

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：37109

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18677

研究課題名（和文）学習活動の数理モデル化とそれに基づく修学指導システムの構築

研究課題名（英文）Mathematical Modeling of Learning Activities, and Construction of Storing System for Log Information in the Student Support System based on it

研究代表者

井上 仁（Inoue, Hitoshi）

中村学園大学・流通科学部・教授

研究者番号：70232551

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、学習管理システム(LMS)に記録される情報から、学生や授業ごとの局所的な地図を作成し、その地図を元に学習と教育の全体像(モデル)を構築し、学生指導や教育の評価と改善に資するためのシステムを構築することを目的としていた。これまで、特にLINEを利用した学習システムを構築し、それを通して学習データの収集と分析、そして修学指導を行った。また特にコロナ禍において、オンライン授業での学習状況をリアルタイムで把握するツールの構築と授業を分析するツールを構築した。最終年度は、これまでの機能の拡張として、他の認証システムとの連携や、機能の高度化を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

数学的モデルは、物理学、生物学、化学、情報工学、制御工学、経済学等の多くの分野で導入されており、当該分野で統一的な理論的枠組みを提供するだけでなく、既知の数学的な定理や性質を適用して議論することができる利点がある。本研究では、これまで学習コミュニティのネットワーク構造をグラフ理論を利用して分析する研究を行なっているが、教育工学や学習科学の分野に数学的概念を導入し、授業改善の実践をモデル化し分析することはまだ一般的ではない。

本研究における数学的モデルの導入の試みにより、教育工学は、再現性と応用可能性のある科学として確立しうると確信している。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to create a local map of each student and class from information recorded in the Learning Management System and to construct an overall picture (model) of learning and education based on this map, in order to construct a system to contribute to the evaluation and improvement of student guidance and education. The purpose of the project was to build a system to contribute to the evaluation and improvement of student guidance and education. So far, we have built a learning system using LINE, in particular, through which we have collected and analyzed learning data and provided student guidance. In particular, we have built a tool to grasp the learning status of online classes in real-time and a tool to analyze classes in the Corona Disaster. So far, we examined the linkage with other authentication systems and the upgrading of functions as an extension of the existing functions.

研究分野：教育工学

キーワード：学習管理システム モデル構築 学習履歴

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

教育方法の改善が重要であることから、教育工学の分野ではこれまでさまざまな観点に基いた実践が多く行われ多大な成果が挙げられている。しかしながら、教育領域・教育対象が異なるために、ある教育実践における改善手法が他の教育実践に単純に適応できなかつたり、同一領域・対象であっても評価の基準が異なるために単純に比較できないという問題がある。しかしながら授業改善の実践研究はこれまで多くの成果を挙げているが、その一方で統一的な評価の枠組みがないために、ある授業での教育改善の実践が他の授業にそのまま適用できない、あるいは適用できてもその効果が測定できないという問題があった。これは、教育工学における従来の研究を振り返ってみてもわかるように、ある研究における実践手法や評価方法が他の事例と比較検討されていないことから明らかである。

