

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月24日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500914

研究課題名（和文）：次世代モバイル機を含むクロスプラットフォームへのイーラーニング配信と教育効果測定

研究課題名（英文）：Development of an e-Learning cross platform of ICT terminals including next-generation mobile ones and measurement of its teaching effect.

研究代表者：鈴木 恒雄（SUZUKI TSUNEO）

金沢大学・名誉教授

研究者番号：60019502

研究成果の概要（和文）：モバイル端末を含む種々の端末上で動作する教材実行エンジンについて Adobe Flash Platform（CS5）を用いて開発を行い、以下の2つの主要な機能を実装した。

1. LMS サーバとの通信部分：教材コンテンツの供給時には認証情報とメタ情報（教材一覧や内容説明など）と実行情報（実行時間・成績情報等）をサーバとクライアントの間で相互に授受できるように、LMS のサービス API を介して情報を受け渡すライブラリを実装した。

2. マルチメディア教材の実行部分：モバイルデバイス環境をサポートするために、新たにいくつかの機能を実装した。

研究成果の概要（英文）：An e-Learning cross platform which can operate on various terminals including mobile ones is developed with the aid of Adobe Flash Platform（CS5）. Two new functions are introduced: 1. Communication with LMS server: A library which can transfer, through LMS service API, security information, meta data information and performance information between server and client is developed. 2. Several new functions with respect to LMS are developed in order to support new mobile terminals.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：ICT教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：e-Learning、モバイル対応、ユビキタス、教育効果測定

## 1. 研究開始当初の背景

近年の目覚ましい個人のコンピュータ利用環境とネットワーク環境の急速な進歩は、大学教育においても多大な影響を与え、この数年来 e-Learning を用いたインター

ネットを通じての教育環境の整備状況は着実に進みつつある。

このような状況の中で、研究代表者は長年にわたって金沢大学の ICT 教育部門の推進者・責任者として、金沢大学における e-Learning

環境の基盤整備に尽力し、e-Learning の基幹システムである LMS (Learning Management System) などの導入、e-Learning 教材の開発・制作体制の整備と学内における教材開発の支援体制の整備、学生のノートパソコン必携化など、e-Learning による教育を行うためにおよそ必要な施策に先進的に取り組み、金沢大学における e-Learning 教育の基礎的な環境と体制を確立した。

本研究においてはさらに一步進んだ e-Learning 環境に対応していくために、次世代のユビキタス環境 (モバイル環境) に対応した先進的な教材の開発と、学生の受講時の行動情報に対する詳細な統計と分析に基づく教育効果測定を利用した、教材開発及びコース設計の最適化手法の確立を目指す。

数年前、ブロードバンド環境の普及とそれに伴うコンテンツのリッチメディア化などが自明の将来像であったように、現在では各種の携帯デバイス (携帯電話・iPhone・ゲーム機・家電など) がインターネット環境 (接続環境) とブラウジング環境 (アプリケーション環境) を向上させつつ普及している過程にあり、数年後には相当の普及率になる事が予想される。一般的なモバイル向けのサービスの普及とあいまって、学生層へのモバイル環境の浸透と依存はこの先さらに強まっていくのは疑いの余地がない。

青山学院大学の iPhone の事例にみられるように、既に先進的な取り組みにおいてはモバイル環境による e-Learning の実践は始まっているが、e-Learning 教材の次世代モバイル環境への対応は先進性と必然性を備えた重要な研究であると言える。

## 2. 研究の目的

これまでの事業の中で蓄積してきたリッチメディアを用いた e-Learning 教材開

発のノウハウをもとに、モバイル環境に最適化された教材のフレームワークの設計と開発を行い、さらに既存の教材群の移植を行う事が研究の中核となる。これまでも e-Learning のモバイル化については様々な取り組みがなされてきたのであるが、リッチメディアを積極的に用いる点と、2010 年以降のモバイルアプリケーション市場の動向に追随し、多種多様なモバイル機器に一元的に対応する点が従来の研究と大いに異なる点である。もう少し詳細に述べると、様々なモバイル機器におけるアプリケーション実行環境は、これまでは一定以上の機能を備えるコンテンツを開発する際には多数の機器・環境に対して一々対応するアプリケーションを開発しなければならず、非常に負荷の高い作業であった。しかし、2010 年には次期 Adobe Flash Platform のリリースにより、相互互換性が高められる事がすでに決まっており、iPhone を始めとして携帯電話・ゲーム機・家電製品などに共通のコンテンツを供給する教材プラットフォームを開発する事が可能になる。本研究においてはこのプラットフォーム開発に先進的に取り組むことにより、広範囲なモバイル環境・機器に対応した教材コンテンツの迅速な展開を可能にする体制をいち早く整える。多数のモバイル機器に対応する事はすなわち e-Learning のユビキタスな環境 (いつでも・どこでも・だれでも) を実現する事につながる。同時に、モバイル機器向けコンテンツでは必須であるリッチなユーザーインターフェースを採用する事ができ、アニメーション・音声・動画などのマルチメディアコンテンツを組み合わせた従来の教材の移植も比較的容易に実現できる事になる。

第二の目的として、教材のリッチメディア

化に伴い、教材の実行状況や行動状況などをユーザインタフェースの操作過程から詳細にトラッキング（追跡）し、ユーザー（学生）がどこで視聴をやめたか、次に飛ばしたか、見直したかなどの視聴状況や、問題の実行において正誤判定だけではなく、どの問題で迷ったか、間違えた場合にどのように教材を見直す行動をしたのか、あるいはしなかったのか、といった様々な行動の統計を行う事が容易になる。また、教材の最終画面等に一般的なアンケート等を設けて補助的な情報を収集することも考えられる。これらの情報は、教材そのものの難易度や構成に潜む設計上の問題点の分析に役立つほか、学生の成績情報・習熟状況やコース選択傾向などのクラスタリング分析やセグメンテーション分析にも応用しうると考えられる。教材の内容に関する分析は、教材の更新や改変、また新規設計に至るまで、さまざまな側面において、教材制作段階で考慮すべき内容や構成方法に重要な示唆を与える情報であるため、特に教員側に情報を提供する際には、提示段階でなるべく把握しやすい形態で可視化されるのが望ましい。よって、これらの情報を教材と同じく Adobe Flash Platform もしくは Ajax などの RIA (Rich Internet Application) を用いたアプリケーションで表示できるようにデータ出力の形式を設計する。学生に対する分析については、情報の匿名性や統計解析処理にかかる負荷を考慮して、一旦クライアント側にダウンロードしてから各種の処理を行い、結果を提示する方法が考えられる。いずれにしても、このような分析のための情報収集システムと、統計解析アプリケーションを開発することにより、制作・開発面へのフィードバックと学生ターゲットティングの手法を大学教育における

e-Learning に適用することが可能になる。

### 3. 研究の方法

初年度は、基本的な教材フレームワークの開発を完了し、典型的な教材コンテンツを移植して、実動の環境で試験的にこれを公開する。また、収集された行動トラッキング情報から、最適なデータ蓄積形式と基礎的な分析方法の確立を検討する。2年度と3年度は、分担者である佐藤と森が講師として、金沢大学の共通科目として開講される「1歩進んだPC講座」などの講義で実際に活用し、有効性を検証する。またその検証結果を踏まえて、コンテンツの内容を改善する。

