

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25280124

研究課題名(和文)ユニバーサルなeラーニング環境を構築するための分散型LMS構築に関する研究

研究課題名(英文)On constructoin of distributed LMS to realize universal e-Learning environment

研究代表者

宇佐川 毅 (Usagawa, Tsuyoshi)

熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授

研究者番号：30160229

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,000,000円

研究成果の概要(和文)：一般的なeラーニングは単一の学習支援システムに全学習者が直接アクセスする形態であるため、広帯域な通信環境が不可欠である。本研究では、ユニバーサルな学習環境の構築を目指し、通信帯域に依存せずに学習支援システム間で教材を自動同期する手法を開発した。主に対象とした学習支援システムはMoodleではあるが、一定の条件を整えば異なる学習支援システム間でも差分同期可能なシステムとして構築した。途上国向け学習コンテンツを作成するとともに、SNSやOpen Textbookの利用、学習履歴データの分析、さらには廉価なシングルボードコンピュータでの可搬型同期システムを構築などの成果を得た。

研究成果の概要(英文)：Most of e-Learning systems use single learning management systems (LMS) to serve all learners over broad band network. If we want to provide learning contents to the learners who do not have broad band internet connection, we can solve the issue using a system to support learning content synchronization among the LMSs over the network to realize the universal e-Learning system. We developed the contents synchronization systems among LMSs. Major target LMS is Moodle and the system can support the synchronization among various version of Moodle as well as, with some limitation, the synchronization among different LMSs. We developed several learning contents and functions to support SNS and Open Textbook. Also portable LMS is built on very cheap single-board-computer as the client LMS for contents synchronization as well as server for questionnaire and clicker at face-to-face lecture.

研究分野：教育工学

キーワード：学習支援システム eラーニング Moodle 学習コンテンツ同期 情報通信網 発展途上国 インドネシア 中山間地

1. 研究開始当初の背景

eラーニングによる教育を実施する際、学習内容に関連する文書やマルチメディア情報に加え、オンライン確認テストや課題など多様な学習コンテンツが必要であり、学習履歴を含めた情報を一元的に管理するため学習支援システム (Learning Management System: LMS) が活用されている。多くの場合、単一の LMS ですべての学習者を集中管理することが想定されており、学習コンテンツの共有は、バックアップ・リロードという静的な形でしか実現できなかった。一方、研究開発時点では、途上国を含め多くの教育機関で Moodle が利用されており、主に Moodle を対象とした学習コンテンツの自動同期により、教育教材の共有化が進むと想定された。またネットワーク環境の制限が強く残る途上国においては、遠隔地に置かれた LMS へアクセスすることは大変困難があった。

2. 研究の目的

集中管理された eラーニング環境は、ひとつの LMS にすべての学習者が直接アクセスして利用する形態のみが想定されているが、ブロードバンド環境の利用が困難な国内の中山間地や途上国などでは必ずしも容易ではない。例えば、日本で開発した学習コンテンツを発展途上国からオンラインで活用することは、ネットワーク帯域の制限から多くの困難を伴う。このような問題を解決するため、マスター LMS 上の学習コンテンツを自動的に且つ動的にスレーブ LMS に同期を取ることのできる「ユニバーサル eラーニングシステム」を構築することが開発研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究開発では、狭隘なネット環境であっても、LMS 間で学習コンテンツの同期を実現することで、中核機関の LMS から遠隔地に設置した LMS への教材の提供や学習活動のモニター等を実現することを目的に、GNU General Public License (GPL) で配布されている学習支援システム Moodle 内の各種学習コンテンツの自動同期システムを実現する。具体的には、学習者の管理をスレーブ LMS 毎に独立に行うことのできる形態である「独立型利用形態」を実現するための同期手法を構築する。この「独立型利用形態」における LMS 間での学習コンテンツ同期は、学習者の個人情報の含まれることのない教材や確認テスト・課題の問題に関する情報のみを、マスター LMS からスレーブ LMS に対して同期することで実装した。これにより、ブロードバンド化の状況に関わらず、連携する各教育機関で共通した学習コンテンツを活用したユニバーサルな eラーニング環境が構築運用できるようになり、学習機会の均等化に資することが期待される。

一方、当初計画した学習履歴等をも同期す

る「協調型利用形態」については、教育機関での個人情報の取り扱いの制約、特に国を超えての同期には、法的な制約に加え、教育機関からの許諾を得ることが難しい状況もあり、広く応用される可能性は限られると判断し、開発を見送ることとした。

