

特集：徳島大学の医学教育を考える

医学教育における e-Learning の活用 - マルチメディア教材の分析 -

森川 富昭, 森口 博基, 岡田 達也

徳島大学医学部歯学部附属病院医療情報部

(平成19年3月23日受付)

(平成19年4月5日受理)

医学の発達に伴い、学生に詰め込まれる知識は増加の一途をたどっているが、教育方法についてはまだまだ模索中である。徳島大学医学部においてはPBL (Problem Based Learning) の導入¹⁾やCBT (Computer Based Testing) などによりコンピュータを活用した教育が行われている。また、学生は入学時にコンピュータを購入することが義務付けられている。このように学生側のコンピュータ利用率は増加している。しかし、教員の作成した教育用コンテンツ (教育用資料) に関してはデジタルとして利用されていない。学生は、教育用コンテンツを授業中に紙として配布される、もしくは、授業用スライドとして閲覧するだけであった。そこで、教育用コンテンツをデジタル化し、再度授業用スライドを閲覧可能とし授業の補完ができる e-Learning システム MLS (Medical Learning System) を構築した²⁾。

MLS では、インターネットを用いて教育用コンテンツを配信している。その構成要素としては「テキスト・ベースの資料」「プレゼンテーションツールで作成した教材」「講義映像」などがあげられる。近年では、動画や音声を伝達するインターネットの特性を有効に利用した授業の取り組みが増加している³⁾。このことから、学習者の興味を惹くマルチメディアを利用した教育用コンテンツの開発は重要であると言われている⁴⁾。

教育用コンテンツでマルチメディア教材を配信するときには重要な要素が2つある。1つ目は、教育用コンテンツが容易にオーサリングできることである。一般的に、マルチメディアを利用した教育用コンテンツのオーサリングは複雑な専門知識や多くの時間が必要である。これが教材をオーサリングする側の大きな負担となっているのが現状である。2つ目の要素は、教員が学生の学習状況や理解状況を把握することである。これは、Face-to-Face の授業でも e-Learning の授業でも同様のことであ

り、教材を作成した教員にとって学生がどのような学習をしたかを知ることは必要なことである⁵⁾。

本研究では教育用コンテンツのオーサリング・配信、詳細な学習履歴の取得・表示を全て MLS 上で実現することでこれらの問題点の解決を図る。さらに、詳細な学習履歴を提示することで、教員に対しては、学生の学習状況の把握へのフィードバック、教材の改良へのフィードバック、講義方式 (教授法) へのフィードバックの3つのフィードバックであると考えられる⁶⁾。オーサリング方法は、教育用コンテンツの素材をシステムに登録するだけである。素材は複雑な専門知識を用いることなく誰でも用意することができるものである。

方 法

MLS は ASP (Application Service Provider) 方式を採用し、利用者である、教員・学生・事務員は WWW ブラウザのみで稼動するシステムを構築した (図1)。

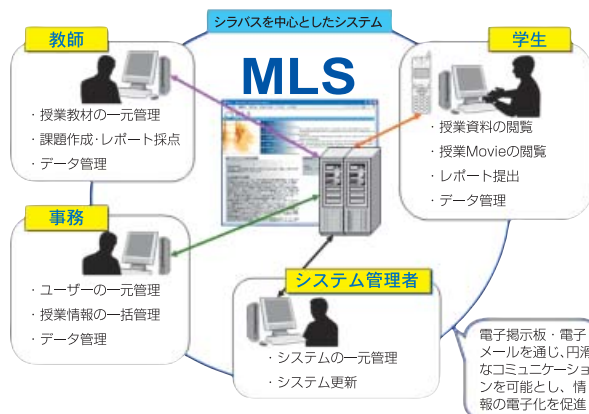


図1 MLS の概要

MLSは、Red Hat Enterprise Linux ES 3上で稼動する。データベースはPostgreSQL 8、WWWサーバはApache 2、開発言語はスクリプト言語のPHP 5で構築したWWWアプリケーションである。また、Webシステム上での暗号化のためにWWWサーバにSSL (Secure Socket Layer) のモジュールを導入し、通信経路をすべて暗号化した。

