

## 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24年 5月29日現在

機関番号：17401  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2009～2011  
 課題番号：21500946  
 研究課題名（和文） コンテキストウェアなシミュレーション教材オーサリングツールの開発  
 研究課題名（英文） Development of a Context-aware Authoring Tool for Simulation Learning Materials  
 研究代表者  
 中野 裕司（NAKANO HIROSHI）  
 熊本大学・総合情報基盤センター・教授  
 研究者番号：40198164

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、学習管理システム(LMS)に搭載可能なシミュレーション教材を容易に制作可能なオーサリングツールの開発研究を行った。LMS 上でテキストやクイズ等と組み合わせることで、学習内容の設計や学習履歴による分析を、学習の文脈に沿って統合的に行うことが可能になる。本ツールで制作したシミュレーション教材が Web ブラウザ上、かつ、LMS 上で動作し、SCORM 教材として登録でき、数値計算やグラフ等による可視化が行えることを確認した。

## 研究成果の概要（英文）：

In this study, we developed a context-aware authoring tool for simulation learning materials. The tool makes us easily produce simulation materials which can be deployed to Learning Management Systems (LMS). By combining the simulation materials with textbooks and quizzes etc. on the LMS, integrative learning design and analyses should be realized through the learning context. We have checked the simulation materials are runnable on web browsers and LMSs, are deployable as SCORM contents, and work correctly as providing numerical calculations, graphic visualizations etc.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

## 研究分野：総合領域

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ラーニング、シミュレーション教材、LMS、オーサリングツール

## 1. 研究開始当初の背景

近年、大学等高等教育機関において学習管理システム(LMS)の導入が進み、初等、中等教育の現場にも広まりつつある。また、Moodle や Sakai 等のオープンソース LMS も急速に開発が進み、Web ブラウザ上で

LMS を用いて教材を制作するスタイルが定着しつつある。本研究は、このような LMS 環境を前提とした「インターネットに接続された PC と Web ブラウザ」さえあれば動作するシミュレーション教材の制作が容易に行えるツールの開発を目指した。

LMS を用いることで、教材の維持、管理

は LMS にまかせることができ、教員が自分で行う必要がないし、学習者の教材、テスト等へのアクセス状況や学習の進捗状況が LMS を用いて把握できる等といった利点がある。

LMS 上の教材制作に関しては、現在でも、文章、画像等からなる教材制作は比較的容易であるが、特に自然科学系に見られるような、現象理解のためのインタラクティブなシミュレーションの制作は容易とはいえない。現状では、プログラミングに関する知識と開発環境が必要、学習者に実行する特別な環境が必要、OS に依存、教材管理を教員自身が行う必要がある等といった問題がある。

シミュレーション教材制作の理想的な制作環境について考えてみると、開発環境が不必要(Web ブラウザ等でよい)、プログラミングに関する知識が不要、GUI の活用、汎用部品の用意、LMS への登録機能、学習者の学習履歴の記録等が行えることが望ましい。

このような着想に至ったもう一方の背景は、研究代表者及び分担者は、様々なシミュレーション教材や仮想実験プログラムの開発研究を行うとともに、LMS の全学導入・運用の実施と、そのための学務情報システムと LMS 連携の研究開発を行い、その上で、シングルサインオン及び学習者ポータル構築と全学運用を 2006 年より開始した。オープンソース LMS に関しては、2006 年より Moodle を遠隔 LMS 実習環境として、2008 年より Sakai を学習ポートフォリオとして導入・運営を行っており、これらの経験が生かせるものと考えた。

## 2. 研究の目的

本研究では、LMS に搭載可能なシミュレーション教材を容易に制作可能なオーサリングツールの開発研究を目指す。LMS への登録に関しては、LMS の種類に依存する可能性があるが、e ラーニング標準規格である SCORM への対応により LMS への依存性を吸収し、汎用化を実現する。

同じシミュレーション教材であっても、パラメータ等を学習内容に応じて、また、学習者がインタラクティブに変更できるようにすることで、学習の文脈に応じた柔軟な対応が可能になる。また、LMS と連携してテキストやクイズ等といった他の学習活動と組み合わせることで、学習内容をシミュレーション教材も含めて統合的にデザインすることが可能になり、また、学習履歴も統合的に取得でき、学習の文脈に沿った分析が可能になる。