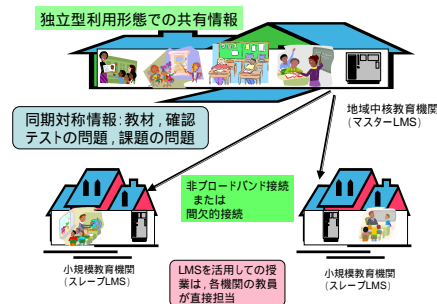


図1 独立利用形態同期システム

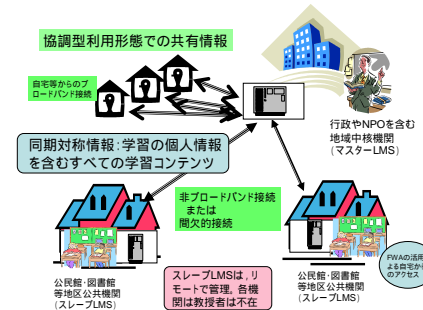


図2 協調型利用形態同期システム

「独立利用形態」の学習コンテンツの同期に際しては、当初 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 規格への準拠を検討したが、バージョンの異なる Moodle 間の同期を実現した経験から、ダンプ・リストア処理を活用することで、同種異バージョン間での差分同期が可能であることが確認できたので、この手法に基づき同期システムを実装することとした。具体的には、学習コンテンツをサーバ LMS から抽出し、スレーブ LMS に夜間等の非繁忙時間帯にインターネット環境で伝送し、その後スレーブ LMS において取得した学習コンテンツの追加・変更等の差分情報を自動的に処理することで、コンテンツの同期を実現する。その際、更新が必要な学習コンテンツのみの選択的処理により差分同期を行うことで、伝送を要する情報量の削減を図ることとした。実装に際しては、GPL としてソースも公開されている Moodle を開発対象の中核に位置付けた。その選定に際しては、所属大学における長期間にわたる全学規模での活用経験に加え、共同研究先のインドネシア・スラバヤ工科大学や同大学と連携する東部インドネシアの国立大学、さらにはミャンマーにおける 2 つの中核国立工科大学 (ヤンゴン工科大学およびマンダレー工科大学) での利用が想定されたことなどを踏まえ判断した。

4. 研究成果

初年度は、Moodle 1.X シリーズの同一バージョン間でしか動作しなかった独立型利用形態同期システムをバージョン 2.X シリーズ（実際には 2.1 から 2.5）へ移植し、同一バージョン間での同期を実現した。さらに、異なるバージョン間での同期の可否について検討し、小テストの一部に加えられた大規模な仕様変更を除き、同期可能であること確認した。

また、当時所属大学大学院に在籍する留学生の人的ネットワークを活用し、パプアニューギニア、ツバル、トンガ、フィジー、モンゴルでの e ラーニングの普及および学習コンテンツの共同開発を進め、平行する形で同期システムの導入について検討を進めた。一方、インドネシアの 2 大学で共通した学習コンテンツを利用した講義の実施とそれによる同期システムの実証実験を計画したが、コンテンツ活用に対する両大学の教員や学科等の考え方などの違いがあり、小規模な同期実験のみしか実施出来なかった。

一方、IC カード型学生証を利用した出席登録システムを Moodle のモジュールとして開発し、その有効性を実際の講義の中で確認した。さらに、このような情報を LMS 上の学習履歴と連携することで、学生の修学状況の把握などに、いわゆる Learning Analytics が活用可能であると考え、学習ビックデータの分析機能をシステムとして組み込むことを想定し、予備的な研究を平行して開始した。

第 2 年度は、「協調型利用形態」でのコンテンツ同期については、メーリングリストを利用したコンテンツの差分情報の共有が可能であることを確認した（図 3、図 4）。また、携帯電話網やスマートホンでの学習支援を目的として、ソーシャルネットワークと LMS との連携機能を Moodle 上に構築した。さらに連携している途上国の大学では、脆弱な情報基盤で非常に多くの学生の支援をする必要がある場合があることから、これらの課題を解決するため、サーバシステムの安定化・ロバスト化について検討した。

また初年度に構築した IC カードによる出席登録システムを活用した学生の学習動向のモニタリングを行うことで、データマイニングで広く活用されている k-means 法および GMM を利用することで途中放棄の可能性がある学生の検出について取り組んだ。その結果、打刻を伴った出席情報のみから、15 週の講義期間に対して、5 週目以降からは一定程度検出可能であることが確認できた。

第 3 年度は、従来のコンテンツ同期手法が Moodle のバージョンに依存しているという弱点を解消すべく、コンテンツの DUMP 形式ファイルを利用した遠隔システム間の学習コンテンツ同期手法の開発を進め、初期的な動作確認を行った。

また、学習コンテンツの同期に際しては、著作権による制約にも配慮する必要がある

ことから、Open Textbook の利用は有効である。Open Textbook を利用した学習コンテンツを想定し、その利用情報を Learning Analytics に基づき分析するためのフレームワークを提案した。加えて、携帯電話網やスマートホンでの学習支援を目的として、ソーシャルネットワークと LMS との連携機能を Moodle 上に構築を進め、システムの有用性を検証するために、南太平洋地域の諸島国における中等教育機関に教員・生徒のソーシャルネットワークの利用実績と LMS 利用の可能性との関係について調査を行い、ソーシャルネットワークと LMS との連携機能による e ラーニングの利用可能性について調査分析を行った。

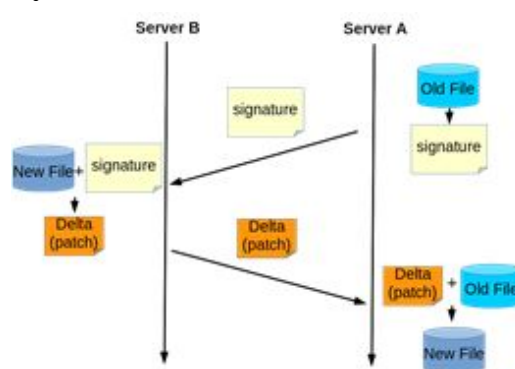


図 3 差分同期手法

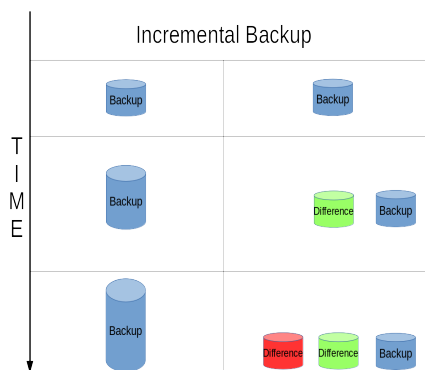


図 4 学習コンテンツ差分同期の概念

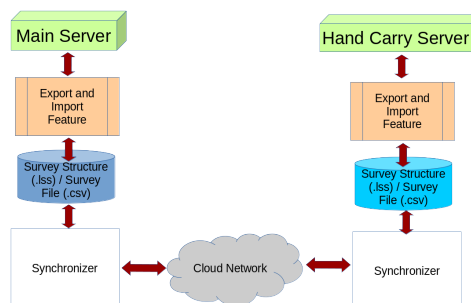


図 5 可搬式スレーブ LMS 構築とコンテンツ同期およびアンケート・クリッカー機能

第 4 年度は、5 つの分野で成果を得た。まず、コンテンツ同期手法を拡張し、ネットワーク環境が整備されていない環境下でクリ

ッカーやアンケートを実施するためのクライアントシステムを、近年急速に高性能化・低廉化の進んだ Single Board Computer (SBC) の一つである Raspberry Pi 上に構築し、学習者からのアクセス記録等のデータを非同期でマスターシステムに差分同期させる機能を開発した(図5、図6)。

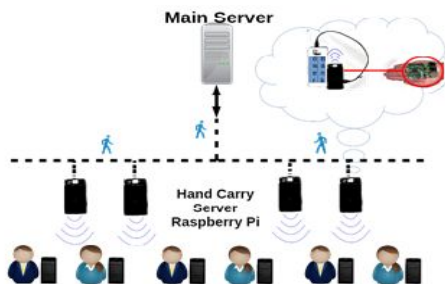


図6 可搬型スレーブサーバとの同期

次に、Open Textbook を利用した学習コンテンツを分析するためのフレームワークを構築した。このフレームワークは、eラーニングシステム上に蓄積される利用情報に基づき学習行動を分析することを想定したもので、第4年度末までに国際誌に5編の論文()を発表した(図7、図8)。