MLSのツールとして、教育用コンテンツをマルチメディア教材として配信するためのオーサリング配信ツールを構築した。また、学習履歴が評価できる仕組みを構築した。

1. 教育用コンテンツの配信タイプ

- (1) Windows Media Video (WMV) 形式の動画配信 (図2)
- (2) ナレーション付 PowerPoint 形式の配信 (図3)
- (3) Microsoft Producer 配信 (動画 + 静止画 + 授業項目) (図4)
- (4) Adobe Flash 配信 (動画 + 静止画 + 授業項目) (図5)

1.1. Windows Media Video 形式の動画配信のオーサリング

- (1) 講義をビデオカメラで撮影
- (2) Windowsムービメーカーで WMV 形式に変換
- (3) WMV 形式のファイルをシラパスに関連付けて MLS に登録
- (4) 教育用コンテンツを Windows Media Server にて配信

1.2. ナレーション付 PowerPoint 形式の配信のオーサリング

- (1) Microsoft PowerPoint (PPT) で資料を作成
- (2) ナレーションの録音

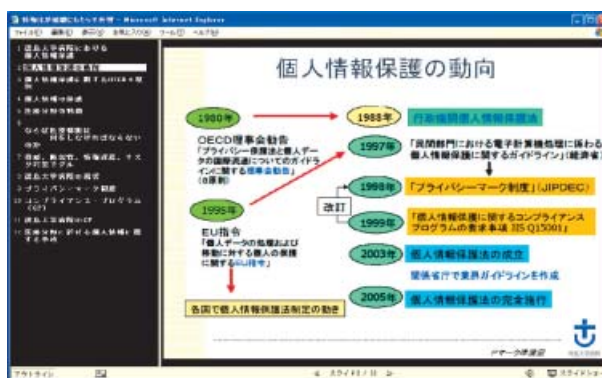


図3 ナレーション付 PowerPoint 形式の配信

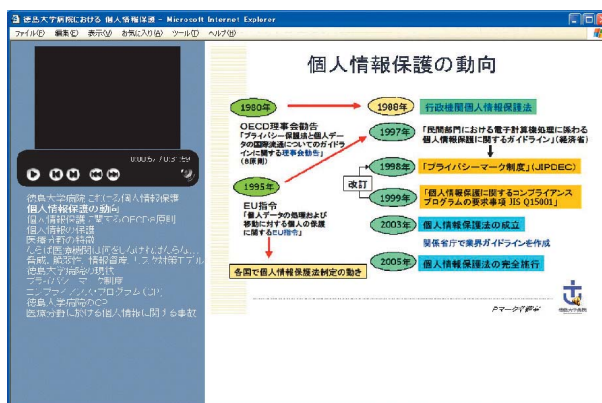


図4 Microsoft Producer 配信 (動画 + 静止画 + 授業項目)

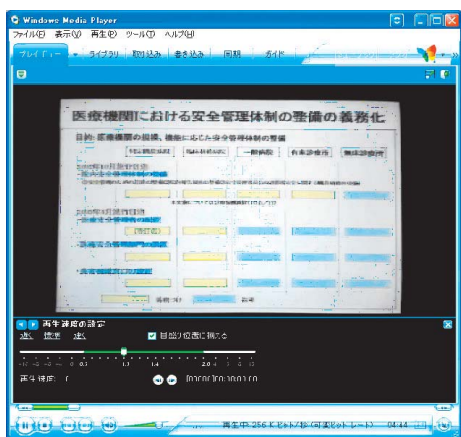


図2 Windows Media Video (WMV) 形式の動画配信



図5 Adobe Flash 配信 (動画 + 静止画 + 授業項目)