本オーサリングツールで実現したい機能としては、制作したシミュレーション教材が

Web ブラウザ上、かつ、LMS 上で動作し、SCORM 教材として登録でき、制作環境も Web ブラウザ上で実現し、数値計算やグラフ等による可視化が行えることを目標とする。

## 3. 研究の方法

システム開発環境としては、全てオープンソースなものを利用して行った。

シミュレーション教材の生成は、研究開始当初は Java Applet や Java FX で始めたが、HTML5 と JavaScript の進展に伴い、より汎用性が高くなることから、途中から、HTML5 と JavaScript に変更した。また、数式処理の実現や、複雑な数値計算を可能にするため、jQuery と JSONP を取り入れることで外部計算サーバの利用も可能にした。

Web アプリケーション部分に関しては、Tomcat+MySQL による J2EE サーバで構築した。

LMS に関しては、全学 LMS として運用中の WebCT (Blackboard LS CE8) に加えて、Moodle 及び Sakai をテスト環境として用意し、3 つの LMS 上の SCORM 等でテストを行った。これらの LMS は、全て全学シングルサインオンシステムの CAS に対応させ、認証連携を行った。

研究の役割分担としては、Web アプリケーション、計算サーバ構築、Sakai を中野が、数値計算、Moodle を喜多が中心に行い、それ以外の部分は協力して行った。

## 4. 研究成果

本研究で構築したシステムを用いて制作したシミュレーション教材は、基本的に、HTML5 をサポートする Web ブラウザであれば実行することが可能であるため、テスト環境として用意した WebCT、Moodle、Sakai に限らず殆どの LMS 上に配置することが可能である。さらに、LMS が SCORM をサポートしている場合は、テスト等との連携を含む教材として、どの LMS にも配置でき、学習履歴を SCORM 規格の範囲内で取得することが可能であることを検証した。

図 1 に示すシミュレーション教材例は、学習者がインタラクティブに変数等を変更しながら、その結果を確認できるものとなっている。これは、HTML5 の canvas タグに、flot ライブラリを利用してグラフをプロットしており、FLASH や Java applet を使用せず JavaScript のみで実現しているため、スマートフォンやタブレット端末でも実行可能である。

図 2 は、SCORM 中で、クイズと組み合わせ使用した例で、問題の数式によって対応するグラフを随時描くことのできる機能を実現している。

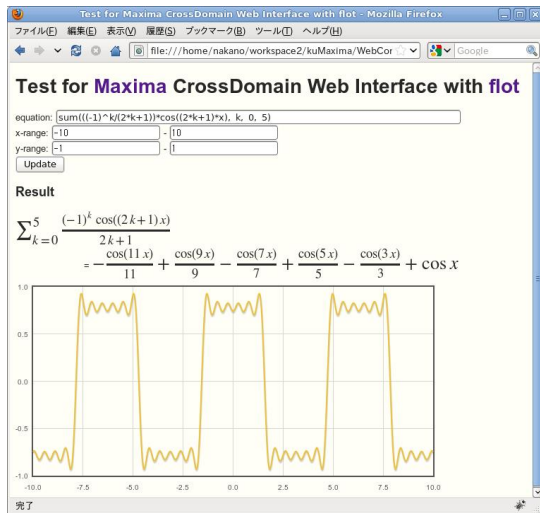


図 1 シミュレーション教材の例

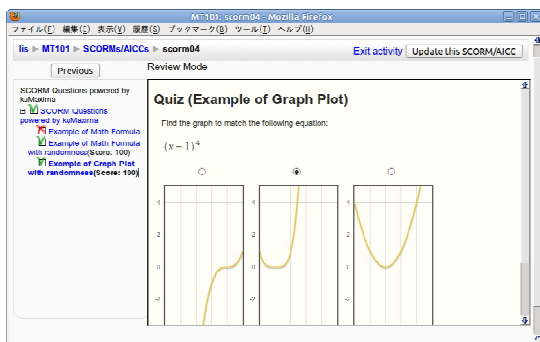


図 2 SCORM 教材としての例

これらの結果に示すように、制作したシミュレーション教材は、様々な分野への応用の可能性が高いと考えるが、まだ、数式処理サーバのセキュリティ、数式の処理、入力、表示に関するいくつかの問題があり、今後改善していきたい。また、オーサリングツールに関しても、数式の入力方法等まだ利用が容易とは言えない部分があり、今後改善していきたい。

本研究の過程で副産物として、当初予定していた数値計算だけではなく、数式処理が行える機能を実現できたため、教材制作者のプログラミング知識の必要が減少しただけではなく、インタラクティブに数式を変更しながらシミュレーションを行えるようになったため、この機能をさらに発展させていきたい。

## 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 4 件)

① 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木克明, 教授者用の課題分析図作成ツールの開発 -Moodle への実装と評価, 教育システム情報学会誌, 査読有, Vol. 29, pp. 7-16 (2012).

