

Web ベース試験システムの改良

古川 輝雄*・大村 道郎*・鈴木 貴*

(平成18年9月21日受理)

Improvements on a Web-based Examination System

Teruo FURUKAWA, Michiroh OHMURA and Takasi SUZUKI

(Received Sep. 21, 2006)

Abstract

We have developed some education support systems using Web, and made some trials of the systems in our college. This paper reports one of the above systems, the Web-based examination system.

There are many advantages in learning and examination using PC, compared to the conventional methods via books and paper texts. However, some problems such as authoring load and diversification of the test form and test security were pointed out.

Here, by solving these problems, we present Web-based examination system that has advantages for both teachers and students. In this system, security environment of the client PC was drastically improved further than the Web browser by the adoption of the secure exclusive client operation screen.

Key Words: web-based education, research and education, e-learning, authoring system

1. ま え が き

Webを用いた幾つかの教育支援システムを開発し、学内教育への試行実施を行っている。¹⁾本稿では筆者等が開発したWebベース試験システムに関する報告を行う。

PC上で実施する学習・試験方法は、従来の本や紙面テキストでの学習や試験方法に対して多くの利点があるが、オーサリング(問題作成)負荷や試験問題の多様化、試験セキュリティの確保など問題点も多い。これら現状システムの問題点を検討し、教員と学生双方に使いやすく利点の多い汎用型PC試験システムを検討した。まず、従来システムの各種問題点を改善した新しいWebベース試験システム(Ver.1)を開発した。

続いて、Webを用いるシステム特有の、Web画面操作時の試験セキュリティを解決するために、Webブラウザ画面よりも堅牢でセキュアな遠隔試験専用のクライアント操作画面ソフト(Ver.2)を開発し、クライアントPCの

セキュリティ環境を改善した。²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾

2. システム構成と概要

開発したWebベース試験システムの概念図を図1に示す。本システムでは試験形態として、通常問題、選択問題、計算問題、自由文問題、タイピング問題の5種類に対応した。各々の現状問題点を検討し、現在一般的にこの種のシステムで用いられている機能に対して以下の項目の改善を図った。

- (1) 問題作成の簡易化…(対応方法) 個別問題のカテゴリへの事前登録と問題と解答のエクセル定型フォーマット化等。
- (2) 学習・試験タイプの多様化…(対応方法) 受験者毎に問題内の変数が異なる計算問題、受験者毎に番号が変わる選択解答問題、記述式文章問題等の採用。
- (3) 試験情報の公開と保存…(対応方法) 試験後即時データ公開と保存、過去の試験実施結果や再試験の可否の確

* 広島工業大学工学部電気・デジタルシステム工学科

認等。

- (4) 試験セキュリティへの配慮… (対応方法) 試験中のパスワード処理, 成り代わり対策と試験場所セキュリティの確保等。
- (5) Web 操作画面セキュリティ問題… (対応方法) 教員は従来 Web 画面から操作, 学生は専用クライアント操作画面での試験システム (ver. 2) の実現。

2.1 システム構成

遠隔試験システムのサーバシステム構成を以下に記述する。なおクライアント側は, Microsoft Windows ファミリー, ブラウザは Microsoft Internet Explorer 6 以上の環境とした。

(サーバの構成)

- ・ Web/ アプリケーションサーバ… Jakarta Tomcat 4.1
- ・ データベースサーバ… MySQL AB MySQL 4.0
- ・ プラットフォーム… Microsoft Windows 2000 Server
- ・ Java… Sun J2SDK 1.4
- ・ アプリケーションフレームワーク… Jakarta Struts 1.2
- ・ O/R マッピング… Apaceh DB Torque 3.0

システム相関図を図 2 に示す。学生クライアント PC 画面は, Web 操作画面システム (Ver. 1) と, クライアントソフト (C_WEB) を使用する専用クライアント操作画面 (Ver. 2) の 2 種類がある。

