

留学生のための e-Learning 教材の開発と運用

— 反復学習支援システムのプロトタイプ設計 —

The Development and Use of e-Learning Educational Materials for International Students
— The Prototype Design of a Repetitive Learning Support System —

藤原 健*

Takeshi Fujiwara*

Abstract : The aim of this research was to devise the building and use of a system that supports repetitive learning for information related subjects at university. In the wide area of study about information and communication technology (ICT), it is rather difficult for students to gain understanding with face-to-face instruction of just once a week. Especially for foreign exchange students who are not skilled in Japanese, the frequent use of “katakana” technical terms that the students have little familiarity with are an obstacle to learning. Learning with just the conventional textbooks and handouts does not lead to the establishment of sufficient knowledge. Therefore, along with strengthening face-to-face instruction, on a trial basis we have used a unique e-learning system for international students that supports and improves the establishment of knowledge and learning motivation. In this paper we examine the devising of the prototype design and the operational aspects.

Keywords : e-Learning, CBT, WBT, Repetitive Learning, international students

1. はじめに

本研究では、大学の情報系科目における反復学習を支援するシステムの構築と運用時の工夫を目的としている。ICT（Information and Communication Technology、情報通信技術）の幅広い学習内容を、外国人留学生が多くを占める講義で理解させることはなかなか困難である。特に日本語に習熟していない外国人留学生にとっては、馴染みの少ないカタカナ語が頻出する専門用語は学習の壁となっており、従来の教科書と配付資料による学習だけでは十分な知識の定着を伴っていない。筆者が講義を担当する日本経済大学神戸三宮キャンパスは国内で最も多くの外国人留学生を擁する大学の一つであるが、学生の日本語習熟度は一様でなく、用語の不理解を原因とした学習面の課題に直面している。そこで、講義中の対面指導の強化とともに、知識定着と学習動機の維持・向上を促す支援教材として、留学生向けの独自の e-Learning システムを試作し、運用した。本稿では、プロトタイプ的设计手法と運用時の工夫について報告する。

キーワード：e-Learning、CBT、WBT、反復学習、留学生

*日本経済大学経済学部商学科

2. 導入までの背景・問題

筆者の担当する科目「情報リテラシー」の主眼は情報の活用にあるが、その前提として基礎的なICTの知識が不可欠である。しかし現状、学生にはこれらの知識が十分に定着していない。その原因として、カテゴリの広さと専門用語の覚え難さが挙げられる。基礎知識となる対象は、コンピュータのアーキテクチャに始まり、インターネット、電子商取引、セキュリティ、関連法規、その他の情報システムなど、概説であるとしても決して狭くはない。加えて、これらに関する専門用語の多くが「カタカナ語」である。筆者の授業では、履修者の多くが第二言語で日本語を学ぶ非英語圏の外国人留学生であり、「用語のカタカナが特に難しい」という意見はしばしば寄せられる。2016年度秋学期の授業アンケートにおいても、「ICTの授業で最も難しかった点」で「コンピュータの用語（カタカナ語）の理解（68.4%）」が最多となった。

入戸野・武田（2010）は留学生のカタカナ語学習の分析において次のように述べている。「英語が理解できない者、または不得意な者にとっては、英語とカタカナで記述される語を結びつけて理解することは難しく、新出する漢字の語と同様に、カタカナ語も出現するたびに覚えなければならない新出語となる。（中略）英語が母国語の者、あるいは日常的に使用できる者であっても、カタカナ語が問題なく分かると言うことにはならない。（p.37）」。本キャンパスにも英語を話す留学生が幾人か存在するが、彼らにしても同様の傾向が見られた。また、日本語を学習するうえで感じる困難として、陳・坂西（1992）はカタカタについて「読む、書く、聞く、すべての点で理解しにくい」と指摘している。

このように、基礎知識の十分な定着すらおぼつかない状態で学習範囲を拡大したところで、情報の活用など望むべくもない。日本語の教材を採用している都合上やむをえない面もあるが、今後の学習動機の低下にもつながる以上、座視できない問題である。

