

講義ビデオ配信のノウハウ

皆本 晃弥

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

minamoto@is.saga-u.ac.jp

1 はじめに

筆者は佐賀大学に着任して以来、理工学部知能情報システム学科専門必修科目「基礎解析学Ⅰ」および「基礎解析学Ⅱ」を担当しています。多くの学生は、これらに代表される数学科目の講義を一度聞いただけでは理解できていません。そこで、平成15年度より、これらの講義では、学生の復習を手助けするための手段として、毎回講義をビデオ撮影¹し、それをネット上で配信しています。この講義ビデオを利用するときには、講義の運用にも様々な工夫が必要となってくるのですが、本稿では講義ビデオの配信方法についてのみ述べたいと思います。

なお、対面型講義とe-Learningを組み合わせた講義のことをブレンディッドラーニングと呼びます。実際の講義設計や運用法の詳細およびブレンディッドラーニングの効果については文献[1]を参照してください。

2 ストリーミングとは？

音声や映像をインターネット上で送信する方法は、大きくダウンロード型とストリーミング型の2つに分けられ、それぞれ次のような特徴があります。

ダウンロード型 データ全体をいったん受信側のパソコンに取り込んだ後に再生

ストリーミング型 ある一定のデータを受信した後に、順次データを受信しながら再生

後者の特徴が示すように、ストリーミングとは、「インターネット上で、一方が音声や映像などのデータを送信し、同時にもう一方が受信しながら再生する技術」といえます。

ダウンロード型ではいったんデータを受信してしまえば、何度でも受信者のパソコン上で見ることができる、という利点がありますが、データをすべてダウンロードしてしまわなければ再生できないため、ほんの少しだけ内容を見たい場合でも長時間待たなければならない、という欠点があります。また、コンテンツを配信する側にとっても、データをすべて受信者に渡してしまうため、無断複製や再配布されるという心配があります。

これに対しストリーミング型では、数秒間待てば再生が始まるため、ダウンロード型のように再生まで長時間待たされるといったことはありません。しかも、受信者側のパソコンにはデータが残ら

¹本稿ではこれ以降、講義を撮影したビデオのことを講義ビデオと呼びます。

ないため、ダウンロード型と異なり何度も繰り返し見るということはできませんが、コンテンツを配信する側にとっては無断複製や再配布を防ぐことができる、という利点があります。

さらに、ストリーミング型の配信はオンデマンド型とライブ型に分けられます。オンデマンド型というのは、目的の映像や音楽を好きなときにいつでも視聴できるものです。一方、ライブ型というのはテレビやラジオのように音声や映像をリアルタイムに中継するものです。

本稿で扱う講義ビデオの配信はオンデマンド型なので、以下ではこの話に限定することにします。

3 ストリーミングファイル形式の選択

実際に、ストリーミング配信する場合には、どのファイル形式で配信するかをあらかじめ決めておかなければなりません。現在、ストリーミングファイル形式としては RealNetworks 社の RealMedia 形式 (以後、rm ファイルと呼びます) と Microsoft 社の Windows Media 形式が主流です。これらの形式は、それぞれ Real Player と Windows Media Player によって再生が可能で、いずれも無料で配布されています。

このことを考慮すると、講義ビデオを配信する際には、この両方のフォーマットを用意するのが親切なのかもしれません。しかし、旧バージョンのプレーヤー含めると Real Player は Windows 以外にも Mac, Linux, FreeBSD といった OS 上で動作するため、今回は RealMedia 形式で配信することにしました²。また、新たにストリーミング用サーバマシンを購入せずに Linux を使用している本研究室の既存サーバマシンを利用してストリーミングサーバを構築したい、ということも RealMedia 形式を選択した理由です³。

4 ストリーミング配信に必要な機器やソフト

ここでは、講義ビデオを配信する際に必要な機器とソフトについて述べますが、それを理解するには、映像や音声をストリーミング配信するまでの手順を把握しておいた方がよいので、まず、その手順について以下に示します。

