

携帯電話用Low-First e-Learning Systemの 教材作成・管理用Authoring Systemの開発

水野 りか、松尾 崇史

1 序論

携帯電話を利用した調査を簡単に作成・実施することのできるAuthoring Systemについては、別稿で報告した(水野・松尾, 2008)。

本稿では筆者らが開発した、心理学科のパソコンと携帯電話の双方で利用できるLow-First方式のe-Learning Systemの教材を、教員がより簡単に作成できるAuthoring Systemを紹介する。

1.1 Low-First方式とは

Low-First方式とは、Mizuno (2000) が認知心理学的知見 (e.g., 水野, 1998a, 1998b, 2001) に基づいて考案した効果的・効率的な分散学習方式である。

分散学習とは、ある程度の間隔をはさんで学習させる方法であり、これに対し集中学習とは、間隔をはさまずに学習させる方法である。一般に、分散学習は集中学習に比べて効果的であることが知られており、この効果は分散効果と呼ばれる。

分散効果が生じる原因は、記憶の再活性化量にある(水野, 1998a)。したがって、記憶の再活性化量を最大にする間隔で分散学習を行えば、記憶の定着率が最も高くなる。そうした分散学習を実現するための原理が、以下の3原理である。

原理1. 並べ替えの原理 学習が不十分な項目の記憶活性度は減衰が早い(水野, 1998b)。したがって、そうした項目ほど早く反復学習する必要がある。例えば、A, B, C, D, Eの5項目を繰り返し学習する場合、2回目もこの順序で繰り返すのではなく、再生できな

かった項目が先に呈示されるよう再生率の低い順に並べ替えれば、学習効果が高くなる。

原理2. 除外の原理 記憶の再活性化量と再生率はロジスティック相関をする(水野, 2001)。つまり、必要以上に再活性化量が増えても再生率は天井効果を示す。よって、再生率が基準値を上回った項目を学習項目から除外して無駄な反復学習を除外し、学習効率を高める。

原理3. 誤答数上限の原理 あまりにも反復学習の間隔が長いと記憶の再活性化が不可能となる(水野, 2001)。これは、特に学習が不十分な項目数が多い場合に致命的な結果をもたらす。よって、1セッション(表1参照)の誤答数に上限を設け、1セッション内に学習が不十分な項目数が多くなりすぎぬよう制御する。

これら3原理からなる分散学習方式が、Low-First方式である。このLow-First方式で10項目を学習した際の学習過程の例を、表1に掲げておく。

1.2 心理学科のe-Learning System

Low-First方式は、機械的学習を、個人に最適な順序・ペースで効果的・効率的に行うための学習方式であり、コンピュータ制御の個人学習に最も適している。そこで筆者は、この方式を英単語、難読文字、プログラミング言語、心理学用語等の様々な教材のCAIやe-Learning Systemに適用し、その効果・効率が高いことや学習者へのやる気を促進すること(水野, 2002a)、そして、その効果が長期的に持続すること

表1 Low-First方式による学習過程の例

セッション	項目番号										呈示順序
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
セッション1	0	0	0	0							1 2 3 4
セッション2	0	1	0	1	0	0					1 2 3 4 5 6
セッション3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1 3 5 6 2 3 7 8 9 10
セッション4	1		1		1	1	0	1	1	0	1 3 5 6 7 8 9 10
セッション5							0	1	1	1	7 10 8 9
セッション6							1			1	7 10
セッション7							1				7

注) $P_n = \sum 2^{-(n-i+1)} P_i \geq 0.75$ で除外 但し、 P_n : n 回目のセッション後のある項目の加重累積再生率
 n : 現セッションの回数
 P_i : i 回目のセッションのある項目の正誤(1/0, $1 \leq i \leq n$)
 誤答上限4

(水野, 2002b) 等を数多くの学習実験・実践で確認してきた(詳細は水野(2003)を参照されたい)。そしてその上で、心理学科の各専門科目の重要用語の学習用のLow-First e-Learning Systemを構築し、教育実践で利用し、その効果や学生評価の高さを確認してきた(水野, 2005)。

