

## 授業動画をめぐる冒険 2001-2021

樋口 三郎  
Saburo HIGUCHI

先端理工学部数理・情報科学課程 准教授  
Associate Professor, Applied Mathematics and Informatics Course



2020年度の本学のオンライン授業では、オンデマンドの動画（視聴者がいつでも再生できる動画）の利用を経験した学生も多かっただろう。オンデマンド動画は、教員がスライドに音声が付加したものや、ライブ配信のオンライン授業を録画したものが中心だったが、それ以外に、以前の年度の対面授業を収録したものもあったかもしれない。

ここでいう授業動画とは、上に挙げたような、あらかじめ録画された、授業に使うすべての種類の動画のことである。

教育・学習・研究に動画を利用するという考えは新しいものではない。本稿では、著者の体験からその変遷を振り返り、これまでの進歩について考える。

### 1. 2020年：オンライン授業下での動画

本稿刊行時にはだれもが鮮明な記憶を持っていると思うが、2020年初頭からの新型コロナウイルス感染症の蔓延に伴い、本学では、2020年度前期には対面授業の代わりにオンライン授業だけが行われた。2020年度後期には対面授業とオンライン授業が併用された。オンライン授業ではライブ配信や動画は必須の要素とはされず、テキストや画像からなる配布資料と非同期の意見交換からなるものもあつ



図1 プレゼンテーションソフト mmhmm で著者が作成した確率統計及び演習 I の授業の動画のスクリーンショット。

た。

前期のオンライン授業で使われた動画としては、プレゼンテーションソフト PowerPoint でスライドに音声が付加し、MP4 などの形式の動画ファイルとしたものがあつた。スライドを背景の一部とするようなプレゼンテーションソフトも現れた (図1)。また、Google Meet, Zoom, Microsoft Teams などのビデオ会議システムを用いたリアルタイムのオンライン授業が行われ、その録画で動画が作られることもあつた。これらは主に、クラウドストレージ Google Drive で学生にオンデマンドで配信された。

後期には、対面授業とオンライン授業が時間的に隣接し、教室とオンライン授業への参加場所との間の移動時間が問題になったことから、リアルタイム

のオンライン授業では、オンデマンドで録画を提供することが要請された。

## 2. 2001年：記念品としての動画

龍谷大学に着任した2000年、著者は、ビデオとは子供の運動会を撮るもの、というテレビコマーシャルに毒された認識だった。当時のビデオというのは、磁気テープに記録するホームビデオカメラのことである。今なら、(許可されれば)スマホで動画撮影するところだが、2000年というのは写メのついたガラケーが発売されるより前である。

初年度末の2001年2月、実験室を共有する松木平淳太先生の研究室の学部特別研究発表会を見学に行ったとき、とても違和感のある光景を目にした。それは、大学院生がホームビデオカメラを三脚に載せて、学部生の発表を撮影しているという光景だった。訊いてみると、その動画データをDVDにして学部卒業生に渡すということだった。

松木平先生の特別研究からはいろいろ学ぶことが多かったのだが、翌年以降には、容器内の剛体の運動をビデオで撮って、その座標を測定し、数値シミュレーションと比較するという研究をしている学部4年生グループがあった。これを見て、動画は編集したりデータとして解析したりできるということを知った。2002年3月には、好奇心から、自分で特別研究発表会を撮影し、剛体研究グループを真似て、PCのデジタルビデオ編集ソフトで編集し、DVDを「焼く」ことを試みた。が、すぐ挫折した。デジタルビデオ編集の概念がすぐには修得できず、また編集やエンコード(映像・音声データを再生しやすい形に変換すること)にとっても長い時間がかかるからだった。それでも、次の年度末にはなんとかDVDが作成できるようになった。

### 2.1 2021年：オンライン卒論発表会

その後もなく、最終発表の動画を記念品にするのではなく、リハーサルの動画を本人が見て練習すればいいことに気づき、本人と教員が動画を見ながら

改善案を相談するというのをやり始めた。スマートフォンのカメラとストレージが良くなってくると、スマートフォンで本人が練習を自撮りするようになった。2020年には、カメラで撮影するのではなく、PowerPointの録画機能やPCのスクリーンキャプチャ機能で、PCの中だけでプレゼンテーションの動画を作ることもできるようになっている。2020年度には、通常の授業のレポートを動画形式で提出してもらうことも行った。

