

パソコンと携帯向きの Web 型試験システムを用いた 専門科目の到達度評価

An Evaluation of Educational Achievement for Specialized Subjects
Using a Web-based Testing System via PCs and Cellular Phones

三輪 譲二
Jouji Miwa

岩手大学工学部
Faculty of Engineering, Iwate University

〈あらまし〉 本報告では、パソコンと携帯電話向きの Web 型試験システムを用いた専門科目の到達度評価について述べる。約 60 名の受講生の専門選択科目において、授業毎に Web 型小テストを行った後、同一の 100 問の到達度試験を 1 か月の期間をおいて 2 回行い、評価を行った。その結果、専門科目に対して高い到達度が得られ、定着度も高いことが分かった。また、解答時間が短い学生ほど、成績が良いことから、解答時間も達成度評価の尺度のひとつとして利用できることが分かった。さらに、いつでも、どこでも、手軽に、繰り返し試験が実施できる Web 型試験は、到達度向上に役立つことが分かった。なお、少人数であるが、到達度が低い学生が若干残っており、Web 試験システムにおいて、試験問題に対するヒントや解説をより充実する必要があることも分かった。

〈キーワード〉 e-Learning 大学教育 専門科目 教育評価 到達度 Web 試験 携帯

1. はじめに

高等教育の専門科目において、ますます専門性が増しており、授業後の到達度を的確に評価することが重要になってきている。また、専門科目の到達度を達成するために、授業時間外の自習を促進する仕組みも必要になってきている。

本論文では、パソコンと携帯向きの Web 型試験システム iCampus (Integrated Campus system using Advanced Multimedia Processing in a Ubiquitous Society: ユビキタス社会における先進的マルチメディア処理を用いた統合型キャンパスシステム) (三輪 2004, 三輪 2007) を用いて、専門科目の独習を援助でき、また、Web 型試験により専門科目の到達度評価を行うことができたので、その結果を報告する。

2. Web 型試験システムと繰り返し学習

2.1. 学習忘却モデル

図 1 の学習忘却モデルが示すように、学習期間中は記憶量が増加し、学習終了後は、時間の経過と共に記憶量が減衰し、忘却してい

くことになる。

このため、学習においては、より少ない学習時間で、血流量を多くして、記憶量を増す訓練を行う必要がある。また、学習終了後も、同様に、血流量を多くして、できるだけ忘却を少なくし、より長い時間記憶を保持する訓練を行うなどの戦略が必要である。

図 2 の繰り返し学習モデルでは、学習を繰り返すことにより、作業記憶から長期記憶へ移り、記憶量の減衰も少なく、また、学習時間も短くなる。このように、e-Learning システムにより、いつでも、どこでも、手軽に学習を繰り返し易い戦略を取り入れることにより、到達度や定着度を高めることができる。

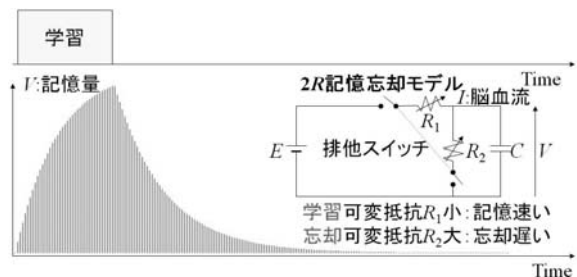


図 1 学習忘却モデル

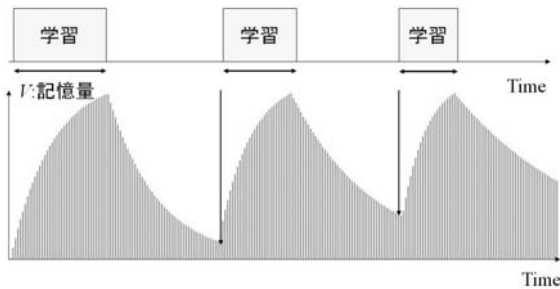


図2 繰り返し学習モデルの例

2.2. 独習支援型 iCampus システム

iCampus システム(三輪 2004)は、メディア教育開発センター (NIME)が無償配布している exCampus (坂元 2003)を基本に、JSP (Java Server Pages)を用いて開発した独習支援型 e-Learning システムである。