1.3 学習媒体としての携帯電話の有効性

e-Learning Systemは無論、インターネットに接続できるPCでしか利用することができない。しかし、自宅に固定電話を引いている学生が減少したためか、自宅でインターネットが利用できる学生の比率は過去2・3年でさほど上昇せず、自宅での自習利用率が伸び悩んだ。

これに対し、ここ2・3年の学生の携帯電話の所有率は98%前後と極めて高くなってきた(水野・松尾, 2008)。その携帯電話でe-Learning Systemを利用することができれば、ほぼすべての学生が自宅でe-Learningを利用することができることになる。

そこで筆者らは、2006年度に従来のPC用のe-Learning SystemをNTTdocomoのiアプリとVodafone(現SoftBank)のVアプリに移植して学生の評価アンケートを実施したところ、これらが学生に極めて好評であることがわかった(水野, 2006; 水野・松尾, 2006a, 2006b)。そこで、2007年度には、機種依存のアプリではなく、SoftBank、au by KDDIでも利用できるHTMLとcgiで書かれたe-Learning Systemを新たに開発し、心理学科のe-Learning Systemをすべての携帯機種で利用できるようにした。そして、これについても学生評価アンケートを実施したところ、その学生評価は極めて高いことがわかった(水野・松尾, 2007)。

2 問題と目的

2.1 教員の手間

学生に好評な携帯電話用e-Learning Systemであるが、教員には負担が多い。教材はテキスト・ファイルで作成するだけなので比較的簡単ではあるが、それをe-Learning Systemに組み込むためには、教材ファイルだけでなく、教材の保存箇所や科目名、単元名などを指定した参照用ファイルを別途作成してもらい、それらを適切な箇所にアップロードしてもらう必要があった。それが難しい場合は教育技術員に依頼してもらうこともできるが、それは煩雑で、かつ、過去にどのような問題を作成したかもすぐにはわからないため、一度1つの科目の問題を作成すると単元を追加する教員は少なかった。また、教育技術員に依頼してアップロードしてきた教員の場合は、過去の問題を少し変更

したい場合でもいちいち教育技術員に頼まねばならず、それが面倒なためか、教材の内容を更新する教員も少なかった。

2.2 本研究の目的

本研究では、各教員が携帯電話用e-Learning教材を簡単に作成することができるだけでなく、過去にどのような問題を作成したかが簡単に把握でき、修正も容易に施すことのできる教材作成・管理用Authoring Systemを開発するものとした。

また、従来のe-Learning Systemの回答方式は記入式のものだけであったが、今回は、1) 携帯電話での入力を簡便化する、2) 平成20年度より開始された心理学関係の学会39団体が加盟する日本心理学諸学会連合の実施する4択式の「心理学検定」に準ずるため、多肢選択式(2肢以上いくつかでも)も選択できる、より柔軟なe-Learning Systemを開発するものとした。

なお、本e-Learningは携帯電話での利用を想定してはいるが、PCでも利用することができる。

3 Authoring System

3.1 概要

各教員に専用のe-Learning教材用ディレクトリを設ける。ブラウザでAuthoring Systemにアクセスし、そこに記載された教材に関する指定事項を入力しさえすれば、必要なファイルがすべて作成されて適切な箇所に保存され、即座にe-Learning Systemにその教材が組み込まれるようにした。

3.2 詳細

1 ログイン

まず、ユーザ登録依頼を教育技術員にメールし、Authroing SystemのURL (http://psy.isc.chubu.ac.jp/~rune/cgi-bin/elearning_system/edit_system/)とユーザー名とパスワードを受理してもらう。

その上で、e-Learning Authoring System にアクセスすると、ユーザ名とパスワード入力を求められるので、受理したIDとパスワードを入力する。

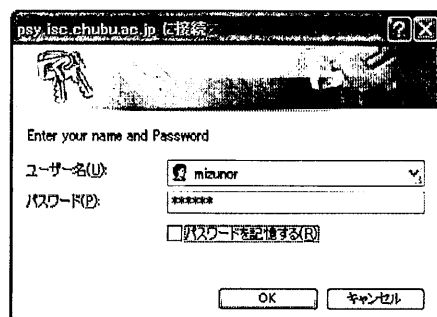


図1 ログイン画面

2 初期画面

図2に示す、初期画面が表示される。初期画面には、1. 問題作成、2. e-Learning画面確認、3. e-LearningのURL、4. e-Learning記録の4項目がある。

