

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25282058

研究課題名(和文)「多重ネットワーク場」における学習の相互作用力学を分析するための理論的基盤の構築

研究課題名(英文) Theoretical Research on Dynamics of Learning Interaction in Multiple Networks Field

研究代表者

安武 公一 (Yasutake, Koichi)

広島大学・社会(科)学研究科・准教授

研究者番号：80263664

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では近年教育学/学習科学の分野で注目され始めたLearning Analytics (LA) に対して、従来の方法論とはまったく異なる理論的アプローチを試みた研究を行なった。その結果われわれは次の成果を得た。(1) 数々のフォーラム、セミナー、研究企画セッションを立案・運営し、LAに対する新しい方法論を提唱した。(2) 協調学習行動を分析する理論モデルと研究アプローチを提唱した。(3) 従来の分析手法となまったく異なる解析方法を採用することによって、学習者行動の集計的な特性を見出すことに成功した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we proposed the brand-new Learning Analytics approaches, which are very different from traditional ones in the areas of Learning Sciences and/or Educational Engineering. What is important and new methodologically is that our research is mathematical and computational one. Our achievements are as follows; (1) We planned and managed a lot of research seminars, forums, discussion sessions in conferences in terms of Learning Analytics (FIT2013, JSET2013, JSiSE2014, JSiSE2014, and so on). (2) We investigated relationships between "Learners Collaborative Structures" and the effects using theoretical network simulation models. (3) We expanded our research to analyze learners activities in "micro-scopic" levels. In this research, we found that the aggregated probability distribution of learners physical rhythm (acceleration) characterize "Power Distribution" if the learning community grow positively.

研究分野：社会経済物理学

キーワード：学習科学 ラーニング・アナリティクス 社会物理学 学習分析 教育学 理論モデル

1. 研究開始当初の背景

本研究開始当初(2013年度), Learning Analytics (LA)と呼ばれる新しい研究テーマに欧米の学習科学・教育工学研究者たちの注目が集まってきていた。ここでLAとは, 膨大に蓄積されるようになった多種多様なソーシャル・データをうまく解析することで,(できればリアル・タイムに)学習共同体や授業設計のデザイン, 学習行動の予測, 学習者支援, そして学習効果の改善などに役立てようという, 新しい学習科学・教育工学方法論を包括する諸概念の総称である。LAに対する関心は現在(2017年度)も国際的に見て非常に高い。しかしながら, 研究開始当初, 教育工学・学習科学の分野では, せいぜい教室単位の小規模なデータ群を(しかも事後的に)対象としており, こうしたこれまでのやり方を適用しただけでは, 次のような非線形現象を「解釈」することはできても「解明」することは不可能であった。

問題 協調学習空間をはじめとして学習共同体の空間に形成される社会的ネットワークは, 比較的密なグループ(「モジュール」または「コミュニティ」)が複数集まって結合した, 非均一的な重層構造をもつ多重ネットワーク場(多重場)であることが次第に分かってきていた。この多重ネットワーク場での学習には, ネットワークの重層構造を通じた相互作用のループ機構が鍵を握っていると予想される。しかしこの問題についてはまだほとんど何も分かっていなかった。

2. 研究の目的

学習共同体の構造上の特性と学習効果の関係が未解明なのは, これまでの方法論が使用してきた「学習の収束性」「多様性の相互作用」といった概念が結局のところ事後的な「解釈」を補完する「メタファー」止まりだったからである。申請者らはこれまでに, 学習科学・教育工学の領域ではおそらく最初に, 学習空間を複雑相互作用系としてとらえた理論

研究を行ってきた。そこで蓄積してきた知見を活かして, 上に述べた未解明の問題にこれまでとは異なる数理的なアプローチによってチャレンジし, ひいてはLAの研究に大きく貢献しようとしたのが本研究である。

3. 研究の方法

研究開始当初われわれが考えていたのは次のようなアプローチである。(1) 大学間連携プロジェクトの実データを使って, 学習共同体に形成される多重ネットワーク場の「階層・重層構造」「コミュニケーション・ネットワーク」「ソーシャル・キャピタル」「知識創発・知識創造」などの相互作用関係を解析する。(2) そうした学習共同体の現象を多重ネットワーク場の相互作用力学系モデルによって理論化する。(3) 以上によって多重ネットワーク場に関する理論的基礎とLAに対応した方法論の確立を目指す。(4) LAに関するシンポジウムを開催し, その重要性と意義を広くわが国に紹介する。これらのアイデアに沿いつつ, 関連諸研究の発展も考慮しながらわれわれは本研究を遂行した。

