

ヨルダン国 教育省:

The Hashemite Kingdom of Jordan Ministry of Education

国際協力事業団: **Japan International Cooperation Agency**

ヨルダン国デジタル教材開発調査

**The Study on Digital Self-Learning Material
Development**

最終報告書

要約版

JULY 2003



ヨルダン国デジタル教材開発調査

最終報告書

要約版

目次

| | |
|-------------------------------|------------|
| 要約編 | IV |
| 1 概要 | 1-1 |
| 1.1 背景 | 1-1 |
| 1.2 目的と対象 | 1-1 |
| 1.2.1 目標と目的 | 1-1 |
| 1.2.2 受益者 | 1-2 |
| 1.3 調査の体制 | 1-2 |
| 2 教科書分析 | 2-1 |
| 2.1 目的と方法 | 2-1 |
| 2.1.1 目的 | 2-1 |
| 2.1.2 分析の方法 | 2-1 |
| 2.2 教科書分析の過程 | 2-2 |
| 2.2.1 デジタル教材化対象章の選択について | 2-2 |
| 2.2.2 分析の過程 | 2-2 |
| 3 コンテンツ設計 | 3-1 |
| 3.1 設計手順 | 3-1 |
| 3.1.1 作業の範囲 | 3-1 |
| 3.1.2 設計フォームと作業の位置付け | 3-2 |
| 3.1.3 調査団による講義 | 3-4 |
| 3.2 教材の基本設計・コース設計 | 3-5 |
| 3.2.1 基本設計作業 | 3-5 |
| 3.2.2 開発方針 | 3-6 |
| 3.2.3 コース設計作業 | 3-8 |
| 3.2.4 コース設計の成果物 | 3-9 |

| | | |
|----------|-------------------------|------------|
| 3.3 | 詳細設計..... | 3-9 |
| 3.3.1 | 作業の範囲..... | 3-9 |
| 3.3.2 | 詳細設計作業..... | 3-9 |
| 3.3.3 | レビュー..... | 3-10 |
| 3.3.4 | 詳細設計の成果物..... | 3-11 |
| 4 | 入札過程..... | 4-1 |
| 4.1 | デジタル自習教材開発の入札図書..... | 4-1 |
| 4.1.1 | 入札の目的と経緯..... | 4-1 |
| 4.1.2 | 入札図書の構成..... | 4-1 |
| 4.2 | 入札の評価..... | 4-1 |
| 4.2.1 | 評価項目..... | 4-1 |
| 4.2.2 | 評価手順..... | 4-3 |
| 4.3 | 開発機材の入札..... | 4-3 |
| 4.4 | トライアルデータ収集と統計処理の入札..... | 4-3 |
| 5 | デジタル自習教材の開発..... | 5-1 |
| 5.1 | 体制と開発工程..... | 5-1 |
| 5.1.1 | 体制と責任範囲..... | 5-1 |
| 5.1.2 | 開発管理..... | 5-3 |
| 5.2 | 受け入れ試験..... | 5-5 |
| 5.2.1 | 受け入れ試験の概要..... | 5-5 |
| 5.2.2 | 手順..... | 5-5 |
| 5.2.3 | 受け入れ試験の結果..... | 5-5 |
| 6 | 教材導入トライアル..... | 6-1 |
| 6.1 | パイロット校の選定..... | 6-1 |
| 6.1.1 | 学校の選定条件..... | 6-1 |
| 6.1.2 | 選定されたパイロット校..... | 6-1 |
| 6.2 | トライアルの準備と導入..... | 6-1 |
| 6.2.1 | 教師訓練の準備..... | 6-2 |
| 6.2.2 | 生徒用ワークブックの準備..... | 6-2 |
| 6.2.3 | デジタル教材の導入..... | 6-2 |
| 6.2.4 | ベースライン調査..... | 6-3 |
| 6.2.5 | 教師研修..... | 6-3 |
| 6.2.6 | 生徒の訓練..... | 6-3 |
| 6.3 | ベースライン調査..... | 6-5 |
| 6.3.1 | テストとアンケートの準備..... | 6-5 |
| 6.3.2 | テストとアンケートの実施..... | 6-7 |

| | | |
|----------|-------------------------|------------------------------|
| 7 | デジタル自習教材の評価..... | 7-1 |
| 7.1 | 評価方法..... | 7-1 |
| 7.1.1 | 目的..... | 7-1 |
| 7.1.2 | 実験条件の概要..... | 7-1 |
| 7.1.3 | 分析と評価..... | 7-2 |
| 7.2 | 評価結果..... | 7-3 |
| 7.2.1 | ベースライン..... | 7-3 |
| 7.2.2 | 学習効果の結果..... | 7-5 |
| 7.2.3 | 学習態度の結果..... | 7-137-137-12 |
| 8 | ワークショップ..... | 8-1 |
| 8.1 | ワークショップの準備..... | 8-1 |
| 8.2 | ワークショップの結果..... | 8-2 |
| 9 | 提言..... | 9-1 |
| 9.1 | 全体の計画..... | 9-1 |
| 9.1.1 | 政府の役割..... | 9-1 |
| 9.1.2 | 組織の展開..... | 9-1 |
| 9.1.3 | 計画..... | 9-4 |
| 9.2 | キャパシティビルディングと技術移転..... | 9-5 |
| 9.3 | デジタル教材の開発について..... | 9-5 |
| 9.3.1 | 開発管理..... | 9-6 |
| 9.3.2 | 教科書分析..... | 9-6 |
| 9.3.3 | 設計と仕様..... | 9-6 |
| 9.3.4 | 入札条件と選定過程..... | 9-7 |
| 9.3.5 | 教材開発手法..... | 9-7 |
| 9.3.6 | モニタリングとフィードバック..... | 9-7 |
| 9.4 | 将来への展望..... | 9-7 |

要約編

概要

ヨルダン・ハシェミット王国 (以後ヨルダンと略す) は、IT のインフラ整備とハードウェアの導入については、一定のレベルを達成したが、教育分野への IT 導入には依然多くの未達成領域が残っている。このためヨルダン政府は日本政府に対して 1985 年 7 月 16 日に調印した二国間の技術協力協定の一環として、「デジタル教材開発」を要請した。これに対して、国際協力事業団: Japan International Cooperation Agency (以後 JICA と略す) は、この開発協力を実施するため株式会社パデコ (以後パデコと略す) を選定した。パデコは 5 人の専門家から成る調査団を 2002 年 5 月にアンマンに派遣し調査作業を開始し、2003 年 5 月に終了した。

調査の目的

本調査の最終的な目標は、ヨルダンにおけるデジタル教材作成能力の向上である。調査団はカウンターパートと共同でデジタル教材開発を行い、その一連の過程 (分析、仕様設計、開発、導入・実施、評価) を通してカウンターパートへ技術移転を行った。具体的な目的は以下のとおりである。

- i. 11 年生 (日本の高校 2 年生レベル) の物理の 2 ヶ月分の教材をデジタル化し、これを他の教材のデジタル化のためのモデルとして提案する。
- ii. 教材のデジタル化によって教師中心の教授法から生徒主体の学習法への教育方法のシフトをはかる。
- iii. 生徒の意欲をひきだし、生徒が学習内容をより深く理解できるよう、デジタル教材を活用する。
- iv. 他の教材をデジタル化する際に、参照できるようなハンドブックを準備する。
- v. カウンターパートが他の教科をデジタル化できるように効果的、効率的に訓練する。

参加者

本調査では、教育省カリキュラム教材開発部と、トライアルを行った学校の教員・生徒が直接的な受益者であった他、1) 他の教師と生徒、2) 地方教員委員会のスーパーバイザー、3) 教育省の他のスタッフも裨益者であった。速やかな技術移転をはかり調査の目的を達成するために、教育相主導によりタスクフォースが結成された。メンバーは、カウンターパートである教育省カリキュラム教材開発部の職員、熟練した物理の教員、及び本調査団要員である。

対象教材

最初に行った教科書分析では、章・節ごとの学習目標、学習内容、学習活動を明確にし、デジタル化を容易にするため、「分析シート」を用いて適切な形式に整理した。デジタル化する教材の選定においては、1) 2003 年 2-3 月のトライアルの時期、2) デジタル教材として効果の期待できる内容であることが考慮された。結果として、9 章 (光) と 10 章 (波と振動) をデジ

タル化教材として選定した。

コンテンツ設計

教科書分析に続くデジタル自習教材の設計過程は、基本設計、コース設計、詳細設計という3つの段階で実施された。教材開発用にインスタラクショナル・デザインとしてまとめられた開発プロセスの理論と手法が、実地作業に適用され、カウンターパートに技術移転された。設計は、典型的なコンピュータソフトウェアの開発方法であるウォーターフォール・モデルに基づき、すべての基本設計とコース設計を詳細設計の前に終了させる方法をとった。しかしカウンターパートにとって、このような作業は不慣れであり、画面などの詳細設計を行う前にアウトラインを設計することは困難が予想された。このため、全教材を5グループに分け、はじめのグループがコース設計・詳細設計を実施し、全体の設計作業を理解した後で、残りの4グループが設計を実施した。

入札と開発

調査団は1) 開発用機材の購入、2) デジタル教材の開発、3) トライアルのデータ収集と統計処理のため、3回の入札を実施し、公正かつ透明な手順を通して、ヨルダンの企業を選定した。この過程で、カウンターパートは入札の実施方法を学び、応札会社もそのための知識を入手した。設計終了後、カウンターパートと開発会社 (Menhaj Technology) は、非常に緊密な協力により、デジタル教材の開発を実施した。プロジェクト(開発)の管理は、1) 作業管理、2) 品質管理、3) 工程管理、4) 体制管理、など様々な局面から行われた。このような管理体制とカウンターパートと開発会社の努力により、質・量ともに優れたデジタル教材が完成した。

デジタル教材導入のトライアル対象校

トライアル実施のための学校選択では、タスクフォースチームが、地域、性別、学生数、PCおよびインターネット環境の条件を定義し、カリキュラム教材開発部と協議の上、2つの男子高校(Omar Bin El-Khatib、Irbid Secondary)、2つの女子高校 (Al Jaloot、Noor Al-Hussein) を選択した。

トライアルの実施

トライアル準備として、実施を担当する教師の訓練、各学校でのデジタル教材のインストールとともに、生徒の特性・学力を調べるためのベースライン調査が行われた。これらの準備は問題なく完了し、2月18日から4月20日までの期間、おおよそ週3回の授業でトライアルが実施された。約400名の生徒が参加し、1) デジタル教材を使用した自習、2) デジタル教材をプレゼンテーションとして使用する通常の授業、3) 通常の授業、の3つのグループに分けられた。これらのトライアル期間中、カウンターパートは各学校の物理教師を支援した。

トライアルの結果

トライアル後に行った事後テストでは、1) デジタル教材を使用した自習のグループが最もよい得点を得た。2) デジタル教材を使用した自習のグループでは、難しい数式などに対する拒否反応がずっと軽減された。3) 多くの学生が今後ともデジタル教材で学習したいと希望して

いる、といった評価結果が得られた。

ワークショップの実施

本調査においてカウンターパートが得た知識や技術を広めることを目的とし、調査団は、2003年5月22-23日に、120名の参加者からなるワークショップを開催した。対象は、地方教育委員会の物理教師、情報教師およびスーパーバイザー、教育省職員で、デジタル教材の効果や、学校での活用について、本調査トライアルで得られた調査結果を報告した。

ITの教育分野での活用に関する提言

調査団は、本調査の結果を評価し、ITの教育分野での活用における、1)政府の役割、2)デジタル教材の開発、3)今後の活動(将来展望)について提言を行った。

- 1) 政府の役割: 教育省の役割を提示するとともに、開発のための組織化、包括的な計画や人間資源の開発計画の重要性も示唆した。
- 2) デジタル教材の開発: 実際にカウンターパートが直面した問題をもとに、i)開発管理と教科書分析の重要性、ii)より対象を絞った設計を行うことの重要性、iii)デモンストレーションを用いた公平な入札、iv)プログラマーやデザイナーとの良好なコミュニケーションを確保し効率的に開発をすすめる手段、v)効果的、効率的な評価を実施するための方法、について提言がなされた。
- 3) 今後の活動(将来展望): 本調査の経験に基づき、今後、i)個人の意欲を支援するような環境やシステムを提供して、教師や教育省の職員の育成を計画の中核に置き、ii)生徒の意欲を学習の中心に据え、それを支援するITシステムを明確に定義し、iii)デジタル教材以外の様々なITの活用方法を提供する、といった教育改革をすすめるならば、ITの教育分野での活用において、ヨルダンが世界のトップレベルに到達できる可能性がある。

1 概要

1.1 背景

ヨルダンでは、困難な経済状況を打破するため、国内産業の振興が重要な課題となっている。アブドゥッラー国王の主導により、IT ビジネスの振興、自由貿易の拡大、海外からの投資促進が進められてきた。人的資源開発は、これらの目的を達成する上で、非常に重要である。このため、IT 分野の教育振興だけでなく、それ以外の教科、特に理数系教科の教育改善においても IT を活用することを進めてきた。

これまでに IT のインフラ基盤とハードウェアの普及については一定のレベルを達成したが、まだ教育分野への IT 導入には多くの未達成領域が残っている。このためヨルダン政府は日本政府に対して 1985 年 7 月 16 日に調印した二国間の技術協力協定の一環として、「デジタル教材開発」を要請した。

これに対して、国際協力事業団:Japan International Cooperation Agency (以後 JICA と略す) は、この協力を実施するため株式会社パデコを選定した。そしてパデコは 5 人の専門家から構成される調査団を 2002 年 5 月にアンマンに派遣し、2003 年 5 月に終了した。

1.2 目的と対象

1.2.1 目標と目的

本調査の最終的な目標は、ヨルダンにおけるデジタル教材作成能力の向上である。調査団はカウンターパートと共同でデジタル教材開発を行い、その一連の過程(分析、仕様設計、開発、導入・実施、評価)を通してカウンターパートへ技術を移転を行った。具体的な目的は以下のとおりである。

- i. 11 年生の物理の 2 ヶ月分の教材をデジタル化し、これを他の教材のデジタル化のためのモデルとして提案する。
- ii. 教材のデジタル化によって教師中心の教授法から生徒主体の学習法への教育方法のシフトをはかる。
- iii. 生徒の意欲をひきだし、生徒が学習内容をより深く理解できるよう、デジタル教材を活用する。
- iv. 他の教材をデジタル化する際に、参照できるようなハンドブックを準備する。
- v. カウンターパートが他の教科をデジタル化できるように効果的、効率的に訓練する。

1.2.2 受益者

本調査の受益者は下記のとおりである。

- 1) 直接的な受益者
カリキュラム教材開発部 (カウンターパートとして)
経験のある物理の教師 (カウンターパートとして)
- 2) 間接的な受益者
個々の学校の生徒および教師
個々の地方教育委員会のスーパーバイザー
教育省の他のスタッフ

1.3 調査の体制

速やかな技術移転をはかり調査の目的を達成するために、教育相主導によりタスクフォースが結成された。メンバーは、カウンターパートである教育省カリキュラム教材開発部の職員、熟練した物理の教員、及び本調査団要員から構成された。タスクフォースメンバーの献身的な活動は、この調査の成功を導いた重要な鍵であった(図 1.3.1 参照)。

図 1.3.1 ヨルダンと日本の体制の関係

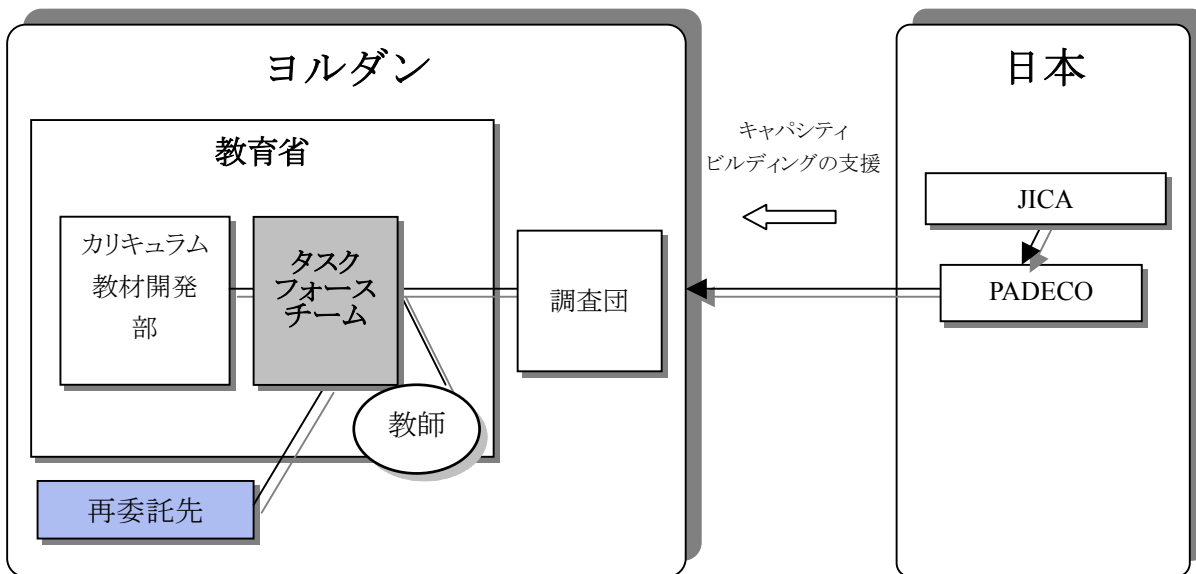


図 1.4.2 開発調査の最終工程表

様式-5

| | 平成14年度 2002年 | | | | | | | | | | | | 平成15年度 2003年 | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|----|----|----|----|------|-----|-----|-----|------|----|-------|-----------------|------|-----|---------|--|--|--|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | | | |
| | 準備 | | | | | | | | | | | | | | 国内 | | | | |
| 1 国内準備作業 | 第1次現地調査 | | | | | | | | | | | | 第2次現地調査 | | | 第3次現地調査 | | | |
| 1-1 調査方針、範囲、内容、手法、工程及び技術移転手法等の予備的検討 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-2 インセプションレポートの作成 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 第1次現地調査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-1 インセプションレポートの説明・協議 | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-2 タスクフォースの結成 | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-3 教科書の分析及びデジタル化のための教科内容の構築 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-4 デジタル教材発注仕様の決定 | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-5 入札図書作成 | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-6 ジョルダン国内民間業者の選定 | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| 2-7 プログレスレポートの作成・説明・協議 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 2-8 デジタル教材開発 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 2-9 デジタル教材使用マニュアル作成 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 3 第2次現地調査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3-1 デジタル教材完成品の検査 | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| 3-2 デジタル教材を使用による教授法の教員に対する訓練 | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 3-3 ベースライン調査の実施 | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 3-4 デジタル教材のSecondary Schoolでの試用 | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| 4 第3次現地調査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3-5 事後調査の実施 | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 3-6 デジタル教材試用結果の評価・分析 | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 3-7 提言 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 3-8 ワークショップの開催 | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 3-9 ドラフトファイナルレポートの作成・説明・協議 | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 5 第1次国内作業 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4-1 ファイナルレポートの作成 | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| 報告書提出 貴事業団との報告書検討会 | IC/R | | | | | PR/R | | | | 進捗報告 | | 進捗報告2 | | DF/R | F/R | | | | |

