

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01094

研究課題名(和文) 新しいオンデマンド教育実践のためのフィードバックに焦点をおいた学習データ解析

研究課題名(英文) A Study on Learning Analytics focusing on Feedback for New On-Demand Educational Practice

研究代表者

児玉 靖司 (KODAMA, Yasushi)

法政大学・経営学部・教授

研究者番号：30266910

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：最近のオンデマンド教育への関心が高まる中で、単に講義を配信するだけでなく、教員から学習者へのフィードバックや学習者の評価に必要な学習データ解析に関する研究への関心が高まっている。我々は、独自に用意したオンライン講座の学習データに対して統計解析手法を用いた学習データ解析に関する研究から開始し、大規模学習データに対して機械学習および深層学習の技術を用いた大規模学習データ解析を行い、高い精度での成績予測を行った。さらに、同分野での海外の研究者との頻繁な議論から、常に、最先端の技術を取り入れながら研究を行った。今後も継続して新しい技術を取り入れながら研究を継続していく。

研究成果の概要(英文)：With the growing interest in recent on-demand education, research topics about not only delivering the lectures but also learning analytics for the lectures have been increased for feedback from teachers to learners. We started to research for learning analytics for our own online courses using statistical analysis method and performed large scale learning analytics using machine learning and deep learning on large scale learning data. We have been able to predict students' performance with high accuracy. Furthermore, we frequently discussed with overseas researchers in this field. We always do research incorporating with the newest technology. We will continue to do these researches.

研究分野：教育工学

キーワード：MOOCs 学習データ解析 フィードバック 機械学習

## 1. 研究開始当初の背景

最近の携帯端末（スマートフォン、タブレット端末）の発達に伴い、教育に関する様々な場面で携帯端末が用いられるようになってきた。さらに、特に米国を中心にオープンエデュケーションに関連し様々なオンラインコンテンツ（特にオンライン講座）の研究が進んでいる。2012年頃より、米国を中心に世界中で MOOCs (Massive Open Online Courses、大規模公開オンライン講座) という、インターネット上に大規模オンライン講座が展開されるようになり、ただ単に講義を配信するだけでなく、教員から学習者へのフィードバックや学習者の評価までを含めた公開講座が設置されるようになってきた。最近では学習者の学習履歴を解析する「学習データ解析」に関する研究が進んでいる。主に携帯端末を学習者が利用することにより、リアルタイムに効率よく学習者の活動記録（学習記録を含む）を収集することができ、それらを適切に分析し、学習者にフィードバックすることで高い学習効果を期待することができる。

## 2. 研究の目的

我々は、これまでに「基盤研究 (C) 携帯端末から利用する教材情報システムに関する研究：課題番号 (24501216)」の研究成果を発表する目的で2013年3月と2014年3月の2回において国際シンポジウム「映像配信を利用した教育情報システムの最新事情」を法政大学で主催し海外から研究者を招聘し常に同分野での先端的な調査、研究を行ってきた。本研究課題は、上記研究課題の継続研究として位置づけている。本シンポジウムでは第1回に、米国カリフォルニア大学バークレー校にある ETS (Educational Technology Service) という教育工学に関連した組織の現状、学習サポート体制を報告すると共に、オンデマンド教材の収録と学習データ解析に絞った調査結果を発表した。第2回には、米国 Carnegie Mellon University よりオープンエデュケーションの専門家を招聘し世界のオープンエデュケーションの現状を報告すると共に、米国カリフォルニア大学バークレー校からは MOOClab の上級スタッフを招聘し当校における MOOCs およびオンライン授業の現状を報告した。我々は米国を中心とした MOOCs の現状を報告し、Google 社が提供する Course Builder と学習管理システム Classroom を用いたオンライン講座を試作し評価した報告を行った。我々は常に世界の先端的な研究者と交流を図っている。

上記課題研究では、主に携帯端末を使った教材情報システムを扱うソフトウェアに関する調査、研究が主な目的であった。しかし最近ではオープンソース教材情報システムや MOOCs を展開するためのソフト

ウェア Open edX や Course Builder がオープンソースとして容易に手に入るため教材情報システムを扱うソフトウェアに関する研究より、オンライン講座を展開するためのコンテンツそのものや授業方法、学習データ解析に関する研究に関心が移ってきている。我々は、上記シンポジウムで報告したように学習者へのフィードバックに関する研究と学習データ解析の研究が急務であると考え、Google 社が提供するオープンソースソフトウェアを用いてオンライン公開講座を試験的に設置し、実験を開始した。研究代表者は、2012年4月から2年間カリフォルニア大学バークレー校に客員研究員として滞在し、新しい教材情報システム等に関する研究だけでなく、新しいオンライン講座を取り入れたブレンド型学習（反転授業を含む）に関する調査、研究を行ってきた。さらに、Google 社研究所のディレクターである Dr. Peter Norvig らの研究チームと連携しオンライン授業に関するソフトウェアの研究開発と共に、オンライン講座を設置し「学習データ解析」に関する研究を開始した。本研究課題により世界中の同分野の研究者と議論をしながら研究を進めた。