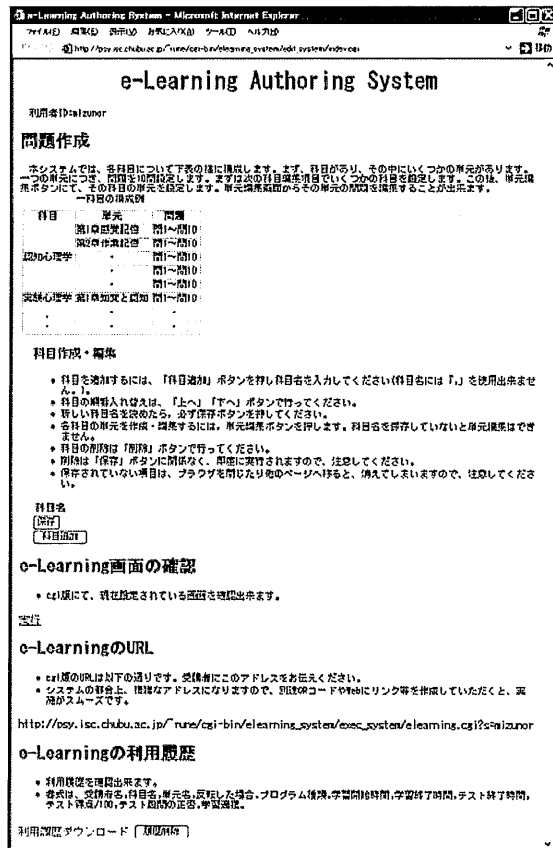


図2 初期画面

1) 問題作成 このシステムでは、1 単元10問の反復学習を基本とする。したがって、図2の中のと表に示されているように、まず、科目を決め、その下に単元を設定し、その後、その単元の問題を10問作成するという手順をとる。

科目を作成するには、図3の「科目追加」をクリックして科目を記入する。記入したら必ず「保存」をクリックして科目名を保存する。

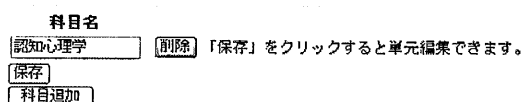


図3 科目名の入力と保存

すると、図4のように「単元作成・編集」ボタンが現れるので、これをクリックする。

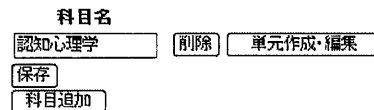


図4 単元作成・編集ボタン

すると、図5の単元作成・編集画面が表示されるので、「単元追加」をクリックする。

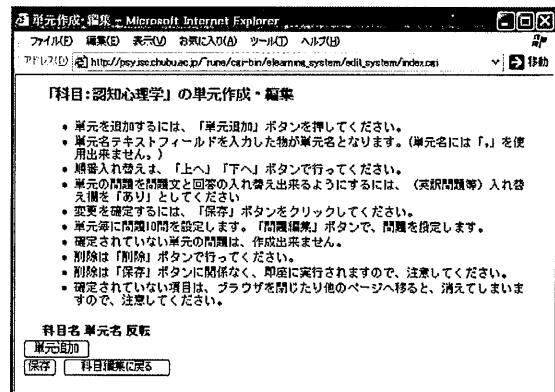


図5 単元作成・編集画面

図6が表示されたら、単元名の空欄に、単元名を記入する。その横の「反転」とは、日本語を問題、英語を回答とする場合のように、これを反転させて英語を問題、日本語を回答にしてもいいような問題を作成するか否かを問うもので、そのような問題でない場合は、「なし」を選択しておけばよい。



図6 単元名入力画面

その上で、「保存」をクリックすると、図7のように、「問題作成・編集」ボタンが表示されるので、これをクリックする。

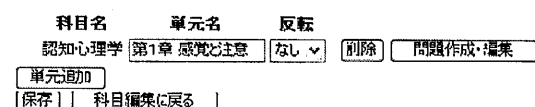


図7 表示される問題作成・編集ボタン

図8が問題作成・編集の初期画面である。

上部の図9の部分に1を入力して設定ボタンをクリックすると、この初期画面と同様、問題と解答の空欄が1つつずつ表示され、解答を記述する形式の作成画面となる。

問題作成・編集 - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(O) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

アドレス欄 http://psy.jsc.shubu.ac.jp/~tune/cgi-bin/elearning_system/edit_system/index.cgi

「科目:認知心理学」「単元:第1章 感覚と注意」の問題作成・編集

選択式・記述式問題設定

- 2以上の数字を入力して「設定」ボタンを押すと、入力数分の選択項目がある選択問題となります。
- 1を入力して「設定」ボタンを押すと、記述式の問題となります。
- 既に設定済みの問題について、記述式から選択式に切り替えると、解答は削除されます。選択式から記述式に切り替えた場合、全ての解答が1になります。

1 [設定]

問題・解答入力

- 問題とその解答を入力してください。
- 問題と解答に、「j」と「J」を使用することはできません。
- 編集が終了したら「保存」ボタンを押してください。押さないでページを移動すると保存していない編集結果が失われます。

選択式の注意

- 解答の最初の入力欄(青色)が正解となり、それ以外(赤色)は、不正解となります。
- 選択肢の表示順は、ランダムで入れ替わります。

記述式の場合の注意

- 受講者は、解答に入力した文字列と全く同じ文字列を入力しないと正解出来ません。

1 問題 解答

2 問題 解答

3 問題 解答

4 問題 解答

5 問題 解答

6 問題 解答

7 問題 解答

8 問題 解答

9 問題 解答

10 問題 解答

[保存] 単元編集に戻る 初期画面(科目編集)に戻る

図8 問題記入・編集画面

問題作成・編集 - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(O) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

アドレス欄 http://psy.jsc.shubu.ac.jp/~tune/cgi-bin/elearning_system/edit_system/index.cgi

「科目:認知心理学」「単元:第1章 感覚と注意」の問題作成・編集

選択式・記述式問題設定

- 2以上の数字を入力して「設定」ボタンを押すと、入力数分の選択項目がある選択問題となります。
- 1を入力して「設定」ボタンを押すと、記述式の問題となります。
- 既に設定済みの問題について、記述式から選択式に切り替えると、解答は削除されます。選択式から記述式に切り替えた場合、全ての解答が1になります。

4 [設定]

問題・解答入力

- 問題とその解答を入力してください。
- 問題と解答に、「j」と「J」を使用することはできません。
- 編集が終了したら「保存」ボタンを押してください。押さないでページを移動すると保存していない編集結果が失われます。

選択式の注意

- 解答の最初の入力欄(青色)が正解となり、それ以外(赤色)は、不正解となります。
- 選択肢の表示順は、ランダムで入れ替わります。

記述式の場合の注意

- 受講者は、解答に入力した文字列と全く同じ文字列を入力しないと正解出来ません。

1 問題 解答

2 問題 解答

3 問題 解答

4 問題 解答

5 問題 解答

6 問題 解答

7 問題 解答

8 問題 解答

9 問題 解答

10 問題 解答

[保存] 単元編集に戻る 初期画面(科目編集)に戻る

図10 4択式の問題記入・編集画面

1 [設定]

図9 選択式・記述式問題設定欄

2以上の数字を入力して設定ボタンをクリックすると、その数だけ解答記述欄が増える。4に設定した場合が図10である。最初の青地の解答記述欄には正答を、後の解答記述欄には誤りの選択肢を記述する。学習の際は、これらの順番がランダムに変わるよう設定し、「何番目が正解」という覚え方ができないようにした。10問の問題と各々の解答を記入し終えたら「保存」をクリックする。その上で、別の単元の問題を作成したければ「単元編集に戻る」を、初期画面に戻りたければ（科目編集もここから可能）、「初期画面（科目編集）に戻る」をクリックする。

2) e-Learning画面確認 図2の初期画面に戻ったら、e-Learning画面確認の「実行」をクリックすると、実際のe-Learning画面がブラウザ上に現れるので、入力していけば、動作を確認してることができる。図11が記述式の場合の画面で、4択式の画面は図11と異なるもののみ図12に示してある。