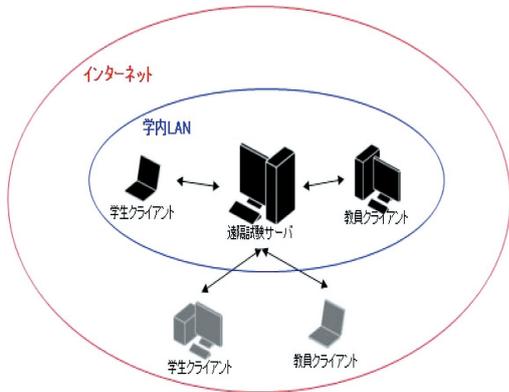


図 1 Web ベース試験システムの概念図

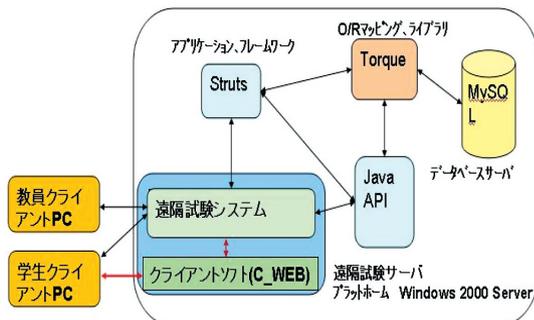


図 2 システム構成相関図

2.2 システム機能概要

本システムは次の基本機能を実装およびサポートしている。

- (1) 教員や学生のユーザ管理 (実装)
- (2) 教員による試験問題登録および試験情報作成 (実装)
- (3) 学生による回答登録 (実装)
- (4) 教員や学生による成績の閲覧 (実装)
- (5) 試験問題のカテゴリ管理 (サポート)
- (6) 試験情報のカテゴリ管理 (サポート)
- (7) 教員毎の受講生管理 (サポート)
- (8) 試験会場管理 (サポート)
- (9) 試験実施期間管理 (サポート)
- (10) 試験回答制限時間管理 (サポート)
- (11) 自動採点 (サポート)

本 PC 試験システムの実施手順は図 3 の機能実施フローに従って行われる。次に個別課題に対して, 本システムで実施した解決方法を説明する。

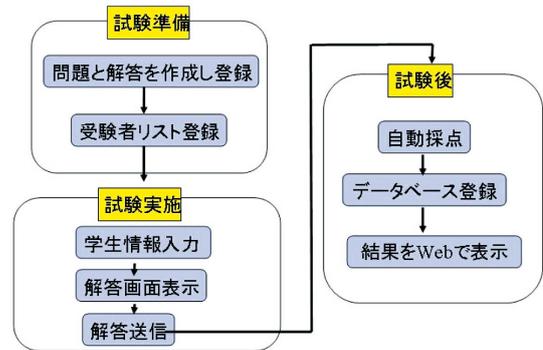


図 3 PC 試験システムの機能実施フロー

3. 個別課題と解決方法 (試験準備)

3.1 問題作成の簡易化

[課題]

- ・ 教員の問題作成負荷を大幅に軽くする。目標は授業時間内に 5 分で問題を作成し 10 分の演習を行う事。

[解決方法]

- ① 個別問題のカテゴリへの事前登録,

Microsoft Word2000 で個別問題を作成し, HTML 形式で保存したファイルおよび関連情報を用いる。格納場所は遠隔試験サーバ上に, WebDAV の機能を用いて, ユーザ教員毎にフォルダを作成する。各教員は任意のカテゴリを作成し, 多数の問題を単独で HTML ファイル化し, カテゴリへ事前登録しておく。試験問題はカテゴリ内の個別問題を適時選択することにより, 自動的に問題フォームが完成する。講義の最中に簡単に試験問題の作成と実施を可能とした。

図 4 に問題作成時のカテゴリ化概念図を示す。

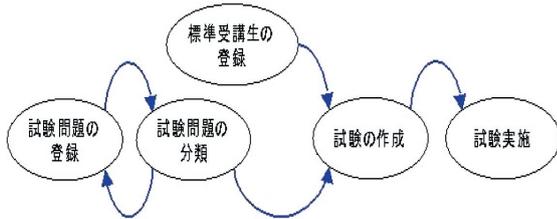


図4 問題作成時のカテゴリー化概念図

② 問題と解答の定型フォーマット化

個別の問題はhtml ファイル, 解答はエクセル定型フォーマットで登録しておくことにより, 個別問題から自動エクセル解答ファイルが作成でき, 問題作成における教員の負荷を大幅に低減できた。図5にエクセル解答ファイルのフォーム例を示す。

解答番号と解答値		正解番号リスト	
1	1	1	18
2	1.44	2	17
3	2	3	20
4	1	4	19
5	-	5	22
6	1024	6	44
7	/	7	13
8	?	8	7
9	a	9	44
10	a.dat	10	44
11	aa.dat	11	51
12	abc.data		
13	bin		
14	binary		
15	cat		
16	cd		
17	cd ..		
18	cd txt		

