

VOD 型テキストを活用した「音の分析」実験

1 授業のねらい

物理学実験は学生自身が実験を通して能動的に物理現象を体感し物理の理解を深めていく典型的な学習モデルであるが、以下に列挙したような問題点がしばしば指摘されている。①比較的簡単な題材を用いて多くの学生を同時に対象とする一斉実験スタイルよりは、少人数の学生が取り組む個別実験スタイルの方が圧倒的に多く、同時に指導しなければならない実験題目数に見合ったインストラクターの人的資産を十分につぎ込むことができないため、装置の不具合や、実験手順に疑問を持った学生に対して、直ぐさま個別に対応して解決することが難しい状況がある、②実験テキストに示された手順に機械的にしたがって、データだけを先に取って後で解析すれば良いと考えて実験を行なう学生が少なからずいる、③物理系のカリキュラム設計では、しばしば、物理学実験と対面講義授業が別途に考えられ、講義で得た物理の理解を物理現象の実験を通して深化させること、あるいは逆に物理現象を実験することを高度な物理概念の理解の導入にするといった「講義と物理学実験の連動性」については関心が払われていないことが多く、物理学実験本来の教育効果を十分に引き出せていない場合がある。

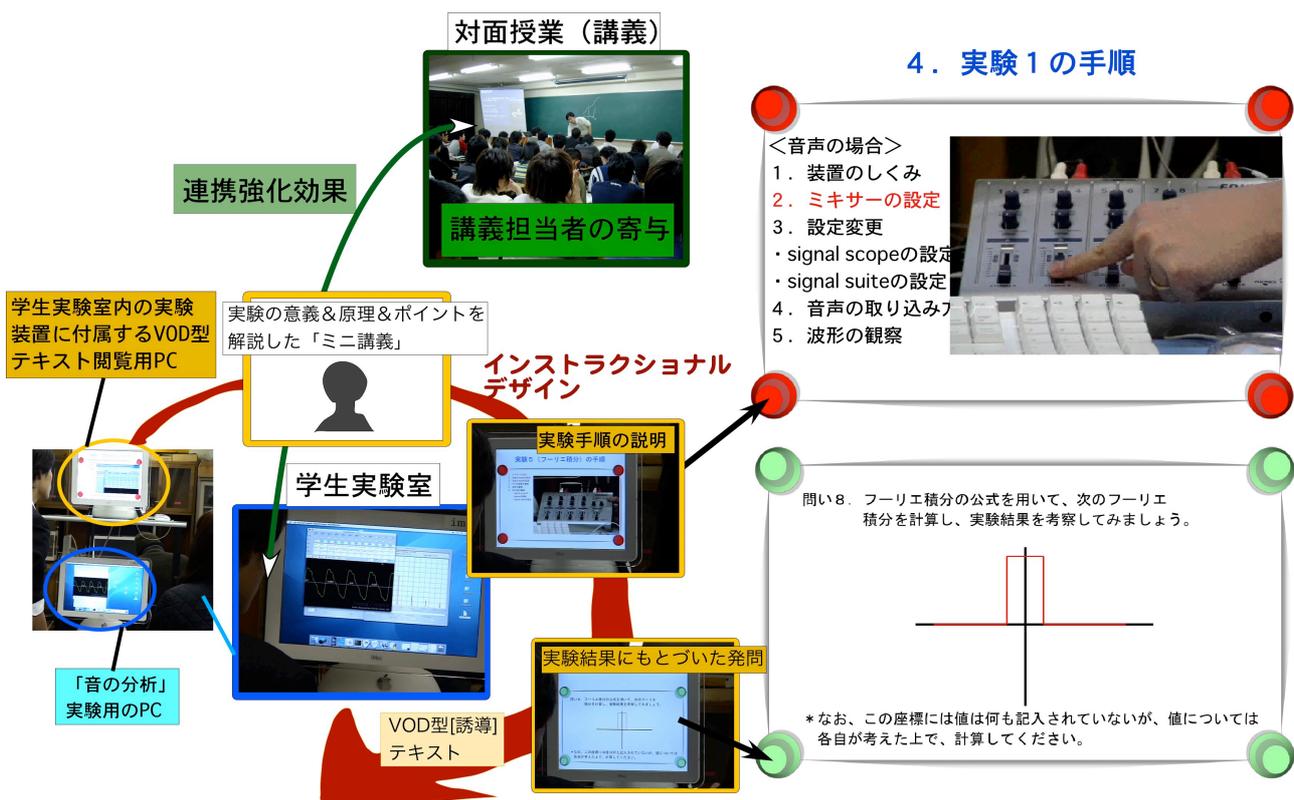
本稿では、これらの問題点を踏まえ、従来の紙ベースのテキストに代わり、メディアリッチな Video-On-Demand (VOD) 型テキストを、物理学実験題目「音の分析」に導入した事例を紹介する。

2 シナリオ

「音の分析」は東京理科大学理学部物理学科 2 年生の必修科目である「物理学実験 2」の実験題目の一つで、2 人一組で、学生実験室において 3 時間の実験を 2 週にわたり行い、その翌週に結果について 15 分程度の口頭発表が課されるスタイルを取っている。普段、耳にする音（声／携帯電話着信音／モノコード）や（ソフト的に）発生させた様々な波形（サイン波、三角波、矩形波、etc）を耳で聞き、その波形を（ソフト）オシロスコープを通して目で見ながら、波形解析汎用ソフトを用いてフーリエ分解し、それをまたフーリエ再合成する実験であり、言わば物理数学における「フーリエ変換／逆変換」の内容を、音を用いて体感する実験である。なお、実験用の計測 PC を駆使するこの実験題目の成り立ち自身が、IT 活用の典型であるが、ここではこの点については触れない。