平成 22 年度中は、主として基盤となる

e-Learning 教材フレームワークの開発に注力する。研究代表者を中心としてこれまでに開発・蓄積されてきた様々な

e-Learning 教育向けの教材の中から、マルチメディア（画像・アニメーション・音声・動画）を組み合わせた教材をとりあげ、その基本的なフレームワークと同等以上の機能を備えた教材実行環境を、モバイルデバイス環境への対応を含有した次期 Flash Platform で新たに開発し、モバイルデバイス向けに最適化する事が開発の中心的な作業となる。システム全体の基本的な構造は大きく分けて、(1) 教材コンテンツ（個々の教材の中身）を管理し供給する LMS (Learning Management System) サーバーと、(2) 個々の携帯デバイス・パソコン・デジタル家電のインターネットブラウザ（クライアント環境）上で動作する教材実行エンジン（教材の中身を再生するアプリケーション）からなる。このうち、(1)の LMS サーバーについては、開発時に用いる専用サーバを用意し、平成 23 年度以降実際の運用環境で試験試行や効果測定を行う際には、金沢大学で用いられている LMS サーバーを

利用する。(2)の教材実行エンジンについては次期 Adobe Flash Platform を用いて開発を行い、大きく分けて2つの主要な機能を実装する。

#### 1. LMS サーバとの通信部分

教材コンテンツの供給時には認証情報とメタ情報(教材一覧や内容説明など)と実行情報(実行時間・成績情報等)をサーバとクライアントの間で相互に授受する必要があるため、LMS のサービス API を介して情報を受け渡すライブラリを実装する。

#### 2. マルチメディア教材の実行部分

画像・動画・音声を組み合わせる形式の教材は、個々のメディアファイルとシナリオが記述されたファイルとシナリオに沿って教材を動作させるアプリケーションで構成される。モバイルデバイス環境をサポートするために、これまでに開発してきた教材実行エンジンが持ってきた機能の移植に加えて新しい機能を実装する。教材実行エンジンの基本部分の移植に関して、特に留意しておかねばならない要件は以下のとおりである。

A. コンテンツの新ファイル形式の開発  
これまでに用いられてきたアニメーションなどのファイル形式は、実行コードの読込ができるため規約上許可されない可能性がある(本申請時では許可されていない)、ベクター画像とエフェクタを用いて表現する枠組みを新たに開発する。

#### B. コンテンツのファイルサイズの自動調整機能

動画・音声などのサイズが大きいファイルは、モバイル環境ではなるべくサイズを縮減する方向が望ましい。このため、いくつかの圧縮コーデックによるファイルと再生プログラムを用意しておいて、教材の実行時に環境に応じて自動的に切り替える機能を新たに

開発する。また、教材実行エンジンに新たに加える機能は以下のとおりである。

#### C. コンテンツとユーザーインターフェースの自動配置調整

新しい教材フレームワークは、テレビのような大画面からこれまでと同じパソコンの画面に加えて、携帯などの QVGA (320x240) 程度の画面に至るまでの環境を一元的にサポートする事を目指す。このため、画面のサイズに応じてコンテンツとユーザーインターフェース(操作部分)の配置を自動的に調整して表示する機能を実装する。

D. デバイス特有のセンサー機能等への対応  
iPhone 等の携帯デバイスには、マルチタッチや傾きセンサーなどによる新しい操作方法が搭載されており、これに対応し教材の閲覧性やアクセス性を高める機能を実装する。具体的には、マルチタッチセンサーによるページ間の移動や、教材の一部を拡大して表示しつつ上下左右に自由に動かす、傾きに応じて縦長・横長のコンテンツ表示に切り替える、などといった機能である。

初年度についてはここまでの開発を一気にを行い、様々なデバイスを用いて実際の実行環境での動作をチェックしつつ修正を行っていく。動作の修正については3年間を通じて継続的に行い、講義担当講師である分担者やユーザー(学生)からのフィードバックをもとに改善を行う。

平成23年度以降については、実際に利用されている e-Learning 環境に移植した教材を導入し、試験的に教材の配布を行う。当面は、e-Learning 活用講義がされている「一歩進んだ P C 講座」、「情報発信リテラシー」、「情報