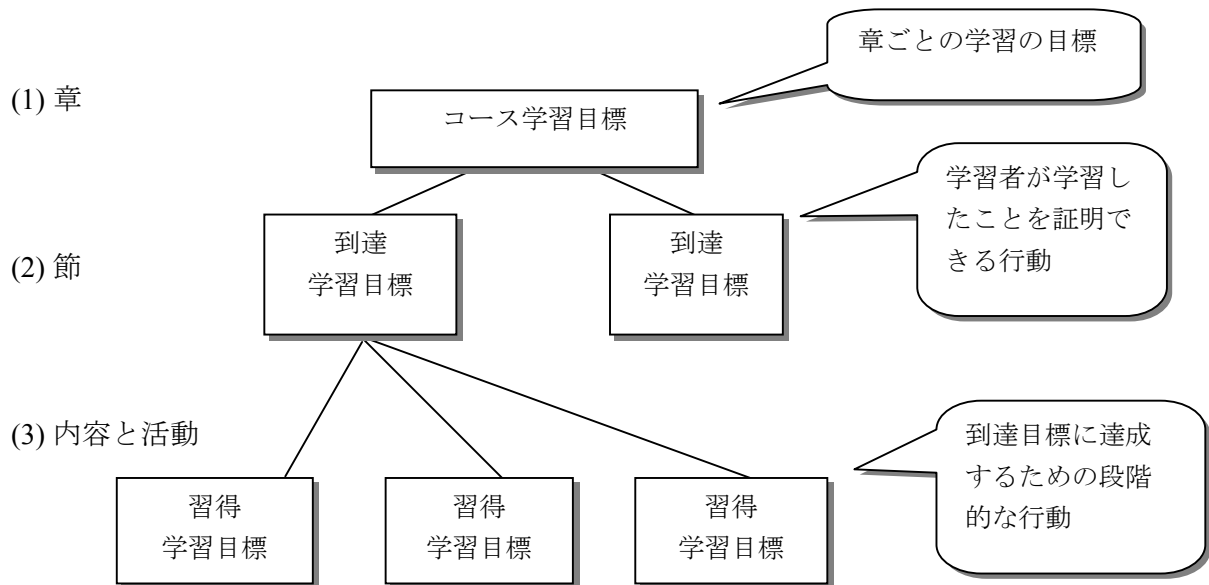
■ 現地作業 □ 国内作業 ■ 現地再委託調査

2 教科書分析

2.1 目的と方法

2.1.1 目的

教科書は階層的に章、節 (セクション) という構成をとっている。そして、それぞれが概念、規則・法則、定義、練習などの内容を含む。教科書分析では、各章、節の教育目標と、内容や学習活動を明確にし、デジタル化しやすいよう定型的な形式に整理することを目的とする。教育目標は下の図のように教科書の各階層で異なっている。



2.1.2 分析の方法

教科書分析の過程では、前述した目的のため分析シートを新たに作成した。一番目のシートには、各章毎に、その学習目標と教材の概要が記載された。

2.2 教科書分析の過程

2.2.1 デジタル教材化対象章の選択について

改定された 11 年生用の物理の教科書は 11 章から構成されている。その中からデジタル化するものに適した章を選択するにあたり次の点に注目した。

- 1) 2003 年 2-3 月のトライアルの時期
- 2) デジタル教材として効果の期待できるもの

結果として第 9 章 (光) と 10 章 (波と振動) が選択された。

2.2.2 分析の過程

調査団の役割は、教科書分析の工程を管理することと、分析方法を指導することであった。分析作業を支援するため、10 種類の分析シート(表 2.2.1 参照)を使用した分析の標準化のためのハンドブックを作成した。その後の打ち合わせを通じて、それぞれのシートが埋められた。分析結果はアラビア語の手書きで記入されたが、完成後、英語に翻訳されワープロ化した。

第一週目は、すべての学習目標をフォーマットに定義した。第二週目には、教授・学習内容、練習と問題、概念と用語および補助教材の定義を完了した。実際にフォーマットに合わせて成果をまとめるにあたり以下のような問題があった。

- 分析者は教科書のみ注目すべきか?
- 分析者は、シートにデジタル教材のイメージを示唆することを記述すべきか?

これらを考慮し、ハンドブックのフォーマットは使いやすいように分析担当者によって改版された。このハンドブックは、今後教育省が教材をデジタル化するとき、有効に活用されるものである。

表 2.2.1 分析フォーマット(シート)一覧

| |
|------------------------------|
| <u>分析フォーマットのタイプ: 学習目標の定義</u> |
| 教材の特定(学習目標と章の概要) |
| 到達学習目標 |
| 習得学習目標 |
| <u>分析フォーマットのタイプ: 内容と用語</u> |
| 教授-学習内容 |
| 教授内容リスト |
| 概念 / 用語 |
| <u>分析フォーマット: 問題と課題</u> |
| 問題と課題 |
| 問題課題リスト |
| <u>分析フォーマット: 補助教材</u> |

3

コンテンツ設計

3.1 設計手順

3.1.1 作業の範囲

教科書分析に続く、デジタル自習教材の設計においては、作業は a) 基本設計、b) コース設計、c) 詳細設計という3つの独立した段階からなる。これらはインストラクショナル・デザインと呼ばれており、この開発で用いられた理論や方法はカウンターパートに技術移転された。

1) 基本設計

基本設計は、全体的な開発方針を決定するとともに、e-learning システムやコンテンツの初めのアウトラインを定義するものである。このアウトラインは、学習環境、国家的な学習指導要領や教育方針、対象となる科目の特徴によって決定された。

2) コース設計

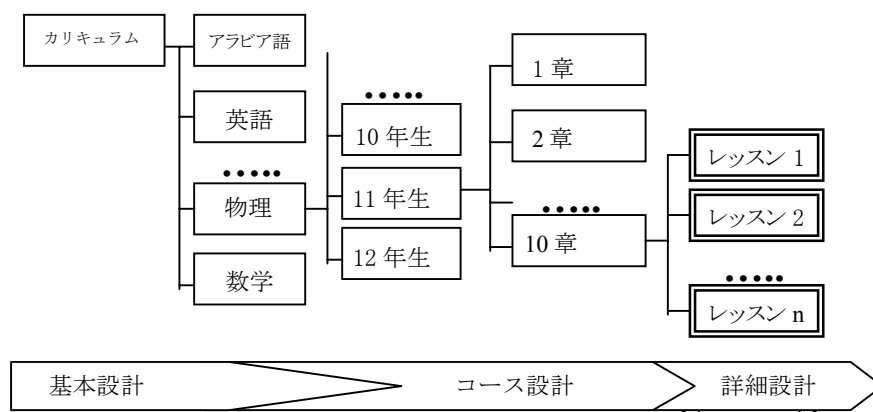
コース設計はコンテンツの構造と教授方法を定義するものである。本調査においては、教科書の内容を、デジタル教材の単位(レッスン)に分割し、それぞれのレッスンごとの教授方法を決定した。

3) 詳細設計

詳細設計は画面、問題、アニメーション、ナレーション、映像、シミュレーションとそれらの学習系列から構成される。

図 3.1.1 はこの3つの異なるデザイン段階を示している。

図 3.1.1 設計フェーズの関係



3.1.2 設計フォームと作業の位置付け

インストラクショナル・デザインは、e-learning とデジタル教材の開発や管理方法を集合したもので、設計フォームや管理フォームを含む。調査団はプロジェクト用にこれらのフォームを作成し、その後、各設計段階では、このフォームに基づいたドキュメントが作成された。

設計は、図 3.1.2 に示すとおり、典型的なコンピュータの開発手法であるウォーターフォール・モデルに準じて行われた。

表 3.1.1 はすべての文書フォームのリストである。

図 3.1.2 設計ドキュメントの関係

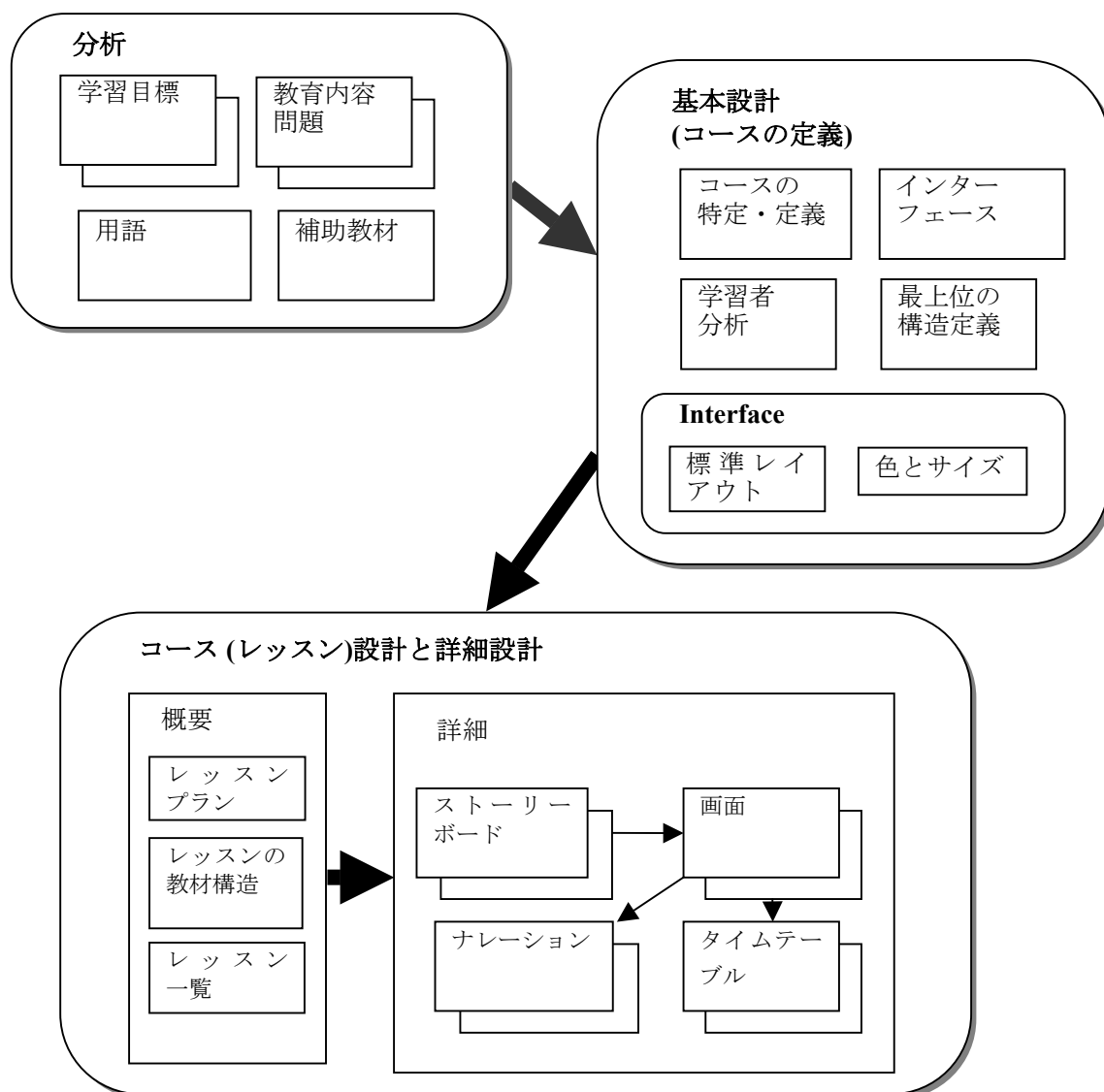


表 3.1.1 設計フォームと作業分担

(作業分担 ** 責任者 ++ 作成者 -- 査読者)

| フェーズ | 文書名 | ファイル名 | 用途 | 作業分担 | | |
|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-------------|--------------|------|
| | | | | JICA-PADECO | カウンター パート | 再委託先 |
| 基本設計 | Infrastructure | P_Infrastructure.doc | パソコン、ネットワーク環境と開発ツールを記述 | ** | -- | |
| | Specification of Course | B_SpecCours.doc | コースの仕様を記述 | ** | -- | |
| | Lesson List | B_LessonList.doc | レッスンの概要を記述 | -- | ** | |
| | Top Level Cluster | B_Cluster.doc | コースの最上位の教材構造を記述 | ** | -- | |
| 基本設計(インターフェース) | Common Layout | B_Layout.doc | 共通画面レイアウトを記述 | ** | -- | ++ |
| | Color &Font | CD_ColorSize.doc | 色とフォントを記述 | ** | -- | ++ |
| コース設計 (レッスン) | Lesson plan | B_LessonPlan.doc | レッスンプランを記述 | -- | ** | |
| | Lesson Level Cluster | B_Cluster.doc | レッスンごとの教材構造を記述 | -- | ** | |
| 詳細設計 | Story board | CD_storyboard.doc | 教材の流れを定義 | -- | ** | |
| | Screen | D_screen.doc | テキスト、図等を定義 | -- | ** | |
| | Time Line | D_timeline.doc | 教材の提示順番を定義 | -- | ** | |
| | Narration | D_narration.doc | ナレーションを定義 | -- | ** | |
| | Glossary | D_glossary.doc | 用語集を定義 | -- | ** | |
| | Reference List | D_referencelist.doc | 補助教材を定義 | -- | ** | |

3.1.3 調査団による講義

調査団は、カウンターパートが、デジタル教材の設計者に必要な教育工学と IT に関する知識を、十分保有していないと判断し、彼らに訓練のための一連の講義を実施した(表 3.1.2 参照)。

表 3.1.2 講義スケジュール

| 実施日 | 講義タイトル | 分野 | | |
|------------|--|----|------------|-----|
| | | 教育 | e-learning | ICT |
| 2002/05/09 | Collaboration Tool | | + | + |
| 2002/05/12 | e-Learning Developing Tools & Software | | + | + |
| 2002/05/13 | Type of Contents | | + | |
| 2002/05/14 | Developing Methods & Cost | | | + |
| 2002/05/16 | Curriculum Analysis | + | + | |
| 2002/05/19 | Network Security | | | + |
| 2002/05/20 | Media and Delivery of Contents | + | + | + |
| 2002/05/21 | Phase of Contents Development | | + | |
| 2002/05/26 | How to Design Contents | + | + | + |
| 2002/05/26 | Multi Media Data | + | + | + |
| 2002/05/30 | Types of Question (Test) on Web | + | + | + |
| 2002/06/01 | Management & Detailed Design | + | + | |
| 2002/06/04 | International School Collaboration | + | + | |
| 2002/06/09 | Internet and Intranet | | | + |
| 2002/06/16 | Tips of Digital Material | + | + | + |
| 2002/06/19 | LAN and Sharing | | | + |
| 2002/06/24 | Case Study (Develop management) | | + | |
| 2002/06/26 | Detail of Project Schedule | | + | |
| 2002/06/30 | Standards of e-Learning | + | + | |

3.2 教材の基本設計・コース設計

3.2.1 基本設計作業

1) 学習操作環境の決定

個々の学校における i) ネットワーク(インターネットとイントラネット)、ii) パソコンの仕様を調査し、どのようなデジタル教材が使用可能であるか分析した。

2) 対象となる生徒・教師の決定

設計作業のため、生徒と教師について、物理の学力、IT 能力および動機を含む背景について調査を行った。

3) 開発方針の選定

タスクフォースチームは自習教材のための教育的ソフトウェアのタイプについて選択するとともに、開発ツールや開発ソフトウェアも選択した。表 3.2.1 は、一般的な教育ソフトウェアのタイプである。

表 3.2.1 学習ソフトの分類

| 区分 | 概要 |
|--------------|--|
| チュートリアル型 | CAIのように説明・問題を提示し学習が進んでいく。 |
| シミュレーション型 | 生徒がパラメーターや設定を変えることにより、事象などの確認ができるソフト。物理現象のシミュレーション等。 |
| ドリル型ソフト | 主として問題を回答していくことにより学習の定着をはかることを目的としている。 |
| 提示型ソフト | CG などを使用して、写真や静止画では理解しにくい内容を提示するような教材。惑星の動きや体内の様子など。 |
| ゲーム型ソフト | ある一定のルールに基づき、その中で能動的にゲームをすることにより学習を進める。 |
| 辞事典・図鑑 | ハイパーメディアを活用し、静止画・動画・音声を統合した辞事典・図鑑。 |
| ツール型ソフト | 生徒・学生が資料の作成・収集・整理・検索などを行う。 |
| エデュテイメント型ソフト | Education と Entertainment を併せ持つソフトで、楽しみながら・遊びながら学習をすることを目的としている。 |