3 IT 活用の詳細

導入した VOD 型テキストは、学生実験室内の「音の分析」の実験装置に付属する VOD 型テキスト閲覧用 PC からの閲覧を前提としたパワーポイントベースの電子テキストである。問題点①の緩和のために、数十秒程度の動画を多用して**音声**ナレーションとともに、従来の紙ベースのテキストでは伝わりにくかった詳細な装置の成り立ち、**実験の手順**の提示を行ない、問題点②の緩和のために、得られた**実験結果にもとづく発問**を適時行なって学生に考察させるプロセスを繰り返しながら理解を誘導するインストラクショナルデザインをした**誘導型テキスト**の構成を取っている。



VOD 型テキストを基軸とした物理学実験と対面授業（講義）との連携強化の模式図

実験を含む授業形態のうち、いわゆる「演示実験」とか「講義実験」と呼ばれるものは「講義と物理学実験の連動性」に軸足を置いた授業形態であり、学生の評価も高く、教育効果をあげているが、単発のデモ実験ないし学生自身による簡易実験であるゆえに、現象に対する驚きとライブ性があっても定量性を積み重ねる「じっくり型の実験」には適さないといったジレンマがある。「物理学実験」の題目の多くはこの「じっくり型の実験」であり、「演示実験」や「講義実験」において受講者全員に同時に与えられる懇切丁寧な説明を、VOD 型テキストを活用して、物理学実験で個別に、随時に与えること（文字通り VOD の On Demand 特性）により、「じっくり型の実験」からなる物理学実験において初めて得られると考えられる実験技術、データ解析技術、定量的結果に基づく考察などの習得に、より高い教育効果を得ることが期待できる。

また、この事例では実践できていないが、解説者（スタッフ）が実験装置の前に立ち、自ら装置を動かしながら実験の意義、原理、ポイントを解説したものを撮影、編集してモジュール化した10分程度の「ミニ講義」部分を VOD 型テキストに組み込めば、上述したように従来の物理学実験の形態に「演示実験」や「講義実験」の持つ長所を導入できるばかりでなく、通常は別途に考えられる傾向にある「講義」と「物理学実験」の連携強化を必然的にもたすことが期待できる（問題点③の緩和）。

具体的には、VOD 型テキストの「ミニ講義」部分について、個々の実験項目が、

- ① どのような物理現象を体感させて、どのような物理の内容をどこまで理解させようとしているか？
- ② その「物理の内容」は関連講義のどこで、どこまで話されているか？

といった各実験題目の「教育効果デザイン」の正確な現状把握を通して、実験課題作成者のみならず関連する内容の講義担当者をも VOD 型テキストの作成に巻き込んで、教員個人単位ではなく学科単位で FD の一環として取り組んでいくことができれば、これまであまり関心が払われていなかった「講義」と「物理学実験」の連携強化が VOD 型テキストを基軸にして必然的に高まり、講義のなかで実験課題を cite し、物理学実験のなかで関連講義を cite する流れが醸成され、連携強化効果が講義と実験の時期のずれによらず、理解の深化あるいは導入といった形で実現するはずである。

4 授業効果

東京理科大学理学部物理学科において、2004 年度から VOD 型テキストを試験的に導入した物理学実験題目「音の分析」のアンケート調査を通して得られた効果や問題点について触れ、今後のあるべき姿を考えてみる。まず、「VOD 型テキスト自身の効用」については、数十秒程度の動画を効果的に多用した VOD テキストによる「手順説明」はわかりやすく効果的であると好意的に受け止められた。その反面、VOD 型テキスト中に織り込んだ「学習の誘導」については、やや評価点が低い。個別の自由記述を見ると、「一本の筋道を追い過ぎ（やらされている、せかされている感じ?）」、「時系列で縛っている（c.f.紙媒体のテキスト）」、「自身で考えながら実験を進めることのできる学生には窮屈（考えない学生には OK?）」などがあり、VOD 型テキスト中に織り込んだ「学習の誘導」の難しさがあらわになった。さらに、物理数学の講義でフーリエ変換を学習するタイミング（前/後）が、実験の理解度を大きく左右する結果が、自由記述から明瞭に読み取れた。これは提案する VOD 型テキストの「ミニ講義」部分の重要性を支持する。さらに、「メディアの特性（紙.VS.画像）を考えたマテリアル構成」を考える必要性も見出された。テキストの紙媒体がないことへの不満が大きく、学生の多くは、携帯できる紙媒体に結局プリントアウトしてしまった。一般に、映像は体験させるには良いが蓄積保有するには向かないと言われているが、「画像（音声）情報」と「文字情報」のすみ分けとそれらの携帯性を考える必要がある。Ipod などの普及で最近注目されている Video Pod Cast などの新しい技術が提供する情報の携帯性は、これらのマテリアル構成の考え方を大きく変える可能性があり期待したい。

5 問題点

メディアの特性を考えたマテリアル構成や多様な学生に対して有効な「学習の誘導」の設計の難しさが見えて来たが、同様な試みが行われはじめており、有効な試みの一つであると確信する。VOD 型テキスト自身は動画のためサイズが数 G バイトの大きさを持ち、現時点では、学生実験室内の実験装置に付属する VOD 型テキスト閲覧用 PC にのみ格納されており、授業時に限らず学生が自宅・大学の PC から web ベースで実験室の外から閲覧できるようストリーミング配信の提供も必要である。また、各実験題目固有の支援ばかりでなく、誤差論や最小二乗法など複数の大学で共通に使える支援 VOD 型テキストなどにも目を向け、大学間で教育資産を共有していくこともさらなる課題になろう。