

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 27 日現在

機関番号：52604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23501126

研究課題名(和文)クラウドを利用したe-ラーニングによる学習支援とその波及効果の評価・分析

研究課題名(英文) Learning support by the E- Learning using a Cloud and Evaluation, Analysis of The Ripple Effect

研究代表者

山本 孝司 (Yamamoto, Takashi)

サレジオ工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：30450133

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：商用のクラウドサービスには様々なプラットフォームが存在する。初年度は「Amazon Web Services」を用いてプロトタイプを作成した。2年目は別の商用サービスである「Google App Engine」上に高専四年生のある教科の学習コンテンツをリリースし、それを教材として学習支援を実践した。さらにユーザーをひきつけるための教材として数学検定対策演習のeラーニングシステムを企画し、クラウド上の学習コンテンツとして一般公開した。これらの教材を用いることによる学習支援の質の変化や学習コミュニティへの影響についての調査および研究は始まったばかりであり、これらからも継続していく必要がある。

研究成果の概要(英文)：There are various platforms for commercial cloud service. We made prototype using "Amazon Web Services" in the first year. In the second year, we released the learning contents of the subject with the technical college fourth grader on "Google App Engine" which was different commercial service and practiced learning support as the teaching materials in it. Furthermore, we planned the e-learning teaching materials of the mathematics official approval measures practice as contents to make a user come near and opened it to the public as learning contents in the clouds. The investigation about a change of the quality of the learning support by using these teaching materials and the influence on learning community and the study just began, and it is necessary to continue whether it is these.

研究分野：教育工学

キーワード：eラーニング クラウド 学習支援

1. 研究当初の背景

(1) 文部科学省は「現代GP・教育GP」のテーマ（例えば、教育効果向上のためのICT活用教育の推進：平成19年度）を通じて、高等教育機関に対してITを活用した教育を積極的に行うような施策をとっている。また、社会全体のIT化の流れもあり、ここ数年の科研費採択研究にもeラーニングに関する研究が多く見られるようになってきている。

今やeラーニングは、学生の学習進度を総合的に管理・評価していくLMS(Learning Management System)にまで範囲を広げつつある。LMSは多機能であるゆえに個別の機能には弱点もあり、その「テスト機能」は静的なテスト問題をコンテンツとして管理するだけであり、インタラクティブな要素が欠落している。そこで、この弱点を強化するため前述のLMSと連携することを前提としたソフトウェア(STACKなど)が開発されつつあるが、まだ緒についたばかりである。

(2) クラウドコンピューティングは企業活動に浸透してきており、その技術を採用するだけでは珍しいニュースとは言えなくなっている。また、アカデミッククラウドという言葉も聞かれるようになり、企業だけではなく教育機関のシステムにもクラウド化の波は押し寄せてきている。これらのクラウド環境は提供事業者があらかじめ用意したメールやストレージ等のサービスを利用するケースに加えて、既存のシステムで稼働していたソフトウェアを移行して本格的に運用している事例も見受けられる。

本研究の対象は後者であり、クラウド事業者のサービスを利用して小規模なシステムを構築し、開発上の問題を洗い出すことを目的とする。この開発から得られるノウハウを、平成24年度から稼働させる予定のシステムにフィードバックしていく予定である。

2. 研究の目的

(1) システム基盤構築とプロトタイプ作成

初年度のテーマは「システムの基盤構築およびプロトタイプの作成」である。具体的な作業として、インタラクティブにユーザーが問題を登録できる先進的な「数学オンラインテストシステム」を商用のクラウドサービスを利用して構築する。このようにプロトタイプを開発することにより、次年度以降のテーマである「魅力あるコンテンツの拡充」や「利便性の高い機能の実装」を行うための基盤を作り、研究課題の検討に役立てることを目的とする。

(2) 学習支援の実践

本研究ではクラウドサービスを利用してeラーニング教材を作成し、学習支援を行った。ユーザーからのフィードバックも得たが、より積極的に使ってもらう工夫が必要であると考えている。

最終的な目的としては、eラーニングによる学習支援を実践することにより、どのような波及効果があったのか、評価や分析を行うことにある。

3. 研究方法

(1) プロトタイプ構築による機能の選択

近年、様々なクラウドサービスが存在し、どのサービス

が本システムに適しているのか選択する必要があった。そのため、複数のクラウド上にプロトタイプを構築する方法を採用した。このことにより、システムの構成が明確になり、さらにユーザーにとって利便性の高い機能は何かということも分かってきた。また、最初はPCからのアクセスを想定して開発を進めていたが、モバイル端末にも対応する必要性が見えてきたことも収穫である。