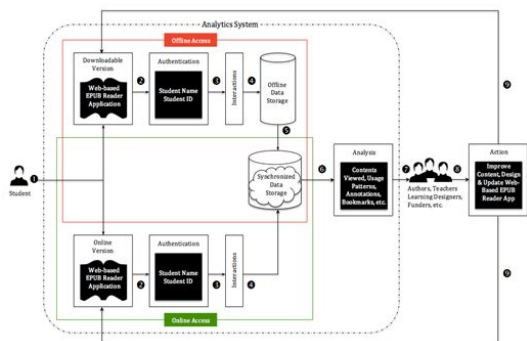


図7 Open Textbook 利用分析システムの構成

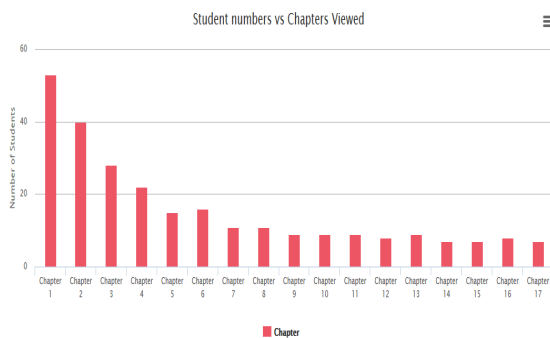


図8 Open Textbook の章単位での利用人数

また、発展途上国での普及が著しいスマートホンによるeラーニングシステムへのアクセスを想定し、スマートホンの利用実績を含めたeラーニングの利用可能性についてミャンマーおよびモンゴルでの調査を行った。さらに、代表者の所属大学で開講されている2年次向け必修科目(ブレンディッド形式

で実施)における出席状況およびLMSへのアクセス履歴を分析することで、学生の学習行動パターンの予想、特に履修の途中放棄の可能性の高い学生の検出を試みた。特に、Moodle上に蓄積された数年分の学習記録に対してデータマイニングを行い、履修の途中放棄の可能性が高い学生群の検出精度を向上させようことを確認した。

最終年度には、LMS自体をSBC上に可搬型サーバとして構築し、学習コンテンツの遠隔同期機能に加え、対面型講義での学習者の反応をとらえるためのアンケート集約機能やクリッカー機能を導入し、帯域の限られたネットワークしか利用できない状況でのeラーニングの展開を想定したシステム構築を行った。学習者のネットワークアクセス環境や情報リテラシー水準に関して調査するために、複数の途上国において教育コンテンツを構築運用するとともに、その効果について検討した。調査対象の途上国では、パーソナルコンピュータによるネットワークアクセス環境は教育機関内に限られ、大半の学習者はスマートホンなどを多用している国が複数あることが明らかとなり、教材構築を含め、利用環境を意識した設計が不可欠であることが、改めて確認された。

また、研究期間中の成果を海外共同研究者と共有することを一つの目的として、平成30年9月5日にインドネシアから3名、ミャンマーから1名の研究者を招き、International Workshop on Current Situation and Potential on e-Learning for Higher Educationを開催した(図9)。



図9 2017/9/5開催の国際ワークショップの参加者

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

D. Prasad, T. Usagawa, "Scoping the Possibilities: Student Preferences towards Open Textbooks Adoption for e-Learning," *Creative Education*, 査読有, 5(24), 2027-2040, (2014)

DOI: 10.4236/ce.2014.524227

D. Prasad, Tsuyoshi Usagawa, "Towards Development of OER Derived Custom-Built Open Textbooks: A Baseline Survey of University Teachers at the University of the South Pacific," *International Review of Research in Open and Distributed*

Learning, 査読有,15(4), 226-247 (2014)

DOI:10.19173/irrodl.v15i4.1873

S. Paturusi, Y. Chisaki, T. Usagawa, "Assessing Lecturers and Student's Readiness for E-learning: A preliminary study at National University in North Sulawesi Indonesia," 査読有, GSTF J. of Education, 2(2) (2014)

DOI: 10.5176/2251-1814_EeL14.32

D. Prasad, R. Totaram, T. Usagawa, "A Framework for Open Textbooks Analytics System," TechTrends (Springer), 査読有, 60(4), 344-349 (Online: 26 April 2016)

DOI 10.1007/s11528-016-0070-3

D. Prasad, R. Totaram, T. Usagawa, "Development of open textbooks learning analytics system," International Review of Research in Open and Distance Learning, 査読有,17(5),215-234 (2016)