3) e-LearningのURL 図2の初期画面のe-LearningのURLに表示されているURLが、作成したe-LearningへのアクセスURLである。最初、図11の一番上に示した学籍番号入力画面が表示され、その後、その教員が作成したすべての科目・単元が表示され、学生はそこから選んで学習する。

このURLを、1) 直接学生の携帯メールに書いて送付したり、2) 各教員のWebページにQRコード（四角のバーコードで、http://qr.uel.jp/form_bsc_url.phpなど、QRコードを簡単に作成できるサイトが

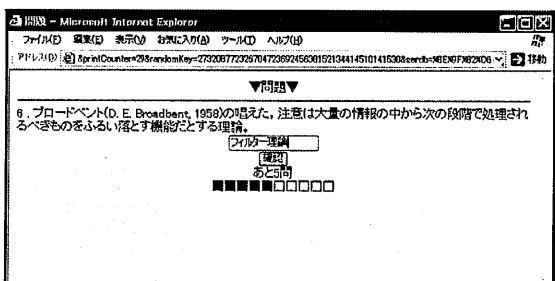
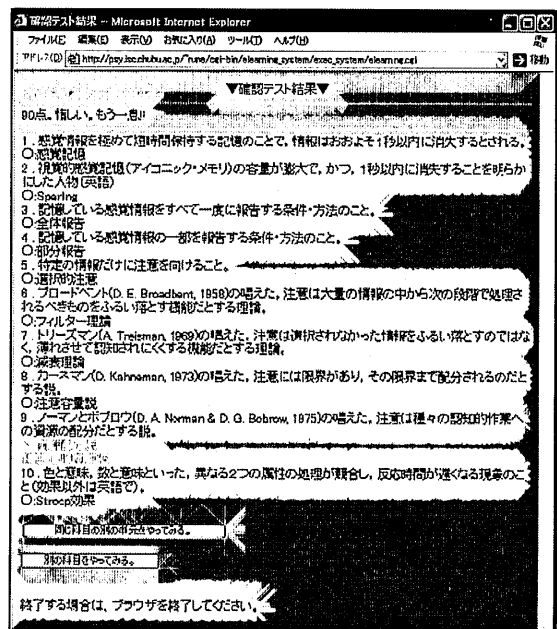
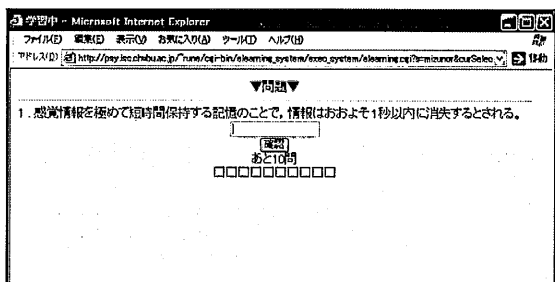
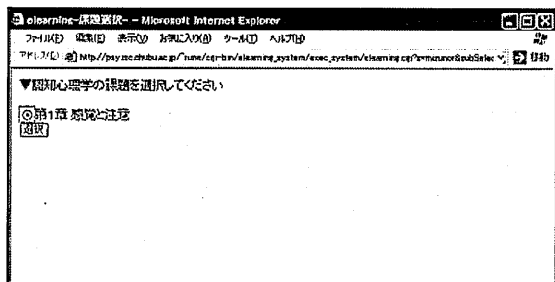
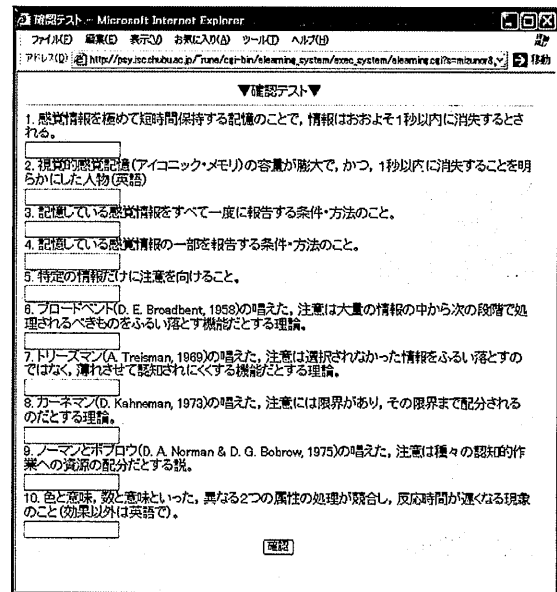
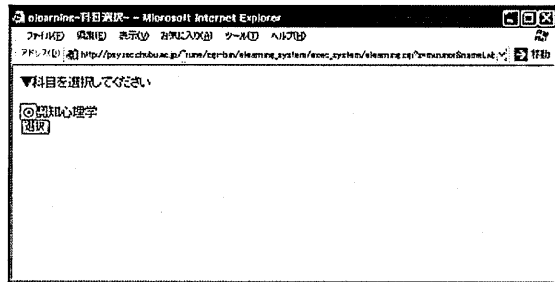
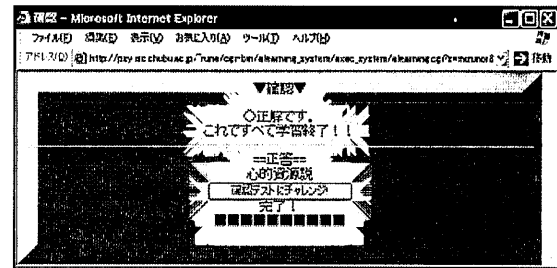
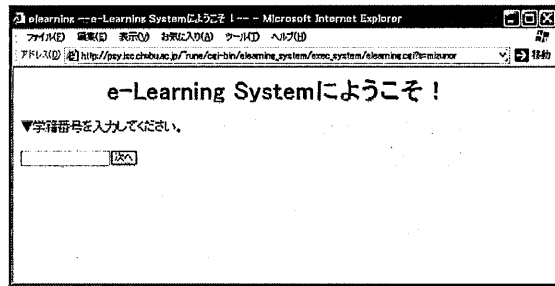