Step1 ビデオ映像や音声などの素材を用意。

Step2 パソコン上に素材を取り込んで編集。必要ならば MPEG や AVI などのファイルに変換。

Step3 Step2 のファイルをストリーミング形式 (rm ファイル) に変換。

Step4 Step3 のファイルをストリーミングサーバにアップロードして配信。

以下では、各 Step について講義ビデオを配信する際に、必要な機器とソフトについて述べていきます。

²もしかしたら、Windows が嫌いな学生がいるかもしれません。

³Windows Media 形式を Linux 上で配信しようとする有料のストリーミングサーバソフトが必要となります。お金を使わずに Linux 上でストリーミングサーバを構築しようとする、おのずから RealMedia 形式を選択することになります。

4.1 素材の用意 (Step1)

講義を撮影するのに必要なものは、いうまでもなくビデオカメラです。板書の文字が読みとれる程度の画質で録画可能なビデオカメラを用意する必要がありますが、経験的には市販されているデジタルビデオカメラの LP モードで十分です。次に撮影上のポイントですが、撮影の際は、仮に被写体が大きく動いたとしてもなるべくカメラを動かさないようにすることが望まれます。というのも、もともとストリーミング技術で利用されている動画圧縮技術というのは各画像フレームの差分情報を利用しているからです。そのため、カメラ自体が動くと画面全体が動いてしまうため差分情報が多くなってしまいます。その結果としてファイルの圧縮率が下がったり、できあがった rm ファイルの画質が悪くなる恐れがあります。なお、ビデオカメラのマイクは教授者の声だけではなく、様々な雑音も録音してしまうため、教授者は IC レコーダやワイヤレスマイクなどを利用して音声を別に録音した方がいいと思います。実際に、ビデオカメラのマイクで録音した講義ビデオを視聴すると、教授者の声以外の雑音が気になって講義ビデオを見る気が失せてしまいます。

4.2 編集 (Step2)

ビデオの映像や音声をパソコンに取り込むにはビデオキャプチャボードが必要で、編集作業にはビデオ編集用ソフトが必要です。今回は、ビデオキャプチャボードには Canopus 社の VTStorm2 を使い、編集作業には VTStorm2 に付属している Storm Edit Version 2.00 を利用しました (図 1)。なお、ビデオ映像や音声をパソコンに取り込む際にはなるべく無圧縮で行うべきです。なぜなら、パソコンで編集作業を行うときには、生データで行なった方が様々な編集が可能となるからです。同様の理由により別に録音した音声も CD 作成用に使用する WAV ファイル (44.1KHz, 16bit, Stereo) で変換しておいた方がよいでしょう。また、編集用ソフトの設定によっては取り込み時間が制限される場合があるので、あらかじめ取り込み時間を長めに設定しておいた方がいいと思います。

4.3 rm ファイルへの変換 (Step3)

MPEG や AVI ファイルといった動画ファイルを rm ファイルに変換するには、RealNetworks 社⁴から提供されている Real Producer (Helix Producer) を利用すればよいでしょう。これには無償版の Real Producer Basic⁵と編集機能を備えた有償版の Real Producer Plus とがありますが、ほとんどの場合、ビデオ編集作業はビデオキャプチャボードに添付されているソフトで行うことになるでしょうから、rm ファイルへの変換機能のみを備えた Real Producer Basic で十分でしょう。

Real Producer Basic の使い方は簡単で、ビットレートを設定 (図 2) して、[Encode] ボタンをクリックすれば後は待つだけです (図 4)。こうすることにより、例えば、sample.mpg という MPEG ファイルは Real Producer により RealMedia 形式 sample.rm に変換されます。なお、rm ファイルを整理しやすくするためにも、また、受信者に著作権があることを示すためにも、[Encode] ボタンを押す前に受信者のプレーヤーに表示されるファイル情報を記入しておいた方がいいでしょう (図

⁴<http://www.jp.realnetworks.com/>

⁵RealNetworks 社のホームページより入手できます。

3).