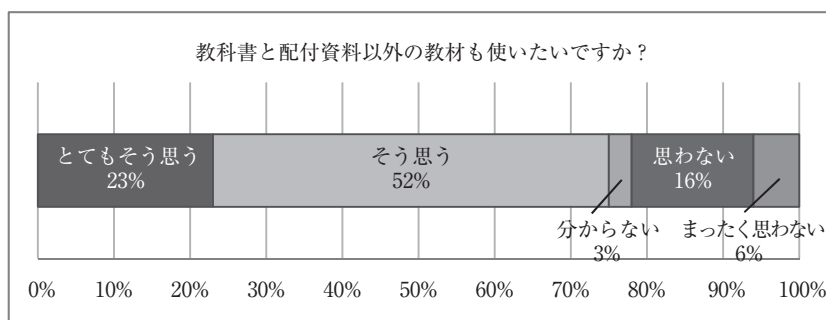
そこで、既存の教科書や配付資料とは異なるかたちで、授業内容の要点を学習できる教材の活用を試みることにした。既習内容から要点を抽出し、それをより平易な日本語表現の問題に変えて出題する。それを留学生に繰り返し解答させることで知識の定着を促すものである。教材の目的は以下のようになる。

- ①留学生のための平易な表現による、既習内容の要点の理解
- ②反復学習による知識の定着、それに伴う学習動機の維持・促進
- ③ICTを活用した学習に対する興味関心の喚起

①②に関しては、紙ベースでも同様のことが可能だが、反復学習のための設問ランダム化や自動採点、授業時間外での活用など、学生・教員双方のメリットを考えると、e-Learningシステムの導入が適当である。

なお、本科目の留学生84名を対象にした授業アンケート「教科書と配付資料以外の教材も使いたいですか？」では、「とてもそう思う（23%）」「そう思う（52%）」が合わせて75%となっており、本システムの導入はこれらの要望にも沿う試みである（図1）。

図1 外国人留学生への授業アンケート



3. e-Learning 教材の開発

3.1 独自開発に至る過程

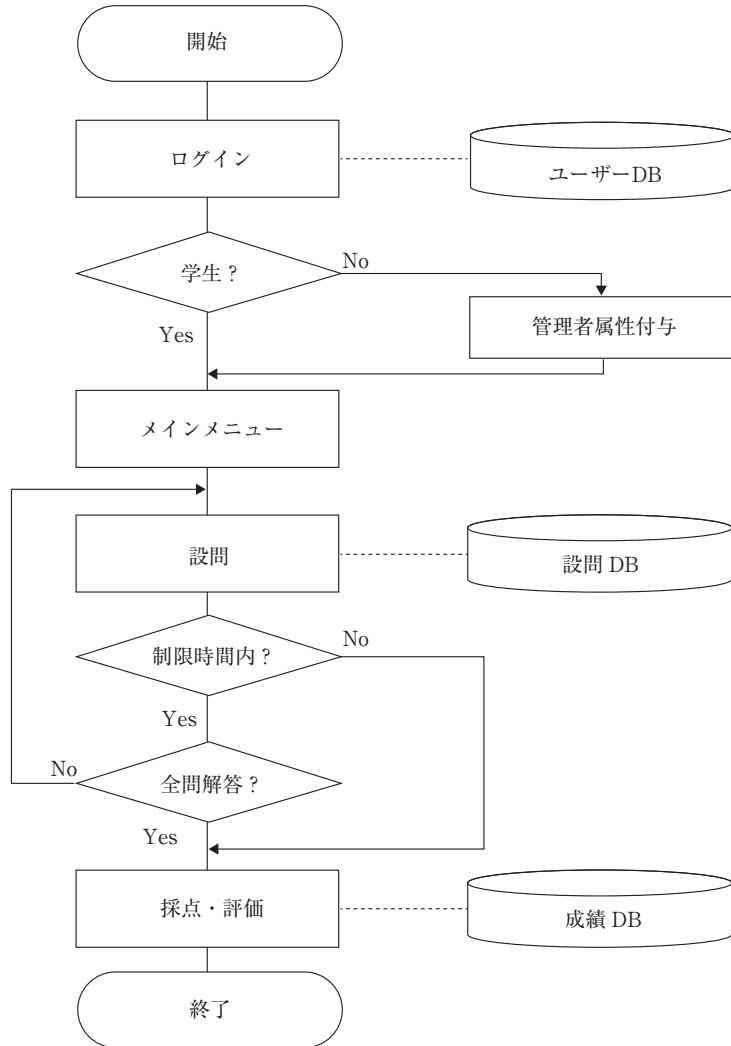
e-Learning システムは一般的に「教材・学習材」と「学習管理システム (LMS、 Learning Management System)」から構成される。商用パッケージや ASP (Application Service Provider)、SaaS (Software as a Service)、非商用のオープンソースソフトウェア (OOS) まで形態はさまざまあるが、高機能だが高度なカスタマイズが必要、安価だが拡張性に乏しい、など一長一短である。