そこで、教育改善の実践において、これまで個別で一過性的になりがちであった実践研究における評価に対して数学的なモデルを構築することにより、異なる教育実践とその評価において統一的な枠組みを提供するという構想に至った。これにより、従来対比が困難であった教育実践間で、授業担当者、所属機関、対象分野、授業形態に依存せずに、学生の学習状況、授業、教材を比較分析し評価することが可能となる。その結果、教育改善方法の知見の比較と共有が可能になる。また教育工学に数学的モデルを導入する画期的な一例となると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1)学習管理システム(LMS, Learning Management System)に記録される学生の学習状況、小テストや課題の評点、最終成績、ネットワークにおける行動、出席状況等の情報から、学生や授業ごとの局所的な「地図」を作成し、(2)その「地図」を元に学習と教育の全体像(モデル)を構築し、(3)学生指導や教育の評価と改善に資するためのシステムを構築することである。授業改善の実践研究はこれまで多くの成果を挙げているが、その一方で統一的な評価の枠組みができていないために、ある授業での教育改善の実践例が他の授業にそのまま適用できない、あるいは適用できてもその効果が測定できないという問題があった。これは、教育工学における従来の研究を振り返ってみてもわかるように、ある研究における実践や評価方法が他の事例と比較検討されていないことが多いことから明らかであろう。本研究では、教育改善の実践において、これまで個別で一過性的になりがちであった実践研究における評価に対して数学的なモデルを構築することにより、異なる教育実践とその評価において統一的な枠組みを提供する。これにより、従来対比が困難であった教育実践間で、授業担当者、所属機関、対象分野、授業形態に依存せずに、学生の学習状況、授業、教材を比較分析し評価することが可能となる。その結果、教育改善方法の知見の比較と共有が可能になる。具体的には、さまざまな学習状況や教育実践に位相空間や多様体といった数学的概念を導入することにより、教育工学・学習科学における統一的な議論の場の基礎的概念を構築する。

3. 研究の方法

以下の三項目について順次研究を実施する。

- (1) 学習管理システムに記録される学生の学習状況、小テストや課題の評点、最終成績、ネットワークにおける行動、出席状況等の情報から、学生や授業ごとの局所的な「地図」の作成
- (2) 「地図」を元に学習と教育の全体像(モデル)の構築
- (3) 学生指導や教育の評価と改善に資するためのシステムの構築

なお、従来研究では、学習管理システムの記録される学習状況やと最終成績といった情報を元に学習者の活動を分析することが多かったが、本研究では学習者のネットワークの利用状況(接続場所、接続時間、アクセス先)や出席状況の情報も収集する。これは、多くの情報を利用することによって、より正確な学習モデルを構築することがなるからである。

4. 研究成果

- (1) 『学習管理システムに記録される学生の学習状況、小テストや課題の評点、最終成績、ネットワークにおける行動、出席状況等の情報から、学生や授業ごとの局所的な「地図」の作成に取り組むために、以下を実施した。
 - 学内無線 LAN の整備。研究計画調書に計上していたように、無線 LAN アクセスポイントを教室だけでなく、アクティブ・ラーニングの場として整備しているピロティ、セミナー室等にも整備し、学生の学習のための接続環境と、その利用状況を把握できる基盤を整備した。
 - 学習管理システム上での自習用演習問題や課題の提示。学内に構築している学習管理システム(LMS)上に、研究代表者の井上が担当する授業 5 科目と研究分担者の伊達が担当する 1 科目で、授業資料と演習問題を提示した。また SNS (LINE)上で演習問題を解く

システムを開発し、受講者に利用してもらった。



- スマートフォンによる出席情報の把握。出席管理用のビーコンを導入し、研究代表者の井上と研究分担者の伊達と後藤が担当するすべての授業において、受講者所有のスマートフォンで出席をとるようにした。

- (2) 学習活動の一つである e ポートフォリオと、すでに開発している SNS(LINE)を利用した学習システムを連携させることにより、学習者のモデル構築を精細化することを目的として、両者の連携機能について検討した。具体的には、まず既存の学習システムとの連携が必須となることから、WebAPI を利用して他システムと連携可能なことやカスタマイズが必要となった際に対応できることという判断の元に e ポートフォリオシステムとして Mahara を選定した。次に、入力フロントエンドとなる LINE の機能と Mahara との連携機能を検討した。実際の連携は以下の方法をとる。LINE への入力や指導者との対話は、応答メッセージやプッシュメッセージを送出するサーバ内に逐次保持されていく。LINE は入力フロントエンドであり、対話を学習の記録として Mahara に蓄積するために、Mahara の WebAPI を利用する。WebAPI は、モバイルアプリの Mahara Mobile や LTI (Learning Tools Interoperability) によるツール呼び出しでも利用されている。Mahara への対話記録登録に必要な情報は、学生または指導者の Mahara におけるユーザ情報と入力されたテキスト情報である。Mahara では、WebAPI を利用する際にユーザ毎に発行されるトークンを用いることができ、LINE から WebAPI を利用 する際、テキスト情報と共にトークンを送信することによって Mahara でのユーザ識別が可能である。Mahara では、ユーザ毎に作成できる日誌ツールに登録される。そのため LINE からテキスト情報を送信する際にタグ情報を付与することで、学習記録をタグ付けして管理することも可能となった。