図5 エクセル解答ファイルのフォーム例

3.2 試験問題の多様化

[課題]

従来システムで多用されている, 番号選択問題以外に, 変数計算問題, 記述式問題, タイピング問題などの試験問題を可能とする事。各問題には以下の機能を持たせる。

- ・計算問題の変数を受験者毎に変える。
- ・選択式での正解解答番号を受験者毎に変える。
- ・記述式問題を可能とする。
- ・解答は記述式問題以外はすべて自動解答処理を行う。
- ・タイピング問題の正解得点を, タイピング文章としてより正確に判定できるアルゴリズムにする。

[解決方法]

① 変数あり計算問題…受験者毎に変数が異なる幾つかの解答群を用意しておき, それを受験者にランダムに設定される。

変数と解答群の数などのデータをエクセルフォームで定型化しておくことにより, 問題から解答エクセルフォームを自動作成できる。図6に変数問題の画面例を, 図7に変数設定のエクセルフォーム例を示す。

図6 変数問題の画面例

変数指定, a,b,c
 解答部フォーム
 解答欄番号・配点・計算パターン番号
 ・変数値1...変数値N・解答・誤差

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	P	a							
2	P	b							
3	P	c							
4	1	50	1	2	3	4	45	0.5	
5	1	50	2	5	6	7	66	0.5	
6	1	50	3	10	20	30	110	0.5	
7									

図7 変数設定のエクセルフォーム例

② 選択解答問題…解答番号が受験者毎にシードランダム化される。解答番号のスクランブル化処理方法は最大解答番号 N と, 問題番号, 教員のパスワード, 学生番号より決定されるシード値により一意的な変換がなされ, シード値が異なった場合, 同一パターンの変換にはならないアルゴリズムとした。

図8に解答番号のシードランダム化のブロック図を示す。

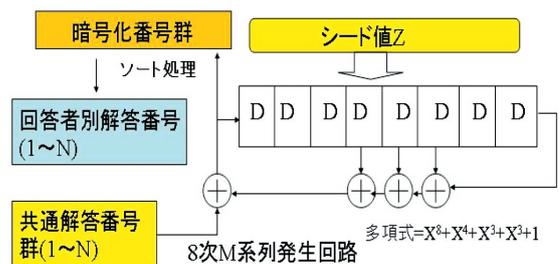


図8 解答番号のシードランダム化ブロック図

③ 記述式文章問題の採用…記述式問題では自動採点を行わず、別途教員による手動採点とした。自動採点処理では記述式の手動採点が完了していないと、点数結果が表示されない。図9に記述式問題の手動採点画面例を示した。

④ タイピング試験…正解得点をより正確に判定できるアルゴリズムを検討した。出題した文書および入力解答をトークン(*)に分解し、トークンの出現位置と内容の一致を以って一致単語数をカウントした。得点 = (一致単語数 ÷ 正解単語数) × (回答所要時間 ÷ 標準回答時間) × 配点で与えられる。

* トークン：英文の場合は単語に一致。和文の場合は連続する漢字・ひらがな・カタカナ・数字・英字・記号の文字列。

例) アメリカ合衆国 → トークン1「アメリカ」、トークン2「合衆国」

⑤ 自動解答処理

一問一答問題では、入力内容が正解解答および類答のいずれかへの一致を以って正解判定を行う。選択問題では、学生毎に選択肢の並びをランダムに入れ替えて出題されているため、入力選択肢番号 → 本来の選択肢番号 → 正解選択肢番号という手順で正解判定を行う。計算問題では、学生毎に計算パターンをランダムに入れ替えて出題されているため、出題した計算パターンを抽出した上で、入力回答と正解解答の一致を見ることで正解判定を行う。

自由文採点		
学科名	電気・デジタルシステム工学科	授業科目名
試験ID	20041216-927	名称
得点	学生番号	氏名
	A040001 サンプル学生001	
	自由文問題の回答例1	
	A040001 サンプル学生002	
	自由文問題の回答例2	
	A040001 サンプル学生003	
	自由文問題の回答例3	
	A040001 サンプル学生004	
	自由文問題の回答例4	
	A040001 サンプル学生005	
	自由文問題の回答例5	

図9 記述式問題の手動採点画面例

4. 個別課題と解決方法 (試験中)

4.1 試験セキュリティの確保

[課題]

本学 PC 教室相当を第一次の試験実施場所と仮定した時、試験実施時のセキュリティ問題が解決されている事。
 ・ユーザ管理のセキュリティの確保、受講者の不正行為防止。
 ・PC 内部のファイル閲覧やインターネット操作不可(ver.2 対応)