ちなみに、筆者は Real Producer 9 を利用していますが、現在 (2004 年 2 月 5 日) では Real Producer 10 がリリースされています。

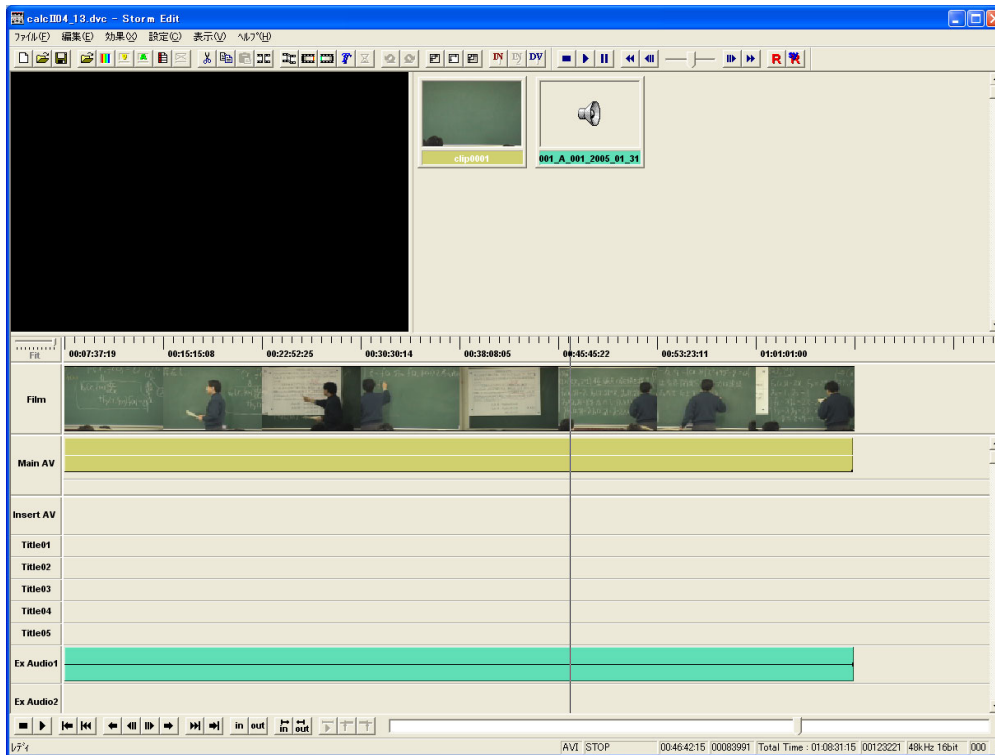


図 1: Storm Edit による編集画面

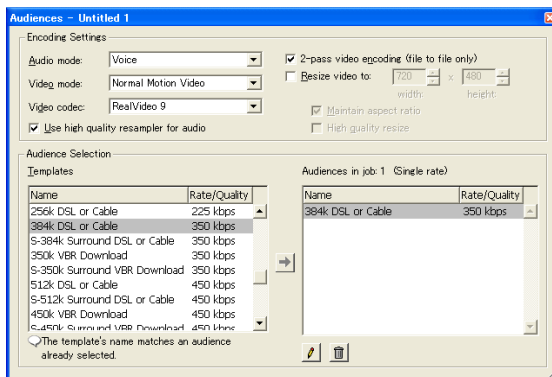


図 2: ビットレートの設定

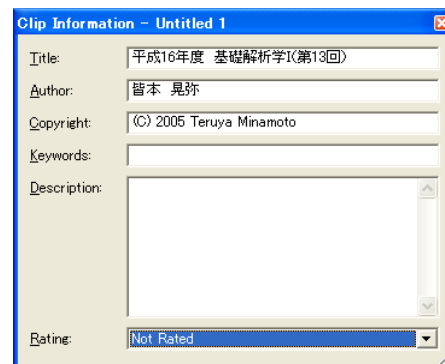


図 3: rm ファイル情報の設定

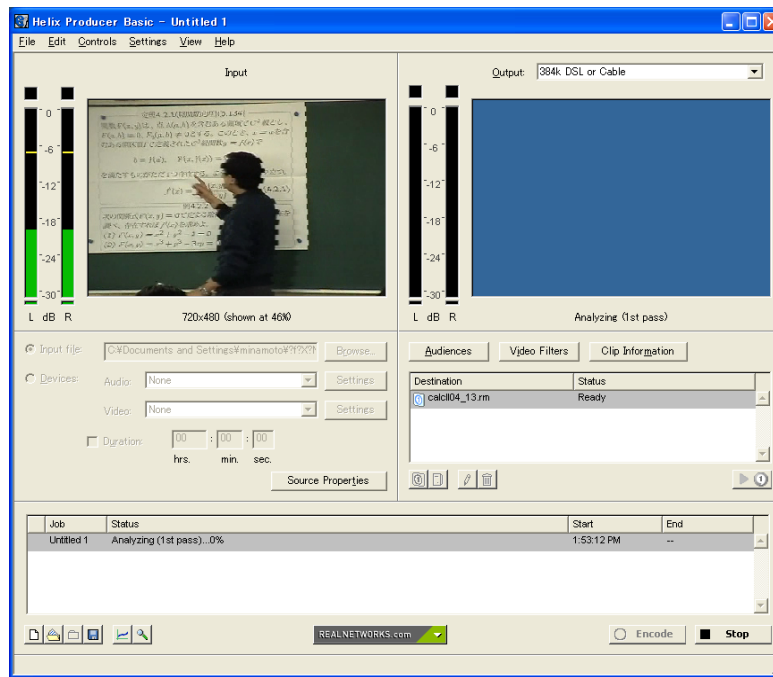


図 4: RealMedia 形式への変換の様子

4.4 配信 (Step4)

RealMedia 形式のファイルを配信するには Real Server (Helix Server) が必要で、現在のバージョンは Helix Server 10 です。また、Real Server には Helix Server と Helix Universal Server とがあり、前者は RealVideo 10 と RealAudio 10 のみ配信可能であるのに対して、後者は RealAudio、RealVideo、Windows Media、Quick Time を含む 55 種類以上のデータタイプが配信できます。これらはアカデミックプライスでも 30 万円以上しますが、無償版のストリーミングサーバには、Helix Server Basic⁶があります。これは、Helix Server と同様に RealAudio 10 および RealVideo 10 のみストリーミング配信が可能ですが、同時配信上限が 5 ストリームで、使用可能期間は 1 年間であるという制限があります。