4. 研究成果

(2013年度)研究初年度である2013年度(平成25年度)には次の成果を得た。

- (1) FIT2013(情報科学技術フォーラム)(鳥取大学)においてCLE研究会企画として「学びを際する:MOOCsでCloudなBig DataをLearning Analyticsする!」を提案。本研究代表者が企画・運営を担当した。
- (2) 第29回日本教育工学会(JSET)全国大会(秋田大学)課題セッションにて, Learning Analyticsでの新しい研究の方向性として本研究のアプローチを紹介した。Learning Analyticsに関するJSETでのセッションはこれが初めてであった。
- (3) 第20回大学教育研究フォーラム(京都大学)参加者セッション「Learning Analyticsを教育にどう利用するか」を本研究分担者(山川)が企画した。代表者は指定討論者として登壇し, LA研究の新しい方向性等を含めて議論した。
- (4) そのほか, 微分方程式による学習プロセスのモデル化に関する研究を発表した。(2014年度)研究2年目である2014年度(平

成 26 年度)には次の成果を得た。

- (1) 急速に展開する Complex Networks Sciences の分野で注目されている Multiplex Networks の理論研究を学習分析に応用することを試みた。特にわれわれがフォーカスをあてたのは、ネットワークの構造と協調的行動の広がりに関するシミュレーション分析である。
- (2) 実証データと解析の点については、平成 26 年 9 月和歌山大学で開催された JSiSE (教育システム情報学会)全国大会において企画セッションを担当した。われわれが企画したセッションは広く関心を呼び、次年度(平成 27 年度)の JSiSE 全国大会でも引き続き企画セッションを担当することとなった。

(2015 年度)研究 3 年目となる 2015 年度(平成 27 年度)には次の成果を得た。

- (1) 計画調査「多重ネットワーク」としてとらえていた学習空間の階層構造を Multiplex Networks あるいは Multilayer Networks として再定義し、理論研究の方向を拡張した。
- (2) その結果、2 層構造の Multiplex Networks 上での学習者の協調的行動が広がるのは理論モデルの上では Scale Free Network だけであることを見出した。
- (3) さらにこのモデルを 3 層構造へと拡張した場合でも同様の結果を得た。
- (4) 上記の結果を International Workshop on Complex Networks などの国際会議で発表した。

(2016 年度)研究最終年度である 2016 年度(平成 28 年度)にはわれわれは次の成果を得た。

- (1) 前年度までは特に理論・シミュレーション研究を中心に本研究を遂行してきた。しかし欧米では Wearable Sensor を用いて生理学的データを収集するアプローチが提唱され始めていた。そこで本研究でも Network データだけではなく Wearable センサを使った「マイクロレベル」での学習行動と学習メカニズムの関係に着目したデータ解析研究へと研究を拡張した。
- (2) その結果、学習コミュニティがポジティブに「成長」するときコミュニティ成員の活動の加速度分布は集計的に見てベキ分布的な特性を生成するのではないかという仮説を得るに至った。

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 15 件)

1. Takahiro Tagawa, Yoichi Tanaka, Osamu Yamakawa, Analysis of Learning Activities in Learning Community Using Simple Accelerometer Sensor Data,

Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2017, 査読有, 2017, pp.1834-1838

2. Yasuyuki Nakamura and Takahiro Nakahara, A New Mathematics Input Interface with Flick Operation for Mobile Devices, MSOR Connections, 査読有, 2017, pp.76-82
3. 曾我聡起, 中原敬広, 川名典泉, 中村泰之, ボトムアップから始めるデジタル教科書を用いた授業の実践と提案, 2016, コンピュータ&エデュケーション, 査読有, 2016, pp.14-21
4. 古川雅子, 山地一禎, 安武公一, 中村泰之, 山田恒夫, 梶田将司, 第 6 回 Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK2016)参加報告, 情報処理学会情報教育シンポジウム(SSS2016)論文集, 2016, 査読有, 55-58
5. 多川孝央, 田中洋一, 山川修, 加速度データを用いた学習者間の協調関係の推測について, 教育システム情報学会研究報告, 第 30 巻, 査読無, 2016, pp.43-48
6. Takahiro Tagawa, Osamu Yamakawa, Yoichi Tanaka, Detection of Collaboration Relations in a Group Learning Situation Using Wireless Accelerometer, AACE Society for Information Technology & Teacher Education (SITE) International Conference, 2016, 査読有, pp.1310-1315
7. 多川孝央, 田中洋一, 山川修, 加速度データを用いた学習者間の協調関係の推測について, 教育システム情報学会研究報告, 第 39 巻, 査読無, 2016, pp.43-48
8. Yasuyuki Nakamura, Yusuke Nagashima, and Koichi Yasutake, Evolutionary Games on Multiplex Networks: Effects of Network Structures on Cooperation, Proceedings of 11th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, 2015, 査読有, 444-447
9. 山川修, 組織を越えた Learning Analytics の可能性-その批判的検討-, Computer & Education, vol.38, 査読有, 2015, pp.55-61
10. Takahiro Tagawa, Osamu Yamakawa, Yoichi Tanaka, An Experimental Use of Wearable Sensors for the Analysis of Learning Community, AACE Society for Information Technology & Teacher Education (SITE) International Conference 2015, 査読有, 2015, 1794-1799
11. 安武公一, 山川修, 中村泰之, 隅谷孝洋, 多川孝央, 井上仁, データサイエンスとしての Learning Analytics の方向性とフレームワークについて, 情報処理学会研