[解決方法]

① 教員毎の受講生管理…年度毎の学生番号一覧を、標準の受講生(回答者)情報として利用する。登録手段として、画面上で学生一人ずつの登録方法と Excel ファイルでのアップロードによる一括登録を採用した。デフォクトは試験情報作成時、標準の受講生全員を回答者として登録するが、一部の受講生もしくは任意の学生の追加、抹消登録を可能とした。

② 成り代わり解答問題のセキュリティ…ログイン ID とパスワードでの管理、および、同一の IP アドレス端末での複数試験実施の禁止処理を行った。さらに、「学生」がログインする場合、以下に該当する場合、登録データの照合に成功してもログイン成功とは見なさず学生メニューを表示しない。

(a) 既に同一のクライアント PC (IP アドレスで判別) で、試験回答を行っており、ログイン要求の学生番号が試験回答を行った学生番号と異なる場合。

(b) 既に同一の学生番号によってログインが完了している場合。図10にログイン時の認証フローを示した。



図10 ログイン時の認証フロー

③ 隣の画面を見ても正解できない…解答番号の解答者別スクランブル処理と計算問題での解答者毎の変数処理、および自由文などの採用により、解答者の不正防止に対処した。

④ 試験会場管理…管理者権限を持つユーザのみ登録可能とし、試験会場に設置されているクライアント PC の IP アドレスを登録しておく。試験会場管理が必要な場合は、試験情報作成時に登録されている試験会場を選択することで、登録外の IP アドレスからのアクセスを制限する。図11に試験会場管理フローを示す。

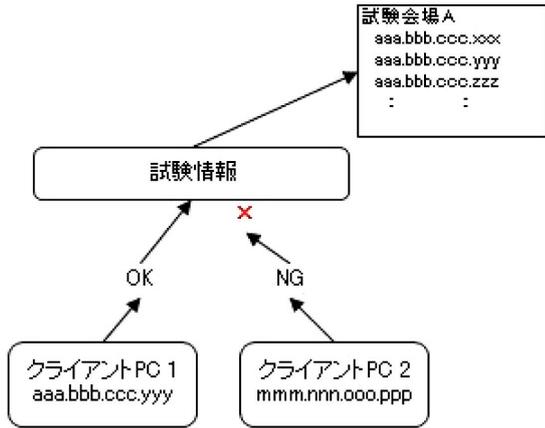


図 11 試験会場管理フロー

⑤ 試験期間管理…試験情報には試験開始日時と終了日時を登録する。設定された試験期間外の回答アクセスは一切拒否し、学生メニューの受験可能な試験一覧に表示しない。

⑥ 試験回答制限時間管理…回答制限時間を設ける事によって、強制的に学生の入力回答を送信する仕組みを持たせた。

試験情報の設定により、強制送信の有無を決定でき、強制送信を行わない試験では、制限時間切れの際に試験パスワード（試験官入力）による回避措置を可能とした。

4.2 試験中のトラブル対策

[課題]

試験が始まった後の色々なトラブル。例えば、学生のパスワードトラブルやPC操作トラブルに対応できること。

[解決方法]

- ① パスワードトラブル…試験実施中の管理者によるパスワード再設定と変更処理を可能とし、試験実施時のパスワード管理不備に対応した。
- ② PC操作トラブル…画面操作を間違っ画面を消した。間違っ送信した。などのトラブルに対して権限の強いスーパー受講者（教員）を設定し、試験内の再受験や再送信を行う。
- ③ 試験開始と終了・提出に関して…試験開始以後は制限時間を過ぎると解答記入画面は自動送信される。送信の際には、確認画面にて送信内容が確認できる。
- ④ PC毎の時間設定誤差…時間管理はクライアントPC側の時間ではPC間で実施時間が異なることになり問題が生じる。そのために、サーバ側の時間に統一する方法に統一した。

5. 個別課題と解決方法（試験後）

5.1 テスト終了後の処理

[課題]

試験後は、適切な試験結果情報を即時開示し、出題者と受講者共に、講義内容の理解度を知り、再講義や個別個人への宿題や再試験を実施したい。

[解決方法]

- ① 試験結果の即時公開。…以下の情報の即時 Web 公開を実現した。
- ・試験番号、実施日などの基本情報と、問題毎の正否、正解解答、試験点数、順位、点数分布などのデータ開示。
- ・教員による公開情報の設定と修正ができる。

