

# インストラクショナルデザインを用いた実験予習教材の開発および運用

○中務孝広<sup>A)</sup>、谷口泰広<sup>B)</sup>、池田将典<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> 部局系技術支援室 工学技術系第1技術課（情報通信）

<sup>B)</sup> 共通基盤技術支援室 情報通信技術系

## 概要

本学では、初年時における理科系学生（約 1000 人）を対象とした物理学の授業として、物理学実験が開講されている。この授業を受講する学生は、実験を円滑に実施するために、実験の内容や機器の使用法などをよく理解しておく必要があり、事前に実験テキスト<sup>[1]</sup>を熟読しておくことが指示されている。しかし、これまで使用したことのない実験機器や器具もあるため、テキストを読むだけでは操作方法や実験手順などが十分に理解できない場合もある。

教養教育院において、e-Learning 教材開発システム、教材学習管理システム、および教材配信システムを運用する自主学習支援 e-Learning プロジェクトチームが結成され、教材開発や運用等を実践している<sup>[2], [3]</sup>。本プロジェクトチームは、インストラクショナルデザイン（Instructional Design；以下 ID）の技法を用い、物理学実験における予習用ビデオ教材の開発を行った。予習としてビデオ教材を視聴することにより、学生は実験手順を効率よく理解することができるとともに、実験を安全に行うといった効果も期待できる。また、システムの運用においても ID の技法を用いることによって、自主学習の効果・効率・魅力向上を図り、教育の真のニーズを充足することができる。

物理学実験予習用教材について、ID による開発を実施し運用した結果を報告する。

## 1 はじめに

本学では全学教育を、独創的で自立した豊かな個性を備えた知識人を育成するために、それにふさわしい基礎教育及び教養教育を全学的な責任体制で実施する教育、と位置付けている。教養教育院は、全学教育のより一層の充実・発展をめざして、企画、立案、実施、評価等をおこなっている。また、より活力ある教育の実施が可能となるよう全学教育の主体的運営組織となっている。

物理学実験は、学部初年時の物理学の授業として、すべての理科系学部学科（理学部、医学部、工学部、農学部、情報文化学部自然情報学科）の学生に対して開講されている。実験の授業は、学部により違いはあるが、1年前期、1年後期あるいは2年前期に半年間実施される。この授業は、学生自身が主体的に実験を行うことに重点を置き、物理量の測定や現象の観察を自ら行うことによって、その背景にある法則についての理解を深め、基本的な測定の方法と原理、各種測定器の使用法などの実験技術を習得することを目的としている。

## 2 インストラクショナルデザイン

ID とは、教育活動の効果・効率・魅力を高めるための手法を集大成したモデルを応用して学習支援環境を実現するプロセスのことである<sup>[4]</sup>。学習支援環境を実現するプロセスの一つとして、「分析」、「設計」、「開発」、「実施」、「評価」で分類される教育活動の一連の流れがあり、「ID プロセス」と呼ばれている（図 1）。この ID プロセスの各フェーズを実行していく際には、常に前のフェーズへのフィードバックを行いながら、

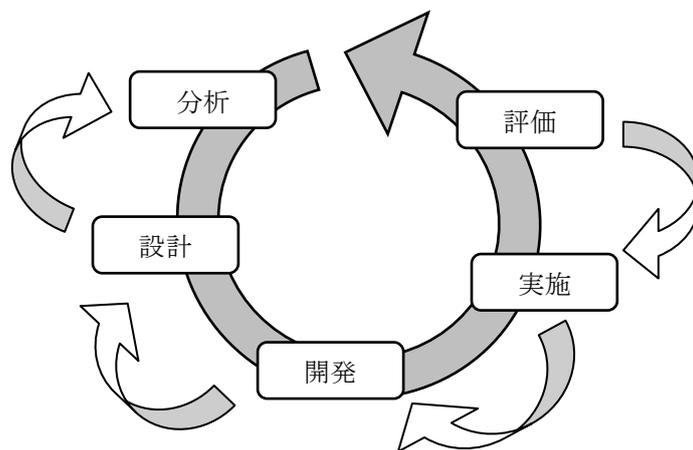


図1. IDプロセス

次のフェーズへの事前準備を行う。この教育活動の効果・効率・魅力を高めるための手法を、物理学実験の予習教材に適用したので、各フェーズにおいて具体的な実施手順を次に示す。

