

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19500796

研究課題名(和文) 数式処理ソフトウェアを応用したWeb教材開発とeラーニングシステムへの統合

研究課題名(英文) Development of on-line learning materials with use of computer algebra system and integration of it to e-learning system

研究代表者：

中村 泰之 (NAKAMURA YASUYUKI)

名古屋大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：70273208

研究成果の概要(和文)：学習する時間・場所を選ばない教育システムの一つであるeラーニングシステムの重要な機能としてオンラインテストがある。つまり、Web上で正誤問題、多肢選択問題を解き、自動採点・成績管理を行うものである。本研究では、数式処理システムを応用して、オンラインテストに数式による解答を行い、その正誤評価を可能にしたシステムSTACKの整備を行った。これにより、オンラインテストの可能性を広げることができ、自然科学系科目のeラーニングの発展が期待される。

研究成果の概要(英文)：E-learning is an education system with which one can study anytime and anywhere and one of the important functions is on-line test. Using on-line test one can solve true or false questions, multi-choice questions and so forth on the web and answers are automatically marked and stored on the system. In this study, we prepared e-learning system STACK in which one can solve questions with mathematical expressions and the answer is automatically marked with the use of computer algebra system. STACK opens the door to the possibility of on-line test and the development of e-learning in natural science subjects is expected.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：STACK, LMS, eラーニング, 数式処理

1. 研究開始当初の背景

通信環境の高速化・広帯域化、また様々なインターネット技術の開発に伴い、教育にコンピュータを利用する、いわゆるeラーニングの有効性を考慮し、Javaアプレットを用いたシミュレーションなどの自然科学系の教材開発、遠隔実験システムの開発かさかに行われてきていた。近年は、これらコンテンツとしての教材開発にも様々な工夫がなされており、その一例として、申請者はJava

と数式処理ソフトウェアを統合することによる、新しいタイプのシミュレーション教材開発を世界に先駆けて行ってきた。

また、講義全体の運営、管理のために、Blackboard, Moodleなどのラーニング・マネジメント・システム(LMS)が多くの機関で導入され、実際に講義で利用されている。LMSを導入することの利点として、コース管理だけでなく、オンラインテストという形式で、受講者が時間・場所に拘束されること

なく、納得のいくまで課題に取り組み、しかもその結果が自動的に採点・評価され、受講者の理解度を向上させている機能が含まれている点あげられる。しかし、そのオンラインテストで自動評価されるものは基本的に、選択形式、項目群の整合評価形式、短答形式などに限られており、このことは、自然科学系講義において、数式を扱う課題をオンラインテストで課し、評価することを考えた場合、大きな障害となる可能性がある。したがって、受講者の導き出した答えそのものを数式として評価でき、その結果が成績としてLMSに集計・統合されるシステムが望まれていた。

2. 研究の目的

本研究では Web 上での数式の取り扱いに重点をおき、数式処理ソフトウェアを応用した、数式評価可能なオンラインテストを含む Web 教材を開発することと、それらを用いてサーバ上にシステムを構築し、LMS との連携を実現することによる、自然科学系教育に有効な新しい e ラーニングシステムの開発を目的とする。具体的には、研究期間内に以下に示す内容を実現する。

(1) 単なる数値的な扱いにとどまることなく、Web 上で数式の入出力、計算、評価（正誤判定）計算結果の視覚化・グラフ化・アニメーション化を可能にした、オンラインテストを含む、自然科学系 Web 教材の開発。

(2) 上記 Web 教材を LMS に統合するための連携システムの開発と、それを用いた自然科学系 e ラーニングシステムの実現。

3. 研究の方法

数式処理サーバソフトウェアである、MapleNet や Maple T.A. などのツールを利用することにより、サーバ上の Maple 数値計算エンジンにクライアントのブラウザからアクセスすることができ、数式処理を実現する Web 教材の開発が可能になる。しかしながら、それらのツールの標準的な機能を利用するだけでは、インターフェースも限られ、教材としての自由度が低い。そこで、Java アプリケーションと統合しながら、より柔軟な教材作成を行うことにする。これまで、MapleNet を利用した Java と Maple との統合型シミュレーション教材の開発、Java から Maple の数値計算エンジン呼び出す API である、OpenMaple を利用した Java と Maple の連携型シミュレーション教材の開発を行ってきた経験を生かすことができる。

STACK(<http://www.stack.bham.ac.uk/>)を候補として、既存のオンラインテストシステムをLMSに連携させる、モジュールの開発という方法もあり得る。この場合は、STACK が英語版、ドイツ語版しかないため、日本で普及させるには日本

語化という作業が必要になる。申請者は STACK の開発者とすでにコンタクトをとり、日本語化に対する許可を得ている。

4. 研究成果

Web 上での数式の取り扱いに重点をおき、数式処理ソフトウェアを応用した、数式評価可能なオンラインテストを可能とし、LMS の一つである、Moodle との連携を実現した、STACK のシステムの多言語化と機能追加を行った。このことにより、日本で初めて、オープンソースソフトウェアによる、数学オンラインテスト・評価システムを実現することができた。多言語化においては、元々のシステムにおける Moodle と STACK との言語環境のシームレスな連携が実現されていなかったが、今回の多言語化により、日本語のみならず、様々な言語への拡張が容易になった。国内での普及・啓蒙を目的として、日本語版 STACK のデモサイト(<http://ja-stack.org>)を構築し、サンプルテストの配布などを行っている。

また、いくつかの教育機関では、日本語版 STACK を利用して、数学の補習教育を行うところも現れてきた。これは、数式の正誤評価によるオンラインテストの潜在的な需要があったことの裏付けであると考えている。