② 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 市川尚, 鈴木克明 課題分析図を用いた学習内容選択支援ツールの開発 -Moodle ブロックによる学習者向け機能の実装-, 日本教育工学会論文誌, 査読有, Vol. 35, pp. 17-24 (2011).

③ Muhammad Wannous and Hiroshi Nakano, Constructing and Tuning a Web-based Virtual Computer-Networks Laboratory, IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine, 査読有, Vol. 5, No. 2, pp. 20-25 (2010).

④ Muhammad Wannous and Hiroshi Nakano, NVLab, a Networking Virtual Web-Based Laboratory that Implements Virtualization and Virtual Network Computing Technologies, IEEE Transactions on Learning Technologies, 査読有, Vol. 3, No. 2, pp. 129-138 (2010).

[学会発表] (計 35 件)

① 中野裕司, 永井孝幸, 松葉龍一, 喜多敏博, HTML5 を利用したディスカッションの可視化とローカルファイル化の試み, 大学eラーニング協議会フォーラム 2011, 査読無, 2012-03-16, pp. 41-43, 熊本大学 (熊本県).

② 喜多敏博, 変わりゆくネット環境とeラーニングシステム, 情報処理学会 第 74 回全国大会 イベント企画 クラウドコンピューティングがもたらす遠隔教育の革新(分担)(招待講演), 査読無, 2012-03-07, 名古屋工業大学 (愛知県),

③ 喜多敏博, ムードルで遊ぶ -プラグインとカスタマイズ, 第 4 回日本 MoodleMoot 基調講演 (招待講演), 査読無, 2012-02-23, 三重大学 (三重県).

④ 賈雲鵬, 永井孝幸, Muhammad Wannous, 喜多敏博, 中野裕司, Maxima とマッシュアップ技術による SCORM コンテンツ中での数式処理と可視化の試み, 情報処理学会第 4 回 CLE 研究発表会, 査読無, 2011-10-(13-14), 帝京大学 (栃木県).

⑤ 喜多敏博, 根本淳子, 上田公代, 宇佐川毅, 通常教室での授業で Moodle を使うための追加機能の開発 -pdf2submission ブロックと barlogin 認証プラグイン-, 日本教育工学会 第 27 回全国大会, 査読無, 2011-09-(17-19), pp. 433-434, 首都大学東京 (東京都).

⑥ 喜多敏博, Moodle 2.0, 情報処理学会 CLE 研究会 第 4 回研究会 企画セッション 1 「コミュニティソース CLE の現状」 (招待講演), 査読無, 2011-05-12, 長岡技術科学大学 (新潟県).

⑦ Muhammad Wannous, Hiroshi Nakano and Takayuki Nagai, Google Calendar™ for managing and monitoring the utilization of a web-based laboratory's resources,

Proceedings of IEEE EDUCON 2011, 査読有, 2011-04-(4-6), pp.210-213, Princess Sumaya University of Technology, Amman (JORDAN).

⑧ Muhammad Wannous, Hiroshi Nakano and Takayuki Nagai, To Know What They Are Doing in a Web-Based Laboratory, Proceedings of IEEE EDUCON 2011, 査読有, 2011-04-(4-6), pp.101-104, Princess Sumaya University of Technology, Amman (JORDAN).

⑨ Hiroshi Nakano, Takayuki Nagai, Jia Yunpeng, Muhammad Wannous and Toshihiro Kita, Mashup Approach for Embedding Algebraic Manipulations, Formulas and Graphs in Web Pages, Proceedings of IEEE EDUCON 2011, 査読有, 2011-04-(4-6), pp.691-694, Princess Sumaya University of Technology, Amman (JORDAN).

⑩ 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木明, Moodle における教授者用の課題分析図作成ツールの開発, 教育システム情報学会特集論文研究会, 査読無, 2011-03-19, 九州工業大学 (福岡県).