5.2 試験結果のデータ公開と保存

[課題]

過去の試験結果をデータベース情報として保存、編集、削除できること。また、再試験の可否が設定、編集できること。

[解決方法]

- ① 過去の試験データの保存と閲覧が可能。
- ② 個人情報等の公開データの条件を教員が設定できる。
- ③ 受験した学生の過去の試験情報が閲覧できる。
- ④ 試験形態に対応したデータの公開と保存が編集できる。
- ⑤ 該当学生の過去の試験実施の有無の設定。
- ⑥ 各試験毎に公開データ内容を設定できる。
- ⑦ 試験毎の進捗表示と過去の試験結果の表示の許可／不許可の設定が可能。

図 12 に学生用公開画面例を、図 13 に教員用公開画面例を示した。

試験結果							
学科名	電気・デジタルシステム工学科	授業科目名	2005_12_15	試験ID	20051215-109	名称	電気・デジタルシステム工学科20051215-109
試験期間	2005/12/15 16:01 ~ 2005/12/15 16:24	試験会場		標準回答時間	3000 秒	回答制限時間	3600 秒
学生番号	202073	得点	35.0	満点	60.0		
成績明細	設問番号	回答数	正解	回答	配点	得点	
	1	1	8.0	8	10.0	0.0	
	1	2	10.0	4	10.0	0.0	
	2	1		8	10.0	10.0	
	2	2		3	10.0	10.0	
	3	1	10	10	10.0	10.0	
	3	2	9	4	10.0	0.0	
4	1		今後のPCIは、より小型化、軽量化が優先と考えられる。ユビキタスの時代へと変わっていく。	0.0	5.0		
正解率	57.1 %	回答時間	1376.0 秒	受講者数	7	受験者数	1
平均点	35.0						
分布	欠席者6名 10点未満6名 10~19.0名 20~29.0名 30~39.1名 40~49.0名 50~59.0名 60~69.0名 70~79.0名 80~89.0名 90~99.0名 100点以上0名						
順位	1						

図 12 学生用公開画面例

試験結果												
学科名	電気・デジタルシステム工学科				授業科目名	2005.12.12						
試験ID	20051212-718				名称	電気・デジタルシステム工学科,20051212-718						
試験期間	2005/12/12 12:00 ~ 2005/12/19 12:00				試験会場							
標準回答時間	600 秒				回答制限時間	600 秒						
満点	200.0											
成績 説明	学生番号	問1		問2		問3		問4		合計	正解率	回答時間 (s)
		配点	得点	配点	得点	配点	得点	配点	得点			
	a200001	40	20	100	50	20	5	40	20	95	52.63	551
	a202073	40	0	100	0	20	0	40	0	0	0	0
	a202122	40	40	100	100	20	20	40	40	200	100	601
	a203022	40	0	100	0	20	0	40	0	0	0	601
	a203041	40	20	100	50	20	10	40	20	100	52.63	539
a203080	40	20	100	50	20	10	40	20	100	52.63	555	
a203135	40	20	100	50	20	5	40	20	95	52.63	297	
受講者数	7				受験者数	6						
平均点	590 / 7 = 84.29											
分布	欠席者 1名 10点未満 10名 10~19.2名 20~29.9名 30~39.0名 40~49.2名 50~59.4名 60~69.0名 70~79.0名 80~89.0名 90~99.0名 100点以上 1名											

図 13 教員用公開画面例

6. 個別課題と解決方法 (Web 操作画面問題)

6.1 専用のクライアントソフトの導入

[課題]

従来 Web ブラウザを使用した回答画面 (Ver. 1) では、“Web ブラウザ上で動作する” という機能上の制約から受験中であっても他のアプリケーションの実行が可能。クライアント PC の環境次第では、外部の Web サイトから解答のヒントや場合によっては正解そのものを手に入れる事が可能となる場合がある。

Web アプリケーションにおいて標準的な Web ブラウザによるクライアント画面よりも、堅牢でセキュアな遠隔試験専用のクライアント操作画面システムを検討し実現した。(Ver. 2)

[解決方法]

① クライアント画面操作ソフト (C_WEB) の導入

全ての PC 試験機能は従来システム (Ver. 1) を踏襲しつつ、教員クライアント PC は従来と同じ Web 画面から操作を行う。一方学生クライアント PC は、今回開発したクライアント操作ソフト (C_WEB) にて操作を行う。