(2) ユーザーからのフィードバック

実際にeラーニング教材を用いて学習支援を行い、ユーザーからのフィードバックを得る作業を行う。詳細については、後述の4.研究成果の(2)コンテンツによる学習支援の部分を参照されたい。このフィードバックからユーザーの利便性を検証することが可能となる。

4. 研究成果

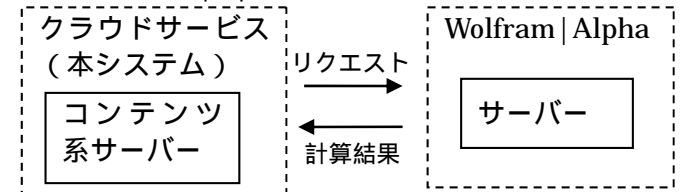
(1) プロトタイプの構築

本研究では、「IaaS (Infrastructure as a Service)」であるAmazon Web Services(以下AWSと略す)に本システムの元となったプロトタイプを構築した。次にプロトタイプの構築方法や機能を述べる。

「計算ナレッジエンジン」サイトとの連携

プロトタイプでは、図1に示すように「計算ナレッジエンジン (= computational knowledge engine)」である「Wolfram|Alpha」のサイトにリクエストを送信して計算させるという実装を行っている。

図1. 「Wolfram|Alpha」との送受信



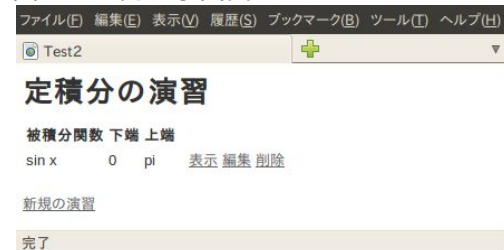
プロトタイプ画面の操作と機能

本節で提示する画面は、あくまで第1フェーズの目的である「クラウドサービスを利用した実装」を検証するためのプロトタイプという位置付けである。他のコンテンツは、次のフェーズで作り込む予定である。

・演習問題の一覧表示画面

図2の画面例に示す通り、過去の演習問題の一覧が表示される画面である。一問も演習していない場合は、何も表示されない。新たに問題を演習するときには、下端の「新規の演習」をクリックする。また、過去の演習問題を表示するときは、画面の「表示リンク」をクリックする。

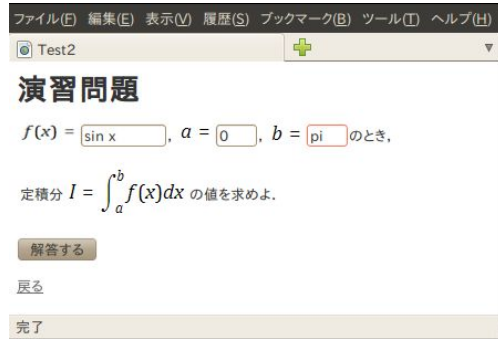
図2. 一覧表示画面



・演習問題の新規入力画面

図3の画面例に示す通り、ユーザーは既に入力された問題を解答するだけでなく、新規に問題を登録することができる。

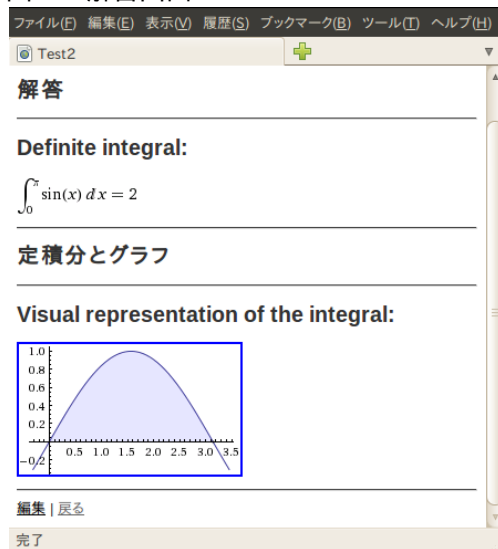
図3．新規入力画面



・演習問題の正解表示画面

図4の画面例に示す通り、演習問題の解答が表示される画面である。図3の入力画面から図4の解答画面に移る間にバックグラウンドでは、Wolfram|Alphaのサイトと送受信を行っており、その結果が画面に表示されている。