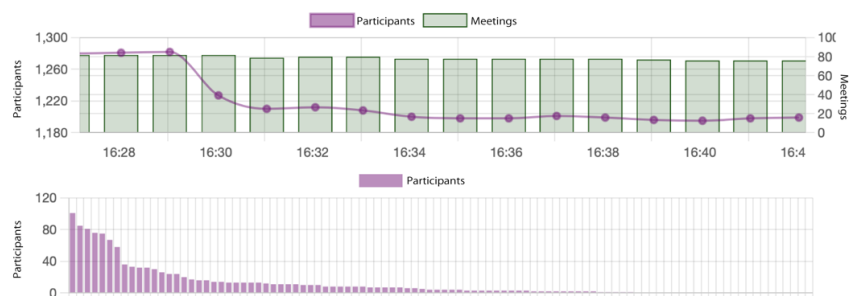
- (3) 新型コロナウイルスの影響を受け、対面型からオンライン型の授業への移行に伴い、学習者の活動は従来の対面型と異なるようになってきた。対面型であれば、学習者のほとんどが同じ環境で受講できるのに対して、オンライン型においては、PC やネットワークの状況や家庭環境に大きく依存する。また、受講環境の問題が、個人環境、プロバイダー、教員、システムのどこに原因があるのかを把握するのが困難である。そこで、学習環境の最低層である受講環境の問題を学習者が容易に把握するためのシステムの設計とプロトタイプを実装した。また、上記システムと並行して、オンライン授業システムのデータを随時収集し、個々の授業だけでなく学内全体での授業状況を可視化するシステムのプロトタイプを実装した。

Zoom Situation Dashboard

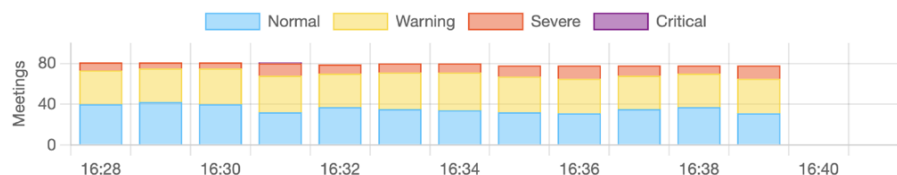
All the meetings

Situation (every 1 minute)

- Participants: 1199
- Meetings: 76



Quality Level (every 5 minute)



すでに開発している SNS(LINE)を利用した学習システムでは、学習記録を元に学習コンテンツを変化させること、システムから利用者に対してメッセージを送出する機能の改修を実施した。

- (4) これまでの機能の拡張として、他の認証システムとの連携や、機能の高度化を検討した。また、これまでの学習コンテンツが日本人向けであったこと、正統的な学習形式であるために学習が継続されないという問題があったことから、英単語学習ゲームの実装を計画した。英単語学習ゲームは、19世紀に生まれたとされる Hangman や、最近では6文字英単語を当てる Wordle 等がある。Hangman にはある程度の学習効果があることが先行研究により示されているものの、Wordle は単語習得レベルに無関係に出題され、英単語を覚えるという目的よりも、いかに少ない回答数で正解するかが競われているように思われる。そこで、Hangman や Wordle に類似した出題形式を採用することを検討した。ただし、回答者のレベルに応じた英単語を出題することはこれまでのシステムを踏襲し、また英単語の文字数は固定しないこととした。新たなシステムの実装には、LINE の