このシステムは、exCampus を基本とすることで、商用システムのような高額な導入費用が不要となり、約4か月の短い開発期間でシステムの開発ができ、2004年の4月1日から、運用を開始することができた。また、JSPを用いることにより、開発効率や拡張性を高めることができた。

iCampus は、以下の機能を提供している。

1. 授業の動画及び電子化資料の閲覧
2. 質問・議論のための掲示板
3. 課題提出のためのレポート受付・閲覧
4. 小テストの出題・採点・評価 (追加機能)
5. アンケートの実施・評価 (追加機能)
6. 議論のためのチャット機能 (追加機能)

特に、4番目の小テストの機能は、LESSON/J (Japanese Language Education System for Speech on an On-demand Network) (三輪 2002)を基本に、機能を拡張

表1 主な e-Learning システムの機能比較

	Moodle	exCampus	iCampus
Date	2002/7/27	2003/4/21	2004/4/1
Program	PHP	PHP	JSP
資料	○	○	○
Report	○	○	○
BBS	○	○	○
試験	○	×	○
アンケート	○	×	○
Chat	○	×	○

(宮川 2004) した。

表1に、Moodle(井上 2006)、exCampus、iCampus の各システムの機能比較を示す。

2.3. パソコン携帯対応試験システム

Web型試験では、パソコンと携帯電話の両方のユーザインタフェースを持つシステムを用いた。

このWeb型試験システムでは、初回は、指定された時間にしか小テストを実施できないが、2回目以降は、パソコンばかりでなく、携帯でも実施できるため、いつでも、どこでも、繰り返し、手軽に小テストを実施することができ、専門科目の独習を援助する機能になっている。

また、試験時に、解答時間を計測する仕組みを取り入れており、紙ベースの試験では計測できない新たな機能を追加している。さらに、解答閲覧時には、問題の解答のヒントが提示されるため、より不足している知識を増し、理解を深めることができる仕組みになっている。

2.4. 携帯型試験システム

このシステムでは、携帯電話向きのユーザインタフェースを持つWeb型試験機能を追加(三輪 2007)するため、URL Rewritingを用いて、クッキーを持たない携帯電話のセッション管理に対応した。また、パソコンと携帯の区別は、User Agent 情報を用いて自動的に判別している。

図3は、携帯電話用のログイン画面の例である。この例の様に、携帯用には、入力を少なくするため、ID入力をログイン名だけにした。また、パスワードは、携帯電話では盗み見られる危険が少ないので、文字入力にし、英数字や記号のパスワードを使用しやすくした。

図4は、「データベース」の専門選択科目の携帯電話からアクセスした試験ページの表示例である。このページでは、入力を容易にするため、選択の他に、accesskeyにより、数字キーの入力でも解答できるようにした。また、「解答が分からない」という選択肢も準備している。