出所：財団法人 コンピュータ教育開発センター、教育用ソフトウェア・ライブラリーの分類基準

4) 一般的なユーザインタフェースの設計と履歴データ設計

見やすく使いやすい共通および一般的なユーザインタフェースの設計を行った。また、用語集、協同作業ツールやマップなどの補助機能も含む。

5) コース分割と一般的なデザイン

教材を、その内容と時間数をもとに適当なコースに分割した。それぞれのコースはおおよそ一時間の個別のユニットに分割された。また、ここでは基本的な学習方略とそれぞれのコースの構成要素の決定も行った。

3.2.2 開発方針

学校における IT 環境の調査と討議の後、教材設計と開発方針のアウトラインが下記のとおり決定された。

1) 教材の媒体と配信

自習デジタル教材は学校のパソコン教室のサーバーPC に格納する。個々の生徒用パソコンは、HTML ファイルとして作成された教材に、ファイル又は Web ファイルとしてアクセスすることができるものとする。さらに履歴データを収集するため、教材はサーバープログラム機能も使用する。

2) プログラムとマルチメディアの使用

デジタル教材はアニメーション、シミュレーション、映像、音声や音楽を含む。学習操作環境は LAN (100Mbps) を想定し、教材は大容量を要求する高品質のマルチメディア情報を使用できるものとする。ただし、これらの教材は、狭い帯域のインターネットでは使用できない。

3) 開発の言語とツール

開発ツールとしては e-learning の開発手法として主流である HTML と Flash を採用する。複雑なシミュレーションを含むいくつかの教材は、Java 言語を使用する。

4) 教授方法

生徒の積極的で能動的な学習を促すため、チュートリアルモードだけでなく、シミュレーション、問題とクイズ、実際の実験など、他の手法も採用する。

5) 速い学習者と遅い学習者

同じ学習時間の中で、遅い学習者は基本的な内容を学習することができ、早い学習者は基本的な内容に加え発展的な内容をも学習することができるよう、二つのタイプの教材を持つ。

6) 協同作業

生徒による協同学習などは、近年の教育の論議でのキーワードの一つである。そこで、自習ツールでも、生徒が論議するといった協同作業を行えるよう、パソコン教室に電子掲示板を準備する。

7) コース分割

自習教材の対象となる 11 年生の物理の 2 ヶ月分である (教科書の 9 章(光)、10 章(波と振動))をレッスンと呼ぶ 24 のユニットに分割する。個々のレッスンは 1 時限 (45 分) とする。表 3.2.2 はレッスンと教科書の対応を示している。

表 3.2.2 レッスン一覧

| 章 | 教科書 | | | デジタル自習教材 | | |
|--------------|--|--|----|--|--|----|
| | No | 節 | 時数 | No | レッスン | 時数 |
| 9 章 光 | 1 | Interaction of Light with Matter | 2 | 1 | Reflection Absorption of Light | 1 |
| | | | | 2 | Transmission of Light | 1 |
| | 2 | Reflection by Two Spherical Planes | 3 | 3 | Refraction of Light | 1 |
| | | | | 4 | Angle of Minimum Deviation | 1 |
| | | | | 5 | Refraction of Spherical Surface | 1 |
| | 3 | Lens The properties of Images in Lenses The Question of Lens The Focal Length of Lenses | 7 | 6 | Type of Lenses | 1 |
| | | | | 7 | How Lens Works | 1 |
| | | | | 8 | Lens Image Properties | 1 |
| | | | | 9 | The Equation of Lens Maker | 1 |
| | | | | 10 | Measure the Focal Length of Concave Lens | 1 |
| | | | | 11 | Measure the Focal Length Of Convex Lens | 1 |
| | | | | 12 | Eye Defects | 1 |
| 10 章 波と振動 | 1 | Simple Harmonic Motion | 2 | 1 | Simple Harmonic Motion in Spring | 1 |
| | | | | 2 | Simple Harmonic Motion in Simple Pendulum | 1 |
| | 2 | Wave Motion | 1 | 3 | Wave Motion | 1 |
| | 3 | Types of Waves | 1 | 4 | Types of Waves | 1 |
| | 4 | Properties of Waves | 2 | 5 | Properties of Waves (Reflection, Refraction) | 1 |
| | | | | 6 | Properties of Waves “Interference” | 1 |
| | 5 | Standing Waves | 1 | 7 | Standing Waves | 1 |
| | 6 | Interference of Light | 1 | 8 | Interference of Light | 1 |
| | 7 | Diffraction of Waves | 1 | 9 | Diffraction Of Waves | 1 |
| | 8 | Diffraction of Light & Waves | 1 | 10 | Diffraction of Light & Waves | 1 |
| 9 | Polarization of Light (Polarized Wave) | 1 | 11 | Polarization of Light (Polarized Wave) | 1 | |
| 10 | Polarization of Light by Reflection | 1 | 12 | Polarization of Light by Reflection | 1 | |

3.2.3 コース設計作業

1) コース (レッスン) の仕様

ここでは、レッスンのアウトライン、学習目標、教授方法を定義した。

2) レッスンプラン

時間、内容、活動、問題と評価などのストーリーのアウトラインを含むレッスンプランを策定した。

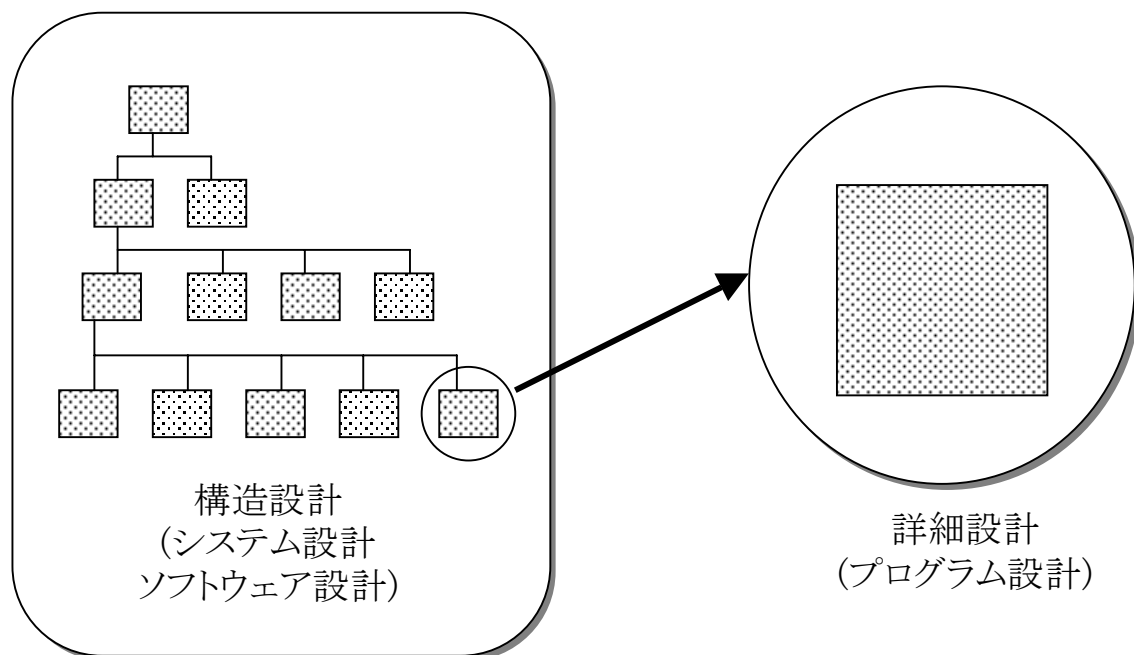
3) 補助教材の設計

ヒント、用語、速い学習者のための課題などを設計した。

4) レッソンの構造

構造化設計の手法を採用し、初めに、デジタル教材の構成要素であるモジュールの構造を設計した後、個々のモジュール設計を行った (図 3.2.1 参照)。

図 3.2.1 構造化設計のモデル



3.2.4 コース設計の成果物

表 3.2.3 はコース設計の成果物を示す。

表 3.2.3 コースデザインの成果物

| フォーム名 | ページ数 |
|-------------------------|------|
| Specification of Lesson | 24 |
| Lesson Plan | 24 |
| Lesson Level Cluster | 24 |

3.3 詳細設計

3.3.1 作業の範囲

基本設計とコース設計に基づき、個々の構成要素の仕様を設計することを含む。成果物は次のものである。

- 1) 画面の設計とテキストシナリオ
- 2) グラフィック、映像、アニメーション、シミュレーションのイメージ
- 3) 音声シナリオと音楽のイメージ
- 4) 問題と課題
- 5) プログラムの操作と動きの仕様

3.3.2 詳細設計作業

デジタル教材は英語とアラビア語両方で開発された。カウンターパートによって、まずアラビア語で設計が行われ、後にこれを英訳した。詳細設計は表 3.3.1のフォームを使用した。

表 3.3.1 詳細設計フォームの詳細

| 文書名 | ファイル名 | 用途 |
|----------------|----------------------|--|
| Screen | D_screen.doc | 画面の中のオブジェクト(テキスト、グラフィック、映像、シミュレーション、写真)を定義 |
| Story board | CD_storyboard.doc | 画面内の各オブジェクトの表示順番などを定義 |
| Time Line | D_timeline.doc | アニメーション、シミュレーション、映像などのシナリオ・動作を定義 |
| Narration | D_narration.doc | ナレーションを定義 |
| Glossary | D_glossary.doc | 用語集を定義 |
| Reference List | D_reference list.doc | 補助教材を定義 |

3.3.3 レビュー

調査団は詳細設計の成果物をレビューし、次のような改善点をカウンターパートに提示した。

- 1) 生徒がインターアクションを持つような教材が少ない。多くは単なるアニメーションや説明である。少なくとも 10 分に一回程度はインターラクティブな内容を追加すること。
- 2) いくつかの画面は単にテキストだけが定義されている。テキストだけの画面の設計はやめ、理解を助けるような図や絵を考慮すること。
- 3) いくつかの設計において、一画面が多くの問題を含んでいる。問題をいくつかの画面に分割すること。HTML でどのような問題が定義できるか留意すること。
- 4) 理解できない生徒に対応するため、問題画面にはヒントを置くこと。図を問題に追加した方が良い。あるいは、ヒントボタンが押されたら、図が表示されるのも一つの手法である。
- 5) 一つの画面にあまり多くの文字を表示しないこと。
- 6) 学生の興味を維持するために、シミュレーションや映像を追加すること。
- 7) 多くのアニメーションがあるが、いくつかはシミュレーションに変更すること。
- 8) ゲーム、漫画、いろいろな回答形式など楽しみの要素を追加すること。
- 9) 学習系列を変化させること。問題が初めにくるモードも試す。
- 10) 生徒の動機を維持し改善することを検討すること。
- 11) 物理を学習することは数学の数式を記憶することではないので、学生に対して物理的な現象や物理的な考え方のアイデアを与えること。
- 12) 仮想的な教材や映像を使い過ぎず、現実世界や、実際の実験なども取り込むこと。
- 13) 概念が難しすぎる場合は、それを小さな概念に分割すること。

3.3.4 詳細設計の成果物

表 3.3.2 は詳細設計の成果物を示す。

表 3.3.2 詳細設計の成果物

| 章 | ID | レッスン名 | ページ数 (英語版) | ページ数 (アラビア語版) |
|-------------|-------------------------------------|--|---------------|------------------|
| 9章 光 | OPM-01 | Reflection Absorption of Light | 37 | 36 |
| | OPM-02 | Transmission of Light | 37 | 36 |
| | OPM-03 | Refraction of Light | 37 | 36 |
| | OPM-04 | Angle of Minimum Deviation | 46 | 45 |
| | OPM-05 | Refraction of Spherical Surface | 34 | 33 |
| | OPM-06 | Type of Lenses | 37 | 36 |
| | OPM-07 | How Lens Works | 30 | 29 |
| | OPM-08 | Lens Image Properties | 49 | 48 |
| | OPM-09 | The Equation of Lens Maker | 36 | 35 |
| | OPM-10 | Measure the Focal Length of Concave Lens | 31 | 26 |
| | OPM-11 | Measure the Focal Length of Convex Lens | 28 | 26 |
| 10章 波と振動 | OPM-12 | Eye Defects | 41 | 40 |
| | OMW-01 | Simple Harmonic Motion in Spring | 43 | 42 |
| | OMW-02 | Simple Harmonic Motion in Simple Pendulum | 34 | 33 |
| | OMW-03 | Wave Motion | 23 | 25 |
| | OMW-04 | Types of Waves | 43 | 42 |
| | OMW-05 | Properties of Waves (Reflection, Refraction) | 36 | 35 |
| | OMW-06 | Properties of Waves “Interference” | 38 | 37 |
| | OMW-07 | Standing Waves | 35 | 34 |
| | OMW-08 | Interference of Light | 36 | 35 |
| | OMW-09 | Diffraction of Waves | 28 | 27 |
| | OMW-10 | Diffraction of Light & Waves | 38 | 26 |
| | OMW-11 | Polarization of Light (Polarized Wave) | 31 | 29 |
| OMW-12 | Polarization of Light by Reflection | 35 | 33 | |

4

入札過程

4.1 デジタル自習教材開発の入札図書

4.1.1 入札の目的と経緯

調査団とカウンターパートは、以下の工程にて、デジタル教材の開発のための入札を実施した。

| 入札経過 | 日時 |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 入札図書のドラフト版完成 | 2002年7月10日 |
| JICA本部、現地事務所と開発調査団による入札図書の協議 | 2002年7月11 - 23日 |
| 入札図書の承認 | 2002年7月23日 |
| 入札予定会社に対する公示 | 2002年7月23日 |
| 関心表明の締め切り | 2002年7月25日 |
| 入札締め切り | 2002年8月11日 2:00 pm |
| 応札会社によりプロトタイプのデモ | 2002年8月12 - 14日 9:00 am - 3:00 pm |
| 評価(再委託選定会議) | 2002年8月20日 |
| 契約署名 | 2002年8月26日 |

4.1.2 入札図書の構成

入札図書は次の文書より成る。

- 1) Request for Proposal “Digital Self-Learning Material Development”
- 2) 添付資料1 “List of Equipment Supplied By the JICA Study Team”
- 3) 添付資料2 “Digital Self-Learning Material Specification”
- 4) 添付資料3 “Detail Specifications for Lesson 8 in Chapter 9 and Lesson 8 in Chapter 10”
- 5) 添付資料4 “Parts of Textbook Relevant to Lesson 8 in Chapter 9 and Lesson 8 in Chapter 10”
- 6) 添付資料5 “List of Analyzed Items in Textbook Analysis”

4.2 入札の評価

4.2.1 評価項目

- 1) プロトタイプによるデモンストレーション

応札会社に対して、対象となる教材の一部のプロトタイプを二週間で開発するよう要求した。各応札会社は、2002年の8月12-14日の期間中、評価委員会メンバーに対して完成したプロトタイプの実演を行った。評価委員会の各メンバーは、デモンストレーシ

ョン結果に基づき、品質、及び仕様書に対する整合性について得点を付けた。

2) 企業状況

応札会社の企業状況は、次の項目により評価された。

- 資本
- 設立年度
- 所在地
- 過去三年間の収支決算
- 従業員数
- IT部門スタッフ人数
- e-learning部門スタッフ人数

3) 経験

応札会社の類似プロジェクトの実施経験については、次の項目で評価を行った。

- 情報技術分野の経験
- e-learning分野の経験
- 情報技術分野での教育省関係の経験
- 開発事例
- 映像、アニメーションの設備
- 音楽、音声の設備

4) プロジェクト体制

応札会社のプロジェクト体制や適切なスタッフの保有状況に関する評価項目は、次のとおりであった。

- プロジェクト体制
- スタッフの役割と位置付け
- スタッフの経歴
- プロジェクトの工程
- 個々のプロジェクト作業における人工と費用
- 紙又は電子媒体で作成される納入物のリスト
- 進捗管理と品質管理の方法

5) 価格

応札会社により提案された価格の妥当性について評価を行った。ただし、これは二次的なものであり、上記の技術審査が優先された。

4.2.2 評価手順

提案書の提出、プロトタイプの実演の後、評価(選定)委員会の各メンバーが評価シートによって採点を行った。その後、各項目ごとに平均値を集計し、評価委員会全体としての評価シートを作成した。

8月20日には、評価(選定)会議が開催された。ここでは、まずメンバー間の得点のばらつきや、各項目の平均点の妥当性についての論議を行った。その後、評価項目ごとに重み付けが決定され、最終的な各応募会社の最終得点と、ランクづけが行われた。

応募価格の妥当性も検討したが、これは二次的なものであった。

技術審査で最も高い得点を得た Menhaj 社が契約相手として選定され、8月の第三週に契約交渉が行われた。契約署名は2002年8月末に交わされた。

4.3 開発機材の入札

調査団、カウンターパートおよび開発会社が、デジタル教材開発の実施前に必要な機材を明記した TOR を作成した。2002年の7月の入札によって選定された現地販売会社により、すべての機材は2002年8月末までに納入された。

4.4 トライアルデータ収集と統計処理の入札

調査団はまた、デジタル自習教材のトライアルデータ収集と統計処理を行う企業を選定するための入札も実施した。この結果、現地コンサルタント会社 ICM 社が選定された。作業としては、後述する事前・事後テストと事前・トライアル中・事後アンケートのデータ集計と分散分析などの統計処理を実施することであった。