- (3) Web ページで保存
- (4) 作成されたフォルダを zip 形式に圧縮する
- (5) zip 形式のファイルをシラバスに関連付けて MLS に登録

1.3. Microsoft Producer 配信のオーサリング

- (1) 講義をビデオカメラで撮影
- (2) Windowsムービーメーカーで WMV 形式に変換
- (3) Producer で WMV 形式の動画と PPT で作成した画像を時系列で変更ポイントを作成し同期する
- (4) Producer で作成されたフォルダを zip 形式に圧縮する
- (5) zip 形式のファイルをシラバスに関連付けて MLS に登録

1.4. Adobe Flash 配信のオーサリング

- (1) 講義をビデオカメラで撮影
- (2) Macromedia Flash 8 Video Encoder で Flash Video (flv) 形式に変換
- (3) PPT ファイルを JPEG ファイル交換形式で保存
- (4) 授業項目と画像を時系列で変換するポイントを入力した CSV(Comma Separated Value)ファイルを作成
- (5) (2)の動画, (3)の PPT の静止画, (4)の授業項目で作成したファイルを zip 形式に圧縮する
- (6) zip 形式のファイルをシラバスに関連付けて MLS に登録する

なお, Adobe Flash 配信の場合は授業項目ごとの学習履歴が閲覧可能である。この仕組みにより, 一つの授業の中でどこを繰り返し閲覧しているのかを把握することができる。

2. 学習履歴評価ツール

教育用コンテンツの学習履歴を閲覧できる。レポートの点数や教育用コンテンツの閲覧回数などを表示した全体評価画面(図6), 教育用コンテンツの総閲覧数(図7), および教育用コンテンツの月別・日別・時間帯別の閲覧数(図8)等が閲覧できる。また, Adobe Flash 配信のオーサリングを利用した場合は, 授業項目ごとの閲覧回数, および閲覧時間を取得できる(図9)。

評価実験および結果

本研究では, 学生側からの視点の評価実験と教員側からの視点の評価実験を実施した。評価実験の目的は, 教育用コンテンツの作成の容易さ, およびオーサリングさ

評価

授業回数	1回~5回	6回~10回	11回~15回	16回~20回	21回~25回	26回~30回	31回~35回	36回~40回	41回~45回	46回~50回
2006500021	3	85	4	21	2	0	93	1	21	
2006500031	1	92	4	28	1	1	90	3	84	
2006500041	4	25	1	21	0	1	89	1	91	
2006500051	1	71	1	24	0	2	73	2	96	
2006500011	0	94	4	23	0	2	83	4	71	
2006500013	4	94	0	29	4	2	72	4	96	
2006500025	4	25	4	26	1	3	94	0	86	
2006500034	3	76	1	88	1	4	91	4	91	
2006500041	3	95	2	97	0	1	92	3	74	
2006500053	3	88	1	88	4	2	93	2	89	
2006500065	1	76	4	91	4	1	88	4	76	
2006500111	1	90	0	96	3	1	95	0	71	
2006500121	4	96	3	79	1	4	96	1	89	
2006500131	3	87	2	83	1	3	86	4	87	
2006500141	3	89	1	93	1	3	89	3	72	
2006500151	3	92	3	78	0	3	92	4	92	