図11 e-Learning画面確認：記述式

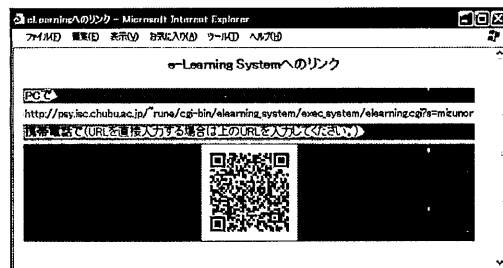
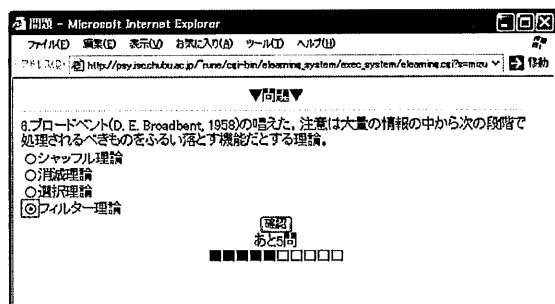


図13 e-Learning Systemへのリンクの例

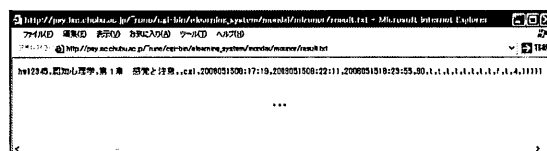
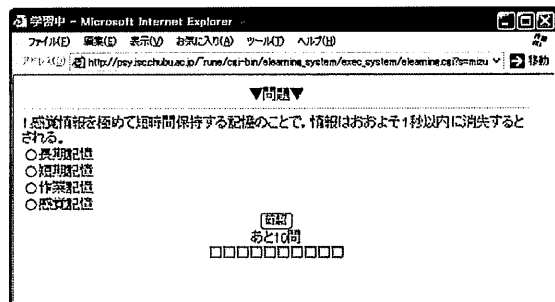