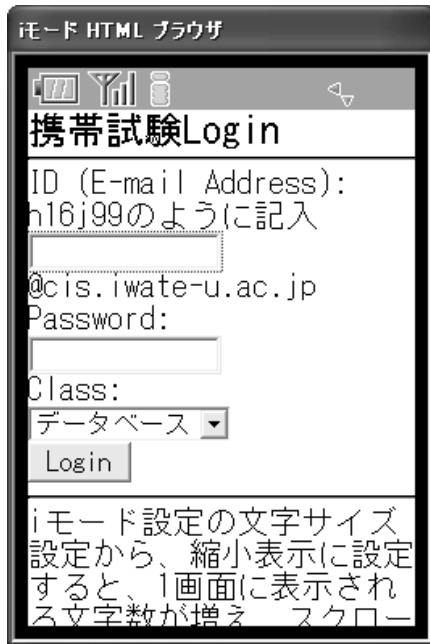


図 3 携帯のログイン画面の例

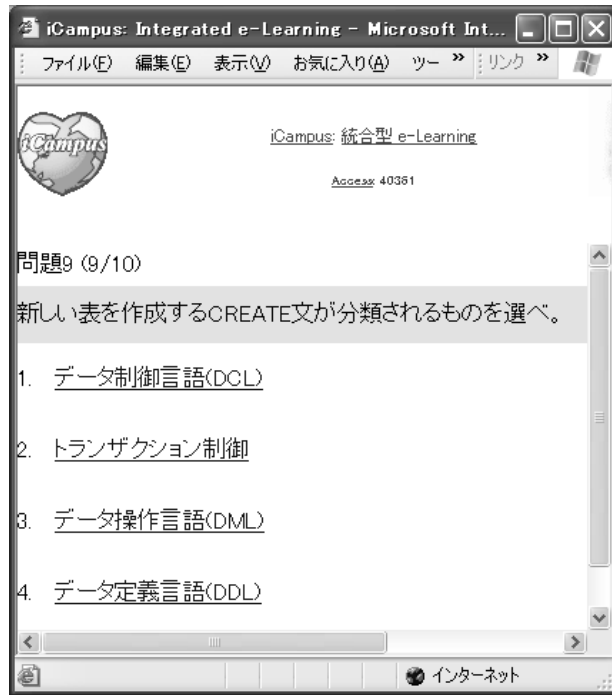


図 5 パソコンによる試験画面の例

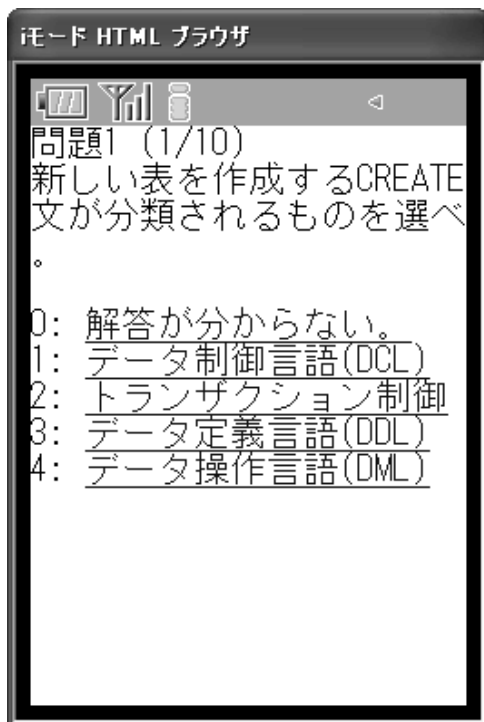


図 4 携帯による試験画面の例

図 5 は、パソコンによる試験画面の例である。パソコンでは、HTML の TABLE タグが使用できるため、問題と選択肢を色分けして区別でき、利用者に、若干使いやすいうェーザインタフェースとなっている。また、パソコンでは選択肢の行間も広く、見やすくなっていることが分かる。

3. 到達度評価

3.1. 携帯を利用した繰り返し学習と試験

表 2 は、ある学生が、「データベース」の専門科目の授業における SQL に関する 4 個の強制択一式の試験問題を、本システムを利用してアクセスした成績などの結果の例である。

この例では、1 回と 4 回から 6 回は、大学でパソコンからアクセスし、2 回と 3 回は、土日に、自宅から携帯電話を用いてアクセスしている。このように、パソコンと携帯の両方から同一の試験に、アクセスできることから、継続して試験を実施でき、学生にとって有用であり、効果があることがわかる。

また、成績は、第 4 回を除いて回数を重ねるつど上昇している。このように、Web 型試験を繰り返し実施することにより、知識が定着していることが分かる。なお、第 4 回のような、成績の低下が見られるが、作業記憶から長期記憶への移行との関係で、興味深い結果である。