5

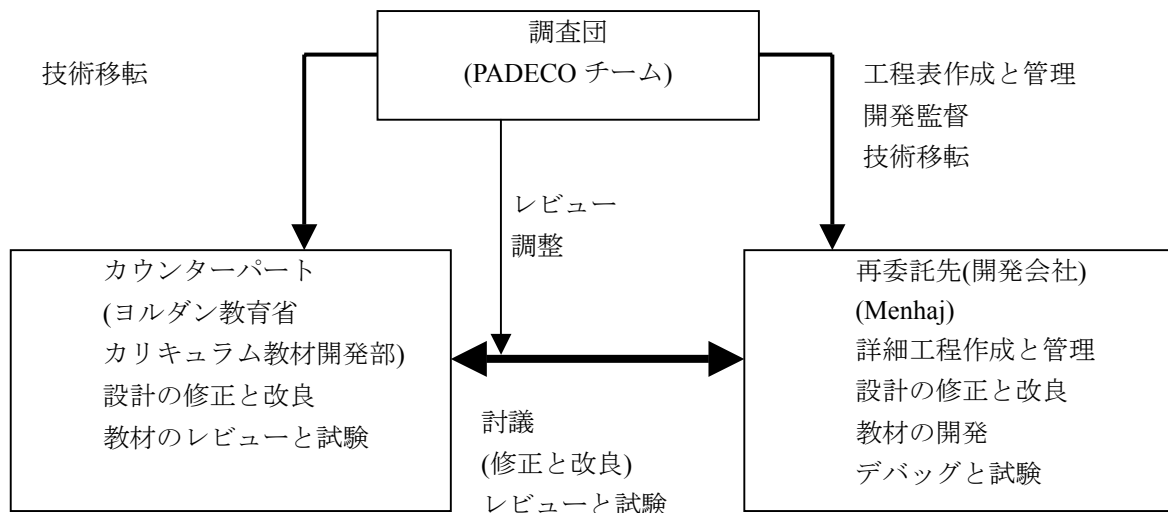
デジタル自習教材の開発

5.1 体制と開発工程

5.1.1 体制と責任範囲

1) 体制

図 5.1.1 体制図の概要



設計段階の後、カウンターパートと開発会社は協力しデジタル教材開発にあたった。
それぞれの役割は次のようなものであった。

a) カウンターパート

- 開発会社のスタッフとの詳細設計のレビューと修正
- 実際のデジタル教材のレビュー
(改修と改良を含む)
- 不具合のデバッグ、テキストやナレーションの誤りなど
- 物理実験等の実景の映像準備
- 検収の受け入れ試験の実施

b) 開発会社

- 開発の管理 (工程、品質と開発体制の管理)
- カウンターパートといっしょにデジタル教材のレビューと修正
- グラフィックやプログラムなどの素材の開発
- ログイン、ログ、BBSなどのシステムの設計とデザイン
- プログラムやシステムのデバッグと試験
- レビュー結果に基づくデジタル教材の改修と改良

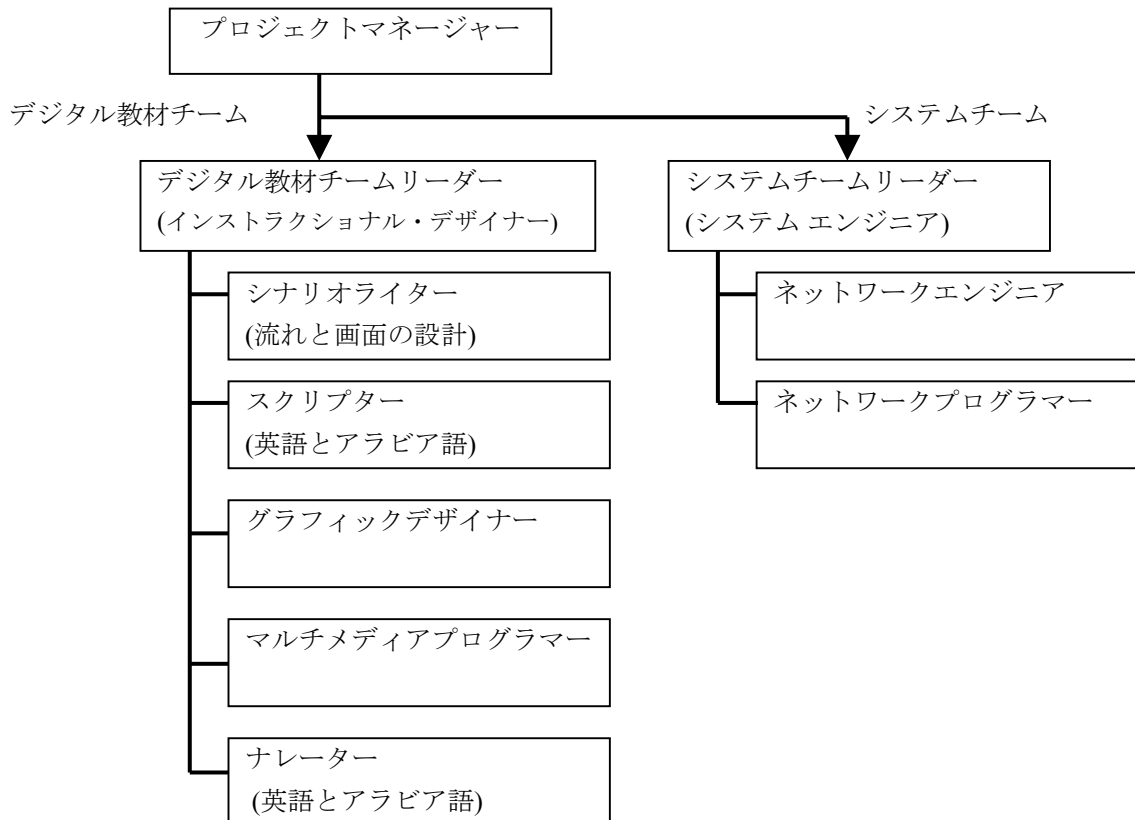
c) 調査団 (パデコ・チーム)

- カウンターパートおよび開発会社に対する技術支援
- 改修と改良に対する提言
- 大工程の作成と、実施の監督
- カウンターパートと開発会社間の調整

2) 開発会社の体制図

図 5.1.2 に開発会社 Menhaj の体制図を示す。

図 5.1.2 再委託先の開発会社 (Menhaj) の体制図の概要



5.1.2 開発管理

1) 工程

a) 計画

| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|--------------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| デジタル教材の製作 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| 品質検査(受け入れ試験) | | | | | | ■ | ■ | |

b) 実績(詳細工程含む)

| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|----------------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| デジタル教材の製作 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| 基本設計のレビュー | ■ | | | | | | | |
| ドラフト版教材開発(9章) | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| ドラフト版教材開発(10章) | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| 修正と改修(9章) | | | | ■ | ■ | | | |
| 修正と改修(10章) | | | | | ■ | ■ | | |
| 最終デバッグ(9章) | | | | | | ■ | ■ | |
| 最終デバッグ(10章) | | | | | | | ■ | ■ |
| 品質検査(受け入れ試験) | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| 受け入れ試験の準備 | | | | | | ■ | ■ | |
| 受け入れ試験 | | | | | | | | ■ |

実際の開発では、初版の詳細設計のレビューと改修、ドラフト版のデジタル教材の変更と改良、文章やナレーションの詳細なデバッグにより当初工程より2ヶ月余分に必要としたが、調査団はこれを容認した。実際この遅れはトライアルを妨げるものではなかった。最終的な成果物、すなわちデジタル教材は、質・量ともに非常に優れたものであった。

2) 開発の手順と作業

開発段階は次のような下位の工程によった。

a) 基本設計のレビュー

調査団、カウンターパートと開発会社は、開発当初に、基本設計のレビューと検討を行い、次のような項目について確認した。

- デジタル教材の標準的なスタイル(画面構成、色やフォントのタイプ)
- デジタル教材の中のクイズや問題の標準化

システム機能については、調査団と開発会社が討議を行い、システムのファイルレイアウト、ユーザインタフェース、実装方式を決定した。

b) 設計ドキュメントの開発

グラフィックやプログラムの開発の前に、タスクフォースチームは初版の詳細設計のレビューと改修を行った。個々のレッスンごとに、2-3日使い、i) レッスン全体、ii) レッスンの流れ、iii) シミュレーションとアニメーション、iv) クイズと問題についての討議を行った。この打ち合わせにおいて、カウンターパートは、教師又はスーパーバイザーとしての豊富な経験をもとにアイデアを提案し、開発会社はインスタラクショナル・デザインの技術や知識をもとに教育工学的なアイデアを出した。開発期間中は、カウンターパートは開発会社の事務所に行き、デザイナーやプログラマーからの成果物をチェックした。カウンターパートと開発会社要員は、建設的な討議を重ねデジタル教材を改善した。

c) 改良と改善

デジタル教材のドラフト版の開発の後、カウンターパートと開発会社は下記のような大幅な改良と改善を実施した。

- i) 共通的な画面操作の改良
- ii) アニメーションとシミュレーションの改良
- iii) 大幅な映像の追加
- iv) 学習素材メニューである教師メニューの改善

d) 最終デバッグ

高い品質を確保するため、カウンターパートはスペルミスや物理の教材としての表記の誤りなどの単純な誤りをチェックした。

3) 品質管理

調査団は、品質確保のために、次のような作業を行った。

- 初版の詳細設計のレビューと改修
- 文書のレビュー (詳細設計文書の整備管理と、画面のハードコピーの利用)
- カウンターパート、開発会社との緊密な連絡
- ドラフト版の開発
- 最終デバッグ

4) 工程管理

調査団がまず工程の原案を作成し、開発会社が人的資源を考慮した詳細工程を策定した。両者は、週一回の進捗会議を持ち、課題を解決するとともに、必要な工程の変更を行った。

5) 体制管理

増加する作業と工程の変更に対して、次のような対応がとられた。

カウンターパート:

カウンターパートは開発会社のレビューと設計の間、開発会社のオフィスに駐在し、プログラマーやデザイナーとの共同作業をより効果的なものにした。

開発会社:

開発会社は、既存の2名のプログラマーに加え、一時的に4名のプログラマーを増員した。また、ナレーションのために英語のネイティブスピーカーも雇用した。

5.2 受け入れ試験

5.2.1 受け入れ試験の概要

2003年1月5日から2月20日までの受け入れ試験期間には、調査団とカウンターパートが、デジタル自習教材がすべての仕様と要求に合致しているかの確認を行った。仕様・要求を満たしていない点については、開発会社に修正を要求した。

5.2.2 手順

- 1) 開発会社は受け入れ試験のための環境を整備した。
- 2) 調査団が作成した検査シートに基づき、カウンターパートが試験を実施した。
- 3) テスト項目に合格した場合は、検査者が受け入れ試験の文書にサインした。
- 4) テスト項目に合格しない場合は、検査者と他のメンバーが対処を検討し、(不具合の修正又は、新たな解決方法)、再度試験を実施した。

5.2.3 受け入れ試験の結果

受け入れ試験により、15個の単純な不具合が検出された。これらの不具合は、開発会社に伝えられ、必要な修正がなされた。

6

教材導入トライアル

6.1 パイロット校の選定

6.1.1 学校の選定条件

タスクフォースチームはパイロット校の条件として次を決めた。

- 所在地: アンマンで2校、地方で2校
- 性別: 2つの男子校と2つの女子校
- 生徒数: それぞれの学校で少なくとも、11年生に3クラスあること(20-40名/クラス)
- パソコンとインターネット接続: 学校は良好なインターネット接続と20台以上のパソコンをパソコン教室に持つこと

6.1.2 選定されたパイロット校

カリキュラム教材開発部は、調査団の依頼を受け、2003年1月末に、条件に合致した4校を選定した(表 6.1.1 参照)。

表 6.1.1 学校選定

| 学校名 | 性別 | 所在地 | 被験者(生徒) | パソコン台数 |
|--------------------|----|-------|---------|--------|
| Omar Bin El-Khatab | 男子 | Amman | 135 | 20 |
| Irbid Secondary | 男子 | Irbid | 67 | 40 |
| Al Jaloot | 女子 | Amman | 123 | 20 |
| Noor Al-Hussein | 女子 | Irbid | 105 | 20 |

学校間のレベルの等価性を保証するため、生徒の成績が同じような学校を選択した(ヨルダン内では上位優秀校であった)。

6.2 トライアルの準備と導入

学校選定と並行し、タスクフォースチームはトライアルの準備を行った。2月初頭より始まる‘Eid Al Adha’ という長期の休日を考慮しながら、各校を訪問し、校長・物理教師・情報教師に対して、i) トライアルの目的、ii) トライアルの準備、iii) トライアルの作業と工程、について説明するとともに、各校の概況を聴取した(表 6.2.2 参照)。

6.2.1 教師訓練の準備

カウンターパートと開発会社が主体で、教師訓練の準備を行った。個々の学校で教師訓練を実施することが時間的に困難であったため、すべての教師を、Al Jaloot (アンマン) に集め、一回の研修を実施した。

教師用説明書は物理の教師と IT の教師のためのものであり、i) デジタル教材開発の目的、ii) デジタル教材の操作、iii) システムの管理方法を理解させることを目的としている。

表 6.2.1 に説明書の目次を示す。

表 6.2.1 教師用説明書の目次

| | |
|------------------|----------------|
| トライアルの目的 | |
| 概要 | |
| 使用方法 | コースについて |
| | 教師メニューについて |
| | 協同学習ツール(電子掲示板) |
| | 用語集 |
| | レッスンの進め方 |
| 教師と生徒にとっての利点について | |

6.2.2 生徒用ワークブックの準備

カウンターパートは次のような特徴の生徒用ワークブックを作成した。

- 平均的な生徒より早く学習が終了した生徒のための課題が入っている。
- 1 レッスンあたりおおよそ 1 ページとして、合計 24 ページである。

ワークブックは、トライアルのために印刷し生徒に配布された。トライアル後も教師や生徒が利用できるように、PDF ファイルにしてデジタル教材に格納した。

6.2.3 デジタル教材の導入

デジタル教材の導入は、まず Omar Bin El-Khatib 校で、試験的に行った後、他の 3 校についても進められた。この際、次のような問題が発生した。

- デジタル教材は Flash プレイヤーを必要としたが、学校のパソコンにインストールされていなかったため、Macromedia 社からフリーライセンスを入手しなければならなかった。
- いくつかのヘッドセットが壊れていた。そのためいくつかの学校でトライアル前に新規に購入した。

6.2.4 ベースライン調査

調査団とカウンターパートは、i) ベースラインの状態を調査するための事前テストと事前アンケート、ii) トライアル期間中のトライアル内アンケート、iii) トライアル後の事後テストと事後アンケートを作成した(詳細は 6.4 ベースライン調査を参照)。

全ての学校において 2月 16日に事前テストと事前アンケートが実施された。カウンターパートが個々の学校に行き、調査の指揮をとった。

6.2.5 教師研修

教師研修は 2月 4-5日に実施された。4校より各物理教師 1名・IT 教師 1名が参加した。

- 研修プログラム

| 日時 | セッション | 参加教師 | 実施場所 | 講師 | 内容の概要 |
|-----|---------|-------|------------|-------------|--------------|
| 2/3 | セッション 1 | 物理、IT | Ain Jalout | CP と Menhaj | 概要 |
| | セッション 2 | 物理、IT | Ain Jalout | Menhaj | 教材の操作方法 |
| 2/4 | セッション 1 | 物理 | Ain Jalout | Menhaj | 教材の利用方法 |
| | セッション 2 | 物理 | Ain Jalout | CP | 教育学的な授業の実施方法 |
| | セッション 2 | IT | Menhaj | Menhaj | システム管理方法 |

CP: カウンターパート

6.2.6 生徒の訓練

授業でのデジタル教材使用に先立ち、2月 17日、18日の 2日間、各学校において生徒の訓練が実施された。この訓練の目的は、生徒がデジタル教材の操作になれることと、学校側の最終的なトライアル環境の確認であった。具体的な訓練内容は次のとおりである。

- システムログイン、デジタル教材の操作
- 電子掲示板の操作、ネットサーフィンの仕方

表 6.2.2 トライアルの導入スケジュール

○ 学校休日 ● 休日

予定 - - - 実績 ———

| | | 休日 | 学校全体 | | | 学校個別 | | | |
|-------|-----|----|--------------------|--------------------|----------|-----------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | | | 訓練 Preparation | システムテスト 導入 | 作業 | Al Jaloot | Omar Bin El-Khatab | Irbid Secondary | Noor Al-Hussein |
| 1月22日 | Wed | ○ | | | | | | | |
| 1月23日 | Thu | ○ | | システム試験 | ○ | | 訪問 | | |
| 1月24日 | Fri | ● | | Omar Bin El-Khatab | | | | | |
| 1月25日 | Sat | ● | | | | | | | |
| 1月26日 | Sun | ○ | | | ○ | 訪問 | | | |
| 1月27日 | Mon | ○ | | | ○ | | 訪問 | | 訪問 |
| 1月28日 | Thu | ○ | | | | | | | |
| 1月29日 | Wed | ○ | | | ▲ テスト問題 | | | | |
| 1月30日 | Thu | ● | | | ▲ 教師説明書 | | | | |
| 1月31日 | Fri | ● | | | | | | | |
| 2月1日 | Sat | ● | | | ▲ デジタル教材 | | | | |
| 2月2日 | Sun | | 2学期開始 | 導入 | ▲ ワークブック | | 導入 | | |
| 2月3日 | Mon | | 教師訓練 | ○ | | | | | |
| 2月4日 | Thu | | Omar Bin El-Khatab | | | | | | |
| 2月5日 | Wed | | | | | 導入 | | 導入 | 導入 |
| 2月6日 | Thu | | | | | 事前テスト | 事前テスト | 事前テスト | 事前テスト |
| 2月7日 | Fri | ● | | | | | | | |
| 2月8日 | Sat | ● | | | | | | | |
| 2月9日 | Sun | | | | | | | | |
| 2月10日 | Mon | ? | | | | | | | |
| 2月11日 | Thu | ● | | | | | | | |
| 2月12日 | Wed | ● | | | | | | | |
| 2月13日 | Thu | ● | | | | | | | |
| 2月14日 | Fri | ● | | | | | | | |
| 2月15日 | Sat | ● | | | | | | | |
| 2月16日 | Sun | | トライアル開始 | | | | | | |

6.3 ベースライン調査

6.3.1 テストとアンケートの準備

表 6.3.1 に各テストおよびアンケートの概要を示す。

表 6.3.1 テストとアンケート

| 時期 | 区分 | 備考 |
|--------|-------|--------------------|
| 事前 | アンケート | 態度と経験 |
| | テスト | 9章(光) |
| トライアル中 | アンケート | レッスンの印象 |
| 事後 | アンケート | 態度 |
| | アンケート | レッスンの印象 |
| | テスト | 9章(光) 10章(波と振動) |

1) テストの構成

事前テストと事後テストは、結果の対照がしやすいよう、同等の難易度になるようにデザインされた。

- 事前テスト
 - 対象: 9章(光)
 - 問題: 10問 (20分)
 - 1) 言語的知識-用語と定義 (5問)
 - 2) 技術と応用 – 知的技能 – 計算や解法 (5問)
 - 問題形式: 四択
 - 予想得点: 100点満点換算で 60点 (予想標準偏差 10)
- 事後テスト
 - 対象: 9章(光)と 10章(波と振動)
 - 問題: 20問 (40分)
 - 3) 言語的知識 – 用語と定義 (10問)
 - 4) 技術と応用 – 知的技能 – 計算や解法 (10問)
 - 問題形式: 四択
 - 予想得点: 事前テストと同等の難易度を持つ問題から構成する。

2) アンケート

事前、トライアル期間中、事後とそれぞれ、下記のようなアンケートを作成した。

- 事前アンケート
 - 質問: 18 問 (20 分)
 - 1) IT に関する経験 (問 1-4)
 - 2) 態度と学習スタイル
 - メディアと IT に関する興味 (問 5 - 8)
 - 物理と科学に関する興味 (問 9 - 12)
 - 3) 学習スタイル (Question 13-18)
 - 方法: 5 件法および記述式
- トライアル期間中アンケート
 - 質問: 10 問 (5 分: 個々の授業のあと、生徒がそれぞれのレッスンについて回答)
 - 1) 注意 (問 1-2)
 - 2) 妥当性 (問 3-5)
 - 3) 自信 (問 6-8)
 - 4) 満足 (問 9-10)
 - 方法: 5 件法および記述式
- 事後アンケート
 - 質問: 20 問
 - 1) 態度と学習スタイル
 - メディアと IT に関する興味 (問 1 - 3)
 - 物理と科学に関する興味 (問 4 - 6)
 - e-learning に関する一般的な感想 (問 7- 10)
 - すべてのレッスンに関する感想
 - 1) 注意 (問 11-12)
 - 2) 妥当性 (問 13-15)
 - 3) 自信 (問 16-18)
 - 4) 満足 (問 19-20)
 - 方法: 5 件法および記述式¹

尺度として明確な理論は少ない中で、ARCS (Attention:注意、Relevance:妥当性、Confidence:自信、and Satisfaction:満足) モデルを使用している。

¹ Questions of Impression for digital material are designed to follow ARCS Model (Keller, 1983).