### 3 分析

分析フェーズでは、最初にニーズ調査を行う。ニーズ調査の目的は、目先の困ったことではなく、問題を根本的に解決するために必要な要求をとらえることである。

授業担当者からの要求としては、実験をする際に安全かつ効果的に実施することであった。この問題の解決策として、学生は予習をすることで実験装置の操作や実験手順をあらかじめ理解しておくことがある。実験手順等の予習がされていると、開始時間が早くできること、実験時間内に終了すること、そして安全に実験を実施すること、が可能となる。

次に、ニーズ調査で明確になった内容を詳細に分析して、現状と望まれる状況のギャップを明確にし、そのギャップを埋めることを目指す。操作や手順を学習するにはビデオ教材が最適であると考えられるが、教材制作の費用をあまりかけることはできない。自主学习支援 e-Learning プロジェクトチームは、これまでの教材開発や運用等の経験から、物理学実験における予習のためのビデオ教材を制作することは可能であると判断した。したがって、教材制作を外注するのではなく内製化を目指すことにした。教材制作を完全に内製化することにより、不具合の修正が迅速に行えることに加えて、教材開発に関するノウハウの継承も可能となる。

### 4 設計

設計フェーズでは、教材開発プロジェクトを立ち上げることから始める。教材開発プロジェクトに必要な役割として、プロジェクトリーダー、ディレクター、SME (Subject Matter Expert ; 教員)、映像エンジニア (カメラマン)、コンテンツオーサー、ストーリーボーダー、シナリオライターがある (図 2)。教材制作ノウハウの継承をすることを考慮して、メンバーは実験テーマごとにそれぞれの役割を交代した。

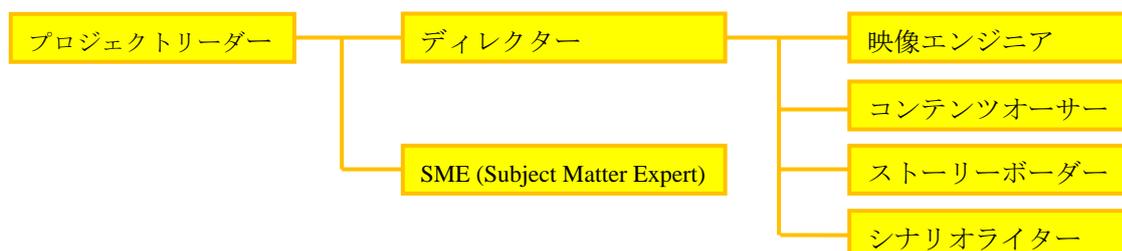


図2 教材開発プロジェクト

分析フェーズでの内容は、プロジェクト全員で共有することが重要である。学生の学習行動をどのように設計するか、それを実現するためにどのような教材構造にするか、メディアは何を組み合わせるのが最適か、等をメンバーで十分に検討して決定することになる。

物理学実験では、実験テキストとビデオ教材を併用して予習することで、最大限の効果となるように検討を重ねた。長時間になると、視聴する側の集中力が低下することや、自宅でもブロードバンドによるインターネット接続が増えているため、自宅からアクセスすることも想定して検討した結果、次の事項を決定した。

- ・ 動画を中心にした教材にすること
- ・ 一テーマあたりの時間は、およそ5分とすること
- ・ 実験手順の説明を中心にする
- ・ 内容が多くなると理解不足となるので、簡潔な説明にすること
- ・ 繰り返し視聴が可能となるよう、ストリーミング配信すること
- ・ 視聴するユーザを限定しないこと
- ・ 誰が視聴したかは記録できなくても良い
- ・ 公開後もビデオ教材の修正は可能であること
- ・ 修正が比較的容易な仕組みとすること
- ・ 開発作業時間もできるだけ短時間とすること

## 5 開発

開発フェーズでは、最初に具体的なコンテンツのシナリオおよびストーリーボードを作成する。シナリオの作成は、物理学実験を担当する教員に作成を依頼した。これは、内容を熟知している、注意する点を的確に説明することができる、等が主な理由である。ストーリーボード作成にも教員に協力をしてもらった。ストーリーボードに従って素材を作り、それらを組み合わせて教材を制作する。最後にストーリーボードどおりに作成されているかどうかを検査し開発を終了することになる。

また、開発設計をするにあたり教材開発技術の検討を行った。教養教育院では、自主学习支援 e-Learning システムを導入している。開発に使用したシステムの構成を次に示す (図3)。