なお、携帯電話からの利用は、まだ、全体で 6 名程度の利用に限られ、情報量の低減化など、より利用が促進するように、システムを改良していく必要がある。

iCampus システムでは、この試験結果のよ

うに、同一の試験を複数回繰り返し実施する機構を組み込んでおり、いつでも、どこでも、誰にでも、繰り返し、簡単に試験を利用できる環境が有効なことが分かる。

表 2 Web 試験の実施と成績の関係の例

回	成績	月日(曜日)時	アクセス
1	20 点	6 月 4 日(月)12 時	パソコン
2	50 点	7 月 21 日(土)14 時	携帯電話
3	85 点	7 月 22 日(日)15 時	携帯電話
4	75 点	7 月 25 日(水)11 時	パソコン
5	90 点	7 月 25 日(水)18 時	パソコン
6	100 点	7 月 25 日(水)19 時	パソコン

3.2 到達度評価

専門科目の達成度を評価するために、「信号処理Ⅱ」の専門科目で、表 3 のような試験を実施した。この試験は、4 個から 5 個の択一式の試験で、図 4 の例のように、無回答の選択肢も含まれている。第 1 回の試験結果は、6 回分の授業（10 月 3 日、10 日、17 日、11 月 7 日、14 日、21 日）の終了毎に、合計 97 問（各授業毎に、10 問、30 問、10 問、20 問、20 問、7 問）の小テストを実施した結果である。また、第 2 回と第 3 回の試験は、第 1 回と同一の試験問題に、3 問を加えた 100 問の試験問題の結果である。なお、受験者数は、第 1 回の 6 回分、第 2 回分、第 3 回分を全て受験した同一の 57 名である。

表 3 専門科目の達成度試験結果

	第 1 回	第 2 回	第 3 回
試験日	10 月 3 日～ 11 月 21 日	11 月 28 日	1 月 30 日
回数	6 回分	1 回分	1 回分
問題数	合計 97 問	100 問	100 問
受験者数	57 名	57 名	57 名
平均得点 (標準偏差)	68.1 (12.9)	86.6 (14.0)	88.5 (12.2)
得点増加	—	+18.5	+1.9
解答時間 (標準偏差)	— (—)	18.9 (7.8)	14.1 (5.3)
最大時間 (標準偏差)	— (—)	168 (90)	109 (60)

図 6 は、第 1 回（点線）、第 2 回（鎖線）、第 3 回（実線）における得点の人数度数分布を示す。この図から、点線の第 1 回の分布では、平均が 68.1%と低いが、第 2 回で平均値が 18.5%改善され 86.6%となり、専門科目の到達度を達成していることが分かる。また、第 2 回の約 1 カ月後に実施した第 3 回でも、得点が下がることなく、1.9%改善され 88.5%となり、専門科目に対する定着度が得られたことが確認された。

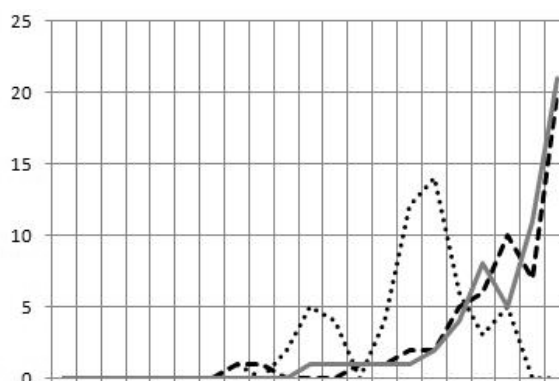


図 6 回ごとの得点の人数分布(5 点/DIV)
(1 回：点線、2 回：鎖線、3 回：実線)

図 7 は、第 1 回（横軸）と第 2 回（縦軸）の得点の散布図である。この散布図から、特に、中級の成績の学生の成績が伸びていることが分かる。また、成績の悪い学生の成績の伸びが悪いことも分かり、このような学生の理解を助け、達成度を上げる仕組みが必要であることが分かる。

図 8 は、第 2 回（横軸）と第 3 回（縦軸）の得点の散布図である。この散布図から、強い相関があり、定着度に強い相関があることが分かる。この結果から、達成度の評価は、第 1 回の小テストを行った後、第 2 回だけのまとめの試験を実施すれば良く、今回の実施のように、第 3 回の試験は、ほとんど実施する必要がないことも分かった。また、図 8 において、第 2 回の得点が 75 点以下の 8 名の学生の成績を上げるため、解答に対するヒント情報など、学習の理解を助ける仕組みを、さらに改善して取り入れる必要があることも分かる。