学生クライアント PC は、最初に従来の WEB ログイン入力画面から、クライアントソフト (C_WEB) をダウンロードする。C_WEB は基本的にブラウザと同じことを行う機能を持っており、学生クライアントはこのソフトを起動するとメインウィンドウが開き、従来と同様なログイン画面が表示される。

② アプリケーションの操作機能

本プログラム実行中はログインから試験への回答や、成績の閲覧から遠隔試験システムのログアウトまで、他のアプリケーションの使用を抑制し、利用者が回答に専

念でできる環境を構築する。さらに、C_WEB 画面機能は、受験中は他のアプリに変えられない処理と、アプリケーションの終了時には必ずログアウトさせる処理を行い、C_WEB 画面での Web 操作や他の PC ファイルなどの操作を不可能にした。

図 14 と図 15 に C_WEB 画面の機能図を示した。

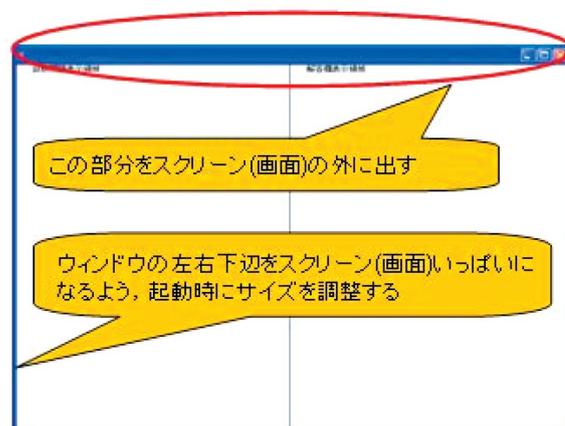


図 14 C_WEB 画面の機能図 1

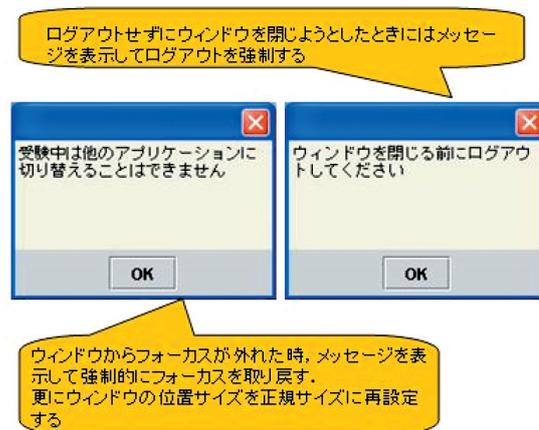


図 15 C_WEB 画面の機能図 2

7. あとがき

本稿では、著者らがここ数年にわたって開発し、“Web を利用した講義支援” のテーマで実施した「Web ベース試験システム (Ver. 1) とその改良システム (Ver. 2)」に関してその概要を報告した。専門科目や資格用国家試験、就職試験での適切な模擬試験は学生にとって勉学促進の有効な手法であり、Web 利用の e-ラーニングシステムが期待される所以である。今回のシステム開発で最も注力した事は、講義の途中にその講義の理解度を促進するために簡易試験を適時行うコンセプトの実現であった。開発した本システムはこの種の簡易試験から、比較的厳密な試験まで幅広く対応できることが確認された。現在本学においても、講義室などへの PC 環境が順次整備されつつあり、本シス

テムの実施運用により、より教育的効果の促進が期待できると考えている。

参 考 文 献

- 1) 古川輝雄, 大村道郎, 鈴木貴, “Web ベース教育支援システムの試み”, 広島工業大学紀要, 教育編 第5巻, p 1-6, (2006)
- 2) 古川輝雄, 永田武, 大村道郎, 鈴木貴, “講義用遠隔計測システムの一検討”, 平成 15 年電気学会全国大会, 第 1 分冊, 1-003,p3 (2003)
- 3) 古川輝雄, 永田武, 大村道郎, 鈴木貴, “遠隔学習システムの一検討”, 平成 16 年電気学会全国大会, 第 1 分冊, p11, 1-009, (2004)
- 4) 古川輝雄, 永田武, 大村道郎, 鈴木貴, “Web 学習・試験システムの改良”, 平成 17 年電気学会全国大会, 第 1 分冊, p3, 1-003, (2005)
- 5) 鈴木貴, 古川輝雄, 永田武, 大村道郎, “授業 Web サポートシステムの開発”, 平成 17 年電気学会全国大会, 第 1 分冊, p4, 1-004, (2005)