今回はこの旧バージョンである Helix Universal Basic Server 9 を利用したのですが、基本的な使い方は Helix Server Basic になってもほとんど変わっていないようです。ちなみに、Helix Universal Basic Server 9 は RealVideo 9 と RealAudio 9 のみが配信可能で、同時配信上限は 1Mbps です。

本稿では、具体的なサーバ構築法については何も述べませんが、RealNetworks 社のホームページにある「初心者から上級者まで画面を見ながら楽しく学べるストリーミング講座」(RealVideo 形式、英語による解説) や「Linux による Streaming 入門」(PDF 形式、日本語) を見れば簡単に⁷ストリーミングサーバの構築ができると思います。特に「Linux による Streaming 入門」はよく書けています。この解説書は 2004 年 7 月 12 日に公開されたのですが、Helix Server の入手方法、セットアップ方法をはじめ、最終的に Real Producer を用いたライブ配信を RealPlayer で視聴できる

⁶Helix Server Basic は RealNetworks 社のホームページから入手できます。

⁷時間的にすぐにはできるという意味ではありません。内容は簡単なのですが、丸 1 日は必要だと思います。

ようになるまで、ステップ・バイ・ステップで解説しています。昨年、私が講義ビデオ配信を始めるときには、講義ビデオを作成したりサーバを構築したりする際に、試行錯誤しなければならないことが何度かあったのですが、そのほとんどはこの解説書に書かれていました。この解説書があれば全くといっていいほど考えることなく rm ファイルの作成とストリーミングサーバの構築ができると思います。