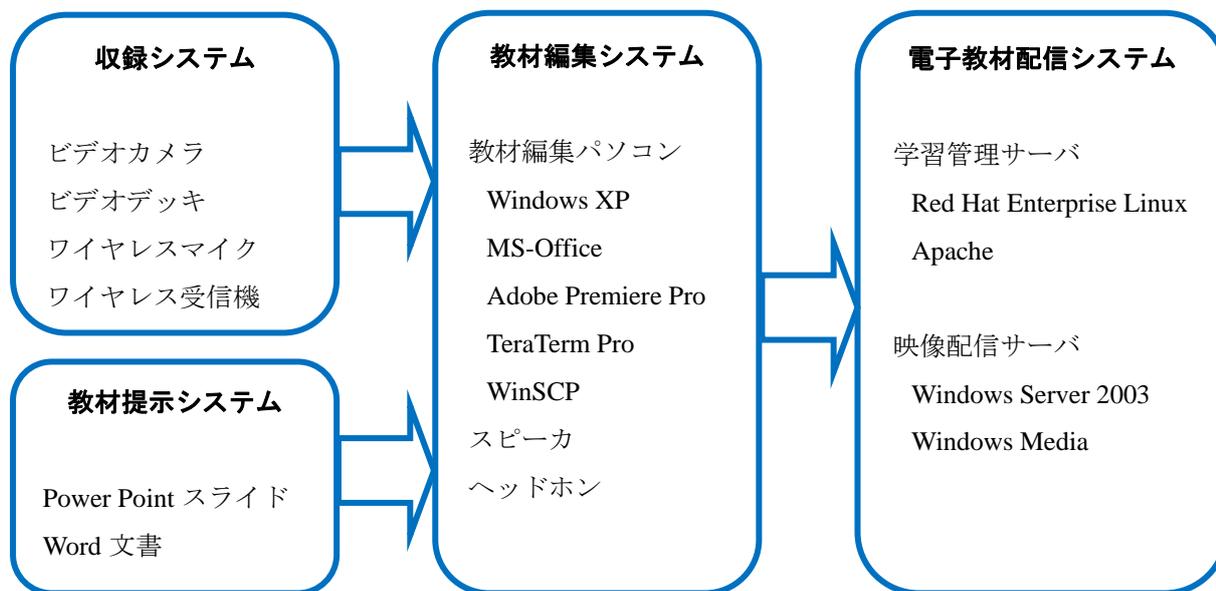


図3 自主学习支援 e-Learning システム

- ・ 収録システム  
ビデオカメラ、ビデオデッキ、ワイヤレス送受信機で構成される。
- ・ 教材提示システム  
PC とインストールされたソフトウェアで構成される。
- ・ 教材編集システム  
PC および教材編集のための各種ソフトウェアがインストールされている。
- ・ 電子教材配信システム  
管理サーバおよび教材を配信するためのサーバで構成される。

自主学习支援 e-Learning システムにおいて、最適な教材開発技術として使用した機器およびソフトウェアを表 1 に示す。

表 1 教材開発技術

教材開発	使用した機器・ソフトウェア
素材作成	収録システム
シナリオ作成	Microsoft PowerPoint
ストーリーボード作成	手描きの絵コンテ
ビデオ編集	Adobe Premiere Pro
Web ページ編集	教材編集システム
Web サーバ	Apache
教材サーバ	Windows Media Services

素材作成では、収録システムを使用した。使用する機材や装置を決定するほかに、撮影方法、撮影環境、動画に挿入する文字の種類や大きさ、映像とナレーションの同期等、できる限り詳細に決めておく必要がある。しかし、実際の撮影や編集の際に、未定義の部分や曖昧な部分が生じることも考えられる。そのため、最初にプロトタイプとなるビデオ教材を作成して、その評価を行った後に本番の撮影を実施した。

ビデオ編集では、教材編集システムの Adobe Premiere Pro を使用した。動画には、実験操作の注意点のような比較的長い文の字幕を重ねたり、2 台のカメラで撮影した動画を任意のサイズで合成することも行った。どの実験テーマにおいても実験手順の流れを考慮しながら編集した。公開されたビデオ教材をキャプチャした画像の一例を図 4 に示す。