今回は e-Learning 教材の試験的な活用であるため、費用的・時間的コストは抑えたまま導入したい。さらに、日本語能力が充分でない留学生が対象となるため、ふりがなの表示機能や直感的な UI (User Interface) 設計、ユーザビリティに配慮したデザイン制作など、学習者のリテラシーに応じた独自の工夫が求められる。そこで、既存パッケージは採用せず、用途を限定した小規模な Web ブラウザベースの e-Learning 教材を独自に開発することにした。鈴木 (2006) は「教育活動の効率を上げる」節において「制作者自らが開発途上で利用者に試用させる過程で教材の完成度を高めていく」手法を提示している。本システムも同様に、「情報リテラシー CBT (Computer Based Training)」と呼称し、筆者みずから仕様設計・サーバ構築・デザイン制作・データベース構築・プログラムを実装し、授業内での運用とフィードバックを得ながら開発を進めることにした。

3.2 設計コンセプト

学習者は必ずしもコンピュータの操作に慣れているわけではないため、できる限り直感的に操作できる設計が望ましい。松山・千石 (2014) は「ユーザーが思い描く操作イメージと実際のシステムのイメージが類似している場合、ユーザーが操作システムを理解できるため、分かりやすく、使いやすいと感じる」としている。そこで、本システムは HTML、CSS、JavaScript を用いた Web サイトに近い設計とした。これによって、学習者は一般的な Web サイトや SNS のフォームなどと同じ感覚でシステムを操作できる。また、これらの標準規格を用いることにより、異なる OS や Web ブラウザで利用可能になるほか、メンテナンス性の向上や教員の学習コスト軽減も期待される。

図2 システム利用のフロー



3.3 システム利用の流れ

学習者はシステムにアクセス後、まず自身の学籍番号と氏名を入力してログインする。メインメニューから「知識問題」を選び、注意事項を読んだ後、任意に開始する。あらかじめ作成した文章問題と複数の選択肢が画面に表示され、ラジオボタンで解答を選ぶ客観形式（多肢選択）である。所定の設問にすべて解答した後、自動的に採点され、評価画面へと遷移する。時間制限を設けており、解答中であっても時間超過後には強制的に採点へと移行する。正答の場合は加点、誤答の場合は減点とし、それらの合計点が評価となる。評価を確認した後、任意で繰り返し学習することができる（図2）。

4. 要件定義

本システムに必要と思われる要件を以下のように定義した。

①自動採点と評価の記録・参照ができること

学習者がスムーズに反復利用でき、かつ、教員の手間を軽減するため、ログイン・解答・採点・評価、すべてのプロセスを本システム内で完結させる。解答終了後は、設問と自身の選択した解答が一覧表示される。併せて、正答数と誤答数、解答に要した時間、前回の得点が表示される。これらの評価履歴はデータベースに保存され、特定のページからいつでも参照できる。

②学習者が個人または団体に利用できること

個人で反復利用することが前提だが、授業中に同一条件のもとで複数人が利用することも考えられる。例えば、小テストのような形式で一斉に実施する場合は、公平性を保つため、出題範囲や制限時間を同一に設定できなければならない。これらの設定を教員が簡単におこなうための機能を別途備える。

③授業時間外や学外でも利用できること

採点・評価に教員が介在する必要のないシステムであるため、利用者は授業時間外、学外でも任意に利用可能である。また、Web ブラウザベースであるため、家庭にある一般的な PC からいつでも利用することができる。

④さまざまなプラットフォームで利用できること

特定の OS やインストールを必要とせず、一般的な Web ブラウザのみで利用できるシステムとする。Java や Adobe Air によるクロスプラットフォームのアプリケーションも検討したが、本キャンパスの PC では仮想マシンやランタイムを自由に導入・更新する環境にないこと、また、バイナリデータではプログラムの即時修正が難しくなることから、これらの手段は用いない。