## 3. 研究の方法

本研究課題は、1. オンライン講座を配信するサイト構築し、実験として配信する。その際に、学習者へのフィードバック方法を考察する。2. Web より学習者と教員からアンケートを実施し、システムに対する要求定義を行う。3. 実験サイトにより学習データを収集し大規模データ解析を行い考察する。4. 機械学習および深層学習の新しい技術を用いた学習データ解析法を検討し、考察を行う。5. PBL や新しいブレンド型学習に応用し学習データ解析を行う。以上の順に、研究を進めた。

平成 27 年度：オンライン講座を配信するために Google 社の Course Builder を中心として使い、オンライン講座を配信し学習者の活動を記録できるようにした。平成 26 年度までに旧バージョン Course Builder を用いオンライン講座サイトを構築したが、新しいバージョンの Course Builder では Dashboard 機能が充実しており学習データを幅広く取得することができるので新しい解析方法を考案し実施することを目指した。(1) まず、新しいブレンド型学習に関する文献と学習データ解析に関する文献を調査し、特に、2014年3月に第1回が開催された Learning@Scale で掲載された論文と第2回(2015年3月)の論文を中心に文献調査をした。(2) 文献調査により Course Builder を用いて我々が提案する手法による解析ができるように設計した。(3) 設計に基づいて構築した。(4) 構築後オンライン講座を展開し Course

BuilderのDashboard機能を用いて学習データ解析を行った。(5)学習データ解析結果の可視化等を検討した。(6)新たな学習データに対して、加藤(日本工業大学)らと連携し、統計解析手法を用いて学習データ解析をした。

平成28年度:(1)オンライン講座を実施し学習効果を評価した。(2)学習者および教員からアンケートを実施し要求定義をした。(3)Google社のClassroomと連携した。(4)連携したオンライン講座を構築した。(5)オンライン講座の開設と配信した。(6)学習データ解析結果の可視化を行った。(7)機械学習および深層学習の技術を用いて学習データ解析を開始し、論文を執筆した。

平成29年度:PBLやフィールドワーク型の実習授業においてもオンライン講座を展開し同様に学習効果を評価した。(1)前年度までに構築したオンライン講座をPBLやフィールドワーク型の実習授業においても展開した。(2)学習者および教員にアンケートを実施し、要求定義をした。(3)オンライン講座における手法を改良した。(4)機械学習および深層学習の技術を用いて、さらなる学習データに適用し解析を行った。論文を執筆した。(5)論文を執筆する過程で学習効果を評価した。

#### 4. 研究成果

研究代表者が、(1)JMOOCの国際連携ワーキンググループの主査に就任し、(2)学習分析学会理事に就任したため、日本国内のみならず、海外、特にアジア圏各国のステークホルダと研究に関して連携した。(1)の主査の役割としてユネスコ主催のRegional Expert Meeting on Massive Open Online Courses: MOOCs For Higher Education in Asia and the Pacific(中国成都)に招待され、招待講演を行った後、毎年同様のカンファレンスに招待されるようになり、飛躍的に最先端の同研究分野の情報収集と各国との連携が実現できた。

平成27年度は、上記カンファレンスに招待され、“JMOOC: MOOC from Japan, Our Challenges and Perspective”を発表した。日本のMOOCに関する取り組みをアジア圏各国のステークホルダーに紹介し、研究に関して連携を開始することができた。アジア圏各国が既にオンライン学習に関して非常に進んでいることを確認することができた。一方、技術的には学習データ解析分野では発展途上であることも確認することができた。

日本のMOOCsをオーガナイズする組織であるJMOOCの国際連携ワーキンググループの主査に研究代表者が就任し、日本のMOOCs関係者と議論をすることができた。JMOOCでは、100以上のコースを既

に展開し、大学など組織において主に広告宣伝としてMOOCsを活用している現状を把握することができた。以上の活動を通して本研究課題と直接関係することは、今後の学習データ解析分野での研究と世界の組織との連携について調査することであった。Googleと連携した研究プロジェクトでは、平成27年度は数コースを実際に構築することができた。URLは、<http://ree.site44.com>であった。Googleと連携する研究プロジェクトでも学習データ解析の分野の調査をした。その他、加藤らと共著で学習データ解析分野での論文を執筆した。