図4．解答画面



(2) コンテンツによる学習支援

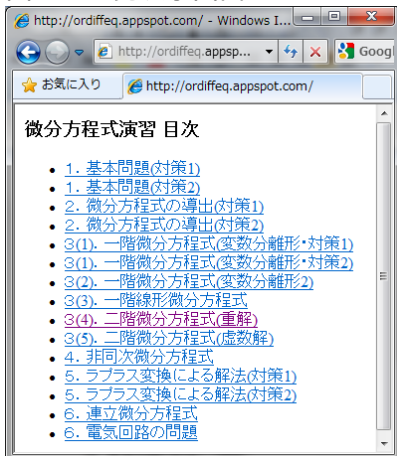
学習支援に使用したコンテンツ

本節で提示する画面は、前述の解析学の試験対策演習教材である。次に各画面の基本機能を説明する。

・問題選択画面

図5の画面例に示す通り、演習問題の一覧が表示される画面である。

図5．一覧表示画面



・演習問題の新規入力画面

図6の画面例に示す通り、ユーザーは既に入力された問

題を解答するだけでなく、新規に問題を入力することができる。

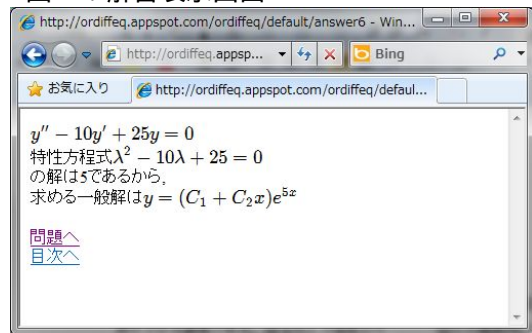
図6．問題入力画面



・演習問題の解答表示画面

図7の画面例に示す通り、演習問題の解答が表示される画面である。図6の入力画面から図7の解答画面に移る間にバックグラウンドでは、SymPyの関数をコントローラ内で呼び出し微分方程式を解いている。

図7．解答表示画面



なお、本教材は以下のURLにて公開している。
<http://ordifreq.appspot.com/>

実践方法

本教材により学習支援を実施した学年、科目等は以下の通りである。

- ・対象学年：高専4年生
- ・科目：解析学（微分方程式）
- ・時期：H25年1月下旬から2月上旬
- ・システムの使用方法：

e-ラーニングを中心とした授業のように授業中にPCの前に座り、一斉に本教材を使用して解答を示し、教員が解説しているわけではない。大問で7問程度の問題を定期試験前に出題し、Web上で解答を知ることができる状態にしておく。さらに問題を出題した次の授業において紙媒体でも解答を配布する。

フィードバック

実際に本教材を利用したユーザーからは以下のようなフィードバックを得た。

・入力欄におけるバリデーション

演習問題の入力欄において入力可能であると思った変数が入力できなかった、という指摘を受けた。微分方程式の係数を実定数に限定した問題において、10進数のチェックを行っているためであるが、エラーメッセージをユーザーにも分かりやすいように工夫したい。

・解答画面の「公式」や「まとめ」の記述

解答は詳細に記述してあるが、どのような公式を用いて解いているのか「まとめ」のような記述があると更に分かりやすくなるのではないかと、という意見があった。こちらの指摘についても検討したい。

・モバイル機器への対応

本教材はPCで使用することを前提に開発したのであるが、スマートフォンで操作している者も散見された。スマートフォンやタブレットに最適化された表示になるわけではないので、「ピンチアウト」等の操作が必要になる場合が多い。PCとモバイル端末のどちらのユーザーエージェントによるアクセスなのかサーバー側で判断するロジックを導入することが必要になる。

(3) クラウド上へのコンテンツの公開とフィードバック

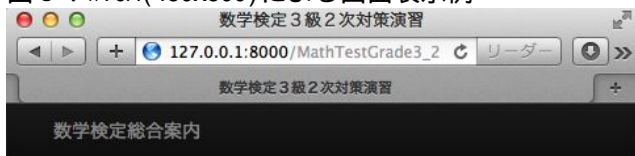
クラウド上へのコンテンツの公開

初年度に導入するコンテンツは、ユーザーを惹きつけるものでなければ、新しいシステムを使う動機づけにはならない。それゆえ、本校の低学年に受験を義務付けまたは奨励している数学検定のコンテンツを第一に作成している。図8と図9は数学検定3級の2次試験の問題画面である。