⑪ 中野裕司, 熊本大学での e ポートフォリオ戦略と国内外の動向, 長崎大学大学教育機能開発センターシンポジウム, パネリスト報告 (依頼講演), 査読無, 2011-03-08, 長崎大学 (長崎県).

⑫ 中野裕司, 永井孝幸, Muhammad Wannous, Web アプリケーション作品共有機能の実現 -JSP 入門授業の事例-, 平成 22 年度情報教育研究集会 (ポスター賞受賞), 査読無, PT-16, 2010-12-(10-11), 京都テルサ (京都府).

⑬ 中野裕司, 熊本大学総合情報環構想 2010, サイエンティフィック・システム研究会教育環境分科会 2010 年度第 2 回会合 懇談会「近未来の情報化キャンパス像」(依頼講演), 査読無, 2010-10-20, ANA クラウンプラザホテル神戸 (兵庫県).

⑭ 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木克明, 課題分析図作成支援ツール“Learner’s Controlling Map Editor”への Moodle 新規コース作成支援機能の追加, 日本教育工学会第 26 回全国大会, 査読無, pp.953-954, 2010-09-(18-20), 金城学院大学 (愛知県).

⑮ 中野裕司, 賈雲鵬, Muhammad Wannous, 永井孝幸, 数式の処理と表示のマッシュアップを実現する Maxima 活用システムの開発, 教育システム情報学会第 35 回全国大会, 査読無, pp.50-51, 2010-08-(26-28), 北海道大学 (北海道).

⑯ 宮崎誠, 喜多敏博, 中野裕司, 大森不二雄, 鈴木克明, Sakai における Web サービスによる連携機能の現状, 教育システム情報学会第 35 回全国大会, 査読無, pp.261-262, 2010-08-(26-28), 北海道大学 (北海道).

⑰ 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木克

明, 課題分析図に基づく Moodle 用の事前・事後テストモジュールの開発, 教育システム情報学会第 35 回全国大会, 査読無, pp.49-50, 2010-08-(26-28), 北海道大学 (北海道).

⑱ 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木克明, Moodle における課題分析図に基づく事前・事後テストモジュールの設計, 日本教育メディア学会第 17 回年次大会, 査読無, pp.85-86, 2010-07-(17-18), 熊本市国際交流会館 (熊本県).

⑲ Akiko Takahashi, Toshihiro Kita, Hiroshi Nakano and Katsuaki Suzuki, Improvement of a Learning-Task Analysis Diagram Module for Moodle to Support Self-directed Learning by Enhancing Advising Feature to Learners, Proceedings of ICoME 2010, 査読有, 2010-07-(14-16), Kumamoto City International Center, Kumamoto (Japan).

⑳ Muhammad Wannous, Hiroshi Nakano and Takayuki Nagai, Utilization of Virtualization Technology in a Layered Fashion for Constructing an ICT Web-based Laboratory, Proceedings of ICoME 2010, 査読有, pp.399-401, 2010-07-(14-16), Kumamoto City International Center, Kumamoto (Japan).

㉑ 龍弘大, 近藤雄貴, 永井孝幸, 中野裕司, 検索結果を題材とする多言語対応タイピングツールの開発, 電子情報通信学会 ET 研究会, 査読無, 信学技報, vol. 110, no. 85, ET2010-15, pp.37-42, 2010-06-19, 名古屋工業大学 (愛知県).

㉒ 中野裕司, 熊本大学総合情報環構想と e ラーニング推進の取り組み, 情報処理学会第 29 回九州支部総会特別講演会 (依頼講演), 査読無, 2010-05-14, 熊本大学 (熊本県).

㉓ Muhammad Wannous, Hiroshi Nakano and Takayuki Nagai, How to Link an ICT Web-based Laboratory With Sakai CLE, Technical Issues, 情報処理学会研究報告 Vol.2010-CLE-1, 査読無, No.4, pp.1-4, 2010-05-(13-14), 放送大学 (千葉県).

㉔ Muhammad Wannous and Hiroshi Nakano, Supporting the Delivery of Learning-Contents with Laboratory Activities in Sakai, Proceedings of IEEE EDUCON 2010, 査読有, pp.165-169, 2010-04-(14-16), National University of Distance Education and Technical University of Madrid, Madrid (SPAIN).