図6 全体評価画面

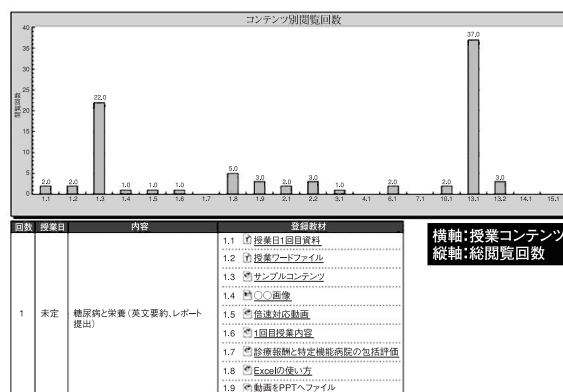


図7 授業コンテンツの総閲覧数

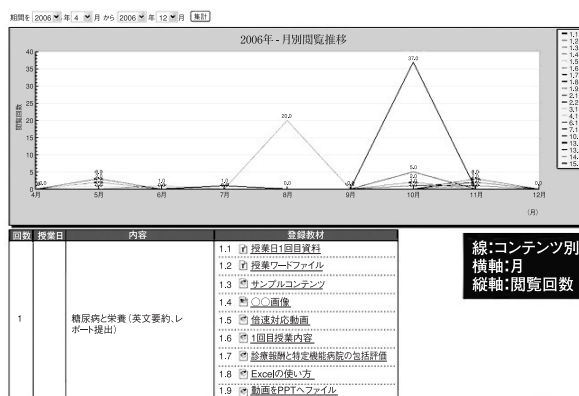


図8 月別・日別・時間帯別の閲覧数

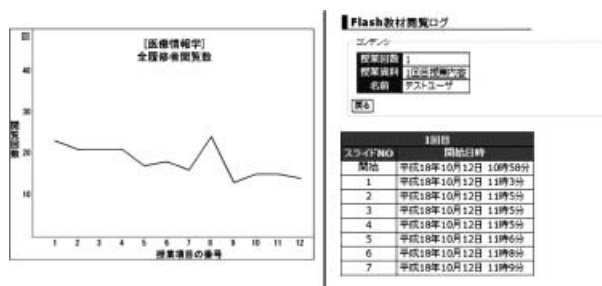


図9 授業項目ごとの閲覧回数, および閲覧時間

れた教育用コンテンツの評価である。また、実際に e-Learning で配信された教育用コンテンツの効果を評価した。

1. 教育用コンテンツの作成の容易さの評価実験 (教員による評価)

WMV 形式で作成した教材, Adobe Flash 配信のオーサリングで作成した教材 (Flash 教材), ナレーション付 PPT で作成した教材 (nPPT), Producer で作成した教材 (Producer) のそれぞれの教育用コンテンツを実際に教員に一定期間オーサリングしてもらった。そして、教員がオーサリングに慣れるまでの時間、教員がオーサリングに要した時間、教員が利用したい教育用コンテンツの配信タイプをアンケートの実施により比較した。2006 年12月に実際に利用している徳島大学医学部・歯学部附属病院医療情報部の教員 3 人に対してアンケート調査を行った。3 人のうち 2 人は情報系を専門とし PC の利用歴も長く、この 2 人を教員 A, 教員 B とし、あとの 1 人はあまり普段から PC には接していない教員であり、教員 C とする。各 e-Learning コンテンツのオーサリングを一定期間行ってもらった。アンケートは 5 段階評価、順位回答、自由記述である。

1.1. 教員がオーサリングに慣れるまでの時間

オーサリングに慣れるまでの時間が短い順に表 1 に示す。

最も高い評価を得たのは WMV である。WMV のオーサリングは基本的に動画のエンコードだけであるためと考えられる。Flash 教材と Producer は動画と画像を用いるなど、お互いに似たインタフェースであるが 3 人中 2 人が Producer より Flash 教材のオーサリングを上位に評価している。特に、情報に精通していない教員が Flash 教材を 3 位, Producer を 4 位に評価していることから、本研究で開発した Flash のオーサリングツールは Producer に比べて習得しやすいと考えられる。

1.2. 教員がオーサリングに要した時間

前提条件として、既に講義の撮影は終了し編集用の PC にはビデオカメラから取り込まれた AVI (Audio Video

Interleaving) 形式のファイルがあるとする。そして、教育用コンテンツの内容は撮影時間: 30分, スライド12枚とする。各教育用コンテンツのオーサリングに要する時間を図10に示す。