平成28年度は、新しく学習データを得ることができたので統計解析で用いられているクラスタリング手法(K平均法等)を用いて学習者を分類し、学習者の評価を予測する論文を執筆した。最初に、加藤、神林らと共著で「Data Mining of Students' Behaviours in Programming Exercises」を執筆し2016年6月国際会議で発表した。2016年4月より研究代表者が学習分析学会理事に就任したことにより、学習データ解析に関する研究の最新情報を得ることができ、新しい学習データに関する考察を行った。TensorflowやChainer等プログラミング言語Pythonを使って簡単に機械学習の計算を実行できるようになってきたため、大規模学習データから特徴を抽出し分類する機械学習の処理を用いて、学習者の行動を分析し学習者を分類する方法を考察し実験を行った。新たに、「自己調整学習」分野での研究にも着手した。最近のIOT(Internet of Things)に代表される技術の発達により、学習者の行動を様々なデバイスを使って取得できるようになってきたため、学習者の行動を詳細に分析し自己調整学習に役立たせることが目的であった。2016年8月の国際会議で論文を発表した。2016年3月にLAK17(国際会議)に参加し、本分野でのステークホルダと議論したり、最新研究に関する情報を得ることができた。

平成29年度は、主に成果報告を中心に実施した。深層学習および機械学習を用いた大規模学習データに対する学習データ解析手法を中心に研究を行い、論文執筆や、研究代表者が学習分析学会理事としてセミナー等を主催し、我々の研究活動の報告を行った。最初に、2017年6月にポルトガルで開催された国際会議にて、これまで統計解析を用いた学習分析手法を深層学習を用いた手法に拡張した研究に関する発表を行った。2017年8月には、学習分析学会が主催して、LASI-Asiaを上智大学において開催し我々の研究発表を行った。さらに、2017年12月には米国ラスベガスの国際会議にて論文を発表し、2018年3月には、学習データ解析分野ではトップカンファレ

ンスである LAK18 (Learning Analytics and Knowledge Conference 2018) にて我々の研究の発表を行った。いずれも、大規模学習データに対する学習データ解析方法を確立するために、機械学習および深層学習を用いた研究の報告であった。その他、2017年5月には、昨年度国際会議 KES-SEEL-16 にて発表した際に、主催した Bradley 大学 (米国) の Vladimir L. Uskov 教授らと共同研究としてミーティングを行い、論文誌 Smart Universities, Concepts, Systems, and Technologies にて論文を発表した。本論文は、これまでの研究をまとめた論文であり、Smart University に関する我々の考察である。本課題について最終的には、機械学習および深層学習の技術の発達が急速に進む中で、複数の論文を発表することができたが、学習者へのフィードバックに関する考察はまだ不十分であり今後の課題である。2018年度からの別課題にて継続して研究を続けていく。

#### 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10件)

- ① “Estimating Grades from Students’ Behaviors in Programming Exercises using Machine Learning”, Toshiyasu Kato, Yasushi Kambayashi, Yuki Terawaki, Yasushi Kodama, Proc. of Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK 18), Society for Learning Analytics Research (SoLAR), 2018. (査読あり) .
- ② “Estimating Grades from Students’ Behaviors in Programming Exercises using Deep Learning”, Toshiyasu Kato, Yasushi Kambayashi, Yuki Terawaki, Yasushi Kodama, Proc. of 4<sup>th</sup> Annual Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI 2017), American Council on Science and Education, IEEE, 2017. (査読あり) .
- ③ “Using Deep Learning to Predict Students’ Programming Performance from Behavioral Features”, Teruhiko Unoki, Toshiyasu Kato, Yasushi Kodama, Proc. of LASI-Asia 2017, Society for Learning Analytics Research (SoLAR), 2017. (査読あり) .
- ④ “International Internship: Business Education for Leadership and Trust”, Haruo H. Horaguchi, Seiki Yukimoto, Yasushi Kodama, Proc. of the 2017 Academy of Management Meeting, Academy of Management (AOM), 2017. (査読あり) .
- ⑤ “Analysis of Students’ Behaviors in Programming Exercises using Deep Learning”, Toshiyasu Kato, Yasushi Kambayashi, Yuki Terawaki, Yasushi Kodama, Proc. of 4<sup>th</sup> International KES Conference on Smart Education and e-Learning (KES-SEEL-17), In ‘Smart Education and e-Learning 2017’, Smart Innovation System and Technologies 75, No. 75, Springer, 2017, pp. 38-47. (査読あり) .
- ⑥ “Using a Programming Exercise Support System as a Smart Educational Technology”, Toshiyuki Kato, Yasushi Kambayashi, Yasushi Kodama, In ‘Smart Universities: Concepts, System and Technologies, Smart Innovation, Systems and Technologies 70, No. 70, Springer, 2017, pp.295-324. (査読あり) .
- ⑦ “An Experimental Analysis of Collective Knowledge Management: Examining the Relationship between Leadership and Trust”, Haruo H. Horaguchi, Yasushi Kodama, Seiki Yukimoto, Proc. of 5<sup>th</sup> International Conference on Management, Leadership and Governance, 2016. (査読あり) .
- ⑧ “A Report on the Practice Toward the Self-Regulatory Learning using Google forms”, Toshiyasu Kato, Yasushi Kambayashi, Yasushi Kodama, Proc. of 5<sup>th</sup> International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI 2016), 2016. (査読あり) .
- ⑨ “Data Mining of Students’ Behaviors in Programming Exercises”, Toshiyasu Kato, Yasushi Kambayashi, Yasushi Kodama, Proc. of 3<sup>rd</sup> International KES Conference on Smart Education and e-Learning (KES-SEEL-16), In ‘Smart Education and e-Learning 2016’, Smart Innovation System and Technologies 59, No. 59, Springer, 2016. pp.121-134. (査読あり) .
- ⑩ “International Internship for Business Education: An Experiment to Observe Creation of Trust”, Haruo H. Horaguchi, Yasushi Kodama, Seiki Yukimoto, Proc. of AIB Annual Meeting 2015, 2015. (査読あり) .