フロントエンドとして動く Web アプリケーションとの連携のための LIFF (LINE Front-end Framework)を利用することを想定していた。残念ながら、最終年度中に実装できなかったが、今後の関連研究に継続したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 INOUE Hitoshi	4. 巻
2. 論文標題 Dashboard for Online Class Situation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of Innovate Learning Summit 2021, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)	6. 最初と最後の頁 523-531
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 井上仁
2. 発表標題 オンライン授業実施状況ダッシュボードの試作
3. 学会等名 教育システム情報学会第46回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上仁
2. 発表標題 オンライン授業実施状況ダッシュボード
3. 学会等名 情報処理学会情報教育シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天野由貴, 隅谷孝洋, 稲垣知宏, 長登康
2. 発表標題 アカデミックプレゼンテーションに関する学習効果のチェックリストによる評価と対面授業有無の比較
3. 学会等名 情報処理学会コンピュータと教育研究会第162回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 隅谷孝洋
2. 発表標題 提出日時分析
3. 学会等名 情報処理学会教育学習支援情報システム研究会第35回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上 仁
2. 発表標題 Zoomを利用したオンライン授業におけるネットワークトラフィック調査
3. 学会等名 第2回 4月からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 仁
2. 発表標題 全学オンライン授業の実施状況と支援体制
3. 学会等名 令和2年度(2020)情報学科・専攻協議会研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 仁、宮崎 誠、北川 周子
2. 発表標題 eポートフォリオ利用促進のためのSNS連携
3. 学会等名 第44回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎 誠、井上 仁、北川 周子
2. 発表標題 Mahara利用促進のためのLINEとの連携
3. 学会等名 Maharaオープンフォーラム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi INOUE, Yoshiaki NAKANO, Hiroshi GOTO, Takuji DATE, Yuki TOYONO, and Noriko KITAGAWA
2. 発表標題 A Construction of Learning System based on SNS
3. 学会等名 The 2020 Hawaii International Conference on Education
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 仁, 豊野 勇紀
2. 発表標題 LINE®を利用した英単語学習システムの実装
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度第1回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 仁, 豊野 勇紀
2. 発表標題 LINE®を利用した学習システムでの多様なクイズ問題提供環境の試作
3. 学会等名 教育システム情報学会第43回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 仁, 伊達 卓二, 後藤 浩士
2. 発表標題 医学英語演習システムの利用状況
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 仁
2. 発表標題 LINE@を利用した学習システムでの履歴情報蓄積と分析
3. 学会等名 学習分析学会2018年度第2回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 仁, 後藤 浩士, 望月 秀樹, 園木 英夫
2. 発表標題 LINE@を利用した大学情報提供のためのハイブリッド応答システムの構築
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2018年度年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tagawa, Meng Jin, Hitoshi Inoue
2. 発表標題 A Smart Speaker Application to Assist Japanese Onomatopoeia Learning: A Prototype
3. 学会等名 Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上 仁, 後藤 浩士, 伊達 卓二, 隅谷 孝洋, 多川 孝央, 豊野 勇紀
2. 発表標題 学習活動の数理モデル化とそれに基づく修学支援システムでの履歴情報蓄積機能の構築に向けて
3. 学会等名 情報処理学会教育学習支援情報システム研究会第27回研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	後藤 浩士 (Goto Hiroshi) (20808852)	九州共立大学・経済学部・准教授 (37101)	
研究分担者	伊達 卓二 (Date Takuji) (90309659)	保健医療経営大学・保健医療経営学部・教授(移行) (37127)	
研究分担者	隅谷 孝洋 (Sumiya Takahiro) (90231381)	広島大学・情報メディア教育研究センター・教授 (15401)	
研究分担者	多川 孝央 (Tagawa Takahiro) (70304764)	九州大学・情報基盤研究開発センター・学術研究員 (17102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------