図中の編集とは画像の切り替えタイミングを編集する時間である。動画のエンコードに要する時間は、30分の動画を AVI 形式から WMV 形式にエンコードする時間が42分, AVI 形式から FLV 形式にエンコードする時間は 1 時間28分という結果になった。エンコードに使用した PC は CPU が Pentium4 3.0GHz, メモリは512MB である。

最もオーサリング時間が短いのは WMV であると考えられる。nPPT は通常の講義とは別に教育用コンテンツ用に録音しなおさなければならない可能性があるため、場合によっては最も手間がかかってしまう。次に、同じ動画と画像を同期させて表示する教育用コンテンツである Flash 教材と Producer に注目して比較を行う。Flash 教材は動画のエンコードと編集を平行して行うことができるため、図10では同じ動画と画像を組み合わせた教育用コンテンツである Producer が最も多くの時間を要する。しかしながら、エンコードは PC が自動的に行うので、教員が自ら実際に教育用コンテンツをオーサリングするのに要する時間は、画像の切り替えタイミングを編集する時間である。表 2 に示すのは Flash 教材と Producer のスライドの切り替えタイミングを編集する時間である。

オーサリングの負担も慣れるまでの容易さも作成時間と同じ結果が得られた。

表 1 オーサリングに慣れるまでの時間 (順位回答)

	1 位	2 位	3 位	4 位
教員 A	WMV	nPPT	Producer	Flash 教材
教員 B	WMV	Flash 教材	nPPT	Producer
教員 C	WMV	nPPT	Flash 教材	Producer

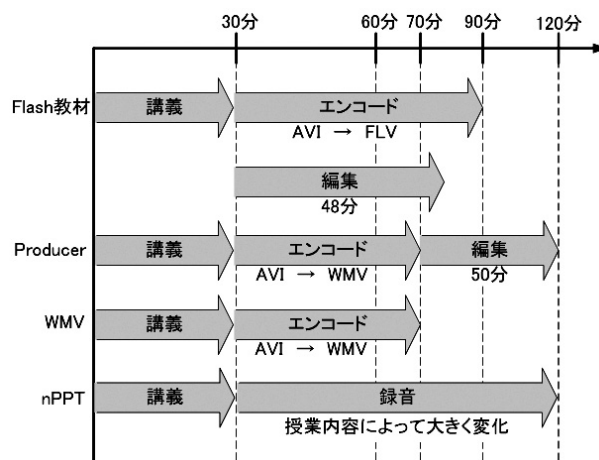


図10 オーサリングに要する時間

1.3. 利用したい教育用コンテンツの配信タイプ

教員が利用したい教育用コンテンツの配信タイプの順位回答は表3であった。

Flash教材が1位である理由は、授業項目毎の詳細な学習履歴が閲覧できるため、学生側の注力点が判断できるからであった。ただし、教師Cによる判断理由はオーサリングまでの時間が短かったからである。オーサリングに慣れることができれば学習履歴が閲覧可能なFlash教材が重要である。

2. オーサリングされた教育用コンテンツの評価(学生による評価)

2006年12月に徳島大学医学部保健学科に在籍する学生77人に対し、各教材でグループに分けて評価実験を行った。

2.1. アンケートによる評価結果および考察

アンケートの結果をユーザビリティの評価、集中の度合いの評価、満足度の評価、自由記述の評価に分類して以下に述べる。実施したアンケートの質問は全て5段階評価であり、5を最良の評価とする。

アンケート結果の各グループ間を比較するための検定

は、アンケート項目毎にKruskal-Wallisの検定を行い、有意な差が見られたものに対して2グループずつMann-WhitneyのU検定を行うという検定方法を用いた。さらに、Mann-WhitneyのU検定を行うときには、Bonferroni法を用いた。

(1)ユーザビリティの評価

ユーザビリティの評価に関するアンケート結果の傾向を平均値で表4に示す。

ユーザビリティに関しては全ての教育用コンテンツで4.19と高い評価を得た。特にFlash教材は4.38と一番高かった。各グループ間で検定を行った結果、統計的な有意差はみられなかった。