図14 e-Learningの利用履歴

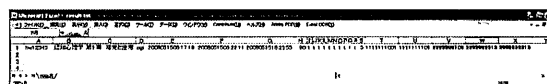
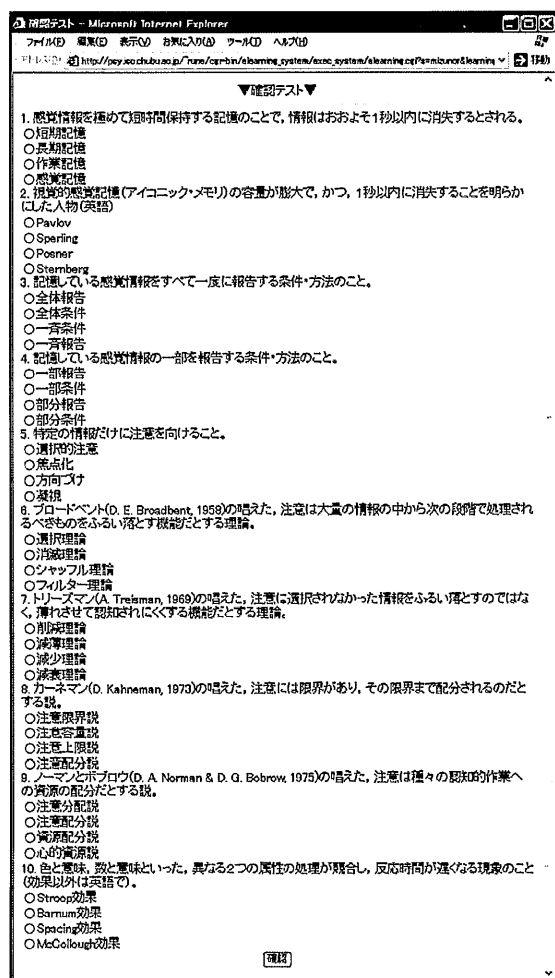


図15 e-Learningの利用履歴をexcelで開いた場合

ある)を掲載したりすれば、学生が携帯電話で簡単にこのサイトにアクセスすることができる。無論、Webページにホットリンクを用意してPCで利用させることも可能である。よって、図13のように両方用意しておけば、PCでも携帯電話でも、学生が状況に応じて、好きな方を選んで学習することができるので便利であろう。

4) e-Learningの利用履歴 図2の初期画面の一番下の「利用履歴ダウンロード」をクリックすると、図14の上のようにブラウザに学生の利用履歴が表示される。このファイルを保存してexcelなどで"区切りで開けば、図15のように、A) 学籍番号、B) 科目名、C) 単元名、D) 利用プログラムの種類(アプリかcgiか)、E) 学習開始時間、F) 学習終了時間、G) 確認テスト終了時間、H) 確認テスト得点、I~R) 確認テストの各問の回答の正誤、S) 総学習セッション数、T~X) 各学習セッションでの回答の正誤、が表示され、誰が利用したかだけでなく、各学生の実績・状況、修得状況等についての詳細なデータを得ることができる。また、利用履歴を保存し、サーバの利用履歴が不要になった場合は、「利用履歴ダウンロード」の右の「履歴削除」をクリックすれば、サーバに保存された利用履歴を削除することができる。

3 携帯電話での実行画面

携帯電話でのe-Learning実験画面を図16に示す。最初の画面(a)で学籍番号を入力し、科目を選択した後(b)、何章を行うかを選択する(c)。すると、10問の問題

図12 e-Learning画面確認：4折式

がLow-First方式で呈示されていく。回答方式は記述式(d)か4択式(e)で、回答を記述/選択し、確認ボタンをクリックすると、間違いの場合は「×間違いです。」の表示と正答が書かれたフィードバック画面が(f)、正解の場合は「○正解です。」と書かれたフィードバック画面が呈示される(g)。原理2に準じて正答率が基準値を上回り、学習項目から除外される毎にスケール(「■」)が1つつづつ増え、「あと5問」のように、残りの学習項目数が表示される。10問すべての正答率が基

準値を上回り、学習項目がなくなると、学習完了画面が表示され、「確認テストにチャレンジ!」と表示される(h)。これをクリックすると、記述式で学習した場合は記述式の(i)、4択式で学習した場合は4択式の(j)、確認テストが呈示される。すべてに回答した後、確認ボタンをクリックすると、問題と正誤、そして、誤答の場合は正答が書かれた「確認テスト結果」画面が表示される(j)、(k)。



