 AVC(H.264)形式のファイルへ変換した．
そのようにして作成された動画を図 3.2.2-1，図 3.2.2-2 に示す．

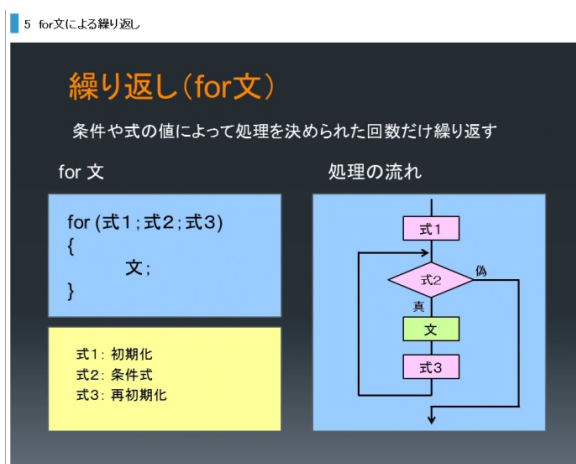


図 3.2.2-1 PowerPoint で作成した前半部

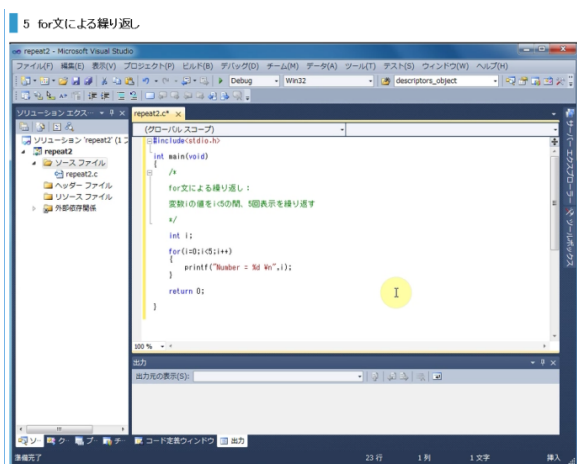


図 3.2.2-2 コード入力をキャプチャした後半部

図を見てわかるように，前半部は，PowerPoint で大きいサイズの文字を使用してスライドを作成したので，比較的見やすい．しかし，後半部は，ソースコードの入力風景をそのままキャプチャしており，文字の大きさは，小さく見えづらい．学習者が大きな画面を利用している場合はそれでも良いが，スマートフォンなどの小さい画面の携帯端末を利用している場合は，見づらくなってしまい，この辺りは，今後改善が必要と思われる．

3.3 実験系（情報生体システム工学実験Ⅰ，ⅡⅢ）

実験系科目におけるビデオ教材はその実験の背景となる基礎知識の動画と実験に使用する計測機器の使用方法の動画の 2 種類に大別される．

基礎知識のビデオ作成は 3.1.1 に準ずる PowerPoint を用いた方法を採用した．実験の基礎知識は登場する専門用語などが多く，コンテンツ一本当たりの長さが平均して 15 分程度と長くなっている．これは予習時間の長大化・やり難さにつながっており，今後の課題といえる．

計測機器の使用方法のビデオ作成は 3.1.3 に準ずるスマートフォンを用いた方法を採用した（図 3.3-1）．ただし，機器画面や回路のアップ，作業者の解説などカメラアングルの移動が多いため三脚を使用せずカメラマンが手に保持して撮影を行っている（図 3.3-2）．計測機器の使用方法のビデオ教材は，学生の感想・実験時間の短縮などから実験へのスムーズな導入，遂行に関して大きな貢献があることがわかった．



図 3.3-1 計測機器の使用方法のビデオ教材



図 3.3-2 スマートフォンを用いた動画撮影

4. おわりに

2015 年度後期から 2016 年度前期にかけて作成したアクティブラーニングのための予習用ビデオ教材について報告した。これらのビデオ教材による反転学習はアクティブラーニングにおけるキラーコンテンツであり、大学教育のみでなく今後の全ての教育現場において重要な学習法になっていくと考えられる。本研究報告が鹿児島大学におけるアクティブラーニング発展の一助となるようお願い、本研究報告を終える。

謝辞

本研究は平成 27 年度学長裁量経費の支援を受けて実施された。

付録

情報生体システム工学科 アクティブラーニングのための予習用ビデオ教材掲載サイト

- A) 応用数学 I 演習
<http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/edu/emath/emath.html>
- B) プログラミング序論演習
初心者向け C 言語入門
<http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~fukumoto/lecture/programming/>
- C) 情報生体システム工学実験 I
直流回路の基礎知識
http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/edu/expI/theme05/e_circuit.html
- D) 情報生体システム工学実験 I
計測機器の使用法
<http://tech.eng.kagoshima-u.ac.jp/~ikeda>
- E) 情報生体システム工学実験 III
テーマ C 生体計測

筋電図・心電図の基礎知識

<http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/edu/expIII/EMG/EMG2.html>

参考文献

- 1) 文部科学省 中央教育審議会, 新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて - 生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ (答申), (2012).
- 2) 重田勝介, 反転授業 ICT による教育改革の進展, 情報管理 Vol. 56 (2013) No. 10 P 677-684 (2014).
- 3) 佐藤公則 他, 情報生体システム工学科におけるアクティブラーニングの取り組み, 鹿児島大学工学部研究報告 第 58 号 (2016).
- 4) 和達三樹, 物理入門コース 10 物理のための数学, 岩波書店 (1983)
- 5) ドットインストール, <http://dotinstall.com/>