(2)集中の度合いの評価

集中の度合いの評価に関するアンケート結果の傾向を平均値で表5に示す。

Flash教材は全てのアンケート項目で比較的高い評価を得た。特に「e-Learningの講師の話によく耳を傾けた」、「ほとんどe-Learningの画面だけを見ていた」というアンケート項目では、70%前後の学生が5段階評価中、4か5という高い評価をつけた。Flash教材では動

表2 Flash教材とProducerのスライドの切り替えタイミングを編集する時間

	教師A	教師B	教師C	平均
Flash教材の編集時間(分)	40	60	45	48
Producerの編集時間(分)	30	60	60	50

表3 利用したいe-Learningコンテンツの順位回答

	1位	2位	3位	4位
教師A	Flash教材	WMV	Producer	nPPT
教師B	Flash教材	WMV	Producer	nPPT
教師C	WMV	nPPT	Flash教材	Producer

表4 ユーザビリティの評価

	Flash教材	nPPT	PPT	Producer	WMV	平均
教材の使いやすさはどうですか?	4.38	4.33	3.94	4.00	4.29	4.19

表5 集中の度合いの評価

	Flash教材	nPPT	PPT	Producer	WMV	平均
e-Learning受講中にPCから目をそらすことが少なかった。	3.00	2.67	3.13	3.08	2.86	2.95
e-Learning受講とは関係ないことを考えることが少なかった。	3.44	3.28	3.31	3.08	3.07	3.24
e-Learningの講師の話によく耳を傾けた。	3.44	3.72	3.62	3.57	3.59	3.59
ほとんどe-Learningの画面だけを見ていた。	3.25	2.89	3.44	2.85	3.21	3.13
授業とは関係あることだけを考えていた。	3.13	2.72	2.88	3.00	3.07	2.96
総合平均	3.25	3.05	3.19	3.12	3.16	3.15

画で講師の顔を映像として見せているため学生の集中力の持続を促進したのではないかと考えられる⁷⁾。特に、集中の度合いの総合平均はFlash教材が3.25と一番高かった。逆にnPPTは画像が切り替わりに「カチャ」という雑音が発生するため、集中の度合いの評価が3(どちらでもない)より低い値が5項目中3項目あり、評価が悪かった。しかし、各グループ間の比較ではどのアンケート項目にも各グループ間に統計的な有意差は見られなかったことから、集中の度合いに関しては各教育用コンテンツの間に顕著な差はなかったといえる。

(3) 満足度の評価

満足度の評価に関するアンケート結果の傾向を平均値で表6に示す。

満足度に関しては、全ての教育用コンテンツで高い評価を得た。特に「e-Learningを受講したい」、もしくは「e-Learning受講をまたしたい」の項目では、Flash教材、nPPT、Producer、WMVが4以上となっている。このことから、マルチメディアを利用した教育用コンテンツを利用した学生の方が満足度を高く自己評価する傾向があるといえる。

(4) 自由記述

自由記述では、「実技などを動画で見たい」等のe-Learningに関しては肯定的な意見が多く見られたことから、e-Learningの普及が学生の向学心や学習効果の向上に有効なのではないかと考えられる。

また、PPTを利用した学生からは「音声、映像がほ

しい」といった意見が多数あり、マルチメディアを利用した教育用コンテンツの方が学生の集中度や満足度を高める効果があると考えられる。nPPTを利用した学生からは「音声だけではなく、動画や教員の顔が見えた方がよい」という意見があった。これは、マルチメディアを利用した教育用コンテンツは音声だけではなく、教員の姿を映したりして講義の臨場感をだす工夫をすると授業への集中度が向上する学生も少なからず存在しているということがいえる。そして、動画があればよいというわけではなく、動画にしても撮影の仕方にも気を配る必要があると考えられる。動画を利用した教育用コンテンツでは、「早送り、巻き戻しの機能がほしい」等の機能的な差はあったが、マルチメディアの利用自体は全て肯定的な意見であった。