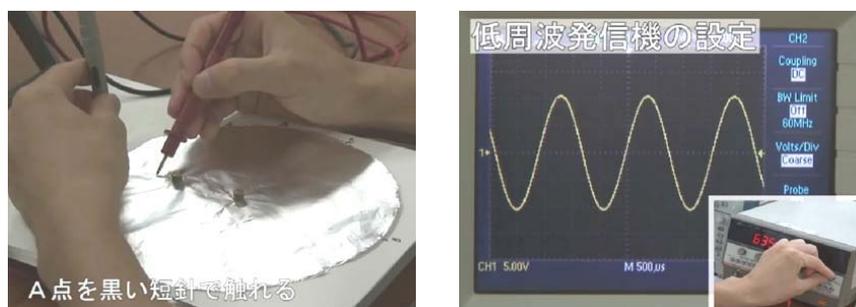


図 4 ビデオ教材の例

Web ページの作成は、教材編集システムにインストールされているソフトウェアを使用した。Web サイトは、学習管理サーバに構築したが、学習管理サーバのログインページとは別に、物理学実験予習講座専用のページ<sup>[5]</sup>を作成した(図 5)。学生はこのページにアクセスしさえすれば、事前の説明がなくても物理実験予

習教材を閲覧することができるよう、シンプルかつ感覚的に理解しやすい構成にした。また、トラブル時の対応の一つとして、学生が使用するパソコンが Windows であるとは限らないため、Mac でもビデオ再生を可能とする手順書を作成して掲載した。

## 6 実施

実施フェーズでは、システム運用管理と学習者支援を行う。

システム運用管理では、教材登録、受講者登録、システム保守を行うことになる。ビデオ教材は映像配信サーバへファイルをアップロードすることで、登録が完了するようにした。物理学実験を受講する学生を、学習管理サーバへ受講者登録することは行わなかった。学習履歴情報や統計情報を用いての評価が実施できなくなるが、ビデオ教材を閲覧するまでの手間を省略することが主な理由である。そこで、Apache のアクセス履歴を解析することにより評価することにした。電子教材配信システムは、連続運用することで、いつでもどこからでも予習が可能となるようにした。しかし、期間中2回の計画停電があったため、あらかじめ停止案内を掲載したうえで、システムの停止を実施した。

学習支援では、学習方法案内、受講者への各種支援を行う。実験テキストに Web ページの URL を記載することにより、学生への案内をおこなった。また、全学教育棟にある物理学実験の掲示板にも案内を掲示した。さらに、受講学生の半数の割合で、実験開始前に、プロジェクトによるビデオ放映を実施した。これにより、Web サイトへアクセスする誘導を行った。ビデオ教材公開後に聞き取り調査を行い、動画の不具合等があれば修正をして、直ちに教材を更新した。また、ビデオ再生ができない問い合わせに対しては、使用環境を調査して改善に努めた。さらに、実験期間中に2回の記名式アンケート調査も実施した。

学生の閲覧状況を把握するためのアクセス履歴は、Apache の logrotate の設定を修正して、1年間履歴が保存されるようにした。

## 7 評価

評価フェーズでは、教材の評価と学習の評価を行う。この評価プロセスが確実に実施され、その成果が分析のフェーズにフィードバックされることにより、ID プロセスのサイクルが完成される。これにより次の教材制作において、より良いものができるという保証につながる。

電子教材配信システムは、サーバへのアクセスが増加するに従い、表示が遅くなったり、動画の再生ができなくなったりする不具合が発生する可能性が増加するが、実験期間中何のトラブルもなく安定運用するこ

名古屋大学全学教育物理学実験ビデオ教材

名古屋大学全学教育物理学実験のためのビデオ予習教材へようこそ。いくつかの実験テーマについて受講生の皆さんの自習の便宜を図るために実験操作の内容に絞ったビデオを用意しました。再生ボタンをクリックしてください。

再生	重力加速度	
再生	等電位線	
再生	磁場中の電子の運動	
再生	固体の比熱	
再生	回折格子による光の波長測定	
再生	放射能の測定	
再生	オシロスコープ・共振現象	
再生	物性 - 液体窒素を使った実験 -	

このビデオはそれぞれの実験テーマの技術的な要点を5分程度にまとめたものです。物理の理論的な意味や実験の詳細な操作、レポートの作成方法などは実験テキストを参照してください。

学部・学系・学科によってどの実験テーマを行うかは異なります。担当教員の指示に従ってください。

お知らせ	動作環境
2008/9/29 オープン	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Windows Media Player 9 以上</li> <li>*Macをお使いの方は Windows Media Components for QuickTime をインストールすることにより Quick Time Player で再生することができます。インストール方法は <a href="#">こちら</a> (PDFファイル) を参照してください。</li> <li>*本講座は、全学教育棟サプラボのパソコンでも見ることができます。音声を聞く場合は持参のイヤホン/ヘッドホンをイヤホンジャックに挿してください。</li> </ul>

[お問い合わせ](#)

Copyright (C) 2008. All Rights Reserved.