すべての人にありうることだが、PCの前と対面聴衆の前では、話すスタイル、速さが変わることがある。このため、PCでのリハーサルの時間測定が本番の対面発表では役に立たないことも起きた。と思っていたら、本番の発表のほうがオンラインになって、対面リハーサルのほうの時間測定が不正確、ということも起きた。

## 3. 2005年：授業のライブ収録と配信

数理情報学科(現在の数理・情報科学課程)では、週あたり講義と実習(演習)の1講時ずつからなる科目が多かった。講義の時間に熱心に聴いていた学生も、実習でプログラムを書こうとすると、演習で問題を解こうとすると、講義のどの部分を使ってよいかすぐにはわからない、ということがよく起きた。親切な教科書に沿った授業なら、この問題は教科書のこの部分と関係する、などのヒントを記しておくことができるが、当時、著者は要点のみ記した配布資料で講義をすることが多かった。その結果、講義で十分な理解に到達しなかった学生や、講義を欠席した学生が復習をすることも困難だった。そこで、著者は、授業を教室でライブ収録し、復習に利用してもらうことを思いついた。

### 3.1 配信

当初は、授業1回をDVD1枚に収録し、著者の研究室のDVDプレイヤーで見ってもらう、DVDを貸し出すことを考えた。当時はAmazon PrimeやNetflixのような動画配信サービスはなく、レンタ

ルビデオと言えば実店舗に DVD を借りに行くのが普通だったのでこれは自然な発想だった。レンタルビデオ屋さん並の DVD 複製や在庫管理は面倒だろうと考え、当時流行のきざしのあった、LAN 内で共有された動画ファイルを視聴できる共有メディアプレイヤーと呼ばれる機器も導入した。

しかし、これはまったくの杞憂に終わった。研究室まで授業を見に行こうという学生は皆無だったからである。

コマーシャルを見るためにレンタルビデオ屋さんに行く消費者はいない。学生が余分な手間をかけずに動画が見られるようにするには、と考え、Web で配信するしかないという結論に至った。実習室および自宅の Windows, 実習室の Linux で視聴できるようにという要求から、動画の形式は、RealMedia 形式（現在でも開発は続いているが、形式の栄枯盛衰を経て、MP4 にとって代わられている）とし、Helix Universal Server をオンプレミスの（研究室内に設置された）サーバで運用した。まだ、黒板の動画と同期して PDF の配布資料を表示できるように、SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language. Web ページを作る HTML に時間の概念を加えるもの) によるマークアップを行った (図 2, 図 3)。

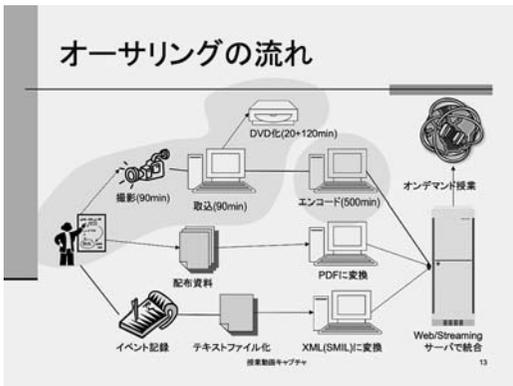


図 2 2005 年当時のエンコードと配信の手順 (当時のスライド)。磁気テープからの読み込みに実時間、エンコードに長時間を要することがわかる。

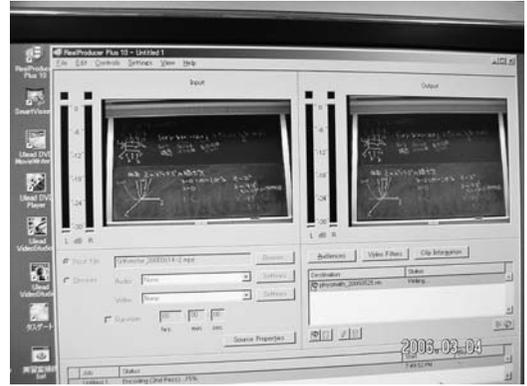


図 3 Windows 上でのアプリケーションで動画ファイルを RealMedia 形式にエンコーディングしているところ。ウィンドウ内に、黒板を映した典型的な授業動画が見えている。