図16 携帯電話のe-Learning画面

4 結論

4.1 まとめ

本研究では、種々の研究で効果が確認され学生にも好評な携帯電話用Low-First e-Learning Systemの教材を、ブラウザ画面で簡単に入力・作成できるようなAuthoring Systemを開発した。

4.2 今後の課題

1 評価アンケートの実施

何人かの教員にこのAuthoring Systemを試用してもらい、感想や意見を調査する。その結果の基づいて改良を施し、より一層使いやすいシステムへと発展させる。

2 個人の学習履歴の保存・参照

学習者自身が学習履歴を参照できるようにする。

これを実現するためには、個々の学習者のユーザ・ディレクトリが必要となる。そこで、毎年、新入生のユーザ・ディレクトリを用意し、ID、パスワードを配布する。そして、初期画面で「学習履歴の確認」ボタンをクリックし、パスワードを入力すると（IDが初期画面で入力したものと異なる場合は、再入力を求める）、それまでに実施した学習日、科目・単元名・確認テスト得点の一覧が参照できるようにするとともに、確認テスト得点に応じた再学習のアドバイスを表示する。これはユーザ登録した者のみ可能とし、そのことをここに明記する。

加えて、ユーザー登録した者の学習履歴であっても、学習後の確認テストの結果確認画面で「学習履歴の保存」ボタンをクリックし、パスワードを入力した場合（IDが初期画面で入力したものと異なる場合は、再入力を求める）のみ保存されるようにする。こうすれば、ユーザ登録していない人の利用を妨げず、従来通り、誰にでもこのe-Learning Systemを利用してもらうことができる。

謝辞

本システムの作成に際し、人文学部心理学科清河幸子先生には、数多くの有益なご示唆をいただきました。心より感謝申し上げます。

尚、本研究は、中部大学の平成20年度特別研究費(C)の補助を受けました。記して感謝の意を表します。

引用文献

- 水野りか (1998a). 分散学習の有効性の原因－再活性化量の影響の実験的検証－ 教育心理学研究, 46(1), 11-20.
- 水野りか (1998b). 再活性化説に基づく効果的な分散学習スケジュールの実現 教育心理学研究, 46(2), 173-183.
- Mizuno, R. (2000). A test of the effectiveness of the Low-First Spaced Learning Method applied to CAI *Educational Technology Research*, 23(1・2), 35-44.
- 水野りか (2001). 作業記憶容量の個人差に応じた効果的な分散学習方式の開発 認知科学, 8(4), 431-443.
- 水野りか (2002a). 分散効果の知見に基づく効果的、効率的で、やる気の出る反復学習方式の考案と検証 教育心理学研究, 50(2), 175-184.
- 水野りか (2002b). 最適分散学習方式、改良Low-First方式の効果の持続性－実験的検証と予測モデルの構築－ 認知科学, 9(4), 532-542.
- 水野りか (2003). 学習効果の認知心理学 ナカニシヤ出版.
- 水野りか (2006). 携帯電話用Low-First e-Learning Systemの開発と評価 日本教育心理学会第48回総会発表論文集, 60.
- 水野りか・松尾崇史 (2006a). 認知心理学的知見に基づいたLow-First方式の携帯電話用e-Learningシステムの効果と学生の評価 教育システム情報学会誌, 23 (4), 185-196.
- 水野りか・松尾崇史 (2006b). 携帯電話用Low-First e-Learningシステムの開発－その効果と学生評価－ 中部大学教育研究, 6, 35-45.
- 水野りか・松尾崇史 (2007). CGIを利用した汎用携帯電話用Low-First e-Learningシステムの開発と効果の検証 東海心理学会第56回大会抄録集, 23.
- 水野りか・松尾崇史 (2008). 携帯電話を利用した調査作成のためのAuthoring Systemの開発と評価 中部大学教育研究, 8, 59-66.

〔 教 授 人文学部 心理学科 水野りか 〕
〔 教育技術員 人文学部 心理学科 松尾崇史 〕