⑤システムの環境設定ができる機能を備えること

学習者による自習や制限時間内での一斉学習、プロジェクトに投影しての解説など、いくつかの利用場面に対応するため、管理者専用の画面に以下のオプションを設けた。

- システム稼働の切り替え（利用可能・待機中・シャットダウン）
- 設問ランダム化の有無
- 選択肢ランダム化の有無
- 制限時間（分）
- 評価画面における正答表示の有無
- 管理者から学習者に対する注意事項の編集

図3 システムの構成

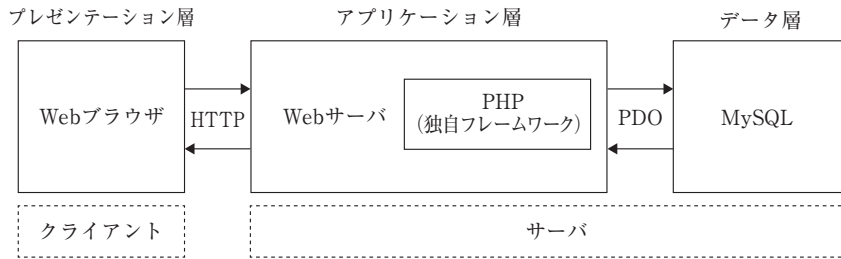
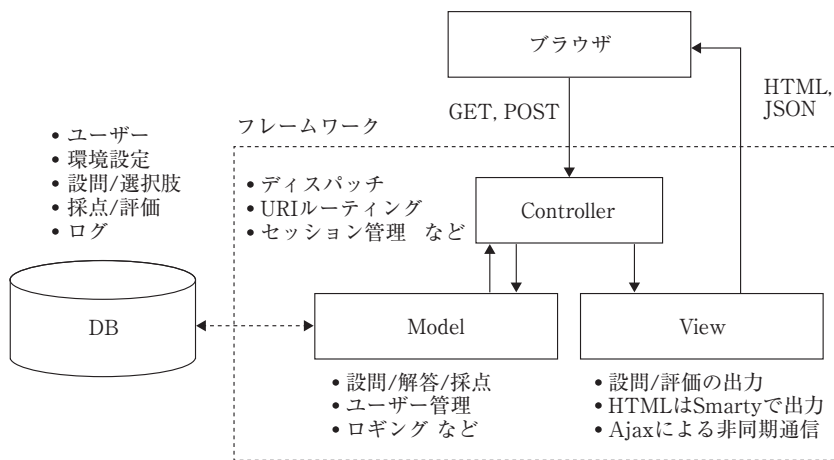


図4 独自フレームワークの仕組み



5. システムの開発手法

本システムはクライアントサーバシステムの3層アーキテクチャである(図3)。プレゼンテーション層はInternet Explorer、Chromeなどのモダンブラウザを想定している。アプリケーション層のビジネスロジック実装にはPHPを用いた。データ層ではMySQLを導入し、PDO(PHP Data Object)を用いて接続をおこなう仕組みである。

本システムにおけるビジネスロジック部分の実装には、筆者が独自に開発したMVC(Model-View-Controller)アーキテクチャのフレームワークを使用している(図4)。大小の企業の業務システムで幾度も導入実績があり、今回のような比較的小規模のシステム構築においても、コーディングのコスト軽減が期待できるため採用した。Controllerでは、ブラウザからのリクエスト処理・URIルーティング・セッション管理・Modelの起動などをおこない、Modelはデータベースへの接続・ページネーション・採点などのロジックを担う。ViewはModelからの処理結果をController経由で出力する。

近年のWebアプリケーション開発のデザインパターンにおいては、デザインとロジックを分離し、担当者が分業することによって開発効率を高める手法が一般的である。今回のシステムは筆者が単独で開発しているため、そのメリットを直接享受することはないが、XSS(Cross Site Scripting)対策の

図5 開発環境

| サーバーサイド | クライアントサイド | その他のライブラリ |
|--|---------------------------|-------------------------|
| FreeBSD 9.1 Apache 2.2.31 PHP 5.2.17 Smarty 3.1.13 MySQL 5.5.3 | HTML CSS JavaScript | jQuery Node.js 6.9.2 |

ための HTML エンティティ化などを容易にするため、デザイン部分はロジックと切り離し、オープンソースのテンプレートエンジン「Smarty」を採用した。その他の開発環境については図5のとおりである。