実習用のサンプルプログラムの中に動画の特定時刻へのリンク (URL) を埋め込み、PC でのプログラム作成中に説明を参照できるようにしていた。当時は、携帯電話で動画を再生することはできなかったため、普通教室での授業中に演習問題を解きながら動画を参照することは考慮していなかった。

### 3.2 収録

教員が主に話す授業で、収録すべき映像は黒板とスクリーンに映される資料となる。固定設置したビデオカメラで大きい黒板全体を撮ろうとすると、画角には上限があるため、ビデオカメラを教室後方に置く必要がある。その場合、板書は画面内に小さく映ることになり、判読が困難になりかねない。

一方、このビデオカメラの位置に置いたマイクは、教員の声がいかに拡大されてスピーカーから流れるとしても、学生の学習の際の会話を雑音として拾ってしまうことになる。

このジレンマを解消するには、遠隔操作や自動追尾のカメラを教員近くに置く、教員の音声を有線または無線で伝えて直接録音する、ことが考えられたが、この時期には汎用的な解はなく、オペレータが教員近くに置いたビデオカメラを操作する有人収録が望まれた。

### 3.3 有人収録

2005年には、本学大学教育開発センター（現学修支援・教育開発センター）に、FD 自己応募研究プロジェクトとして採用していただき、アルバイトをビデオカメラ操作等に雇用して学内の授業を動画撮影するプロジェクトを行った<sup>1)</sup>。有人撮影では、ビデオカメラで注目点を追い、ズームすることができるので、映像はよくなった。これによってビデオカメラを黒板の近くに置くことができるようになったので、録音の問題も改善した。

2006年には、本学情報メディアセンターが一部の授業をビデオカメラで撮影、編集、配信する事業を行ったので、微積分及び演習のすべての回の動画を収録していただいた。

これらの動画の多くは、現在も YouTube channel<sup>2)</sup>で公開している。

### 3.4 2020年の配信

2005年当時はエンコードと配信をオンプレミスのサーバで行っていたため、配信の準備ができるまで一晩かかった（図2）。2020年現在では、エンコードもクラウド側で行われるため、収録後の追加の作業はほぼ必要なくなり、配信は動画のURLを通知するだけでよくなった。これは2007年頃からのYouTubeをはじめとする動画配信プラットフォームの普及、2010年頃からのUstreamをはじめとするライブ配信プラットフォームの普及による。

### 3.5 2020年：ハイフレックス授業収録

2020年の日本の大学では、各授業について、オンラインと対面のうちから学生が一方の形式を選んで参加できるハイフレックス授業と呼ばれる形式の授業が多く行われた。これは、学生の希望や授業の仕様や登校人数管理の必要性から採用されたものである。本学では、オンラインでの参加を、合理的配慮を要する学生に限定したため、この形式は、少数ではあったものの、実施された。そこでは、Zoomなどクラウドのビデオ会議システムを利用して、対

面授業のライブ配信と収録を同時に行うことが多く行われた。

ハイフレックス授業を、「教室でオンライン授業する」形で行う場合は、2005年当時の収録の問題は存在しなくなる。音声も映像もビデオ会議システムを通せるものに限定されるからである。教員は常にPCの近くにいることが求められ、広い黒板の前を歩き回ることは起こらない。ビデオ会議の画面共有またはカメラ画像には、つねに判読可能な黒板や文書が写される。

一方、対面授業をそのまま収録しようとする、2005年同様の問題は残っているものの、解消の途上にある。

遠隔操作ビデオカメラは本学瀬田学舎だと4-209に導入されている。ビデオカメラの解像度は増し、広い範囲を写せるようになった。さらに、そこから、動きのある一部、つまりたった今板書が行われている領域を切り出すAI技術が現れている。

音声については、ビデオカメラとマイクの間をBluetooth通信でつなぐことが一般化し、マイクを教員の口の近くに置くことが可能になった。さらに、2020年度後期には、本学の教室の教卓が改修され、ワイヤレスマイクの音声を外部出力して記録できるようにもなった。