㉕ Hiroshi Nakano, Kenichi Sugitani, Takayuki Nagai, Shinichiro Kubota, Masahiro Migita, Yasuo Musashi, Norio Iriguchi, Toshihiro KITA, Ryuichi MATSUBA and Tsuyoshi Usagawa, Web-based Time

Schedule System for Multiple LMSs on the SSO/Portal Environment, Proceedings of IEEE EDUCON 2010, 査読有, pp.153-158, 2010-04-(14-16), National University of Distance Education and Technical University of Madrid, Madrid (SPAIN).

②⑥ 中野裕司, eポートフォリオがもたらすICT活用教育の大変革 -教授者(科目)中心から学習者中心へ-, 第3回 Ja Sakaiカンファレンス(基調講演), 査読無, 2010-02-09, 熊本大学(熊本県).

②⑦ Muhammad WANNOUS and Hiroshi NAKANO, Integrating a Web-based ICT Laboratory into the Context of Online Courses Delivered within the e-Learning System Sakai, 平成21年度第62回電気関係学会九州支部連合大会, 査読無, 12-1A-10, 2009-09-28, 九州工業大学(福岡県).

②⑧ 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木克明, Moodle用に開発した課題分析図UIに用いるエクスポートフォーマットの検討, 第25回日本教育工学会全国大会, 査読無, pp.825-826, 2009-09-21, 東京大学(東京都).

②⑨ 近藤雄貴, 永井孝幸, 中野裕司, Wikipediaデータを活用したSCORM準拠タイピングツールの開発, 第12回情報処理学会教育学習支援情報システム研究会, 査読無, pp.96-103, 2009-09-18, 日本女子大(東京都).

③⑩ 梶田将司, 常盤祐司, 児玉靖司, 松葉龍一, 宮崎誠, 中野裕司, 第10回 Sakai Conference 参加報告, 第12回情報処理学会教育学習支援情報システム研究会, 査読無, pp.49-55, 2009-09-17日, 日本女子大(東京都).

③⑪ Akiko Takahashi, Toshihiro Kita, Hisashi Ichikawa, Hiroshi Nakano and Katsuaki Suzuki, Development of a Learning-Task Analysis Diagram UI for Moodle to Support Self-directed Selection of Learning Contents, ICoME2009, 査読有, pp.184-191, 2009-08-28, Seoul National University (Korea).

③⑫ Makoto Miyazaki, Makoto Oyamada, Junko Nemoto, Toshihiro Kita, Hiroshi Nakano and Katsuaki Suzuki, A Design Proposal of Competency-based ePortfolio System Utilizing Sakai OSP, ICoME200,9 査読有, pp.147-153, 2009-08-28, Seoul National University (Korea).

③⑬ uhammad Wannous, Dennis Ludena and Hiroshi Nakano, A Virtual-Network Educational Management Interface for Motivating Learners in Web-based ICT, ICoME2009 (International Conference on Media in Education), 査読有, pp.286-291,

2009-08-28, Seoul National University (Korea).

③⑭ 中野裕司, Sakai CLE 入門, e-Learning Conference 2009 Summer (講演依頼), 査読無, 2009-08-07, 東京ビッグサイト(東京都).

③⑮ Hiroshi NAKANO, Makoto MIYAZAKI, Ryuichi MATSUBA, Learning Portfolio using SAKAI CLE Kumamoto University, 10th Sakai Conference, 査読無, 2009-07-08, Cambridge Hyatt Boston, Massachusetts (USA).

〔図書〕(計2件)

①小川賀代(編著), 小村道昭(編著), 松葉龍一(著), 宮崎誠(著), 中野裕司(著) 他, 大学力を高めるeポートフォリオエビデンスに基づく教育の質保証をめざして(第6章 Sakai CLE/OSPを利用した学習ポートフォリオシステム-熊本大学大学院教授システム学専攻における活用実践 pp.79-94 担当), 東京電機大学出版局, 総ページ数 274 ページ(担当分: 15 ページ), (2012).

② William H. Rice IV (著), 福原明浩(訳), 喜多敏博(訳・監訳), 技術評論社, Moodleによるeラーニングシステムの構築と運用, 2009, 384頁.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中野 裕司 (NAKANO HIROSHI)  
熊本大学・総合情報基盤センター・教授  
研究者番号: 40198164

### (2) 研究分担者

喜多 敏博 (KITA TOSHIHIRO)  
熊本大学・eラーニング推進機構・教授  
研究者番号: 20284739