3) ログデータ

ログデータを自動的にサーバーPCに記録することにより、以下のような情報を収集した。

- 学習系列
生徒はどのページを使用したか。
生徒はどのようにレッスンを見て進んでいったか。
- 学習時間
生徒は個々のページをどのぐらいの時間で学習したか。
(個々のレッスンの合計学習時間は、個々のページの時間をもとに計算できる)
- 問題の結果
生徒は問題に正答したか。
誤答の内容は何か。
(レッスンの合計点数は、ここの問題の正誤をもとに計算できる)

6.3.2 テストとアンケートの実施

テストとアンケートは、表 6.3.2 に示すスケジュールで、各校の物理教師によって実施された。また、実施時には、カウンターパートが学校に行き、物理の教師の支援をした。

表 6.3.2 テストとアンケートの実施

| 時期 | 区分 | 実施日程 |
|--------|-------|-------------------------------|
| 事前 | アンケート | 2月16日(すべての学校で同時) |
| | 試験 | |
| トライアル中 | アンケート | それぞれのレッスンの後、生徒はトライアル中アンケートに回答 |
| 事後 | アンケート | 4月24日(すべての学校で同時) |
| | 試験 | |

7

デジタル自習教材の評価

7.1 評価方法

7.1.1 目的

この章では開発したデジタル教材に関しての、データ収集・分析と評価方法について述べる。評価の目的は次のような問に対する回答を得ることである。

- 1) 生徒の学習の成果
 - デジタル自習教材は生徒の学習成果を改善することができたか。
 - デジタル教材による学習と従来の授業はどのような違いがあったか。
- 2) 生徒の態度
 - デジタル自習教材は生徒の態度を改善したり変容させたか。
 - デジタル教材と生徒の態度の間にはどのような相互作用または関連があるのか。
- 3) デジタル教材自体の評価
 - どのような種類のデジタル教材が生徒にとって良いものであるか。
 - 本調査で開発したデジタル自習教材は生徒に適切なものであったか。

7.1.2 実験条件の概要

1) 基本的な実験条件

生徒は要因、教授方法により3つの実験群に分けられた(表 7.1.1 参照)。

表 7.1.1 トライアルの実験群

| グループ | 条件 (要因:教授法) | グループ ID |
|-------|--------------|---------|
| 実験群 1 | デジタル自習教材 | E1 |
| 実験群 2 | 通常の授業とデジタル教材 | E2 |
| 統制群 | 通常の授業 | Cont |

3つの実験群二ヶ月の間に24回の授業を受けた(45分/1授業)。

- 実験群 1 (E1): 生徒は講義なしでデジタル自習教材を使用する。
- 実験群 2 (E2): 生徒はデジタル教材を使用した講義を受ける。教師はプロジェクターを使用し、アニメーション、シミュレーションや映像を生徒に見せる。

- 統制群 (Cont): 教師は通常の講義を実施

2) 実験データの尺度と対象

表 7.1.2 に使用したテストとその対象者を示す。

生徒:

事前テストおよび事後テスト

事前アンケート、トライアル内アンケートおよび事後アンケート

デジタル教材:

ログデータ: ページのアクセスや問題の結果

(ログデータはシステムが自動的に出力する)

表 7.1.2 テストとアンケートの対象

| 時期 | 区分 | 備考 | 対象被験者 |
|--------|-------|-------------------------------|--------------|
| 事前 | アンケート | 態度と経験、5 件法 | E1, E2, Cont |
| | テスト | 9 章(光)、満点 10 点 | E1, E2, Cont |
| トライアル中 | アンケート | レッスンの印象 | E1 |
| 事後 | アンケート | 態度、5 件法 | E1 |
| | アンケート | レッスンの印象、5 件法 | E1 |
| | テスト | 9 章(光)と 10 章(波と振動) 満点 20 点 | E1, E2, Cont |

7.1.3 分析と評価

1) 分析と評価の概要

テスト、アンケート結果は、基本統計(平均と標準偏差:SD)と分散分析、T検定はパソコン用統計ソフト(SPSS)により統計処理された。

評価については3つに分類される(表 7.1.3 参照)。

表 7.1.3 評価区分

| 区分 | 尺度 | 要因 |
|-------------------|-----------------|-----|
| デジタル自習教材の効果 | テストの得点 態度の点数 | 教授法 |
| 生徒の態度とデジタル自習教材の関係 | テストの得点 態度の点数 | 教授法 |
| デジタル自習教材の評価 | テストの得点 印象 | 教材 |

7.2 評価結果

7.2.1 ベースライン

トライアルに先立ち、生徒に関する特性を調査するため、事前テストと事前アンケートを行った。

1) 被験者 (生徒)

Pre Trial は男子校 2 校と女子高 2 校の 345 名を被験者とした。表 7.2.1 に被験者の構成を示す。

表 7.2.1 被験者数 (実績)

| | 女子高校 1 | 女子高校 2 | 男子高校 1 | 男子高校 2 | 合計 |
|------|--------|--------|--------|--------|-----|
| E1 | 18 | 20 | 39 | 18 | 95 |
| E2 | 45 | 20 | 34 | 35 | 134 |
| Cont | 27 | 20 | 33 | 36 | 116 |
| 合計 | 90 | 60 | 106 | 89 | 345 |

2) 生徒の IT に関する経験

事前アンケートでは次のような 3 つの質問で IT に関する経験を問うた。

- Q1) あなたは、どのくらいの頻度でパソコンを使いますか。
- Q2) あなたはコンピュータを使うときは、どこで使いますか。
- Q3) あなたはコンピュータを使うとき、どのようなソフトウェアを使いますか。

図 7.2.1、7.2.2 と 7.2.3 は事前アンケートの Q1、Q2 と Q3 の結果である。これらのデータは IT に対しての生徒の行動を示す。

- 半数の生徒が毎日パソコンを使用しており、40%以上の生徒が週に 1-3 回パソコンを使用している。これは 90%以上の生徒が少なくとも週一回はパソコンを使用する機会があることを意味している。また、学校における情報教科もこの機会を増やしていると推察される。
- 70%の生徒が家庭でパソコンを使用できる。また 40%が学校でパソコンを使用できる。僅かな生徒のみがインターネットカフェを利用している。
- 50%の生徒がパソコンゲームで遊んでいて、30%が e-mail、デジタル教材、ワープロの使用経験がある。しかし、ブラウザを使用しているのは、30%に過ぎない(これは予想より低く、Q3 の問題は 'ブラウザ' より 'Internet Explore' という言葉を使うべきであった)
- 多数の生徒がパソコンのゲームで毎日遊んでいるように見える。一方、多くの生徒は現在インターネットにアクセスする十分な機会を持っていない。ただし、もし学校内

でのインターネット接続が確立されたならば、この状況は変わるであろう。

図 7.2.1 「Q1」 あなたは、どのくらいの頻度でパソコンを使いますか」の結果

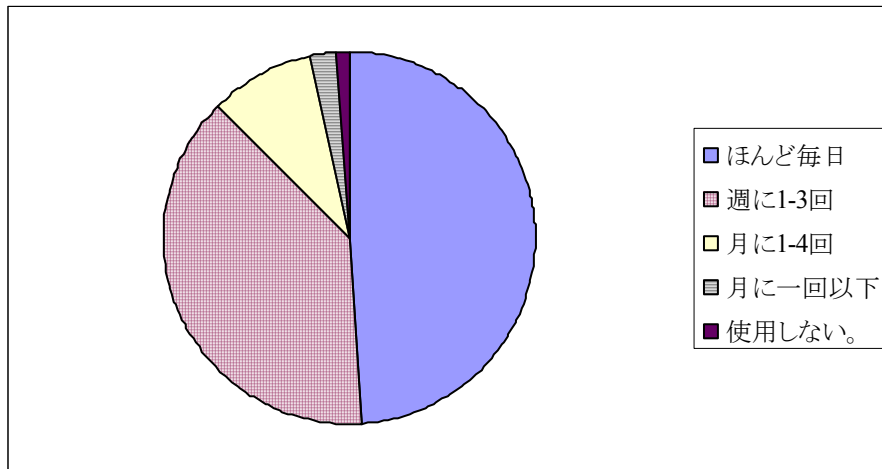


図 7.2.2 「Q2」 あなたはコンピュータを使うとき、どこで使いますか」の結果

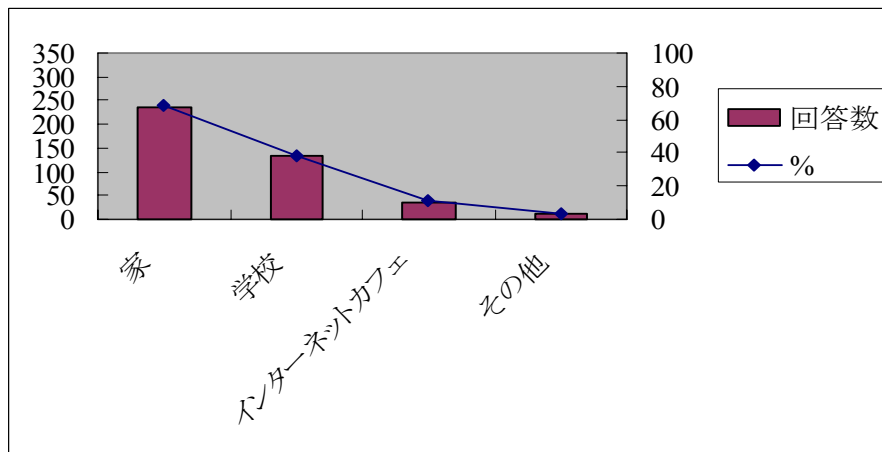
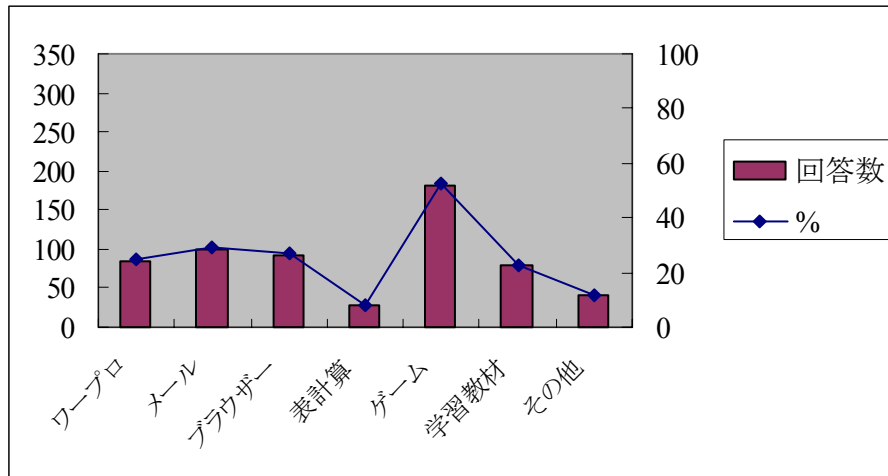


図 7.2.3 「Q3」 あなたはコンピュータを使うとき、どのようなソフトウェアを使いますか」の結果



7.2.2 学習効果の結果

1) 事後テスト

表 7.2.2、7.2.3 と図 7.2.4 は事後テストの結果を示している。事後テストは 20 問から構成され、そのうち半分は 9 章(光)、残りは 10 章(波と振動)に関連した問題である。知識タイプの見方からは、半分が用語と定義であり、残りは知的技能 (問題解決等) である。分散分析の結果を示す表 7.2.3 は平均に有意差があることを示している ($F(2,342) = 33.450, P < 0.01$)。これらの結果は E1 群 (デジタル自習教材) が他の二つの群に比べてより高い得点であることも示している ($MSe = 12.086, p < 0.01$) (表 7.2.4 参照)。このことはトライアルにおけるデジタル教材は生徒の学習成果の改善に非常に効果があることを暗示している。

表 7.2.2 事後テストの結果

| 教授方法 | 男子 | | 女子 | | 合計 | |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| E1 | 16.07 | 2.42 | 14.23 | 3.81 | 15.39 | 3.16 |
| E2 | 13.25 | 3.65 | 11.05 | 3.47 | 12.10 | 3.74 |
| Cont | 12.43 | 3.69 | 11.15 | 2.71 | 11.71 | 3.39 |

表 7.2.3 事後テストの分散分析表

| 要因 | SS | Df | MS | F | P |
|------|----------|-----|---------|--------|-------|
| 教授方法 | 808.529 | 2 | 404.265 | 33.450 | 0.000 |
| 誤差 | 4060.798 | 342 | 12.086 | | |
| 合計 | 4869.327 | 344 | | | |

図 7.2.4 事後テストの結果

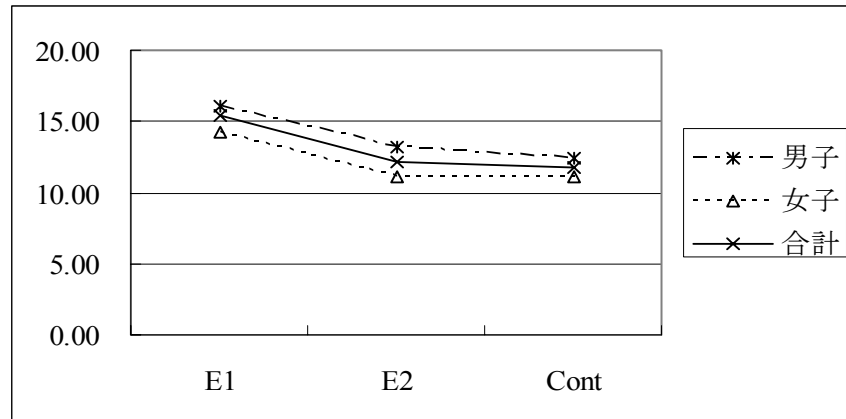


表 7.2.4 事後テスト結果の多重比較 (LSD 法)

| 教授方法 | E1 | E2 | Count |
|-------|----------|--------|-------|
| E1 | 0 | | |
| E2 | -3.287** | 0 | |
| Count | -3.672** | -0.385 | 0 |

MSe = 12.086
** P < 0.01

2) 事前テスト-事後テスト

事前テストと事後テストの結果は、次のとおりであった。

i) 事前テストでは3つの実験群は、同程度の得点であった。ii) 事後テストでは、E1群はE2群や統制群に比べ高い得点を獲得した。(F(2,320) = 16.627, P < 0.01)。表 7.2.5、表 7.2.6 と 図 7.2.5 はこの二つの結果を示す。

表 7.2.5 事前-事後テストの結果 (9章 : 光)

| 教授方法 | 事前テスト | | 事後テスト | |
|------|-------|------|-------|------|
| | 平均 | SD | 平均 | SD |
| E1 | 3.58 | 1.84 | 7.26 | 1.85 |
| E2 | 3.25 | 1.34 | 5.65 | 1.81 |
| Cont | 3.53 | 1.47 | 5.44 | 1.90 |

図 7.2.5 事前-事後テストの結果 (9章：光)

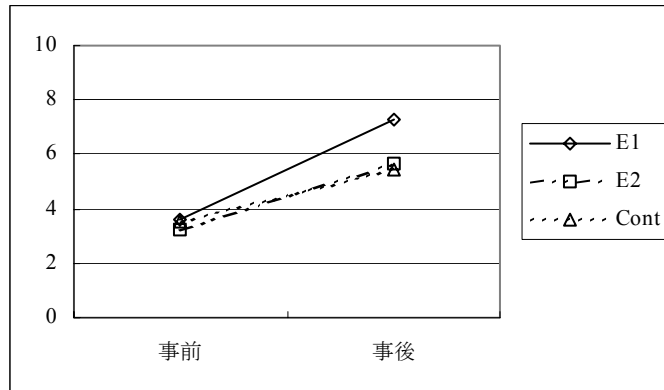


表 7.2.6 事前-事後テストの分散分析表

| 要因 | SS | Df | MS | MS error | F | P |
|------------|----------|-----|----------|----------|---------|-------|
| 教授方法 | 112.887 | 2 | 56.444 | 3.336 | 16.920 | 0.000 |
| 事前-事後 | 1111.051 | 1 | 1111.051 | 2.337 | 475.480 | 0.000 |
| 教授方法*事前-事後 | 77.703 | 2 | 38.852 | 2.337 | 16.627 | 0.000 |
| 個人差 | 1067.488 | 320 | 3.336 | | | |
| 個人差*事前-事後 | 747.742 | 320 | 2.337 | | | |
| 合計 | | 645 | | | | |