2.2. 教員による学生の学習履歴の評価

図6, 7, 8より教員の学習履歴に対するアンケートを実施した。表7より、全ての教員が教育用コンテンツの学習履歴は必要であると評価している。授業項目毎の詳細な学習履歴の必要性についても高い評価を得た。さらに、授業項目毎の詳細な学習履歴が授業改善の有効性についても高い評価を得た。この結果から、Flash教材の学習履歴取得機能は教員にとって有益であると考えられる。

2.3. e-Learningで配信された教育用コンテンツの効果

2006年7月に徳島大学歯学部1年生に在籍する48人に対して、e-Learning実施前に教育用コンテンツに関する

表6 満足度の評価

	Flash教材	nPPT	PPT	Producer	wmv	平均
e-Learningを受講したい。	4.06	4.28	3.56	3.77	4.21	3.98
e-Learning受講をまたしてみたい。	3.69	4.00	3.50	4.15	3.93	3.85
e-Learningでは授業がわかりやすい。	3.81	3.61	3.25	3.62	3.43	3.55
e-Learningでもやる気がだせる。	3.19	3.28	3.50	3.62	3.36	3.39
e-Learningでも勉強は楽しい。	3.38	3.72	3.44	3.15	3.43	3.43
e-Learningでも授業受講に満足できる。	3.25	3.61	3.19	2.92	3.43	3.23
e-Learningは総合的にみて良いと思う。	3.63	3.94	3.81	3.85	3.79	3.80
総合平均	3.57	3.78	3.46	3.58	3.65	3.61

表7 学習履歴に関するアンケート

	教員A	教員B	教員C
e-Learningコンテンツの学習履歴は必要である。	5	4	4
e-Learningコンテンツの授業項目毎の学習履歴は必要である。	5	4	3
e-Learningコンテンツの授業項目毎の学習履歴は授業改善に有効である。	5	4	3

るテストを実施し、e-Learning 実施後に同じ内容のテストを実施した。教育用コンテンツは Flash 教材、nPPT、PPT のみを使用した。e-Learning 実施前のテストをプレテストとし、e-Learning 実施後のテストをポストテストとする。テストは100点満点とし、プレテストの実施後、テストの平均点が同じになるようにグループを設定し、各グループにそれぞれタイプの違う教材を閲覧させた。

プレテストとポストテストの平均点を表 8 に示す。

各グループともポストテストの平均点がプレテストの平均点を上回っていることがわかる。ポストテストとプレテストの平均点の差は Flash 教材が35.32点、nPPT は26.25点、PPT は31.25点となった。平均点の視点からは Flash 教材が最も平均点が上がっており、最も良い結果となった。テストの結果については、3教材とも有意な差がみられなかった。したがって、テストの結果からは Flash 教材、nPPT、PPT の学習効果についてはほとんど差が認められなかったといえる。

表 8 各グループの平均点

	プレテスト	ポストテスト
Flash 教材	34.06	69.38
nPPT	34.06	60.31
PPT	33.44	64.69

考 察

評価実験の結果から、オーサリングツールによる教育コンテンツの作成では、WMV が時間もかからず作成も簡単であるという結果が得られた。Flash 教材、nPPT、Producer については3コンテンツとも同じぐらい作成時間がかかるということがわかった。WMV の作成時間は、講義時間の約1.2倍程度、Flash 教材は約2倍、Producer は約3倍、nPPT は、録音時間および作成時間を合わせて約3倍の作成時間がかかった。

配信された教育用コンテンツの評価は、教員側は Flash 教材が一位であった。Flash 教材では、授業項目毎の学習履歴が取得できるために、教員側ではその機能が優位と考えたためである。学生側の評価では、ユーザビリティが4.38、コンテンツに対しての集中度は3.25と Flash 教材が一位であった。また、配信される授業コンテンツの満足度はすべての教材ともに高く、平均が3.61であった。