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 7 件)

(1) Yasuyuki Nakamura and Setsuo Takato
Development of web application for LaTeX plotting software KETpic
Proc. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education, p.2183-2188, vol.1, 2009 (査読有)

(2) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實
STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング
2009PC カンファレンス論文集, 1 巻, p.19-22, 2009 (査読無)

(3) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實
STACK と Moodle で構築する数学オンラインテスト・評価システム
教育システム情報学会第 34 回全国大会講演論文集, 1 巻, p.20-21, 2009 (査読無)

(4) Yasuyuki Nakamura and Setsuo Takato
Development of a graphical user interface for LaTeX plotting software KETpic
Selected papers of the Seventh International Conference on Computational Science and Applications, vol.1, p.109-114, 2009 (査読有)

(5) 中村泰之
数学オンラインテスト・評価システム STACK
の日本語化

数式処理, vol.15, 73-80, 2008 (査読有)

(6) Yasuyuki Nakamura

Effective Use of On-line Interactive Math
Text

Proc. World Conference on E-Learning in
Corporate, Government, Healthcare, &
Higher Education, vol.1, p.155-159, 2008

(査読有)

(7) Yasuyuki Nakamura

Interactive Math Text with On-line Test
for E-Learning

Proc. World Conference on E-Learning in
Corporate, Government, Healthcare, &
Higher Education, vol.1, p.133-136, 2007

(査読有)

[学会発表] (計 19 件)

(1) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

STACK と Moodle による物理学オンラインテス
ト

2010 年 3 月 20 日, 日本物理学会第 65 回年次
大会, 岡山大学, 岡山市

(2) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニン
グ

Moodle Moot 2010

2010 年 2 月 13 日, 公立ほこだて未来大学,
函館市

(3) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニン
グ 平成 21 年度情報教育研究集会

2009 年 11 月 15 日, 東北大学, 仙台市

(4) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニン
グ

2009PC カンファレンス北海道

2009 年 11 月 7 日, 札幌学院大学, 江別市

(5) Yasuyuki Nakamura and Setsuo Takato

Development of web application for LaTeX
plotting software KETpic

World Conference on E-Learning in
Corporate, Government, Healthcare, &
Higher Education

2009 年 10 月 29 日, バンクーバー, カナダ

(6) 中村泰之, 高遠節夫

「TeX 描画のための CAS マクロパッケージ
KETpic 用 GUI の開発

TeX ユーザの集い

2009 年 8 月 29 日, 東京大学, 東京都

(7) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

STACK と Moodle で構築する数学オンラインテ
スト・評価システム

教育システム情報学会第 34 回全国大会

2009 年 8 月 19 日, 名古屋大学, 名古屋市

(8) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニン
グ

2009PC カンファレンス

2009 年 8 月 9 日, 愛媛大学, 松山市

(9) Yasuyuki Nakamura and Setsuo Takato

Development of a graphica user interface
for LaTeX plotting software KETpic

7th International Conference on
Computational Science and Applications

2009 年 6 月 30 日, 水原, 韓国

(10) 中村泰之, 高遠節夫

KETpic 用 GUI ツール Maplet for KETpic の
開発(2)

第 12 回 CASTeX セミナー

2009 年 5 月 30 日, 工学院大学, 東京都

(11) 中村泰之, 高遠節夫

KETpic 用 GUI ツール Maplet for KETpic
第 7 回 CASTeX セミナー

2008 年 12 月 27 日, 木更津高専, 木更津市

(12) 中村泰之, 中原敬広, 秋山實

数学オンラインテスト評価システム STACK
平成 20 年度情報教育研究集会

2008 年 12 月 13 日, 北九州国際会議場, 北九
州市

(13) Yasuyuki Nakamura

Effective Use of On-line Interactive Math
Text

Proc. World Conference on E-Learning in
Corporate, Government, Healthcare, &
Higher Education

2008 年 11 月 18 日, ラスベガス, USA

(14) 中村泰之, 高遠節夫

KETpic 用 GUI ツールの開発 -Maplet for
KETpic-

数式処理学会教育分科会

2008 年 11 月 1 日, 城西大学, 東京都

(15) 中村泰之

物理数学授業における数式処理ソフトウエ
アの活用

日本物理学会 2008 年秋季大会

2008 年 9 月 22 日, 岩手大学, 盛岡市

(16) Yasuyuki Nakamura

E-Contents of Mathematics for Physics
developed by Maple

4th European Workshop on Mathematical &
Scientific e-Contents

2008 年 9 月 12 日, トロンヘイム, ノルウェ
ー

(17) Yasuyuki Nakamura

Interactive Math Text with On-line Test
for E-Learning

World Conference on E-Learning in
Corporate, Government, Healthcare, &
Higher Education

2007 年 10 月 18 日, ケベック, カナダ

(18) 中村泰之

数学オンラインテスト・評価システム STACK
の日本語化
京都大学数理解析研究所研究集会「数式処理
と教育」

2007年8月28日, 京都大学, 京都市

(19) 中村泰之

数学オンラインテスト・評価システム STACK
の日本語化

第16回日本数式処理学会大会

2007年6月4日, 加計学園国際学術交流セン
ター, 倉敷市

〔図書〕(計1件)

(1) 中村泰之, 「数学 e ラーニング」, 東京電
機大学出版局, 2010年, 216ページ

〔その他〕

Ja STACK.org, <http://ja-stack.org/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 泰之 (NAKAMURA YASUYUKI)

名古屋大学・大学院情報科学研究科・准教授
研究者番号: 70273208

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし