

大学教育のための電子教材の開発方針の検討

梅澤 克之[†]

(株)日立製作所[†]

IT ビジネスサービス本部

石田 崇[‡]

早稲田大学[‡]

メディアネットワークセンター

小林 学^{††}

湘南工科大学^{††}

情報工学科

平澤茂一^{†††}

早稲田大学^{†††}

理工学術院総合研究所

1. はじめに

最近の ICT の発展に伴い、教育の現場にも e-learning の学習スタイルに大きな影響を与えている。特に、電子教材（デジタル教科書など）はオンライン・オフライン使用を問わず、小中高の学校で実用化の機運にある[1]。

一方、大学における電子教材には、英語[2]などの語学の他、数学・情報[3]など、担当教員による開発・評価がある。筆者らは大学教育向け基盤教育を対象に、「コンピュータ入門」[4][5]・「統計入門」・「プログラミング演習」・「英語基礎」などを試作し評価してきた。ここでは、「コンピュータ入門」について、主としてマルチメディアコンテンツを埋め込んだ教材を試作し、その学習効果を評価している。しかし、電子教材に単に多くの機能を盛り込めば良いわけではない。学習者の個性・状態・環境などに適合した教材を設計する必要がある[6]。本研究は電子教材の設計法について予備実験を行い、電子教材版設計法 (Instructional Design: ID) のための指針を得ることが目的である。

特に今回は、従来型の紙の教材から電子教材を発展的に開発する際の設計法を取り上げる。具体的には、まず教材作成者の要求とそれに適したコンテンツ種別を分類・整理する。次に、その中の「板書動画」に限定して実験用コンテンツを作成し、学生による評価実験およびアンケートを実施し考察を行う。

2. 電子教材の設計指針

ID プロセスの基本モデルとして ADDIE モデル[6][7] が良く知られている。このモデルに基づけば、まず、(1)教材のニーズや(2)学習目標、(3)前提スキルや動機付け、(4)条件と制約について分析 (Analysis) を行う。設計 (Design) ・開発 (Development) の段階では分析の結果に従って学習内容を具体化して仕様書としてまとめ、学習目標を達成するために最も適した手段によって教材を作成することが望ましい。特に電子教材の場合は従来の紙による教材よりも情報の多様な表現が可能となるため、使用する機能を適切に選択する必要がある。さらに教材を実際に利用し (実施：

Implementation) , 最終的に評価 (Evaluation) を行う。

3. 電子化による機能の実験

3.1 教材作成者の要求とコンテンツ種別

従来型の紙の教材を作成した後に、電子教材化する際に、教材作成者の要求とそれに適したコンテンツ種別について表 1 に整理する。表中の#の列は、既刊の紙の教材[8]を電子教材化することを想定した時の該当する図の数である。ここで、紙の教材の図のままでよさそうな図は 108 個であった。なお、教材[8]は情報専門学科におけるカリキュラム標準[9]を参考にし、大学教育向けの情報に関する基盤教育用に作成された教材である。

表 1 教材作成者の要求とそれに適したコンテンツ種別

分類	教材作成者の要求	適すると考えられるコンテンツ	#
静止画像	(1)見比べて眺めたい	静止画を並べて配置	7
	(2)見比べて眺める必要はない	静止画を切り替え式で表示	24
動画像	(3)講師の板書を見せたい (式の展開等)	筆記(書き順)の動画	39
	(4)紙の教材では実現できないものを見せたい	ビデオ動画, アニメーション等	29
音声	(5)講師が話す内容を聞かせたい	声	39
	(6)そもそも講義室では聞けない音を聞かせたい	音	3
ポップアップ	(7)もっと詳細に説明したい	ポップアップ表示	9
	(8)直接紙面に無くてもよいもの(コラム等)		13
	(9)直接紙面にあってはならないもの(演習問題の解答等)		15

3.2 実験方法

前節の分類のうち、「講師の板書を見せたい (式の展開等)」に着目し、筆記(書き順)の動画を見せることによる学習効果を計ることを目的とした。まず、文献[8]の中から板書を見たほうが理解しやすいような図を 6 種類 (表 3 の対象項目) 選びアニメーション動画化する。

次に、表 2 のように 2 つのクラスに分け、各クラスで小テストを実施し学習効率を評価した。なお、それぞれの問題の学習時間、テスト時間はどちらも 5 分間とした。

表 2 クラス別けと実験方法

	紙	紙+動画
クラス 1	(1) (3) (5)	(2) (4) (6)
クラス 2	(2) (4) (6)	(1) (3) (5)

A Study on Design Guidelines of the Electronic Teaching Materials for University Education

[†]Katsuyuki Umezawa, Hitachi, Ltd.

^{††}Manabu Kobayashi, Shonan Institute of Technology

[‡]Takashi Ishida, Waseda University

^{†††}Shigeichi Hirasawa, Waseda University

3.3 アンケート方法

表3に示すアンケートをそれぞれの対象項目に対して実施した。

表3 アンケート

<p>■Q1: 動画教材による理解度について 今回の動画の教材を利用したことで、紙のテキストだけの学習と比べて、理解の向上に対してどれくらい貢献したと思いますか 1. とても良くわかって理解度が向上した 2. まあまあ理解度が向上した 3. あまり変わらなかった 4. テキストだけの方が理解できた 5. 動画教材のせいでよくわからなくなった</p> <p>■Q2: 動画教材の有効性について 紙のテキストだけ使用して学習した場合と比べて理解のしやすさはいかがでしたか。最も当てはまるものを答えてください 1. 動画があつてよかった。さらに音声解説もあればよかった。 2. 動画があつてよかった。ただし、音声解説は特に必要ない。 3. 動画は必要なかったが音声解説はあった方がよい。 4. 動画も音声も必要なく静止画の教材があればよい。 5. 紙のテキストのみで十分だった。</p> <p>■Q3: 動画教材の完成度がいかがですか 1. とても良くできている 2. まあまあ良くできている 3. どちらともいえない 4. どちらかという完成度は低い 5. 完成度は低い</p> <p>■Q4: その他、わかりやすい教材にするためには、どのような改善をすればよいと思いますか。ご意見を自由にお書きください。</p>
--

4. 実験結果と考察

4.1 小テスト結果とアンケート結果

小テストの結果を表4に示す。正解を1.0点で採点し（部分点あり）平均を取ったものである。

表4 実験結果

対象項目	紙のみ	紙+動画	
(1)2進数の計算	0.195	0.356	**
(2)ベン図	0.524	0.790	**
(3)論理回路 (NAND 回路)	0.375	0.500	
(4)HDD のアクセス時間	0.231	0.218	
(5)FIFO と LRU	0.156	0.346	**
(6)エラトステネスのふるい(素数)	0.514	0.687	*

平均の差が1%有意 (**), 5%有意 (*)

また、(1)~(6)の対象項目に対して行ったアンケート Q1, Q2, Q3 の結果を図1に示す。

4.2 結果のまとめと考察

①対象項目(4)以外に関する考察

(a)小テストの結果は、表4より、動画を用いたクラスの方が点数はより高くなり、多くの対象項目で平均点に有意な差が見られた。

(b)アンケート結果に関しては、図1より、ほぼ同様の結果となり、Q1では約6割の学生は動画教材があることで理解度が向上した(回答1及び2)と回答、Q2では約8割の学生は動画があつてよかったと回答したものの、6割の学生は音声解説が必要ないとしている。またQ3でも約6割の学生が動画の完成度が良い(回答1, 2)と答えた。

②対象項目(4)に関する考察

他に比べて完成度が低く(Q3)、テキストだけの方が理解できた(Q1)、さらに音声解説も欲しかった(Q2)という回答が目立つ。この結果は小テストの結果にも反映されている。

5. むすび

本稿では、従来型の紙の教材から電子教材を発展的に開発する際の設計法について、「板書動画」に限定

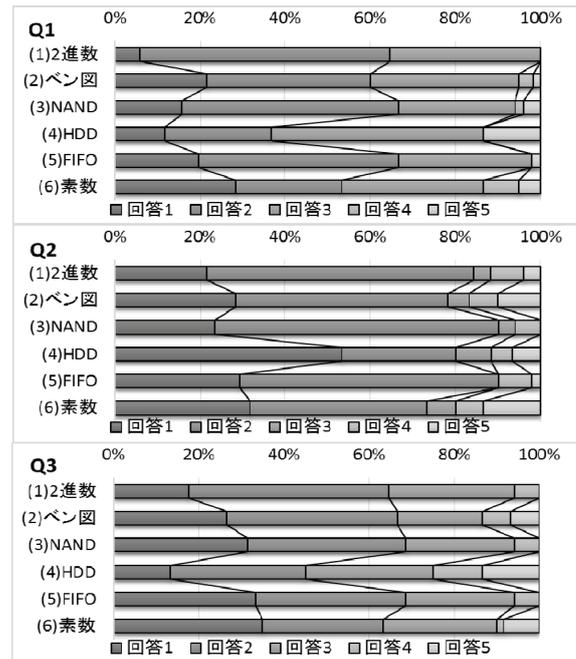


図1 アンケート結果

して実験用コンテンツを作成し、学生による評価実験およびアンケートを実施し考察を行った。その結果、一部を除き動画の有効性が明らかとなった。

電子教材は e-learning, 特に協働学習に適用すれば、従来の対面授業と異なる e-learning ならではの学習効果をもたらす秘めた力があると期待されている。今後、そのための設計指針についても検討したい。

謝辞: 本研究の一部は、日本学術振興会学術研究助成基金助成金、基盤研究(C) 課題番号 23501178 の助成による。

参考文献

- [1] 東京書籍編, “教育用パソコンソフト 2012~2013,” 東京書籍 ICT 事業本部, 2012. 3.
- [2] 鈴木靖, “デジタル教科書と e-learning のシームレスな統合とその効果,” 論文誌 ICT 活用教育方法研究, vol. 14, no. 1, pp. 31-35, 2011.
- [3] 近藤隆司, 後藤善友, 大賀恭, 長屋智之, “数式による解答と自動採点を可能とした SCORM 準拠の e-Learning コンテンツの開発,” 教育システム情報学会研究報告, vol. 27, no. 5, pp. 41-11, 2013.
- [4] 小林学, 石田崇, 梅澤克之, 平澤茂一, “大学教育のための電子教材の試作~情報数理教育向けインタラクティブコンテンツ~, ” 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, 第 4 分冊, pp. 471-472, 2013.
- [5] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 平澤茂一, “大学教育のための電子教材の試作~マルチメディアコンテンツの活用~, ” 情報処理学会 第 75 回全国大会講演論文集, 第 4 分冊, pp. 469-470, 2013.
- [6] 山内祐平編, 「デジタル教材の教育学」, 東京大学出版, 2010.
- [7] 青木久美子, 「e ラーニングの理論と実践」, 放送大学教育振興会, 2012.
- [8] 梅澤克之, 石田崇, 「初学者のためのコンピュータのしくみ」, プレアデス出版, 2013.
- [9] 情報処理学会情報処理教育委員会 J07 プロジェクト連絡委員会, 「情報専門学科におけるカリキュラム標準 J07」, 情報処理学会, 2010.