以上より、教員および学生側の評価で一番よかったのが、Flash 教材であった。ただ、今回実験で行った30分程度の授業用コンテンツに対しては、どの教材もユーザビリティ、満足度ともに高い評価を得た。コンテンツの集中度の平均は3.15と悪くない評価を得た。

教育用コンテンツの効果では、教材内容のテストを閲覧前、閲覧後に行ったが、どの教育用コンテンツとも効果があった。しかし、Flash 教材、nPPT、PPT とも統計的な有意差は認められなかった。

今回の結果からも判断できるが、e-Learning を授業の補完ツールとして採用することは非常に有意義なことだと判断できる。ただ、人件費の問題もあり、すべてのコンテンツを Flash 教材化することは難しい。そのためには、まずは、WMV で作成し、その後、必要に応じて Flash 教材化することが必要であろうと考えられる。今回、4タイプのオーサリングツールを構築したが、作成に関する時間、人件費を考慮しなければ、教員側、学生側の意見を総合して Flash 教材が一番よいという判断ができる。

徳島大学医学部においては、e-Learning システムを独自開発で行っているため、システムのカスタマイズが可能である。運用に併せてシステムを変更可能である点は非常に有益である。

文 献

- 1) 森口博基, 片山貴文, 玉置俊晃, 寺嶋吉保 他: 「Tutorial Hybrid System」の開発と運用, 医療情報学会誌 28(2): 476-477, 2002
- 2) 森川富昭, 松浦健二, 金西計英, 森口博基 他: シラバスに基づく e-Learning システムを用いた医学・歯学系教育における FTF・CMC ハイブリッド型授業実践, 日本教育工学会論文誌 28(3): 263-274, 2005
- 3) 独立行政法人メディア教育開発センター: 全国高等教育機関における IT 利用実態調査2003年度概要, http://www.nime.ac.jp/%7Eitsurvey/pub/it-use/graph/nime_2003_report01.html
- 4) 竹内俊彦: e-Learning 向けマルチメディア教材作成支援に関する一考察, 教育システム情報学会第29回全国大会 香川 2004 pp.159-160
- 5) 大川正人, 室田真男, 中山 実, 清水康敬: Web ベース学習における学習履歴画面の時系列再現システムの開発, 電子情報通信学会論文誌 83(6): 651-657, 2000

- 6) 角田博保, 赤池英夫, 朝日啓太: www を用いた講義支援システムの運用, 情報処理学会研究報告, 2003(70)2003
- 7) 佐藤 修: ネットラーニング - 事例に学ぶ21世紀の教育 - ,中央経済社 ,東京 2001

Evaluation of e-Learning system for medical education : analysis of multimedia contents

Tomiaki Morikawa, Hiroki Moriguchi, and Tatsuya Okada

Division of Medical Informatics, Tokushima University Hospital, Tokushima, Japan

SUMMARY

Recently, the e-Learning system is being used by the enterprise and the university. Some e-Learning systems have some functions of an online class. With online teaching, the teaching material is chiefly composed of Images made with presentation tools, text, moving video pictures, and audio. As online teaching is a combination of these, In e-Learning, It is important to develop the multimedia teaching material to make the learner interested. On the teacher side, The following two problems are in the using of multimedia teaching material. First, It is difficult to make the teaching material. Because expertise in handling the authoring tools is necessary. Secondly, it is difficult to follow the learning progress of the student. In a lot of multimedia teaching materials, the learner's log data of attended classes can be taken. But, the log data within each class item can not be taken. For the teacher, It is important to know what the learner has done. We developed an online class system. It have functions for the teacher the authoring tools for the multimedia teaching material that can be easily made. Also, both a Learner's log data of attended classes can be taken, and , in addition, the log data of each class item can be taken. Finally, we combine results from evaluating e-Leraning teaching materials of the system that develops by this research.

Key words : e-Learning, multimedia, authoring, teaching material