DOI: 10.19173/irrodl.v17i5.2541

D. Prasad, R. Totaram, T. Usagawa, "Progressing Towards Open Textbooks Learning Analytics System," J. of Perspectives in Applied Academic Practice, 査読有, 4(3), 56-60 (2016)

DOI:10.14297/jpaap.v4i3.190

D. A. Prima, T. Usagawa, I. K. E. Purnama, M.Hariadi, "Camera control for shot selection in machinima generated animation," J. of Theoretical and Applied Information Technology, 査読有, 93(1), 106-115 (2016)

D. A. Prima, M. Hariadi, I. K. E. Purnama, T. Usagawa, "Virtual Camera Movement with Particle Swarm Optimization and Local Regression," International Review on Computers and Software, 査読有, 11(9) (2016)

DOI: 10.15866/iirecos.v11i9.9801

S. T. G. Kaunang, T. Usagawa, "A New Approach for Delivering e-Learning Complex Courses in Indonesia," International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, 査読有, 7(2), 132-145 (2017)

DOI 0.17706/IJEEEE

N. Jachin, T. Usagawa, "Potential Impact of Blended Learning on Teacher Education in Mongolia," Creative Education, 査読有, 08(9),1481-1494 (2017)

DOI: 10.4236/ce.2017.89104

K. Ogata, T. Usagawa, "Lecture management of parallel classes in a blended learning style: The case of Digital Signal Processing I as a compulsory course," Acoust. Sci. & Tech., 査読有, 38(4), 203-212 (2017) **DOI:10.1250/ast.38.203**

M. M. The, T. Usagawa, "A Comparative Study of Students' Readiness on E-learning Education between Indonesia and Myanmar,"

American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, 査読有, 40(1), 113-124 (2018)

L. A. Latumakulita, T. Usagawa, International Journal of Intelligent Engineering & Systems, 11(3), 79-90 (2018)

DOI 10.22266/ijies2018.0630.09

[学会発表] (計 21件)

K.J. Minol, Y. Chisaki, T. Usagawa, "Assessing Student's e-Learning Readiness at the University of Papua New Guinea Open College," Proc. EeL, 査読有, 174-180, Singapore (2013.8.26)

Best Student Paper Award

DOI:10.5176/2251-1814_EeL13.54

T. Usagawa, M. Yamaguchi, Y. Chisaki, et al., "Dynamic synchronization of learning contents of distributed learning management systems over band limited network - Contents sharing between distributed Moodle 2.0 series," Proc. IEEE ITHET, 査読有, #96,1-6, Antalya (Turkey) (2013.10.10),

DOI:10.1109/ITHET.2013.6671058

R. M. Ijtihadie, D.P. Sari, A. Affandi, Y. Chisaki, T. Usagawa, "Versioning System as a Framework for Bidirectional Content Synchronization Among Learning Management Systems," Proc. ICTS, 263-268, Bali(Indonesia),(2013.5.15)

N. Jachin, Y. Chisaki, T. Usagawa, "On Students' Experiences and Performance in Pilot Blended Learning Class, a Teacher's Collage Mongolia," Proc. ISIM, 査読有, pp.1-10, Bangkok (Thailand), (2013. 11.6)

S. Paturusi, Y. Chisaki, T. Usagawa, "Assessing Lecturers and Student's Readiness for E-learning: A preliminary study at National University in North Sulawesi Indonesia," Proc. EeL, 査読有, 132-137, Bangkok (Thailand), (2014. 8.24)

DOI: 10.5176/2251-1814_EeL14.32

H.T. Sopus, Y. Chisaki, T. Usagawa, "The Attractiveness of Facebook in Secondary Students in the Kingdom of Tonga and it's Potential," Proc. IIAI AAI, 査読有, 510-516, 北九州(2014.8.31)

DOI: 10.1109/IIAI-AAI.2014.107

T. Usagawa, Y. Nakashima, Y. Chisaki, T. Nagai, T. Kita, "Implementation of Attendance Management System for Moodle using Student Identification Card and Android Device," Proc. ICTS, 査読有, 1-6, Surabaya(Indonesia) (2014.9.24)

DOI:10.1109/ICTS.2014.7010583

S. D. Paturusi, Y. Chisaki, T. Usagawa, "Development and Evaluation of Online Quizzes to Enhance Learning Performance: a Survey of Student Assessment through

MOODLE in Indonesian National University,” Proc. ICTS, 査読有, 211 - 216, Surabaya(Indonesia) (2014.8.24)
DOI: 10.1109/ICTS.2014.7010585