3) 要因: 知識タイプと性別

表 7.2.7 は事後テストの詳細を、1) 知識タイプと、2) 性別の要因による違いを示す。

表 7.2.7 事後テストの要因

| | | 用語と定義 | | 知的技能 | | 合計 | |
|------|----|-------|------|------|------|-------|------|
| | | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| E1 | 男子 | 7.74 | 1.60 | 8.33 | 1.27 | 16.07 | 2.42 |
| | 女子 | 7.40 | 1.88 | 6.83 | 2.24 | 14.23 | 3.81 |
| | 合計 | 7.63 | 1.72 | 7.76 | 1.86 | 15.39 | 3.16 |
| E2 | 男子 | 6.54 | 1.83 | 6.71 | 2.15 | 13.25 | 3.65 |
| | 女子 | 6.08 | 1.84 | 4.97 | 2.11 | 11.05 | 3.47 |
| | 合計 | 6.26 | 1.88 | 5.84 | 2.28 | 12.10 | 3.74 |
| Cont | 男子 | 6.16 | 1.96 | 6.27 | 2.03 | 12.43 | 3.69 |
| | 女子 | 6.15 | 1.73 | 5.00 | 1.78 | 11.15 | 2.71 |
| | 合計 | 6.04 | 1.90 | 5.67 | 2.02 | 11.71 | 3.39 |

表 7.2.8 は E1 群が優れていると同時に、男子と女子の間に有意差があることを示している ($F(1,323) = 22.044, P < 0.01$)。さらに、教授方法と試験(テスト)タイプの間の交互作用にも有意差が見られる ($F(2,325) = 38.430, P < 0.01$)。

表 7.2.8 要因 ‘知識タイプ (試験タイプ)’ と ‘性別’による事後テストの分散分析表

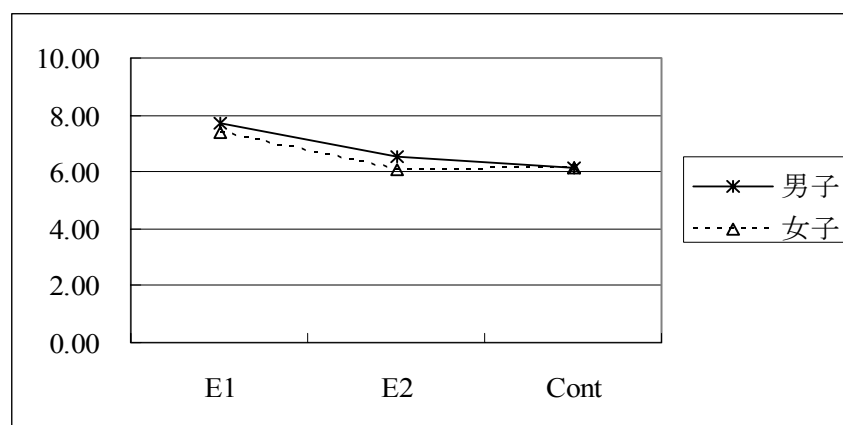
| 要因 | SS | df | MS | MS error | F | P |
|---------------|----------|-----|---------|----------|--------|-------|
| 性別 | 123.287 | 1 | 123.287 | 5.593 | 22.044 | 0.000 |
| 教授方法 | 317.277 | 2 | 158.639 | 5.593 | 28.365 | 0.000 |
| 教授方法*性別 | 6.282 | 2 | 3.141 | 5.593 | 0.562 | 0.571 |
| 試験タイプ | 16.825 | 1 | 16.825 | 1.547 | 10.877 | 0.001 |
| 教授方法*試験タイプ | 59.443 | 1 | 59.443 | 1.547 | 38.430 | 0.000 |
| 性別 r*試験タイプ | 8.058 | 2 | 4.029 | 1.547 | 2.605 | 0.075 |
| 教授方法*性別*試験タイプ | 0.086 | 2 | 0.043 | 1.547 | 0.028 | 0.973 |
| 個人差 | 1806.433 | 323 | 5.593 | | | |
| 個人差*試験タイプ | 499.609 | 323 | 1.547 | | | |
| 合計 | | 657 | | | | |

図 7.2.6 と 7.2.7 は性別の要因をみるため、‘用語と定義’ と ‘知的技能’ の結果に分けたものである。これらのグラフと表 7.2.9 と 7.2.10 は興味深い現象を見せている。

- ‘知的技能’の得点のみが性別:男子と女子の交互作用が有意差がある。
($F(1,323) = 46.045, P < 0.01$)
- 男子の‘知的技能’の得点は、すべての3つのグループにおいて女子よりも良い。しかしながら E1 群の女子は E2 群と統制群の男子とほぼ同じである。さらに、男子においても E1 群は E2 群と統制群より良い。
- ‘用語と定義’において、E1 群の男子・女子は他の二つの群より得点が高い。

この結論は‘女子は科学が得意でない’という一般的な考えを支持しているように見える。ただし、この結果は今回の実験だけでは結論付けることはできない。試験にはいろいろな他の要因が絡んでいるからである²。

図 7.2.6 要因 ‘性別’による事後テスト (用語と定義) の結果



² 例えば今回の物理の試験では各所に数学の理解が必要となっているが、そもそも対象となる生徒は共学ではなく男子校、女子校に在籍し、男女で学校が分かれており、その結果学校間の差異、特に各校での数学の教え方、内容がそのまま試験結果に影響を与えている可能性がある。また男子は女子と比べコンピュータゲーム、シミュレーションに興味をもつことが当調査で明らかになったが、それが科学への理解、興味とは別に試験結果の向上をもたらしている可能性も否定できない。

図 7.2.7 要因‘性別’による事後テスト (知的技能) の結果

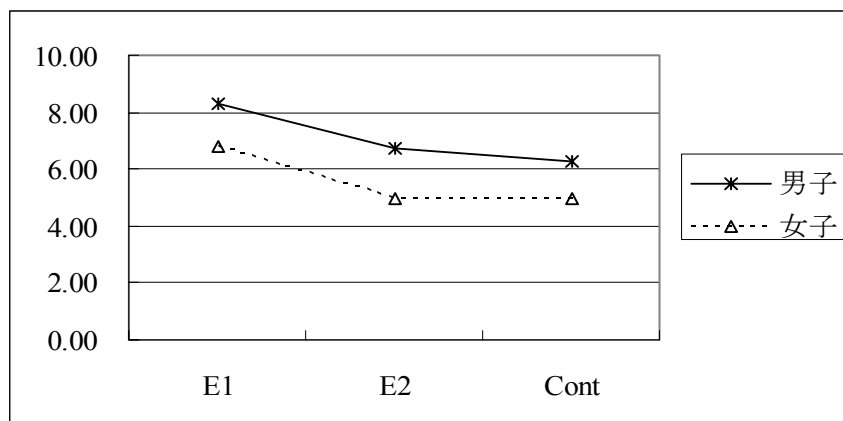


表 7.2.9 要因‘性別’による事後テスト (用語と定義) の分散分析表

| 要因 | SS | df | MS | F | P |
|---------|----------|-----|--------|--------|-------|
| 性別 | 5.758 | 1 | 5.758 | 1.747 | 0.187 |
| 教授方法 | 112.123 | 2 | 56.062 | 17.009 | 0.000 |
| 教授方法*性別 | 3.135 | 2 | 1.568 | 0.476 | 0.622 |
| 誤差 | 1064.605 | 323 | 3.296 | | |
| 合計 | | 328 | | | |

表 7.2.10 要因‘性別’による事後テスト (知的技能) の結果

| 要因 | SS | df | MS | F | P |
|---------|----------|-----|---------|--------|-------|
| 性別 | 176.971 | 1 | 176.971 | 46.045 | 0.000 |
| 教授方法 | 213.212 | 2 | 106.606 | 27.737 | 0.000 |
| 教授方法*性別 | 3.233 | 2 | 1.616 | 0.421 | 0.657 |
| 誤差 | 1241.437 | 323 | 3.843 | | |
| 合計 | | 328 | | | |

4) 要因: デジタル教材

4.a) 事後テストの得点と教材の関係

表 7.2.11 はテスト問題とデジタル教材の関係を示している (例えば、個々の問題に対応して、どんなタイプの学習素材がデジタル教材に含まれていたかなど)。図 7.2.8 は個々の問題の結果を示す。デジタル教材の詳細を設計したカウンターパートはこの結果を評価し、次のような傾向があるのではと推測した。

- 中程度の難易度の問題においては、多くの学習素材がデジタル教材に含まれている問題が良い点数を得ている。
- 特に‘知的技能’に関して、生徒が能動的に学習するような良いシミュレーションが効果・効率的であるように見える。しかし、これはシミュレーションが効果的であったのか生徒の能動的な学習が効果があったのかははっきりしない。少なくとも、シミュレーションが生徒に能動的に学習する機会を与えていたとは考えられる。

図 7.2.8 事後テストの個々の問題の得点

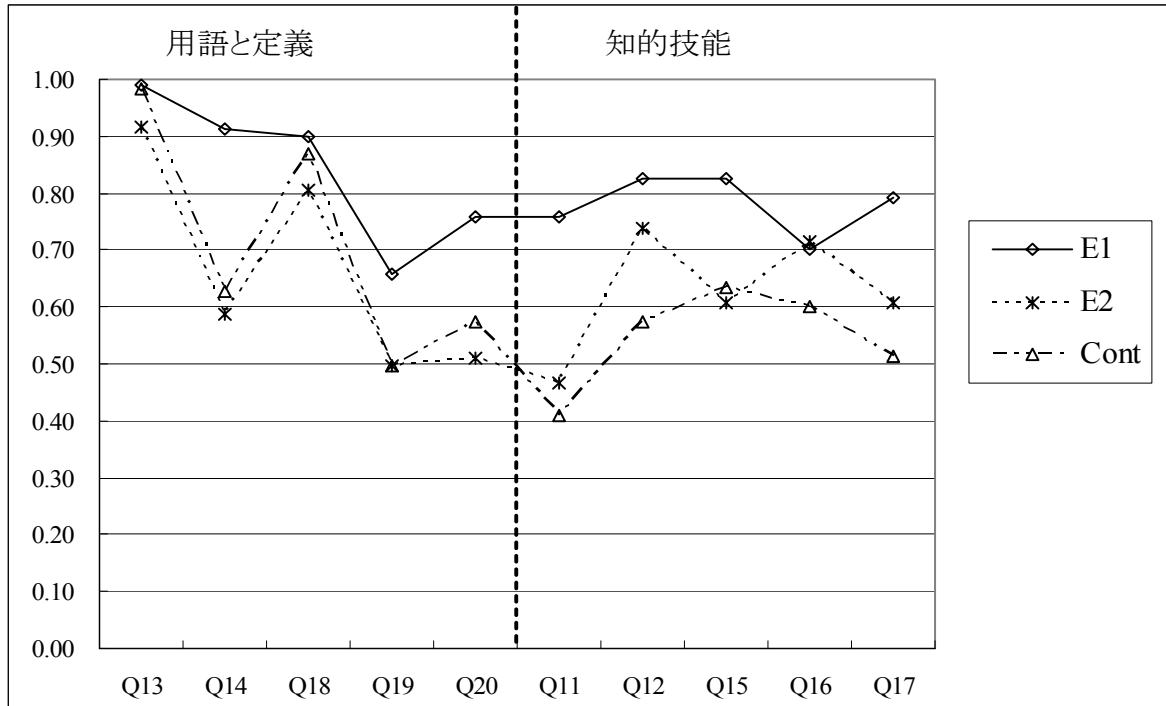


表 7.2.11 問題の得点と問題とデジタル教材の関係

| | | Q13 | Q14 | Q18 | Q19 | Q20 | Q11 | Q12 | Q15 | Q16 | Q17 |
|----|------------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 得点 | E1 | 0.99 | 0.91 | 0.90 | 0.66 | 0.76 | 0.76 | 0.82 | 0.82 | 0.70 | 0.79 |
| | E2 | 0.92 | 0.59 | 0.81 | 0.50 | 0.51 | 0.47 | 0.74 | 0.61 | 0.71 | 0.61 |
| | Cont | 0.98 | 0.63 | 0.87 | 0.50 | 0.57 | 0.41 | 0.57 | 0.64 | 0.60 | 0.51 |
| | $F(2,336)$ | 4.86 | 16.13 | 2.21 | 3.62 | 7.32 | 15.09 | 8.52 | 6.55 | 2.1 | 8.88 |
| | | ** | | | ** | ** | ** | ** | | ** | |
| 教材 | 説明 | | | | x | x | | | | | x |
| | 問題 | | x | x | | | x | | x | | |
| | 映像 | | x | x | | x | x | | x | | |
| | シミュレーション | | x | x | x | | x | | | x | x |
| | アニメーション | x | x | | x | x | x | | x | x | |

X: デジタル教材が問題に関連した学習素材 (説明、問題、映像、シミュレーション、アニメーション) を含んである。

** : $P < 0.01$

4.b) レッスンごとの印象

トライアル内アンケートは、4つのカテゴリーからなる10問で構成される。

注意:Attention:

- Q1) アニメーション、シミュレーションやナレーションはあなたの学習を興味深いものにしましたか。
- Q2) このレッスンの内容は従来の授業と違ったものでしたか。

妥当性:Relevance:

- Q3) このレッスンの内容はあなたに親しみのあるものでしたか。
- Q4) あなたはこのレッスンの学習目標は何かを見つけることができましたか。
- Q5) このレッスンの考え方は、あなたが学習目標を達成するのに役立ちましたか。

自信:Confidence:

- Q6) あなたは、このレッスンを十分学習したか自信がありますか
- Q7) このレッスンは難しいと感じましたか。
- Q8) あなたは多くのことをあなた自身で学びましたか。それらの多くのことをこの教材に見つけることができましたか。

満足:Satisfaction:

- Q9) このレッスンはあなたを満足させる内容をたくさん含んでいましたか。
- Q10) このレッスンの教材はあなたを正しい方向に導きましたか。

表 7.2.12 はトライアル内アンケートの結果を示している。カウンターパートは生徒の印象の結果とデジタル教材を次のように関連づけた。

- 難しい数式を含んでいるレッスンはネガティブな印象を生徒に与えている (例として9章のレッスン4(光の極小偏角)、レッスン5(光の球面に対する反射)および10章のレッスン2(調和振動と単純なおもりの振り子運動)、レッスン3(波動))。
- いくつかのレッスンは多くのコンテンツを持っているので、生徒にとって授業時間内に終了するのは困難だったのではないか。これらのレッスンは良い印象を与えていない。
- 9章のレッスン11(偏波)とレッスン12(反射による偏波)は実際の実験室で実験するように指導している。これは他と異なるデジタル教材となっている。

表 7.2.12 各レッスンに対する印象

| 章 | レッスン | レッスン内容 | 注意 | 妥当性 | 自信 | 満足 |
|---------|------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 9 | 1 | Reflection Absorption of Light | 3.84 | 4.35 | 3.47 | 4.47 |
| 9 | 2 | Transmission of Light | 3.86 | 4.29 | 3.63 | 4.51 |
| 9 | 3 | Refraction of Light | 3.62 | 3.61 | 3.33 | 3.82 |
| 9 | 4 | Angle of Minimum Deviation | 3.57 | 3.39 | 3.13 | 3.61 |
| 9 | 5 | Refraction of Spherical Surface | 3.34 | 3.36 | 3.24 | 3.49 |
| 9 | 6 | Type of Lenses | 3.75 | 4.29 | 3.47 | 4.27 |
| 9 | 7 | How Lens Works | 3.61 | 3.99 | 3.45 | 4.13 |
| 9 | 8 | Lens Image Properties | 3.69 | 4.12 | 3.45 | 4.19 |
| 9 | 9 | The Equation of Lens Maker | 3.58 | 3.56 | 3.34 | 3.67 |
| 9 | 10 | Measure the Focal Length of Concave Lens | 3.67 | 3.81 | 3.36 | 3.94 |
| 9 | 11 | Measure the Focal Length of Convex Lens | 3.31 | 3.35 | 3.10 | 3.47 |
| 9 | 12 | Eye Defects | 3.35 | 3.51 | 3.15 | 3.54 |
| 10 | 1 | Simple Harmonic Motion in Spring | 3.50 | 3.34 | 3.10 | 3.48 |
| 10 | 2 | Simple Harmonic Motion in Simple Pendulum | 3.45 | 3.05 | 2.99 | 3.03 |
| 10 | 3 | Wave Motion | 3.10 | 2.86 | 2.84 | 3.07 |
| 10 | 4 | Types of Waves | 3.69 | 4.30 | 3.43 | 4.49 |
| 10 | 5 | Properties of Waves (Reflection, Refraction) | 3.63 | 4.09 | 3.36 | 4.32 |
| 10 | 6 | Properties of Waves “Interference” | 3.64 | 3.70 | 3.22 | 3.96 |
| 10 | 7 | Standing Waves | 3.56 | 3.93 | 3.25 | 4.22 |
| 10 | 8 | Interference of Light | 3.40 | 3.47 | 3.21 | 3.85 |
| 10 | 9 | Diffraction of Waves | 3.58 | 3.89 | 3.32 | 4.31 |
| 10 | 10 | Diffraction of Light & Waves | 3.52 | 3.59 | 3.25 | 3.98 |
| 10 | 11 | Polarization of Light (Polarized Wave) | 3.61 | 3.80 | 3.29 | 4.21 |
| 10 | 12 | Polarization of Light by Reflection | 3.66 | 3.94 | 3.37 | 4.25 |
| 平均 | | | 3.56 | 3.73 | 3.28 | 3.93 |
| SD | | | 0.17 | 0.40 | 0.17 | 0.43 |
| 平均-SD*1 | | | 3.39 | 3.33 | 3.11 | 3.50 |