当初は本研究においてPC用に作成済のコンテンツをモバイル端末に対応するように移植する計画ではあった。しかし、修正の手間や再テスト等の戻り作業が新たに発生するため、新規に作成するコンテンツについては、最初からモバイル端末に対応するように開発・テストを行っている。

以下に実際に作成したコンテンツのサンプル画面を提示する。

図8 . WVGA(480x800)による画面表示例

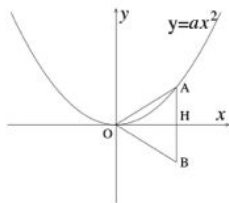


数学検定3級2次 対策演習

演習しましょう

(放物線のグラフ1)右の図の
△OABは1辺が の正三角

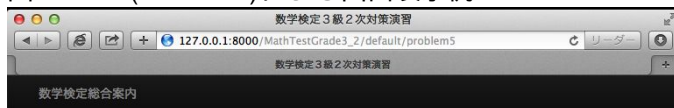
形で点AとBのx座標は同じです。
また、点HはAとBの中点です。
点Aが放物線 $y = ax^2$ 上にあるとき、次の問に答えなさい。
(1) 点Aの座標を求めなさい。
(2) aの値を求めなさい。



解答

[目次へ](#)

図9 . XGA(768x1024)による画面表示例



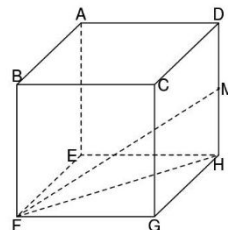
数学検定3級2次対策演習

演習し

みましょう

(空間図形1) 右の図のような、1辺の長さが cmの立方体ABCD-EFGHがあります。辺DHの中点をMとすると、3点F、H、Mを結んでできる△FHMは直角三角形になります。これについて、次の問に単位をつけて答えなさい。

- (1) 線分FHの長さは何cmですか。
- (2) 線分FMの長さは何cmですか。
- (3) ある立方体の対角線の長さと線分FMの長さが等しくなりました。この立方体の1辺の長さは何cmですか。



解答

[目次へ](#)

フィードバック

本教材は以下の URL にて公開している。

数学検定試験の総合案内

<http://mathtest-questions.appspot.com/MathTestWelcome/default/index>

本教材を利用した学生からフィードバックを受けてはいる。しかし、本教材を用いることによる学習支援の質の変化や学習コミュニティへの影響についての調査および研究は始まったばかりであり、これらかも継続していく必要がある。

5 . 主な発表論文等

[査読付き論文] (計 1 件)

佐藤 豊, 山本孝司, 安藤昭, クラウド型 e ラーニングシステムの構築手法に関する研究, 第 44 回数学教育論文発表会論文集, 日本数学教育学会, 査読有, 2011, pp.819-824

[学会発表] (計 3 件)

佐藤 豊, モバイル端末とクラウドの連携を考慮した e ラーニング教材の開発, 第 45 回数学教育論文発表会論文集, 日本数学教育学会, 査読無し, 2012, pp.1213-1214

佐藤 豊, 山本孝司, 安藤昭, クラウドサービスを利用した e - ラーニング教材の開発と学習支援の実践, 教育システム情報学会研究報告, Vol.27・No.7, 教育システム情報学会, 査読無し, 2013, pp.233-236

佐藤 豊, 山本孝司, 安藤昭, 試験問題の特性データの分析と e ラーニング教材開発への反映, 教育システム情報学会研究報告, 査読無し, Vol.28・No.4, 2013, pp.41-44

[その他]

ホームページ

数学検定試験の総合案内

<http://mathtest-questions.appspot.com/MathTestWelcome/default/index>

解析学（微分方程式）の学習支援教材

<http://ordiffeq.appspot.com/>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

山本 孝司 (YAMAMOTO Takashi)

サレジオ工業高等専門学校・一般教育科・特任准教授

研究者番号：30450133

(2) 研究分担者

安藤 昭 (ANDO Akira)

サレジオ工業高等専門学校・一般教育科・名誉教授

研究者番号：40184311

佐藤 豊 (SATO Yutaka)

サレジオ工業高等専門学校・一般教育科・講師

研究者番号：40557625