T. Usagawa, K. Ogata, “On Blended Learning for Compulsory Course for Sophomore - Trial to provide equivalent lecture for two parallel classes,” Proc. ACEE 2014, 1-2, 熊本 (2014.10.10), *Plenary*

T. Usagawa, K. Ogata, “Potential of e-Learning for enhancing graduate and undergraduate education,” Proc. ISST, 3-6, Surabaya(Indonesia), (2015.8.5) *Keynote*
DOI: 10.12962/j23546026.y2015i1

S.D.Paturusi, Y. Chisaki, T. Usagawa, A. Lumenta, “A Study of Students’ Acceptance Toward Mobile Learning in Higher Education Institution in Indonesia,” Proc. ICTS, 査読有, 193-196 Surabaya (Indonesia), (2015.9.16)

DOI:10.1109/ICTS.2015.7379897

岩崎大将、荻木禎史、宇佐川毅、”e-Learningシステムにおける学習状況管理の実装”第18回(2015年度)日本e-Learning学会学術講演会論文集, #A15S5, pp.1-8, 静岡(2015.10.23) (奨励賞受賞)

T. Usagawa, K. Ogata, H. Nakano, “Blended learning style lecturing using Campus-wide e-Learning system,” Proc. ICSE, 1-4, Yangon (Myanmar) (2015.12.14) *Keynote*

T. Win, M. M. The, T. Usagawa, “Pilot Development of Sharable E-learning Contents for IT Departments of Yangon Technological University (YTU) and Mandalay Technological University (MTU),” Proc. ICE, 1-6, Yangon (Myanmar), (2015.12.14)

F. Purnama, T. Usagawa, R. M. Ijtihadie, Linawati, “Rsync and Rdiff Implementation on Moodle’s Backup and Restore Feature for Course Synchronization over The Network,” Proc. IEEE TENSYP, 査読有, Bali (Indonesia) (2016.5.9)

DOI: 10.1109/TENCONSpring.2016.7519372

S. T. G. Kaunang, S.D.Paturusi, T. Usagawa, G. Mangindaan, A. Sambul, B. Sugiarto, “Student perception of virtual programming lab on e-learning class at University of Sam Ratulangi,” Proc. ICTS, 査読有, Surabaya(Indonesia), (2016.10.12) DOI: 10.1109/ICTS.2016.7910306

L. A. Latumakulita, F. Purnama, T. Usagawa, S. D. Paturusi, D. A Prima, “Indonesia Scholarship Selection Framework Using Fuzzy Inferences System Approach.Case Study,” Proc. ICTS, 査読有, Surabaya(Indonesia), (2016.10.12)

DOI: 10.1109/ICTS.2016.7910282

M. M. The, T. Win, M. Z. Oo, T. Usagawa,

“Students’ E-readiness for E-learning at Two Major Technological Universities in Myanmar,” Proc. ICSE, Yangon(Myanmar), (2016.12.10)

F. Purnama, M. B. Andra, Hendarmawan, T. Usagawa, M. Iida, “Hand Carry Data Collecting Through Questionnaire and Quiz Alike Using Mini-computer Raspberry Pi,” Proc. IMLF, 査読有, 18-32, Hong Kong (China), (2017.6.8)

O. Sukhbaatar, Z. Badarch, L. Choimaa, T. Usagawa, “Students’ perception of MOOCs in National University of Mongolia: a survey study,” Proc. IMLF, 査読有, 148-154, Hong Kong(China), (2017.6.8)

② M. M. The, T. Usagawa, “Evaluation on e-Learning Readiness of Yangon and Mandalay Technological Universities, Myanmar,” Proc. IEEE TENCON, 査読有, 1-5, Penang (Malaysia) (2017.11.5)

DOI: 10.1109/TENCON.2017.8228202

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

<http://hicc.cs.kumamoto-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1)研究代表者

宇佐川 毅 (USAGAWA, Tsuyoshi)

熊本大学・大学院自然科学研究科・教授
研究者番号: 30160229

(2)研究分担者

荻木 禎史 (CHISAKI, Yoshifumi)

熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号: 50284740

(平成27年度まで)

緒方 公一 (OGATA, Kohichi)

熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号: 10264277

(平成28年度から)

中野 裕司 (NAKANO, Hiroshi)

熊本大学・総合情報統括センター・教授
研究者番号: 40198164

(3)連携研究者

(4)研究協力者