補足:平均以下をイタリック、平均-SD*1 以下を太字イタリックで表示している。

7.2.3 学習態度の結果

事前アンケートは 18 問、事後アンケートは 20 問から構成されている。両方にコンピュータや物理が好きであるかなどの生徒の態度に共通した質問がある(表 7.2.13 参照)。

表 7.2.13 態度に関して事前-事後のアンケートの結果

| | 質問の内容 | 事前 | 事後 | 得点: 5点 | 得点: 1点 | 事前:平均 | 事後:平均 |
|------|---------------------------------|-----|-----|------------|-----------|-------|-------|
| TQ1 | あなたはコンピュータやインターネットが難しいと考えますか。 | Q5 | Q1 | 難しい | 易しい | 2.22 | 3.42 |
| TQ2 | あなたはコンピュータやインターネットを学びたいですか。 | Q6 | Q2 | 望む | 望まない | 4.72 | 4.73 |
| TQ3 | あなたはコンピュータやインターネットが好きですか。 | Q7 | Q3 | 好き | 嫌い | 4.69 | 4.67 |
| TQ4 | あなたはコンピュータやインターネットを教室で使いたいですか。 | Q8 | Q10 | 望む | 望まない | 4.15 | 4.45 |
| TQ5 | あなたは科学の本や科学のTV番組が好きですか。 | Q9 | | 好き | 嫌い | 3.88 | |
| TQ6 | あなたは学校の‘物理’の教科が好きですか。 | Q10 | Q4 | 好き | 嫌い | 3.10 | 4.26 |
| TQ7 | あなたは、物理、生物、地学、化学などの実験が好きですか。 | Q11 | Q5 | 好き | 嫌い | 4.26 | 4.35 |
| TQ8 | あなたは‘物理’の中の数式が好きですか。 | Q12 | Q6 | 好き | 嫌い | 2.73 | 4.17 |
| TQ9 | あなたはデジタル自習教材を続けて使いたいですか。 | | Q7 | 望む | 望まない | | 3.99 |
| TQ10 | デジタル教材は、あなたが物理を楽に勉強することを助けましたか。 | | Q8 | はい | いいえ | | 3.96 |
| TQ11 | あなたはどちらの学習方法が好きですか。 | | Q9 | e-learning | Ordinary | | 3.84 |

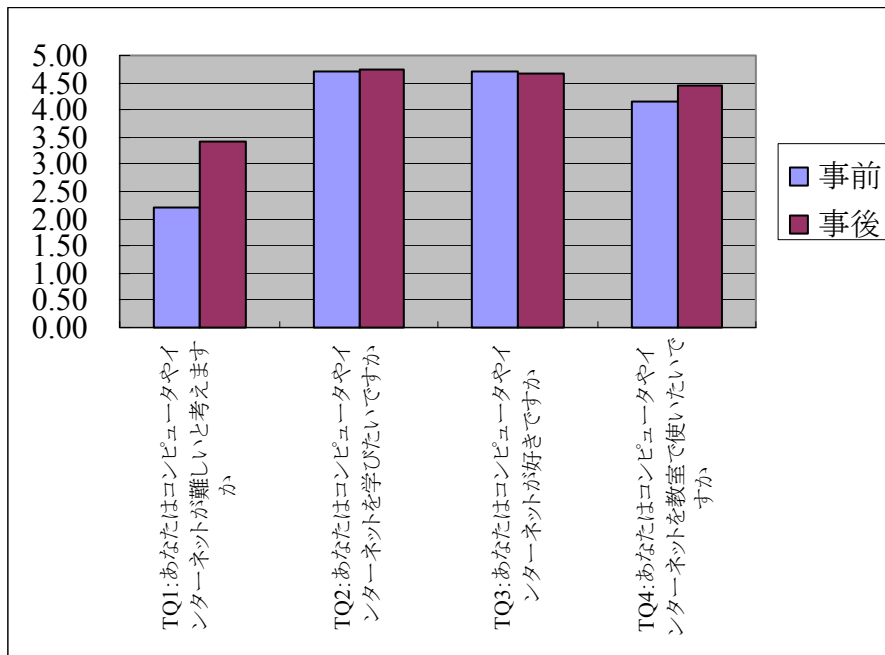
1) ITに関する態度

事前アンケートの Q5、6、7 と 8 と 事後アンケートの Q1、2、3 と 10 は IT に関連した問である。TQ2、TQ3 と TQ4 の平均スコアは事前・事後アンケート共に高い。この理由により、事前と事後の有意差はない。生徒はトライアル前から IT に非常に高い興味があり、それを使ってみたいと思っている。生徒はトライアル後も、その印象を保持、むしろより強めている。少なくともデジタル教材は、彼らの IT や e-learning に対する気持ちを挫くことはなかったことを示している。これに比べて、TQ1 はトライアル後、生徒がパソコンやインターネットは複雑なものだと感じていることを示している。

($Z = 6.274$, $P < 0.01$: Wilcoxon's sign rank sum test) (図 7.2.9 参照)

これは、トライアル前は生徒は IT に関してわずかな経験しかなく、そして教室でのパソコンの操作は彼らが予想していたものより難しかったことが推測される (7.2.1 ベースライン調査で述べたように、多くの生徒はパソコンをゲーム機として使っているだけである)。

図 7.2.9 IT に対する態度



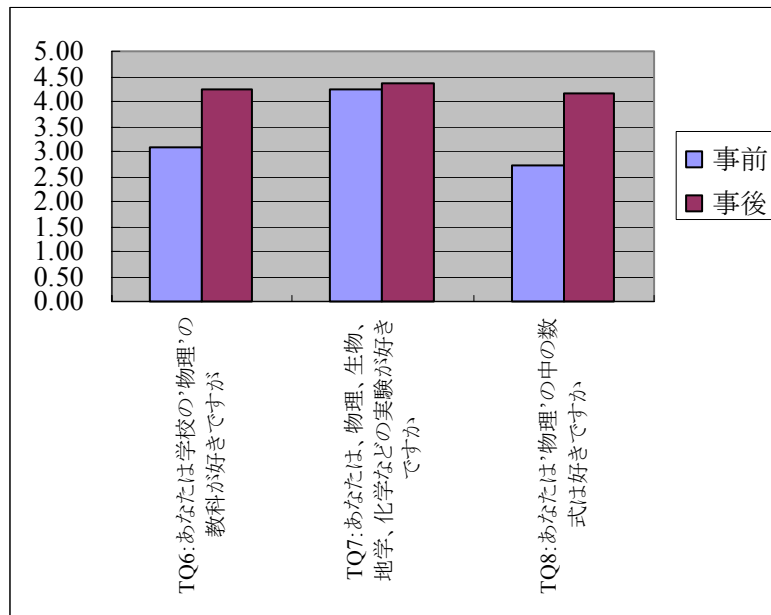
注:縦軸の得点の意味は表 7.2.13 を参照

2) 物理に対する印象

TQ6、7と8は生徒に物理をどう思っているか聞いている。生徒が物理を非常に好きではないことははっきりしていて、特にトライアル前の数式については好まれていない。しかし、TQ7は生徒が実験を楽しんでいたことを示し、このことを教師はしっかり心にとめておくべきである。

トライアルの効果に関しては、TQ6 ($Z=5.935, P<0.01$) と TQ8 ($Z=6.819, P<0.01$) において事前と事後の間で有意差が見られる(図 7.2.10 参照)。生徒の物理に対する印象が実質的に改善されたのは明白であり、多くの生徒がデジタル教材を使った後では数式が難しく無いと感じている。

図 7.2.10 物理に対する印象

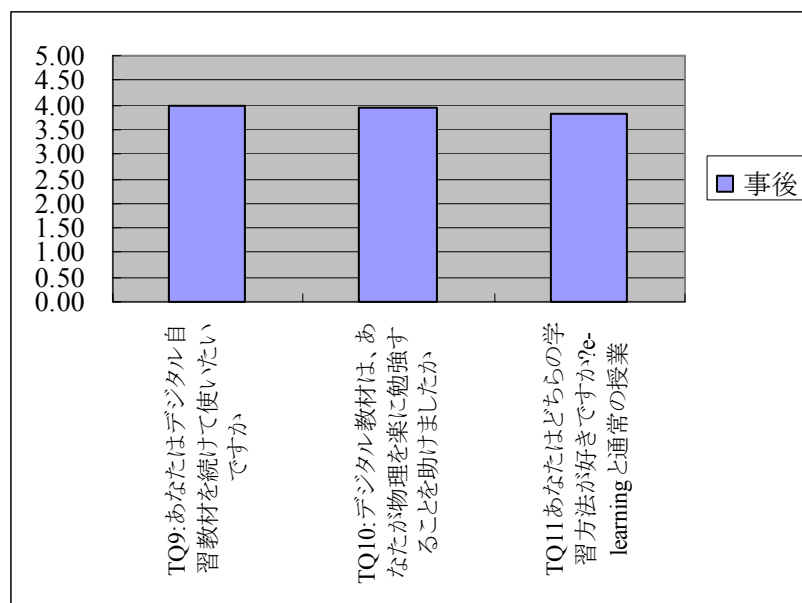


注:縦軸の得点の意味は表 7.2.13 を参照

3) e-learning に関する印象

生徒は初めから IT に対して良い印象を持ち、それを教室で使いたいと願っている (図 7.2.11 参照)。従って、トライアルが生徒の e-learning に対する印象を改善したか判断するのは難しい。しかし T9、T10、T11 の結果は、少なくともデジタル教材が彼らを失望させるものではなかったことを示している。

図 7.2.11 e-learning に対する印象



注:縦軸の得点の意味は表 7.2.13 を参照

8

ワークショップ

8.1 ワークショップの準備

デジタル教材の開発・利用方法の知識を広めることを目的とし、タスクフォースチームは下記の要領にて、ワークショップを開催した。

目的:

- 本プロジェクトにおいてカウンターパートが獲得した知識や技術を広める。特にいかにデジタル教材を開発し、それを学校で使用するか。
- トライアルの結果報告：i) デジタル教材の効果、ii) 学校での実践内容。
- 参加した教師に対して開発したデジタル教材をいかに学校で使用するか。

対象者: 150名

- 地方教育委員会の物理教師・情報教師およびスーパーバイザー
- 教育省の職員

日程:

- 2003年5月22-23日

教材:

- ハンドブックおよびPower Point スライド
- カウンターパートは上記の教材をアラビア語で作成した

プログラム:

表 8.1.1 ワークショップのプログラム

| 日程 | セッション | 時間 | 内容 | 発表者 |
|-----|-------|----------|----------------|--|
| 22日 | 1 | 9-10 | オープニング | 1.Mr. Inagaki (JICA) 2.The Minister 3.Mr. Ota (PADECO) |
| | 2 | 10-10.30 | 休憩 | ----- |
| | 3 | 10.30-11 | e-learning の概要 | Mr. Qasem |
| | 4 | 11-12 | プロジェクト内容 | Dr. Ziad |
| | 5 | 12-1.00 | マルチメディア教材 | Menhaj Ms. Najwa |
| | 6 | 13-14 | 昼食 | ----- |
| | 7 | 14-15 | 日本研修の成果 | Mr. Dwekat |
| | 8 | 15-16 | トライアルの結果 | Dr. Mekhled Mr. Ibraheem |
| 23日 | 1 | 9-10.30 | 実習 | カウンターパート全員 |
| | 2 | 10.30-11 | 休憩 | |
| | 3 | 11-12 | 実習 | |
| | 4 | 12-12.15 | (CD とワークブック配布) | |

8.2 ワークショップの結果

参加者:

- 地方教育委員会の物理教師、IT 教師およびスーパーバイザー - 100 名
- 教育省の職員 - 35 名
(教育大臣、JICA 現地事務所所長出席)

アンケート結果:

カウンターパートはアンケートの準備・実施を行った。アンケート結果は参加者の良好な意見・感想を示している (表 8.1.2)。

表 8.1.2 ワークショップのアンケート結果

| | 質問 | 平均点数 | | |
|---|---|----------|------|-------|
| | | スーパーバイザー | 物理教師 | IT 教師 |
| 1 | あなたのワークショップの印象は: 役に立たない 1 2 3 4 5 役に立つ | 4.3 | 3.7 | 4.5 |
| 2 | あなたは事前にデジタル教材に関する知識を持っていましたか: 少ない 1 2 3 4 5 多い | 2.1 | 2.4 | 3.0 |
| 3 | デジタル教材は: 難しい Difficult 1 2 3 4 5 易しい | 4.1 | 3.6 | 4.6 |
| 4 | デジタル教材とはどのようなものか: はっきりしない 1 2 3 4 5 はっきりした | 4.2 | 3.5 | 4.5 |
| 5 | ワークショップで提供されたサービスは: 適切でなかった 1 2 3 4 5 適切であった | 4.4 | 3.7 | 4.1 |

| | 質問 | 選択(パーセンテージ) | | |
|-----|------------------------------------|-------------|------|-------|
| | | スーパーバイザー | 物理教師 | IT 教師 |
| 6 | どの発表があなたにとって役立ちますか (一個以上選択できる): | | | |
| (1) | e-learning の概要 | 66% | 41% | 46% |
| (2) | プロジェクト内要 | 78% | 38% | 42% |
| (3) | マルチメディア教材 | 72% | 54% | 72% |
| (4) | 日本研修の成果 | 48% | 48% | 36% |
| (5) | トライアルの教師の経験 | 51% | 38% | 40% |
| (6) | トライアルの結果 | 39% | 30% | 30% |

| | 質問 | 選択(パーセンテージ) | | |
|-----|--|-------------|------|-------|
| | | スーパーバイザー | 物理教師 | IT 教師 |
| 7 | Which kind of skills do you want to learn? | | | |
| (1) | コンピュータの基本操作・知識 | 21% | 10% | 18% |
| (2) | デジタル教材の開発方法 | 78% | 48% | 70% |
| (3) | IT の教室での活用方法 | 72% | 10% | 82% |
| (4) | コミュニケーション手段とインターネットの使い方 | 72% | 65% | 70% |

9 提言

9.1 全体の計画

ヨルダンにおいては、教育改革が進み始めている。今回の調査の結果は、デジタル教材の活用は生徒の自主的な学習態度を強化し、また、知識・技能の習得にも効果があることを示唆している。今後ヨルダンの教育を劇的に変化させるためには、コスト面など十分に考慮した上で、本調査で作成したようなデジタル教材を含む IT の活用を改革の中核に置くことが重要であると思われる。以下、今後の IT を活用した教育改革の進め方について述べる。

9.1.1 政府の役割

従来の紙ベースのテキストなどの教育と比べると、IT の活用は、インフラ整備などの問題も含め、政府機関がより総合的に計画をたて、実施を管理する必要がある。このために最も基本的なこととして、以下のような課題がある。

- PC の学校への配備、インターネットの接続、メンテナンス等のインフラ基盤の整備
- 学校で使用するデジタル教材の整備、開発体制の整備
- 教師の訓練を含む、学校での IT 活用方法の普及

教育省としては、教育省内の体制整備、各ドナーの支援、民間会社の活用を図りながら、この三つの課題がバランスよく発展するように考慮する必要がある。特に、デジタル教材の開発には多くの労力と費用がかかる。幸運なことに、ヨルダンにはアラビア語という共通の言語を使用する多くの近隣諸国を持つ。これらの国と教材を共用することも視野に入れ、近隣諸国とも協調しつつ、アラビア語圏の教材開発と IT の教育分野への活用をリードすべきであろう。

9.1.2 組織の展開

(1) 必要となる人材および組織

IT 分野は高度な技術知識・技能が要求され、また非常に進歩が早い世界である。一方、教育の分野は人間という不確定要素の多い対象に対して、単なる教育技術だけでなく経験も要求される世界である。従って、IT の教育活用には、この両分野に柔軟に対応できる次のような人材の育成と組織の構築が要求される。

- **多様な人材が混在する組織** 上記のような IT と教育の知識・技術を一人で持つことは非常に困難である。このため組織内に知識・情報を共有する仕組みが必要である。場合により本調査のように行政の要員と民間会社の要員が混在することも必要である。
- **実現可能な計画を立て遂行できる組織** 多様な人材が必要なことから、その人たちの作業を正確に管理できる仕組みが組織に必要である。また、ITの世界はソフトウェア、システムなどの具体的な成果物が要求されるため、それらを作るために実現可能な計画を立て、それを遂行することが重要である。
- **新しいことを自主的に吸収し活用する組織** IT も e-learning も非常に進歩が速い世界である。個人も組織もこれらを積極的に身に付ける必要がある。Web上の情報や、インターネット上のコミュニティなども活用し、自主的かつ積極的に勉強する姿勢が必要である。組織としては、そういった個人の努力・能力を正確に評価する仕組みが必要である。

(2) 組織構成

図 9.1.1 は、現在進行しているヨルダンの教育改革の組織整備の中で、デジタル教材の開発・ITの教育活用の普及を行うために、どのような役割が必要か示したものである（機器の設置などのインフラ整備やメンテナンスなどは除く）。現在、地方への教育の分権化に伴い、大きく教育省、地方教育委員会、各学校の三段階の階層がある。それぞれの役割は以下のようなものである。