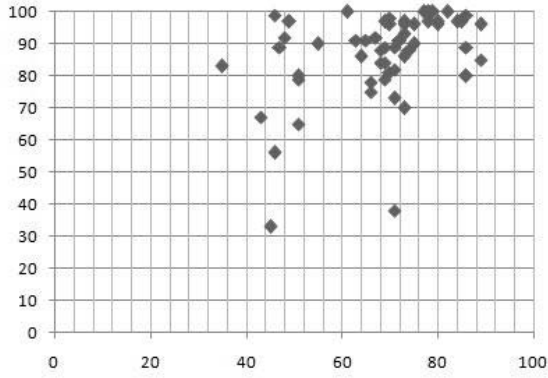


図7 第1回(横軸)と第2回(縦軸)の得点散布図

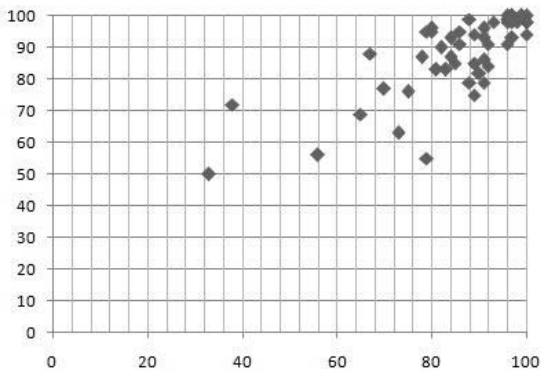


図8 第2回(横軸)と第3回(縦軸)の得点散布図

表4は、第2回の試験実施から第3回の試験実施前までに、試験の練習を実施した回数を示す。試験を練習問題として実施した割合は、35%であり、半数以上の65%の学生が実施していなかった。しかし、一人の学生は、6回実施しており、2回以上が13%いることから、いつでも、どこでも、手軽に、練習試験問題を実施できる混合学習環境は、達成度を高める上から有効であると考えられる。

表4 第2回以降の試験練習実施回数

回数	0	1	2	3	4	5	6
人数	37	12	4	2	0	0	1
%	65%	21%	7%	4%	0%	0%	2%

3.3 解答時間の計測値の検討

図9は、第2回(点線)と第3回(実線)

の解答時間の度数分布である。第2回と第3回の平均解答時間と標準偏差が、それぞれ18.9秒と7.8秒、14.1秒と5.3秒であった。このように、試験の回数を重ねるうちに、解答時間が短く、標準偏差も少なくなっていることから、定着度が増していることが分かる。

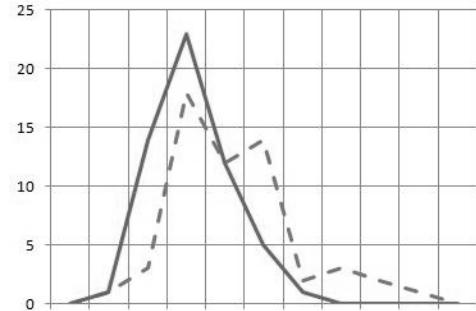


図9 解答時間分布(第2回:点線, 第3回:実線, 横軸:5秒/DIV)

図10は、第3回目の試験における得点(横軸, 単位:点)と解答時間(縦軸, 単位:秒)の散布図である。この図から、成績の得点が高い学生ほど、解答時間が短いという、負の相関値が高いことがわかる。

また、右下の4名の学生は、1問当たり約10秒の解答時間であり、90点クラスの解答時間と同一だが、得点が50点台と低くなっている。このことから、この学生は、到達度が低く、試験時間を無駄に消費していることが分かり、個別に指導する必要がある。