- 究報告, 014-CLE-13, 2014, 査読無, pp.1-5
12. Yasuyuki Nakamura, Shinnosuke Nishi, Yuta Muramatsu, Koichi Yasutake, Osamu Yamakawa, and Takahiro Tagawa, The Answering Process for Multi-choice Questions in Collaborative Learning: A Mathematical Learning Model Analysis, Proceedings of 11th International Conference on Cognition Exploratory Learning Digital Age (CELDA2014), 査読有, 2014, pp.231-234
 13. K. Ogawa, Y. Nakamura, K. Yasutake, and O. Yamakawa, Mathematical Model for Collaborative Learning Acquiring Hierarchic Structured Knowledge, Proceedings of the 12th International Conference on Computers in Education, 査読有, 2013, 247-251
 14. Yoishi Tanaka, Toshifumi Sawazaki, Osamu Yamakawa, Designing Courses Based on SECI Model with Mahara as e-Portfolio, Proceedings of ePIC 2013, 査読有, 2013, 132-132
 15. Takahiro Tagawa, Koichi Yasutake, Osamu Yamakawa, Takahiro Sumiya, and Hitoshi Inoue, Network Visualization Connection inside Social Network Service for the Evaluation and Assessment of the Learning Community, Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013, 査読有, 2013, pp.1054-1059

[学会発表](計10件)

1. 安武公一, 中村泰之, 多川孝央, 田坂佳子, 北尾桃子, 学習コミュニティ活動における学習者行動リズムのマクロ的な特性とコミュニティの「成長」について, 第1回計算社会科学ワークショップ, 2017年2月26日, 学習院大学目白キャンパス(東京都豊島区)
2. 安武公一, 中村泰之, 山地一禎, 古川雅子, 梶田将司, 山川修, 多川孝央, 最先端の Learning Analytics を目指して-周回遅れのわが国の LA 研究を打破するために-, 第41回教育システム情報学会全国大会, 2016年8月31日, 帝京大学宇都宮キャンパス(栃木県・宇都宮市)
3. 山川修, 中村泰之, 安武公一, 多川孝央, 教学 IR や Learning Analytics によるマルチレベルな学習分析と教育改善を目指して(コーディネータ), 第40回教育システム情報学会全国大会, 2015年9月1日~9月3日, 徳島大学(徳島県・徳島市)
4. 安武公一, Learning Analytics (LA)を教育にどう利用するか(指定討論), 第20回大学研究フォーラム(参加者企画セッション), 2014年3月18日-19日, 京都

大学(京都府・京都市)

5. 安武公一, 山川修, 中村泰之, Learning Analytics ver.2 を目指す先端的学習支援技術と学習分析(コーディネータ), 第39回教育システム情報学会全国大会企画セッション 2014年9月10日-9月12日, 和歌山大学(和歌山県・和歌山市)
6. 徳野淳子, 田中洋一, 山川修, 大学連携で実施する学生意識からみる学びや成長に関する2年間の意識の変化, 第30回日本教育工学会全国大会, 2014年9月19日-21日, 岐阜大学(岐阜県・岐阜市)
7. 安武公一, 中村泰之, 山川修, Learning Analytics に関する教育工学/学習科学の Missing Link, 日本教育工学会第29回全国大会(課題研究), 2013年9月20日-23日, 秋田大学(秋田県・秋田市)
8. 西進之介, 中村泰之, 安武公一, 山川修, 協調学習の微分方程式による数理モデル化とその解析, 日本教育工学会第29回全国大会, 2013年9月20日-23日, 秋田大学(秋田県・秋田市)
9. 多川孝央, 山川修, 安武公一, 隅谷孝洋, 井上仁, 複数のデータに基づく多面的な学習履歴情報分析について, 日本教育工学会第29回全国大会(課題研究), 2013年9月20日-23日, 秋田大学(秋田県・秋田市)
10. 田中洋一, 入澤学, 山川修, 大学連携ですすめる学生意識調査の分析-Fレックスにおける教学 IR の取り組み-, 日本教育工学会第29回全国大会(課題研究), 2013年9月20日-23日, 秋田大学(秋田県・秋田市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

安武 公一(YASUTAKE KOICHI)
 広島大学・大学院社会科学部研究科・准教授
 研究者番号: 80263664

(2)研究分担者

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

多川 孝央(TAGAWA TAKAHIRO)
 九州大学・情報基盤研究開発センター・准教授
 研究者番号: 70304764

山川 修(YAMAKAWA OSAMU)
 福井県立大学・学術教養センター・教授
 研究者番号: 90230325

(3)連携研究者

隅谷 孝洋(SUMIYA TAKAHIRO)
 広島大学・情報メディア教育研究センタ

一・准教授

研究者番号： 9 0 2 3 1 3 8 1

井上 仁 (INOUE HITOSHI)

九州大学・情報基盤研究開発センター・准教授

研究者番号： 7 0 2 3 3 5 5 1

(平成 25 年度～平成 27 年度まで連携研究者)