6. システム設計とデザインの工夫

6.1 ログイン

システム利用の際には、メインメニューからログイン画面に進み、学習者自身の「学籍番号」と「氏名」を入力する（図6、7）。学籍番号は成績の保存と参照時に必要となるため、正確な入力を必須としている。留学生の氏名の表記はカタカナ・漢字・英語などがあり、正確な入力が難しい場合もあるため任意とした。今回は教材の体験を優先するため、パスワードの発行・変更手続きなどは省略している。個人を厳密に識別する認証とは言えないが、成績ページでは一意の URL を生成し、他人に参照されることのないよう配慮している。

6.2 設問管理

設問は、講義の既習内容から一定の範囲を抽出してまとめ、「ワークブック」という形で管理している。管理者は使用するワークブックをあらかじめ選択しておき、学習者はこれをもとに反復学習する。授業の進捗や理解度に応じて学習範囲を調整するためである。松浦（2005）は「個々の学生の理

図6 メインメニュー



図7 ログイン画面



解度を適切に把握して妥当な評価を行うことも学習意欲の向上に必要である」と指摘している。また、村瀬・磯本（2000）は個別学習支援システムの設計において「学習環境は学習者個人の理解度に応じた動作をすべきである」との観点を示している。ワークブック毎の達成率や解答傾向などを統計分析することにより、学習者の苦手分野や学習傾向を把握できる。それによって、学習者個々への適切な評価と、習熟度に応じた効果的な学習内容の提供につながる事が期待される。

6.3 ふりがなの付加

留学生による自主的な文章読解を促すためにも、漢字の発音の手引きは必要である。そのため、問題文、選択肢、注意事項、フォームのラベル、ナビゲーションにはすべて「ふりがな」を付加している（図8）。Webブラウザでは、ふりがな（ルビアノテーション）を付加するHTMLのruby要素とCSSを用いれば容易に実現できる。HTMLタグとしてマークアップすることにより、ふりがなの表示・非表示の切り替えやスタイリングも可能となる。ふりがなを手作業で逐一付加する作業は極めて手間がかかるため、オンラインサービスを利用して効率化を図った。Yahoo! Japan デベロッパーズネットワークの「ルビ振り」は、漢字かな交じり文のふりがなをHTTPリクエストで取得できるWeb API（Application Programming Interface）である。本システムでは、このAPIを用いて設問に一部動的なふりがな付加をおこなっている。

6.4 難易度の設計

教科書や関連資料の記述と比較して、より平易な日本語表現を用いて作問した。解答の選択肢も最大3つとし、習熟度の低い学習者であっても、同一範囲を反復すれば比較的容易に正答率が上昇するよう設計している。動機の低い幾人かの学生に聞き取りをしたところ、総じて本科目に対する苦手意識と自信の無さが顕著であった。また、1年時に苦手意識を持った学生は2年時にもそれを払拭できていない傾向が見られた。正答の暗記が本科目の本質ではないが、「成績が向上して、知識が定着する体験が得られるならば、これが学習動機を維持する効果をもたらす」（松浦2005）との知見をもとに、このような設計とした。

6.5 ユーザビリティ

ユーザーが新しいシステムを体験する時、好奇心と同時に「目的の機能は画面のどこにあるか」「次の移動先はどこか」などのUIに対するストレスも高まる。これを低減させるため、画面上の不要な要素と機能は極力排除し、最低限のナビゲーションとコントロールを配置して、直感的に操作できる工夫を施した。実施の際、システムの操作方法について質問をした学習者は全体の1割に満たず、ほぼ全員が操作に戸惑うことなくシステムを利用できた。

図8 設問と解答画面

図9 採点・評価画面

6.6 採点・評価

採点後の評価画面では「点数」「正誤数」「所要時間」の他に、「よくできました」「もう少し勉強しましょう」など、数パターンの評価を表示している。小松川（2005）は「課題に対する総評をある程度学習者に提示することで、課題達成に対する学習者の意識の向上を狙っている」。また、個別の設問毎に「平均正解率」も併記している。正解率の低い問題に正答した際に喜びや達成感を喚起して、動機促進につなげることを企図している（図9）。