このように、Web型試験では、ペーパー試験と異なり、問題ごとの解答時間や、平均解答時間を計測することができ、到達度評価の尺度のひとつに利用できることが分かった。

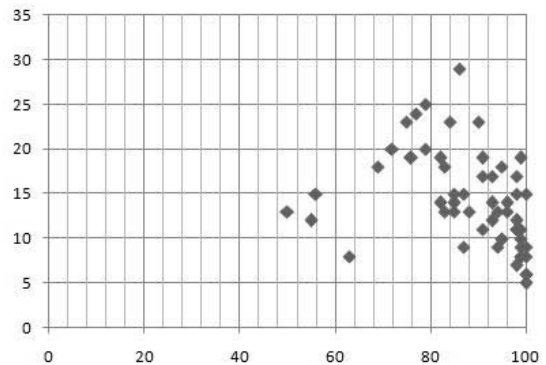


図10 第3回の得点(横軸, 単位:点)と解答時間(縦軸, 単位:秒)

3.4 試験問題に対する検討

専門選択科目の「信号処理Ⅱ」の第2回の試験で、最も成績の悪かった試験問題を、表5に示す。この問題は、第1回の試験終了後も理解不足と考えられ、第2回の段階で、表6のように正答率が54%と最も低くなっていることが分かり、基礎からの指導も必要なのことが分かる。

表5 最も成績の悪かった試験問題の例

ある回路に入力信号の電圧 10 ミリボルトを加えた所、出力信号の電圧が 200 ミリボルトに増えた。入力電圧に対する出力電圧の比から、dB 値を求めよ。

表6 5個の選択肢と解答者数の割合

選 択	空	3	6	12	13	26	計
		dB	dB	dB	dB	dB	
数	1	2	12	7	5	31	57
%	2%	4%	21%	12%	9%	54%	—
正 誤	誤	誤	誤	誤	誤	正	—

4. むすび

本報告では、パソコンと携帯電話向きの Web 型試験システムを用いた専門科目の到達度評価について述べた。

約 60 名の受講生の専門選択科目において、授業毎に Web 型小テストを行った後、同一の 100 問の到達度試験を 1 か月の期間において 2 回行い、評価を行った。その結果、専門科目に対して高い到達度が得られ、定着度も高いことが分かった。

また、解答時間が短い学生ほど、成績が良いことから、解答時間も達成度評価の尺度として利用できることが分かった。さらに、いつでも、どこでも、手軽に、繰り返し試験が実施できる Web 型試験は、到達度向上に役立つことが分かった。

なお、少人数であるが、到達度が低い学生が若干残っており、Web 試験システムにおいて、試験問題に対するヒントや解説をより充実する必要があることも分かった。

「パソコンと携帯電話の両方のユーザインタフェースを持つ Web 型試験システム」を実験運用した結果、パソコンと携帯電話の両方のユーザインタフェースを備えることは、独習を助ける Blended Learning として、有用であることが分かった。なお、本システムは、2007 年 7 月 5 日より、運用実験を開始したが、今後、さらに使いやすくするための、改良をしていく予定である。

さらに、今後は、達成度のほかに定着度などを定量的に計測するなど、e-Learning システムを用いた授業改善に応用していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は、平成 19-21 年度科学研究費補助金・基盤研究 (B)、19320072、「ユビキタス環境における統合型日本語教育支援システムの地球規模の公開実験と評価」によった。

参考文献

- 井上博樹, 奥村晴彦, 中田平 (2006) Moodle 入門—オープンソースで構築する e ラーニングシステム—. 海文堂出版, 東京
- 坂元昂 (編), 中原淳, 西森年寿 (2003) e ラーニング・マネジメント—大学の挑戦—. オーム社, 東京
- 宮川英治, 三輪譲二 (2004) e-Learning における Excel ベースの試験データ管理支援システム. 日本教育工学会第 20 回全国大会, 19-3a631-1, pp.945-946
- 三輪譲二 (2002) インターネット型日本語音声言語教育システムの国際運用実験. 日本語教育学会春季大会
- 三輪譲二, 菊池善裕 (2004) ユビキタス社会における先進的マルチメディア処理を用いた統合型キャンパスシステム. 日本教育工学会第 20 回全国大会, 19-3a631-5, pp.953-954.
- 三輪譲二 (2007) パソコンと携帯電話の両方のユーザインタフェースを持つ Web 型試験システム. 日本教育工学会第 23 回全国大会, 2a-115-04, pp.519-520.