以上の説明だけでは全体の流れをイメージしづらいかもしれませんので、これらの手順を図にしておきます (図 5)。

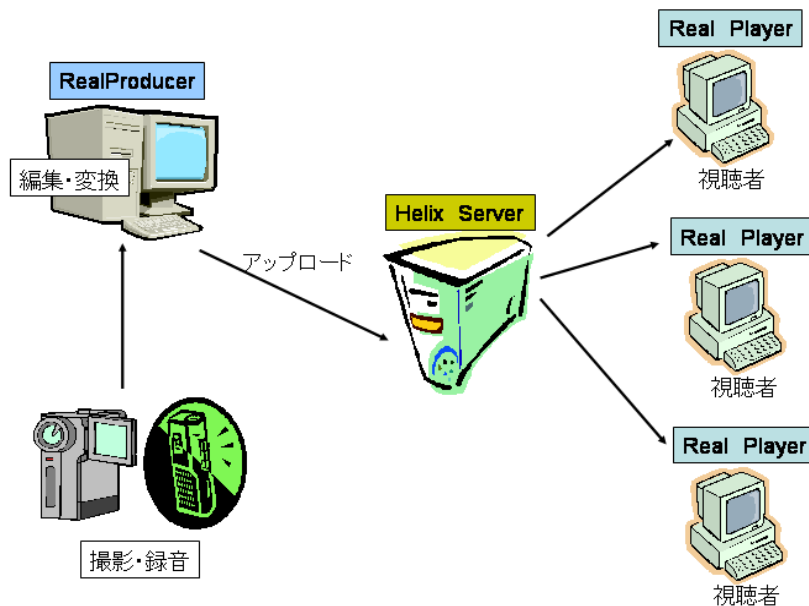


図 5: ストリーミング配信例

なお、Helix Server は rtsp(RealTime Streaming Protocol) を使って RealMedia 形式のファイルを配信するので、各研究室や各学科でプロトコルを制限している場合は rtsp プロトコルを使用できるようにネットワークの設定をする必要があります。

ここまで、ストリーミングサーバについて述べてきましたが、実は、オンデマンド型だけでいいのならば Web サーバを利用して RealMedia 形式のファイルを配信することができます。この場合、HTTP プロトコルを使って rm ファイルを配信することになります。これを行うには拡張子 ram の ram ファイル (例えば sample.ram) を用意して、これに配信させたい rm ファイル (例えば sample.rm) を記述します。

ram ファイルの記述例

```
http://www.ma.is.saga-u.ac.jp/minamoto/video/sample.rm
```

HTTP プロトコルを利用した配信だとストリーミングサーバを構築する必要はなくなりますが、同時配信数の制限がないため、ネットワークへの負担が極端に大きくなります。そのため、このよう

なことは極力やめてストリーミングサーバを構築した方がいいでしょう。

5 講義ビデオ作成と配信の実際

それでは、講義ビデオ配信用の rm ファイルの作成手順について具体的に述べていきましょう。平成 15 年度に実際に行った講義用 rm ファイルの作成手順はおおよそ次の通りです。

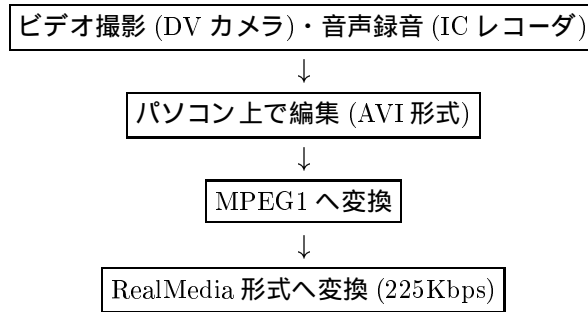


図 6: 講義ビデオ作成手順

ビデオ撮影は研究室の学生がボランティアとして行ってくれました。また、講義ビデオにおいて教授者の説明がより明瞭に聞こえるように、音声は教授者が携帯している IC レコーダでも録音し、ビデオ編集時にはこの音を使うようにしました⁸。

ビデオ編集作業は、講義のポイントが教授者にしか分からないため、教授者自身で行うのが望ましく、今回はこの考えに基づいて筆者自身が行いました。なお、図 6 にある途中の MPEG1 への変換は必ずしも必要ではありませんが、MPEG1 に変換していた方が編集済みファイルを Real Producer Basic で rm ファイルへ変換する時間を短縮できるため、このようなことをしました⁹。また、RealMedia 形式へ変換する際のビットレートを 225Kbps としたのは、講義ビデオの視聴者が板書の文字を十分に読み取れる最低のビットレートが 225Kbps であると経験的に判断したためです。ちなみに、平成 16 年度は MPEG2 に変換したのち 350Kbps の RealMedia 形式に変換し、HTTP プロトコルを使って講義ビデオを配信しています。このようにした理由は、350Kbps の方が画質がいいことと、平成 15 年度の学生アンケートやアクセスログを見る限り、同時アクセス数が 4 ストリームを超えることはほとんどないと考えられるからです。ビットレートを 350Kbps にしても 4 ストリームを超えなければネットワークにも大きな負荷とはなりません。