7. 学習者の反応と効果

7.1 システムに対する反応と印象

本システムを授業中に活用したところ、従来の教材使用時とは異なるさまざまな取り組み方が見られた。「近くの学生同士で協力して答えを探す」「教科書やインターネットを駆使して調べる」「教員にアドバイスを求める」「何度も挑戦して正答率を高めようとする」「採点結果を印刷してミスを確認する」などである。ごく一部の例として、授業中に教科書や配付資料にさほど関心を示さなかったある学生が、本システムにはとりわけ熱心に取り組む姿も見られた。学生にはこのような教材が興味深く感じられたようである。

本システム利用後のアンケート「e-Learning は勉強に役立ちましたか？」の問いに対し、「とてもそう思う（58.1%）」「そう思う（23.3%）」が合わせて8割超となった（図10）。本システムの効果について概ね肯定的な反応が得られたことは意義深い。さらに、「e-Learning をまた利用したいと思いますか？」に対し、「とてもそう思う（51.0%）」「そう思う（41.2%）」が合わせて9割超となり、今後の継続についてもポジティブな回答が得られた（図11）。

7.2 e-Learning による学習効果の推移

図12、13はそれぞれ、第1回と第2回の実施後の成績分布である。留学生56名で、20分間で計30問に取り組んだ。第1回の一週間後に同一の出題範囲で第2回を実施している。第1回は概ね正規分布となったが、第2回では50点以上の割合が増加するなど、反復による成績の改善が窺える。今回は学期終了間際に導入したため検証が充分とは言えず、さらなる定量調査が必要である。また先述のとお

図10 システム利用後のアンケート (1)

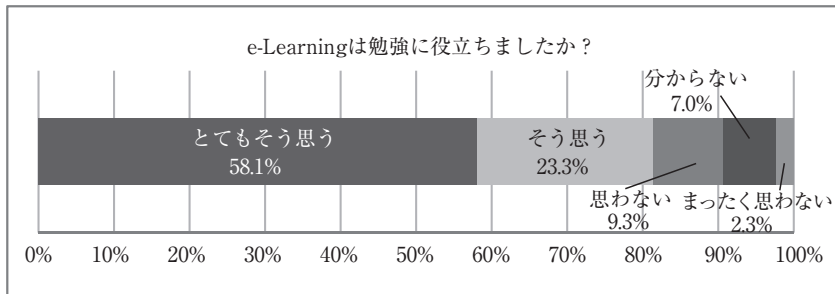


図11 システム利用後のアンケート (2)

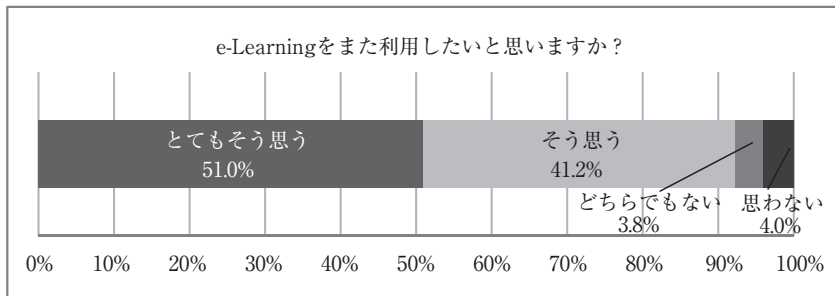


図12 第1回の成績分布

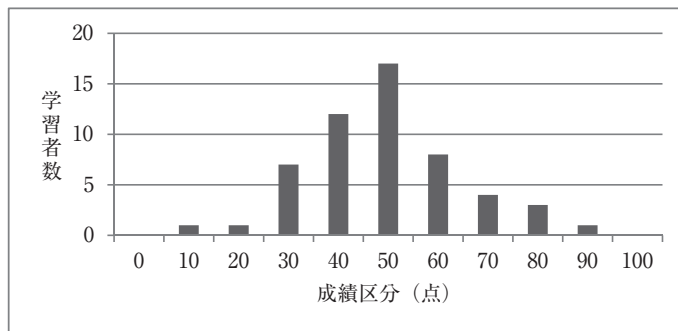
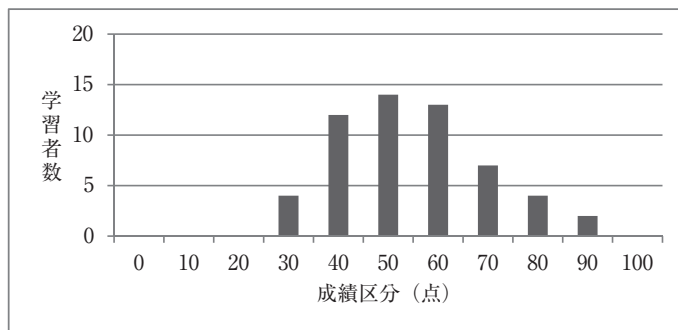