図5 物理学実験予習教材 Web ページ

とができた。Web サイトは、物理学実験開始以前に公開され、公開後ただちに学生へ周知された。公開後の学習管理サーバへの一日における総アクセス数の推移を図 6 に示す。

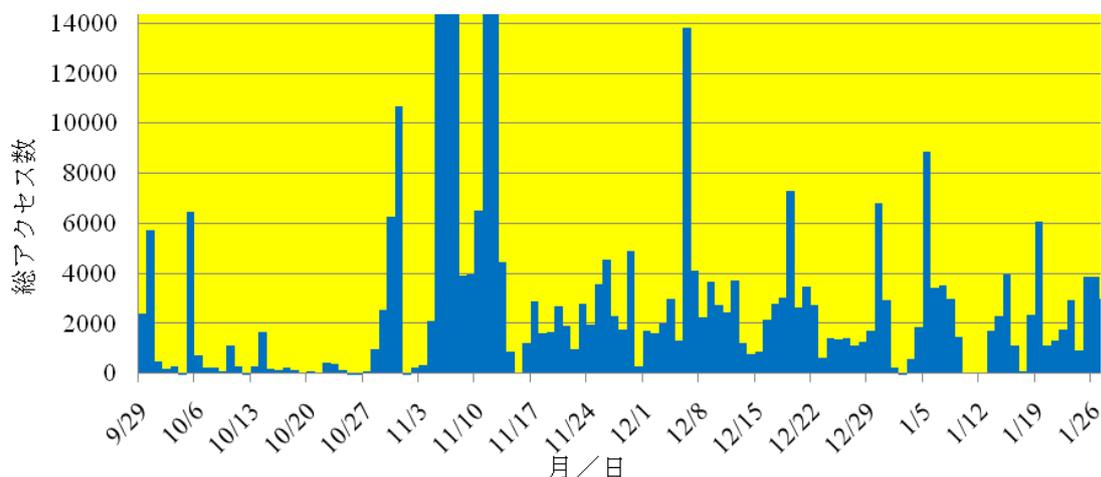


図 6 学習管理サーバの総 Web アクセス数

予習する学生が多くなることにより、教員や TA は学生への指導の時間が短縮され、学生は考察や追実験を行う余裕が生まれる。実験担当教員、TA からの感想も伺うことができ、高い評価を得ることができた。

## 8 まとめ

物理学実験予習用教材を制作した目的は、学生が実験を円滑に実施するために、実験の内容や機器の使用法をよく理解することである。物理学実験受講者のアンケート結果<sup>[6]</sup>によれば、2007 年度には 44% の学生が実験テキストを読んで予習をしていたが、2008 年度には 81% の学生がなんらかの予習をしていた。ビデオ教材の視聴は、40% の学生が視聴したと回答した。また、事前の実験手順に関する予習の有無により終了時間が大きく左右されると考えられ、2008 年度は 2007 年度に比較して 30 分程度早く終了するようになった。以上により、ID の技法を用いた物理学実験予習教材の開発と運用を実施することにより、目的を達成することができた。

## 謝辞

物理学実験予習用教材の開発にご協力いただいた、評価企画室の栗本英和教授、教養教育院の千代勝実講師、清水利文氏、および自主学习支援 e-Learning プロジェクトチーム各位に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 千代勝実監修, “物理学実験指針”, (2008)
- [2] 谷口泰広, 中務孝広, “名古屋大学における Opensource LMS の活用事例”, 平成 18 年度名古屋大学総合技術研究会 情報・ネットワーク技術研究会報告集, 68-71(2007)
- [3] 谷口泰広, 中務孝広, “インストラクショナルデザインを用いた TA 用教材の開発”, 第 3 回名古屋大学技術研修会報告, <http://www.tech.nagoya-u.ac.jp/event/h19/web/Ap102web.pdf>
- [4] 玉木欽也監修, “e ラーニング専門家のためのインストラクショナルデザイン”, (2006)
- [5] 名古屋大学全学教育物理学実験ビデオ教材, <http://olms.media.nagoya-u.ac.jp/pex/>
- [6] 千代勝実, 則竹俊宏, 中野まり絵, 西川太一, 栗本英和, “全学教育物理学実験のための e ラーニング用動画教材内製化とその運用”, 大学の物理教育, 現在投稿中