## 4. 2009年：授業を収録した動画から授業のための動画へ

2007年から、著者が教室で1講時分の授業を収録してそのままコンテンツとする機会は減少した。1講時の間ビデオカメラを回しっぱなしにする場合も、部品取り（例えば、ある例題の解説のみを編集で切り出す）のためのことが多い。これには2つの理由があった。

### 4.1 教材の特殊性と汎用性のトレードオフ

ひとつは、教室での発話を、そのまま配信に使える内容だけに限定することに不自由を感じるようになったことである。一人の学生の解答を取り上げて

コメントすることも、後で繰り返し配信することを考えるとやりにくいし、その時の受講者の状況に即した話もしにくい。

その時の状況に特化した教材は効果が高いが汎用性は低くなる、というのは普遍的なトレードオフであり、2020年の動画作成にもこの問題は存在している。そのため、2020年の著者担当のオンデマンドの授業「確率統計及び演習Ⅰ(図1)」では、一般的な学習内容の動画と、課題の指示やその科目特有の事情の説明の動画を意識して分けていた。

#### 4.2 リソースから活動へ

もうひとつは、教育工学の理論であるインストラクショナルデザイン<sup>3)</sup>に接したことである。インストラクショナルデザインでは、「学生が見る・聴くこと」は授業の一部品とみなし、「学生が何かをできるようにすること」を中心と見なす。そのために、学生の練習の機会を設け、途中や最後に評価を行う。その立場からは、90分続けて教員が一方的に話す設定は不合理である。また、動画説明よりも、よい演習問題を多く作ることに力を注ぎたくなったという面もある。

2020年のオンデマンドの授業「確率統計及び演習Ⅰ」では、自動採点の演習問題を中心として、それに正解するための援助として動画教材を置くデザインとなった。

#### 4.3 オンデマンド授業の大学間共有

著者は2007年に、教室での収録によらず、オンデマンド専用の授業を制作する機会を得た。

複数の大学が参画して設立されたオンデマンド授業流通フォーラム(FOLC)に、2007年には本学が参画し、1学期分の授業を本学が提供することになった。事務局を担当した情報メディアセンターから依頼され、著者がコース「使える数学！」を提供した<sup>4)</sup>。この授業は後に早稲田大学メディアネットワークセンターから正課の科目として提供された。

このときの主要な教材は、PowerPoint スライドに



図4 2007年当時の、顔映像入りスライドの作成風景。2020年現在では、同等の作業を教員1人がWebカメラ付きPC1台で実行することができる。

目次と音声と教師の顔映像を付加したもので、2020年のオンライン授業に使われたスライド中心の動画に近い。2020年にはPowerPointのみで作成できたが、当時は、専用のオーサリングソフトを要した。1週間に1回、照明やカメラを持った2名の撮影クルーが瀬田学舎を訪れ、数回分を撮影し、持ち帰って編集が行われるという形だった(図4)。

### 5. 2012年：授業の部品としての動画

2012年ごろに、授業動画にかかわる、相互に影響を与えた世界的な3つの動きがあった。カーンアカデミー、反転授業、MOOCである。

#### 5.1 カーンアカデミー

カーンアカデミーは、YouTube上の初等中等教育向けの短い無料の学習用動画集としてサルマン・カーンが2006年に開始したプロジェクトである<sup>5)</sup>。学習用動画としての特徴は、教師の顔映像やあらかじめ用意されたスライドを含まず、PC上のペイントツールを黒板のように使って、ペンタブレットで発話と同期して字や絵を描いていくスタイルである。リッチ化、高コスト化していたオンデマンド動画教材へのアンチテーゼとしてとらえられた。ビデオカメラの画像を含まない、PCの画面から作

成した説明動画はスクリーンキャストと呼ばれ、アプリケーション操作説明などには使われていたが、カーンアカデミーはスクリーンキャストへの関心を高めることになった。また、授業動画に教師の顔映像を含めることがどのような効果を持つかは以前から議論があったが、含めない選択を力づけることになった。