倫理とネットワークリテラシー」などの講義で活用する。この過程において、上に述べたようなユーザー側からの動作に関する

フィードバックやアクセス測定などの教育実行面での分析を、金沢大学の ICT 部門と協力のもとで行っていく。また、開発時に取り上げた教材以外の教材コンテンツの移植を開始し、モバイル対応型の教材のラインナップを充実させていく。移植は基本的に教材コンテンツのパーツ部分の変換工程に限られる、初年度ほどの負荷はかからないと思われる。

#### 4. 研究成果

2010年度は、研究計画に沿って、教材コンテンツ(個々の教材の中身)を管理し供給する LMS (Learning Management System) サーバーについて、開発時に用いる専用サーバを準備した。また、個々の携帯デバイス・パソコン・デジタル家電のインターネットブラウザ(クライアント環境)上で動作する教材実行エンジン(教材の中身を生成するアプリケーション)については Adobe Flash Platform (CS5) を用いて開発を行い、以下の2つの主要な機能を実装した。

1. LMS サーバとの通信部分教材コンテンツの供給時には認証情報とメタ情報(教材一覧や内容説明など)と実行情報(実行時間・成績情報等)をサーバとクライアントの間で相互に授受できるよう、LMS のサービス API を介して情報を受け渡すライブラリを実装した。
2. マルチメディア教材の実行部分  
モバイルデバイス環境をサポートするために、これまでに開発してきた教材実行エンジンが持っていた機能の移植に加えて新たに以下の機能を実装した。
  - A. コンテンツの新たなファイル形式として、ベクター画像とエフェクタを用いて表現する枠組みを新たに開発した。
  - B. モバイル環境に対応できるよう、教材の実行時に環境に応じてファイルサイズを自

動的に縮減する機能を新たに開発した。

C. テレビのような大画面からパソコン画面、携帯などの QVGA (320x240) 程度の画面に至るまで、環境に応じてコンテンツとユーザーインターフェース(操作部分)の配置を自動的に調整して表示する機能を実装した。

D. 教材の閲覧性やアクセス性を高めるために、マルチタッチや傾きセンサーなどによる新しい操作方法に対応可能な機能を実装した。2011年度から、この開発したプラットフォームを活用した教育効果の研究を始める計画であったが、この時期に予期しない事態が発生した。それは、モバイル機器の主流であった従来型の携帯電話に代わって、スマートフォンが普及し始め、最初に大流行し始めたのがアップル社の iPhone であったが、iPhone のバージョンアップにあたって、アップル社が今後は Adobe Flash に対応しないことを表明したことである。その後、アドビ社も、Adobe Flash のモバイル対応に関するバージョンアップをしないことを表明することになり、学生の多くが利用する iPhone などのアップル社の端末やその他のモバイル機器では、我々が開発した platform が利用できなくなった。そこで、2011年度から計画を変更し、Adobe Flash Platform (CS5) に代わって web 開発言語の最新版である html5 での開発をすることにし、取り掛かることにした。

HTML5 は、ブラウザのプラグインとして提供されているリッチインターネットアプリケーションのプラットフォーム (JavaFX、Adobe Flash、Microsoft Silverlight 等) を置き換えることを標榜しており、ウェブアプリケーションのプラットフォームとしての機能やマルチメディア要素が実装されている。しかし、Adobe Flash 形式から html5 形式に全体を変換して platform を開発す

るには、それなりに開発時間を要することであるが、科研費の研究費が初年度で大半使用されており、11年度と12年度は、教育効果測定に充てるわずかな予算しか配分されてなく、そのため開発に時間がかかり、完成形に持っていくことはできていない。引き続き開発中である。そのため、教育効果測定に関しても、金沢大の共同研究者である佐藤正英教授と森祥寛助教とともに、従来型のeラーニング教育実践の深化をする活動以外、今回の科研費の目的である進んだシステムを活用した教育効果測定まではできていない。今後の課題である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 森 祥寛, 堀井 祐介, 佐藤 正英, 鈴木 恒雄, 金沢大学における ICT 教材の著作権譲渡と、二次利用、査読有、日本リメディアル教育学会誌、第6巻2号、2011.119-124