参考までに、今回利用したサーバの主なハードウェアとソフトウェアを以下に示します。

サーバのハードウェア インテル Xeon プロセッサ 2.4GHz, RAM2GB, 1000Base-T

サーバの OS Red Hat Linux 8.0

⁸実際の作業では、ビデオカメラのマイクで録音した音に IC レコーダで録音した音を重ねていき、最後にビデオカメラの音を削除します。

⁹オリジナルの AVI ファイルサイズが 10GB あったとしても、それを変換してできる MPEG のファイルサイズは 800MB 程度に抑えられるため、Real Producer が扱うファイルサイズは 800MB 程度で済みます。もちろん MPEG ファイルへの変換も MPEG エンコーダ専用のボードをパソコンに装着しておかなければ MPEG 変換作業に時間がかかってしまいます。通常、専用ボードを装着していれば、オリジナルファイルの内容とほぼ同じ時間で変換が可能です。

ストリーミングサーバ Helix Universal Basic Server 9

RealMedia 変換ソフト Helix Producer Basic 9

WWW サーバ Apache 2.0.40

講義ビデオを配信するために、科目毎にホームページを用意(以後、講義ページと呼ぶ)しました。そこでは、講義ビデオだけでなく毎週配布する講義資料や小テストの解答、中間テストや定期試験の解答を PDF ファイルにして掲載しました。これらを利用した復習時の画面例を図 7 に示します。なお、講義ページには学内からのみアクセス可能にし、ユーザ認証によるアクセス制限を設けました。