教育省: 近隣諸国、各ドナーと連絡をとりながら、デジタル教材の開発や IT の教育活用の研究、方法、普及を計画、実施する。

デジタル教材の開発に関するグループ: 各資源を有効に活用し、最も効果のある教材を開発する。また IT 民間企業と連携し、教材の整備をする。

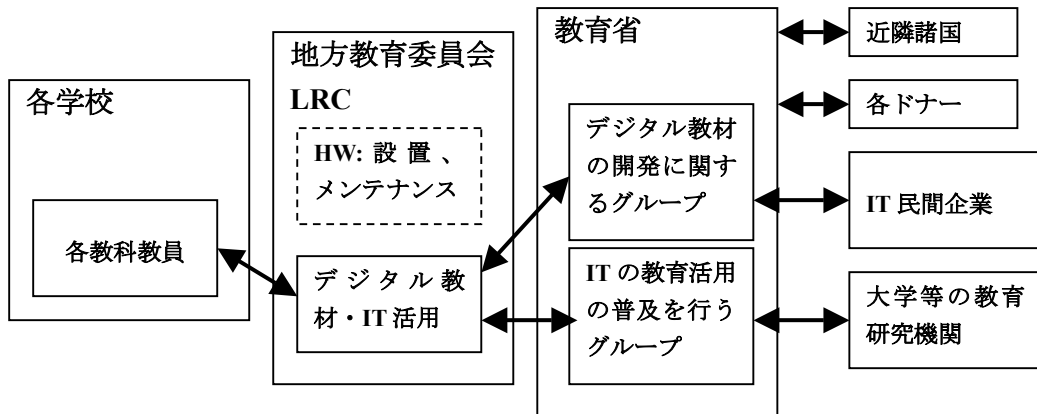
IT の教育活用の普及を行うグループ: デジタル教材の活用にとどまらず、各種ツールの利用、インターネットによる協同学習、Web の情報の収集など幅広い IT の教育活用方法を研究、整備し普及させる。

地方教育委員会、LRC: 地方教育委員会は、教育省と連絡をとりながら地域の特色・状況に合わせたカリキュラム、教育方法を構築して、各学校への普及と支援を行う。

デジタル教材・IT 活用: 教育省で開発したデジタル教材や IT の教育での活用方法を各学校の教師に教えると同時に、各教師の要求のもと独自の教材の提供を行う。

学校、教員: 整備されたデジタル教材や、IT の教育での活用方法を各学校で実践する。実践の結果又は要求は適宜、地方教育委員会、LRC (Learning Resource Center) に連絡する。

図 9.1.1 ヨルダンにおける将来的なデジタル教材に関する体制



(3) 教師の役割

ヨルダンの新しい教育改革においては、生徒の自主的な学習がその中心になっているが、教師自身も同様に自主的に教育方法を学び、より良い教育を実施する姿勢が望まれる。特にインターネットは各人が平等の世界であり、すべての教師に対して新しい教育方法を学び考える機会が提供される。

ITの教育分野への活用するためには、最低限、以下のような技能が必要である。

- アラビア語のタイピング
- Word、PowerPoint などの教材作成のツールの操作
- Web のアクセス、e-mail の使用

次の段階として必要な能力は以下のものである。

- 担当教科における Web 上での有効な情報のありかの探索
- インターネットを活用した協同学習の進め方の知識
- 適切なデジタル教材の活用方法の知識
- Word、Excel、PowerPoint などの教科での活用方法の習熟

これらの知識、技術を教師に訓練するため、ヨルダンでは ICDL や Intel プログラムなどが開始されている。これらに加え、個別の教師の学習、活動を支援するため教育省レベルでは次のようなことをすべきである。

- 電子掲示板(BBS)、メーリングリストを活用した、インターネット上の教師のコミュニティの形成
- 教育実践方法のコンテストの実施 (プログラミングではなくレッスン計画)
- 教師からの IT の教育分野への活用に関するパイロットプロジェクトの公募

9.1.3 計画

(1) 総括的な計画

デジタル教材の開発や IT の教育活用には多大な費用と人的労力が必要である。限られた資源を有効活用するためには、的確な短長期計画を立案し遂行すること、最も効果的・効率的な部分への投資を行うことが必要である。また、デジタル教材の整備が完了するまでには長い期間を要し、整備後はその改修・メンテナンスも必要となる。従って、デジタル教材の整備中においては、従来の教室での授業を改善していくための方策も考慮し、整備計画には次のような要素を盛り込む必要がある。

- PC 教室で生徒がデジタル教材を使用することを前提とした整備計画
- 各教室で少数台の PC を使用することを前提とした整備計画
- 教師が PC の素材を印刷物として使用することを前提とした整備計画

推進にあたっては、3-5 年の長期的なマスタープランの下、本調査で行ったのと同様な 1-2 年度の短期計画を策定し、教師の訓練、教材の整備、パイロットの実施、評価などの具体的かつ実現可能な計画を作っていく必要がある。

(2) デジタル教材整備計画:整備対象

整備対象を考える場合、現実的な問題として、個々の学校における各生徒の PC 使用可能時間の問題がある。現在は、各生徒の PC 使用可能時間は、5-8 時間/週である。今後はこの使用時間の増加ペースにあわせ、教材開発を進める必要がある。すべての教科をデジタル化し、活用するためには、一人一台のパソコンが必要となる。デジタル教材化の対象としては、理数系の教科が有効であると思われるが、教科ごとの整備計画にはとらわれず、最も効果のある内容や部分を検討し、開発することが望ましい。また、整備にあたっては、英語版の情報や教材が Web 上で活用できるなどの外的準備状況も考慮する必要がある。

(3) デジタル教材整備計画:要員育成計画

要員は大きく 1)カリキュラムの分析、教材の設計、2)プログラミング、グラフィックデザインに分けることができる。後者においては民間会社の要員を利用することも可能であり、教育省としては主として前者の育成に力を入れるべきである。ただし、民間会社との討議ができるプログラム等がわかる要員の育成も必要である。カリキュラムの分析、教材の設計を行う者は、現在インストラクショナル・デザイナーと呼ばれ、その知識・技術体系もインストラクショナル・デザインとしてまとめられ、訓練コースも整備されてきている。十分な教育経験があり、IT の基礎的知識・技能を持っているスーパーバイザーや教師を対象として、これら知識・技術体系をもとにした既存の訓練コースを適用すれば、比較的早く育成が可能である。

9.2 キャパシティビルディングと技術移転

本調査の最終的目的は、ヨルダン政府のキャパシティビルディングである。本書で述べてきたように、本調査は、一年間という短い期間であったにもかかわらず、ヨルダン側のカウンターパートとの共同作業により、実施に優れたデジタル教材を開発し、トライアルを成功裡に実施するという成果を得た。これは、本調査期間中の技術移転の成果が良好であった証であるともいえる。表 9.2.1 はスキルマップと今回の技術移転の成果を示す。しかし、通常インストラクショナル・デザイナーの育成には3年以上、プロジェクト管理者の育成には5年以上かかるため、カウンターパートは今後とも e-learning に関してより多くの知識や技術を学ぶ必要がある。

表 9.2.1 デジタル教材の開発に関するスキルマップ

| Category | Phase | Task | プロジェクトでの技術移転の達成度 | | | |
|----------|-------|-----------|------------------|----|----|--|
| | | | 基礎 | 中級 | 専門 | |
| 計画 | ニーズ調査 | 現状分析 | ---- | | | |
| | | 目標分析 | ---- | | | |
| | 計画立案 | 短期 | + | | | |
| | | 長期 | ---- | | | |
| 開発 | 初期分析 | カリキュラム分析 | + | + | | |
| | | 学習者分析 | + | | | |
| | | 技術分析 | ---- | | | |
| | | コスト-成果分析 | ---- | | | |
| | 設計 | システム・基本設計 | + | | | |
| | | コース設計 | + | | | |
| | | 詳細設計 | + | + | | |
| | | プログラム設計 | ---- | | | |
| | 開発 | グラフィック製作 | ---- | | | |
| | | 映像・音声製作 | ---- | | | |
| | | プログラム製作 | ---- | | | |
| | | デバッグ | + | + | | |
| | | 形成的評価 | + | | | |
| | | 試験 | + | | | |
| | 評価 | 実験計画 | + | | | |
| | | トライアル | + | + | | |
| | | データ収集 | + | | | |
| | | データ分析 | ---- | | | |
| | 管理 | 入札 | 評価 | + | | |
| | | | 入札図書 | + | | |
| 入札 | | | + | | | |
| プロジェクト | | 選定 | + | + | | |
| | | 工程 | + | | | |
| | | コスト | ---- | | | |
| | | 仕様 | + | | | |
| | | 品質 | + | | | |
| 外注 | + | + | | | | |

----: 今回の技術移転の対象外

9.3 デジタル教材の開発について

カウンターパートにとって、今回のデジタル教材の開発は初めての経験であった。その中でいくつかの問題や困難、つまり、1) デジタル教材の開発自身が持つ難しさ、2) 教師やスーパーバイザーとして今までとは違う仕事のスタイルにぶつかりながらも最終的に教材を完成

させていった。ここでは、それらの問題を振り返りながら、今後ヨルダンでデジタル教材の開発の要員育成をより効果的、効率的に行うための提言を行う。

9.3.1 開発管理

教師にとって工程表や成果物による管理・作業は馴染みのないものである(こればヨルダンに限らず、日本でも同様である)。しかし、本調査の実施を通じて、これらは徐々に理解され、特に納期に関する意識は十分に持ったようである。本調査では、24時間分の教材開発を一気に行ったことで問題が起きた。それは、開発は基本設計、詳細設計、製作、試験のフェーズの順番で行うが、開発全体のイメージを持っていないため、例えば基本設計は何のために行っているか理解できないまま作業を進めていたようであり、プロジェクトが終わって初めて、個々の作業の意味を理解した。今後の育成においては、2-3時間分の短い教材開発を行ってプロジェクト全体の流れを理解してから、大量の開発の作業を進めた方が良いと思われる。また、初期のころのドキュメントはほとんど手書きベースであり、修正などがほとんど行えない状態であった。Word、Excelなどの基本的ツールは十分使いこなせるように訓練するのが先決である。

9.3.2 教科書分析

企業向けの教材開発では、この教材分析と学習者分析が最も重要視されている。しかし、学校教育現場ではすでに学習目標が設定されているため、この作業の意味が、なかなかカウンターパートに理解されなかった。しかし、カウンターパートはプロジェクト終了時には、教育省で設定されている学習目標をより細分化した具体的な教育目標の設定が必要であることを理解した。学習者分析に関しては、教師として無意識の内に理解していることが多くそれをドキュメント化することが難しかった。このことが、教材内容の難易度について民間会社の担当者と論議するとき、民間会社の担当者からみて生徒にとって難しすぎると思える教材内容が、カウンターパートからは生徒に十分理解できる内容であるにとらえられ、双方の合意に至るまで予想以上の時間を費やすことにつながった。開発を指導する教師達と直接開発を行う技術者が、開発作業当初に教材分析や学習者分析について、十分な共通認識をもっていることが重要である。

9.3.3 設計と仕様

開発当初、カウンターパート側には、シミュレーションやアニメーションなどの具体的なイメージがなく、設計したものが具体的なプログラムとして動いて初めていろいろ意見を持ち改修を行ったため時間と労力がかかった。本調査で開発したデジタル教材はいろいろなタイプのシミュレーションやアニメーションの要素が含まれているため、今後開発要員の育成する際の具体的なサンプルとして非常に有効である。また、今回の開発は非常に贅沢に作成されていて、ほとんどすべての内容について、映像、シミュレーション、アニメーション、問題などの各素材用意されている。開発量を下げ開発効率を上げるには、個々の教育内容を詳

細に検討して、どのような素材が最も適しているか吟味し、必要な部分だけを開発するといった必要もあろう。

9.3.4 入札条件と選定過程

本調査では、公正かつ透明な入札手続の結果、非常に優秀な民間企業を選択することができた。特に今回はサンプルデモンストレーションの製作を要求して、その結果が応札業者の実力を判定する際の有効な基準となった。このデモンストレーションを判断する基準をカウンターパートは教師として初めから十分に持っていた。デモンストレーションの良否の評価者は教師としての判断基準を持っている必要がある。

9.3.5 教材開発手法

小学校レベルの教材の開発ならば、プログラマー自身が間違いなどに気づき修正することが可能であるが、今回のような Grade11 の物理では、その誤り自体を検出できるのはカウンターパートだけであった。そのため、プログラマーとカウンターパートの間のやりとりに時間がかかり、また細かいミスを修正するのに時間を要した。これらに対して、ドキュメントベースでのデバッグ、障害の統計的な管理、工程上の明確な期限の設定などの対応が考えられ、プログラマーとカウンターパート(教材の設計者)のコミュニケーションとして今後解決すべき大きな課題である。

9.3.6 モニタリングとフィードバック

本調査では、個々の教材の良し悪しを判断するためのツールとして、アンケートやテスト結果のログをシステムに組み込むことによって、教材の改修に必要な貴重な情報を得ることができた。ただし e-learning システム自体の持つ問題としてデータ量が非常に多く、分析が難しい点が挙げられる。今後長期的にデジタル教材自身の評価を行っていくならば、これらのモニタリングやフィードバックを自動的に実施する仕組みを開発する必要がある。また、今回は実施しなかったが、生徒の学習状況をビデオで撮影して分析するなどの、より細かい生徒の反応に注目する分析も必要である。

9.4 将来への展望

本調査は、開発したデジタル教材の質の高さにおいても、大規模なトライアルの実施においても、欧米、日本などの先進国でもほとんど実施例のない成果を達成することができた。ITの本格的な教育分野への活用は世界中で始まったばかりであり、今回のプロジェクトの成果はヨルダン自身がITの教育分野での活用において、世界のトップレベルに到達する可能性があることを示していると言える。それを現実のものとするためには、下記のような点に十分に注意を払い教育改革を進めていく必要がある。

- 教員や教育省内の要員の能力向上を中心とした計画。また、自主的な活動を支援する環境、制度の整備。
- あくまで、生徒による自主的な学習を中心の目標とし、ITがそれをどのように支援していくか考える。
- 限られた資源を有効活用するための対処、計画の立案。今回のプロジェクトのデジタル教材以外の多様なITの活用方法の検討。

Wave Generator

Wave Shape

Wave Length

Simulation

Relation of simple harmonic motion to uniform circular motion

The general formula for the displacement of an object moving in SHM can be represented by the following formula:

$$y = A \sin(\omega t)$$

1. The vertical displacement (y) for an vibrating body moved from the equilibrium can be represented by the following formula:

2. If the body starts moving from any point different from the point of equilibrium, the displacement (y) can be represented by the following formula:

$$y = A \sin(\omega t + \phi)$$

where ϕ is the angle which defines the condition of waves beginning. And this angle is called the phase constant ($\omega t + \phi$): phase angle.

Jordan Physics Digital Material Development

Chapter 9 ()

Chapter 10

- Oscillatory motion as a pattern of motion
- Simple harmonic motion in simple pendulum
- Relation of simple harmonic motion to uniform circular motion
- Wave Motion
- Characteristics of mechanical waves
- Reflection and refraction
- Properties of waves "interference"
- Standing waves
- Interference of light waves
- Diffraction of waves
- Diffraction of light waves
- Polarization of light
- Polarization of light by reflection

Teacher Menu

Map & Index

Collaboration

Supplement

Glossary

Home

Properties of waves "interference"

Interference of water waves

2 cm 4 cm 6 cm

Simulation

Interference

- Interference of waves
- Interference of light waves
- Diffraction of waves
- Diffraction of light waves
- Polarization of light
- Polarization of light by reflection

Teacher Menu

Map & Index

Collaboration

Supplement

Glossary

Home

eye-check - Microsoft Internet Explorer

Patient is: Far sighted

Select appropriate lens

Concave Lens Convex Lens None

prism - Microsoft Internet Explorer

| α_1 | β_1 | β_2 | α_2 | δ |
|------------|-----------|-----------|------------|----------|
| 39 | 24.8 | 59.8 | 35.1 | 38.8 |

The angle of refraction on the second face, calculated from:

where $n_1 = 1$ for the air, $n_2 = 1.5$



Jordan Physics Digital Material Development

Chapters 9

- Reflection and absorption of light
- Transmission of light
- Refraction of light
- Angle of minimum deviation in a prism and dispersion of light
- Reflection at spherical surfaces between two transparent media
- Lenses
- How a lens works as a prism
- Characteristics of images formed by an object in lenses
- Lens maker's equation
- Measurement of the focal length of a convex lens
- Measurement of the focal length of a concave lens
- Application of optical properties of matter

Chapter 10 ()

Teacher Menu

Map & Index

Collaboration

Measurement of the focal length of a concave lens

Procedure:

- Place the light can
- Measure the distance and find the focal length, so the
- Put the concave lens then measure the distance the image is considered
- Move the screen up between the screen
- Apply the relation

The focal length of

lesson1 - startm - Microsoft Internet Explorer

Measurement of the focal length of a concave lens.

Jordan Physics Digital Material Development

Chapter 9 ()

Chapter 10

- Oscillatory motion as a pattern of motion
- Simple harmonic motion in simple pendulum
- Relation of simple harmonic motion to uniform circular motion
- Wave Motion
- Characteristics of mechanical waves
- Reflection and refraction
- Properties of waves "interference"
- Standing waves
- Interference of light waves
- Diffraction of waves
- Diffraction of light waves
- Polarization of light
- Polarization of light by reflection

Teacher Menu

Map & Index

Collaboration

Supplement

Glossary

Home

Properties of waves "interference"

Questions - Exercise 2

Two waves interfere; the first is represented by the function $y_1 = 8 \sin\left(\frac{5\pi}{2} t\right)$, and the other by the function $y_2 = 60 \sin\left(\frac{3\pi}{2} t + \pi\right)$. Both waves were generated at the same time. Where the displacement measured in cm:

Answer the following questions:

- The phase difference between the two waves after the passage of 2 seconds
- The phase difference between the two waves after the passage of 4 seconds
- The displacement of the resultant wave 1 second after its generation is
- The displacement of the resultant wave 2 second after its generation is

1- The interference Type your answer

The answer is:

the phase angle of the first wave = $\frac{5\pi}{2} \cdot 1 = \frac{5\pi}{2} \times 2 = 5\pi$

the phase angle of the second wave = $\frac{3\pi}{2} \cdot 1 + \pi = \frac{3\pi}{2} \times 2 + \pi = 4\pi$

the phase difference = $5\pi - 4\pi = \pi$