[学会発表] (計15件)

- ① 森 祥寛, 学生の主体的な学習活動促進を目指した新しい教室の作成、ICT 推進協議会 2012 年年次大会、2012 年 12 月 18 日、神戸国際会議場 (兵庫県)
- ② 佐藤 正英, 金沢大学におけるポータルと出欠管理端末のデータによる学生支援の試み、ICT 推進協議会 2012 年年次大会、2012 年 12 月 18 日、神戸国際会議場 (兵庫県)
- ③ 森 祥寛, 卒業生へのノートパソコン必携化に関するアンケート調査結果報告、ICT 推進協議会 2012 年年次大会、2012 年 12 月 18 日、神戸国際会議場 (兵庫県)
- ④ 森 祥寛, 学生の主体的な学習活動を促進させるための新しい教室の作成と教育実践、2012 年度教育システム情報学会全国大会(第37回)、2012 年 08 月 23 日、千葉工業大学 芝園キャンパス (千葉県)
- ⑤ 佐藤正英, 金沢大学における PC 必携化と情報教育、2011PC カンファレンス、2011 年 8 月 7 日、熊本大学黒髪キャンパス (熊本県)
- ⑥ 佐藤正英, 金沢大学での共通教育における情報教育と必携 PC の活用、第 15 回学術情報処理研究集会、2011 年 9 月 16 日、三重大学 (三重県)
- ⑦ 佐藤正英, 4 大学連携による e ラーニン

グ型教員免許状更新講習について、ICT 推進協議会 2011 年度年次大会、2011 年 12 月 9 日、福岡国際会議場 (福岡県)

- ⑧ 森 祥寛, 情報リテラシーにおいて課題の相互評価とその活用、日本教育工学会、2011 年 7 月 2 日、岐阜大学 (岐阜県)
- ⑨ 森 祥寛, 4 大学連携と e ラーニングによる教員免許状更新講習の実施とその成果、教育システム情報学会 2011 年度第 2 回研究会、2011 年 7 月 9 日、千歳科学技術大学 (北海道)
- ⑩ 森 祥寛, 金沢大学における新入学生への情報教育、第 36 回教育システム情報学会 全国大会、2011 年 9 月 1 日、広島市立大学 (広島県)
- ⑪ 森 祥寛, 金沢大学におけるポータルの教育利用について、大学 ICT 推進協議会 2011 年度年次大会、2011 年 12 月 9 日、福岡国際会議場 (福岡県)
- ⑫ 佐藤正英, 森祥寛ほか、金沢大学におけるパソコン必携化に関する意識調査、平成 22 年度 情報教育研究集会、2010 年 12 月 11 日、京都府民総合交流プラザ (京都府)
- ⑬ 森 祥寛, 教員免許更新講習における大学連携の試み、大学 e ラーニング協議会 第 2 回公開フォーラム、2010 年 7 月 29 日、東京ビックサイト (東京都)
- ⑭ 森祥寛, 佐藤正英, 鈴木恒雄ほか、金沢大学における ICT 教材の著作権譲渡と教材共有、そしてその二次利用、日本リメディアル教育学会第 6 回全国大会、2010 年 8 月 31 日、湘南工科大学 (神奈川県)
- ⑮ 森祥寛, ハマル学習を目指して - ゲーム性を盛り込んだ問題演習システム、教育システム情報学会 全国大会 (第 35 回)、2010 年 8 月 26 日、北海道大学 (北海道)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

鈴木 恒雄 (SUZUKI TSUNEO)

金沢大学・名誉教授

研究者番号：60019502

##### (2) 研究分担者

佐藤 正英 (SATO MASAHIDE)

金沢大学・総合メディア基盤センター・教授

研究者番号：20306533

森 祥寛 (MORI YOSHIHIRO)

金沢大学・総合メディア基盤センター・助教

研究者番号：20397178