カーンアカデミーの動画のような、無料で利用できるコンテンツは Open Education Resources (OER) と呼ばれる。

## 5.2 MOOC

MOOC は Massive (ly) Online Open Course の略で、大学などの教育機関が、オンライン (Web) で開講する、多人数向けの無料のコースである<sup>6)</sup>。単なる OER の寄せ集めではなく、複数回の授業からなるコースの形に編成されている。概念としては古くから提唱されていたが、2012 年には影響力の大きい大学が多く開始したことで注目された。動画コンテンツとしては、撮影・編集に専任チームを置いて手間をかけたものから、カーンアカデミーのようなシンプルなスクリーンキャストまで存在した。

2021 年時点で、MOOC は、参加は自由だが、有料でコースやコース群に対する修了証を発行する、社会人向けのビジネスモデルが中心になってきている。

本学はこれまで機関として MOOC を運営したことはない。

## 5.3 反転授業

バーグマンらは、授業の説明部分を、何度でも視聴できる動画として提供し、授業中には演習を行い、各学習者は一定の水準を達成してから次の内容に進む、という反転授業を提案した<sup>7)</sup>。次に述べるものと区別して完全習得型の反転授業と呼ぶ。

日本においては、授業と授業後の課題を、動画による予習と授業中の課題にくり上げ、授業中の課題をグループワークや討論などのより高度なものとする

ことも試みられている。

反転授業で授業前に使用する動画としては、専用に作成したもの以外に、カーンアカデミーのような OER や、自機関、他機関による MOOC の一部を利用することも行われている。

## 5.4 本学での反転授業と MOOC 利用

本学の学修支援・教育開発センター FD 自己応募研究プロジェクトのリストを見ると、反転授業や MOOC 利用の試みがいくつかあったことがわかる。

著者は 2010 年頃から PC の操作説明のスクリーンキャストや、授業 1 回分のスクリーンキャストの動画を提供していたが、グループワークと組み合わせた反転授業は 2017 年度の数理情報学科の確率統計及び演習 I で初めて行った。

## 6. 2020 年と近未来の授業での動画

2020 年のオンライン授業下では、初等中等教育では黒板授業をビデオ会議システムで中継することが多く行われた。大学でも同様の対面授業の教室ライブ配信 (ハイフレックス授業) が行われた。一方、教室画像なしのスライドの画面共有と音声、場合によっては教員を映した映像という形式が多くの教員により認識・体験された。

ビデオ会議システムのライブ配信を録画した授業動画というのは、従来なかったものである。また Zoom を初めとするビデオ会議システムが授業で多く使われる状況も新しい。動画教材とビデオ会議が併存する状態も初めて発生した。

今後、より効果的な動画作成・使用方法が現れることを期待する、などと言っていないで、学生と教員が協力して効果的な方法を見つけていきたいと思う。きっと近未来には、意識せずにより収録ができるようになっていて、動画の使用はごく普通になっていて、「昔は収録が大変で…」などと言っているのは一部の懐古趣味の人だけになっている、と信じている。

#### 参考文献

- 1) 飯田晋司, 二宮広和, 樋口三郎, 授業動画デジタルキャプチャ運用技術の開発と応用, 龍谷大学大学教育開発センター FD・教材等研究開発報告書 第8号, pp 181-196, 2006. [https://fd.ryukoku.ac.jp/publication/fd\\_houkoku/pdf/8.pdf#page=190](https://fd.ryukoku.ac.jp/publication/fd_houkoku/pdf/8.pdf#page=190)
- 2) 樋口三郎, YouTube channel <https://www.youtube.com/channel/UCE11Ow3mj4SPTeVSRsXNqkg>
- 3) 樋口三郎, 使える数学!, [https://www.a.math.ryukoku.ac.jp/~hig/course/MathInAction\\_2007/](https://www.a.math.ryukoku.ac.jp/~hig/course/MathInAction_2007/), 2007.
- 4) 稲垣忠, 鈴木克明, 授業設計マニュアル 教師のためのインストラクショナルデザイン, 北大路書房, 2015.
- 5) サルマン・カーン, 世界はひとつの教室, ダイアモンド社, 2013.
- 6) 金成隆一, ルポ MOOC 革命 - 無料オンライン授業の衝撃, 岩波書店, 2013.
- 7) ジョナサン・バーグマン, アーロン・サムズ, 反転授業, オデッセイコミュニケーションズ, 2014.