図13 第2回の成績分布



り、学習動機を向上させる目的のため、反復に応じて比較的容易に得点が増えるような難易度設計とした。本設計が学習者の動機に対してどのような作用をもたらしたのか、今後の調査の積み重ねをもって明らかにしていきたい。

8. 課 題

授業内での試験導入は概ね好意的な反応で迎えられたが、これを授業時間外、または学外で自主的に利用しようとする学生は現実的に少ないと思われる。自身の成績評価に直接影響する強制力が働いているか、または、よほど魅力的な内容でもないかぎり難しいであろう。授業時間外での利用を強いた結果、かえって本科目に対する苦手意識を育ててしまえば本末転倒となる。本システムの機能拡充と並行して、効果的な運用方法についても更なる検討が必要である。

また、システムのモバイル対応も重要な課題である。飯嶋・山本・井内（2011）は「近い将来、携帯電話やスマートフォンなどの使用を中心にした情報教育が求められるかもしれない」と示唆した。本キャンパス留学生のスマートフォン所有率はほぼ100%であり、情報検索や Web サービスの使い方については、学生はすでに日常的にモバイル端末で学習していると言ってよい。また、近年、Web サイトや Web アプリケーションの設計においても「モバイルファースト」が提唱され、モバイルコンテンツをより重視する流れはもはや不可逆である。早急にモバイル対応をおこない、より汎用性の高い教材にすることが求められる。

9. ま と め

今回は反復学習支援 e-Learning システムのプロトタイプを構築し、留学生のリテラシーに合わせた設計と工夫を施し、授業内での試験運用を通じて効果を検証した。この試みは e-Learning 教材への興味を少なからず喚起し、本科目に対する一定の知識定着と継続的な学習意欲を生ぜしめる成果をもたらした。e-Learning の実用性を示唆するとともに、学生が多様な教材を求めていることもまた窺い知れる。今後、学習者のフィードバックから更なる改善を重ねるとともに、ビジネス実務に関する実技やアクティブラーニングを支援する機能など、他媒体では難しい学習体験も提供することができれば、さらに有用な支援教材となろう。

参考文献

- 飯嶋香織, 山本誠次郎, 井内善臣 (2011). 「大学生の情報リテラシーに関する調査研究: 情報活用能力 (文部科学省) と情報フルエンシー (アメリカ学術研究会議) の視点から」, 神戸山手大学紀要, 13, 1-11 頁.
- 小松川浩 (2005). 「理工系の知識共有に向けた e-Learning の実証研究」, メディア教育研究 第 1 巻 第 2 号, 11-22 頁.
- 鈴木克明 (2006). 「e-Learning 実践のためのインストラクショナル・デザイン」, 日本教育工学会論文誌 29 (3), 197-205 頁.
- 陳西梅, 坂西友秀 (1992). 「中国人留学生の日本語学習における困難 - 漢字・ひらがな・カタカナの習熟」, 埼玉大学紀要 [教育学部] 教育科学 41(1), 37-46 頁.

- 入戸野修, 武田明子 (2010). 「理工系研究留学生のカタカナ語学習の効率化を意図した調査分析」, 福島大学地域創造.
- 松浦佐江子 (2005). 「プログラミング演習における評価方法の改善」, 論文誌 IT 活用教育方法研究.
- 松浦執 (2005). 「分散型反復学習アドバイスを活用した e-Learning による初等物理の学習促進」, 論文誌 IT 活用教育方法研究.
- 松山聡志, 千石靖 (2014). 「UX と UI のデザインスキル向上のための概念モデル学習システムの提案」, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), 21, 1-6 頁.
- 村瀬孝宏・磯本征雄 (2000). 「学習過程における習熟度に応じた個別学習支援システムの研究」日本教育情報学会年会論文集 (16), 164-167 頁.