[学会発表] (計13件)

- ① “プログラミングとは何か”, 寺脇由紀, 2018/4/19, 平成30年度検定事業説明会, 日本商工会議所, コンベンションホール AP 浜松町 (東京都港区), (招待講演) ,

- 2018.
- ② “プログラミング教育の概要と IT 指導に期待される役割”, 児玉靖司, IT 指導者セミナー, 2017/12/8, 日本商工会議所, コンベンションホール AP 浜松町 (東京都港区), (招待講演), 2017.
  - ③ “MOOCs と学習分析 (Learning Analytics) – シリコンバレーを中心として –”, 児玉靖司, 第一回学習分析学会ミートアップ, 2017/11/11, 学習分析学会, 法政大学 (東京都千代田区), 2017.
  - ④ “プログラミング行動の履歴に対する Deep Learning 分析”, 加藤利康, 久保田純, 卯木輝彦, 梅澤健二, 児玉靖司, 2017 年度第 1 回学習分析学会研究会, 学習分析学会, 2017/5/31, 国立情報学研究所 (東京都千代田区), 2017.
  - ⑤ “ディープラーニングを用いた LA ワークショップ開催報告”, 児玉靖司, 加藤利康, 久保田純, ジェイソン・ゲディーズ, 2017 年度第 1 回学習分析学会 (JASLA) 研究会, 学習分析学会, 2017/5/31, 国立情報学研究所 (東京都千代田区), 2017.
  - ⑥ “MOOC の海外事情と JMOOC の内外での展開”, 児玉靖司, JMOOC 講演会, 2017/3/9, JMOOC, 明治大学 (東京都千代田区), 2017.
  - ⑦ “Rapporteur for Platform/Portal Level session”, Yasushi Kodama, The 1<sup>st</sup> Asia-Pacific MOOCs Stakeholders Summit, 2017/3/2, Bangkok, Thailand, 2017.
  - ⑧ “ディープラーニングによる学習分析について”, 児玉靖司, ディープラーニングによる LA ワークショップ, 2017/2/25, 山喜旅館 (静岡県伊東市), 2017.
  - ⑨ “A Report on the Practice for Self-Regulatory Learning using Google Forms: Report and Perspective”, Yasushi Kodama, Workshop on Collective Knowledge Management and the Growth Strategy on the Firms, 2017/2/3, 法政大学 (東京都千代田区), 2017.
  - ⑩ “Data Mining of Students’ Behaviors in Programming Exercises”, Yasushi Kodama, Workshop on Global Collective Knowledge Management: A Study on Growth Strategy of Japanese Firms, 2017/1/24, 法政大学 (東京都千代田区), 2017.
  - ⑪ “TA のためのプログラミング演習時系列データの分析”, 加藤利康, 神林靖, 児玉靖司, 第 19 回 (2016 年度) 学術講演会, eラーニング学会, 2016/11/18, 産業技術大学院大学 (東京都品川区), 2016.
  - ⑫ “自己調整学習を促す Google フォームの活用報告”, 加藤利康, 神林靖, 児玉靖司, 学習分析学会第 1 回研究会, 2016/3/5, 上智大学 (東京都千代田区),

2016.

- ⑬ “JMOOC: MOOC from Japan, Our Challenges and Perspectives”, Yasushi Kodama, Regional Expert Meeting on Massive Open Online Courses: For Higher Education in Asia and the Pacific, UNESCO (招待講演), 2015/7/31, Chengdu, China, 2015.

[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]

ホームページ等

<http://ree.site44.com>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

児玉 靖司 (KODAMA, Yasushi)

法政大学・経営学部・教授

研究者番号: 3 0 2 6 6 9 1 0

(2) 研究分担者

寺脇 由紀 (TERAWAKI, Yuki)

法政大学・経営学部・講師

研究者番号: 3 0 5 5 9 3 6 5