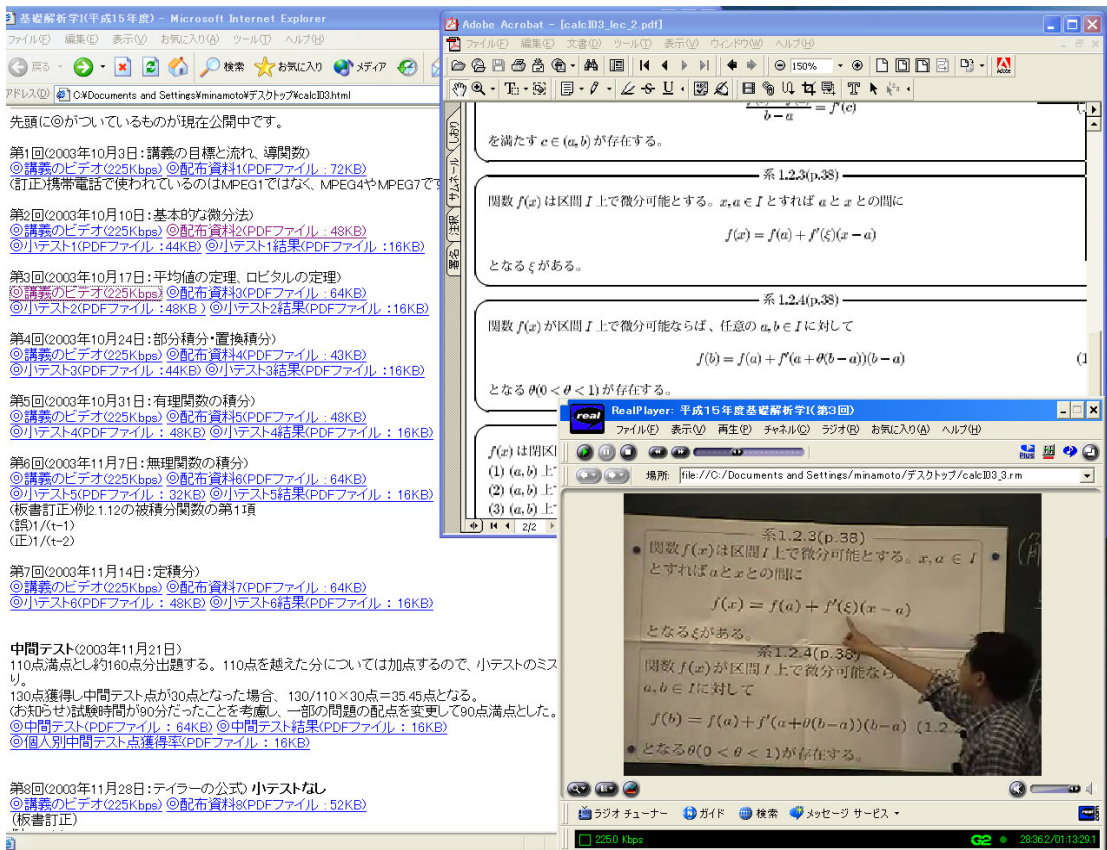


図 7: 講義ページの利用例

6 講義ビデオ配信に関わる時間コスト

今回のように講義ビデオを配信する際には、通常の講義計画や板書計画に加え、次のようなコストが発生します。なお、丸括弧内は 1 回の講義に必要な時間の目安です。

- (1) 教材の作成 (3 時間)

(2) ホームページのメンテナンス (1 時間)

(3) ビデオ編集およびストリーミング形式への変換 (3 時間)

ここで (1) の教材とは、毎週配布される講義資料や小テストのことで、講義ビデオは含みません。

(1)~(3) のうち、2 年目以降コストが下がるのは (1) だけです。とはいうものの、編集作業は慣れれば時間短縮が可能であり、ストリーミング形式への変換についてはほとんどが待ち時間なので、スケジュール管理をうまくすれば、その時間に他の仕事をこなすことができます。また、放送大学のように同じ講義を数年にわたり配信する場合は、さらに (3) のコストを下げることもできるかもしれません。

7 講義ビデオの効果

今回は数学科目で講義ビデオの配信を行いました。これに関して学生アンケートを行いましたので、その結果の一部を紹介します。

表 1: ビデオの視聴回数

ビデオを見た回数は?					
科目名	7 回以上	5~6 回	3~4 回	1~2 回	なし
基礎解析学 I	1.6%	4.0%	8.9%	18.5%	58.1%
基礎解析学 II	1.7%	2.5%	9.9%	21.5%	61.2%

平成 15 年度の合格率は平成 14 年度の合格率に比べ約 10% 上がりましたが、これが全面的に講義ビデオによる効果であるとは言いがたい面はあります。というのも、ログを見る限り、合格者の多くは講義ページを活用しているといえるのですが、アクセスが多かった学生はもともと合格するくらい真面目だった可能性もあるからです。とはいえ、講義ビデオが合格者の学習の手助けになっているといえるでしょう。このことは、基礎解析学 I・II の合格率とそれらのビデオを 1 回以上見たという学生との割合がほぼ同じであるという点からも伺い知ることができます。また「講義ビデオを見ないで質問してはいけない」と普段から学生に言っていたせいか、学生の質問レベルは徐々に上がってきたと思います。質問に来る学生のほとんどが何らかの結果や考えを出して質問するようになりました。さらに、平成 14 年度まではよく見られた「聞き逃したのでできません」「休んでいたのだから分かりません」といったような言い訳もなくなりました。

最後に、今回のような講義ビデオ配信の継続に関するアンケート結果を示します。

表 2: 講義ビデオの継続について

講義ビデオの配信を続けるべきか?					
科目名	1	2	3	4	5
基礎解析学 I	37.1%	16.1%	34.7%	2.4%	0.8%
基礎解析学 II	44.6%	22.3%	27.3%	0.0%	2.5%

1:続けた方がよい, 2:できれば続けた方がよい, 3:どちらでもよい, 4:どちらかという止めた方がよい, 5:止めたほうがよい

表 2 から分かるように, 半数以上の学生がビデオ配信の継続を望んでいますが, この数字を高いと見るか低いと見るかは判断が分かれるところです. 情報系学科としては低い数字といえるかもしれませんが, また, 講義ビデオの配信は, 真面目な学生には有効な学習支援となり得ますが, その一方で, いわゆるサボりを助長する可能性もあるため, 慎重に対応することが望まれます.

参考文献

- [1] 皆本晃弥: プレディッドラーニングと強制的な自習による大学生の数学学力向上について, 佐賀大学知能情報システム学科研究報告, No.2, 2004 年,
<http://www.ma.is.saga-u.ac.jp/minamoto/TR/isreport.html> .