

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25年5月17日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009 ～ 2012

課題番号：21300311

研究課題名（和文） アクティブ・ラーニングの鍵を握る学習空間の複雑系ダイナミクスと知識創発現象の解析

研究課題名（英文） Analytical Research on Complex Systems Dynamics in Learning Spaces and Emergent Phenomena of Knowledge

研究代表者

安武 公一（YASUTAKE KOICHI）

広島大学・大学院社会科学研究所・講師

研究者番号：80263664

研究成果の概要（和文）：

本研究では学習科学の領域に複雑ネットワーク科学の知見と数理分析のフレームワークを導入し、学習環境における学習者の相互作用に関する理論分析を行なった。その結果、学習者間の相互作用は学習環境のコミュニケーションのネットワーク構造に依存することを明らかにした。実証分析の面では学習環境のソーシャル・キャピタルの抽出手法を開発した。その上で、ビッグ・データ時代における次世代タイプの研究方法論について提唱するに至った。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we introduced the theoretical and mathematical frameworks based on complex network sciences into Learning Sciences. We investigated theoretically interactions and their effects among learners in Learning Spaces. As the results of our study, we found that effects of (communication) interactions among learners depend on their network topology. We developed a detective method of social capital that is formed in learning spaces as well. Finally we proposed a new-type research approach in this area, that is appropriate to Learning Analytics in BIG DATA ERA.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2012年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
総計	8,000,000	2,400,000	10,400,000

研究分野：複雑ネットワーク科学

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：学習科学，数理分析，複雑ネットワーク，シミュレーション分析，力学系

1. 研究開始当初の背景

学習共同体の形成と学習者間の相互作用を重視したアクティブ・ラーニングは、有

効な学習効果をもたらすとされてきた。この考え方の根底には、非常に複雑な相互作用系としての学習空間において学習者相互の局所的作用と学習環境全体の構造が重層的に影響しあい、「個々の総和以上のものが全体として発現する」創発現象 (emergence) が存在するという期待があった。

しかしながら、1) 主体的な学習者は協調的な学習空間においてどのような相互作用系を形成するか？(相互作用 ネットワーク形成の問題) 2) 学習空上に形成された相互作用系のもとでどのような創発現象が出現し、そこでいかなる学習効果が学習者に与えられ、そしてその結果として相互作用のネットワークはどのようなダイナミクスを発生させるか？(創発現象と相互作用系におけるミクロ・マクロ・ループの問題) など、学習者間の相互作用や学習効果が創発されるメカニズムについてはほとんど何も明らかにされていなかった。自然言語による観察と解釈を中心とした従来型の人文科学的なアプローチでは学習という非線形現象を解き明かすことはおそろしく困難だったのである。

2. 研究の目的

こうした研究動向を背景としてわれわれは、これまで教育学・学習科学の領域ではおそらく最初に、学習空間を複雑作用系としてとらえた理論研究を行ってきた。その結果、学習ネットワークの静的なトポロジー(構造)と学習効果の関係について解明の糸口を得ることができた。

これらの成果をダイナミクス分析へと拡張し、特にアクティブ・ラーニングのように学習ネットワーク(学習者の相互関係ネットワーク)を重視した系のダイナミクスと知識創発現象の関係について数理的に解析すること、そしてそれにより国際的レベルでの教育学・学習科学研究に貢献すること、それが本研究の狙いであった。

3. 研究の方法

複雑系科学の領域では、ある論理(基本原理や基本方程式)のもとで構成された人工世界をコンピュータの中につくり、そのシミュレーション結果と現実世界との対応関係を探ることによって非線形現象の本質に迫るというアプローチが確立している。構成的アプローチと呼ばれるこの方法は、学習環境のような内部自由度を持った相互作用系に現われる非線形のダイナミクスを解析する際に特に有効であるとわれわれは考えた。

そこで本研究では、構成的アプローチを中心として、次の課題に取り組んだ。

1) 学習者の相互作用による(個々の総和以上の) 知の創発現象発生のメカニズムを情報の交換と組み換えなどの観点からとらえ、その解明に迫ること(複雑適応系の応用)。

2) 非同質的な学習者間の相互作用がどのような学習ネットワークを動的に形成するか、そしてそこにどのような学習効果が出現するかなど、ネットワーク・ダイナミクスと学習効果の関係について明らかにすること(複雑ネットワーク科学の応用)。

3) 以上を統合して、学習者の相互作用に関する未解明の問題を中心として、学習ネットワークのダイナミクスと知識創発現象の関係を理論的に究明する。4) 実践的・質的分析研究者と共同で「学習ダイナミクスと知識創発に関するシンポジウム」を企画し、アクティブ・ラーニングに関する実証分析科学としての教育学・学習科学研究の確立を目指すこと。

4. 研究成果

本研究の成果は主に次の4点に集約することができる。

1) 学習科学/教育学における次世代タイプの数理的分析(Learning Analytics)の重要性をわが国で最初に提唱

2011年(平成23年)12月2日、情報処理学会CLE研究会と共催で「学習科学におけるLearning Analyticsアプローチ—学習履歴データから学習モデルを構築する—」を開催し、ビッグ・データ時代の新しい学習分析方法論であるLearning Analyticsの重要性を、おそらくわが国で初めて提唱した。これによりわが国でもLearning Analyticsへの関心が徐々に高まり、われわれの提唱から2年後の2013年9月、日本教育工学会においてLearning Analyticsの課題研究セッションが開催されるに至った。

2) 学習ネットワークのトポロジーと学習効果の関係のモデル分析

本研究では、複雑ネットワーク科学の分野においてネットワーク上の情報の伝播・同期現象のメカニズムを解明する研究が急速に進められていることに注目し、これらの成果を応用することで、学習者間のネットワーク形成と学習効果(情報)の伝達・波及メカニズムの関係を明らかにすることができる可能性が非常に高いと判断していた。そこでわれわれは2次元スピン系のモデルにネットワーク構造を導入し、学習者をノード(頂点)としたネットワーク形成と情報(知識)伝達

のダイナミクスの関係,そしてそのフィードバック効果(すなわち,マイクロ・マクロ・ループ問題)などの問題をモデル化したシミュレーション・プログラムを開発し,実験を行なった.その結果,スタティックなネットワーク構造を導入した学習環境では,ネットワーク構造の相違が学習効果に異なる影響を与えることを明らかにすることができた.

3) 学習科学における非線形力学系による理論分析の重要性/必要性を提唱

平成 21 年度に開始した本研究の主要な目的は,教育学・学習科学の領域ではほぼ未着手の研究テーマである複雑作用系としての学習空間に関する理論構築の突破口を切り開くことであった.そのために本研究では,ネットワーク科学の知見をいち早く学習科学分析に導入してきた.

実証分析の面では,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)であることを確認した.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本研究では明らかにすることはできなかった.この問題の解決には,学習共同体の空間を多重ネットワーク場としてとらえた,非線形力学系モデルあるいは構成的手法によって再現し,理論化することが必要であるとの認識に至っている.

4) 新しい学習科学/教育学方法論を提唱

先にも述べたように,近年欧米では,ビッグデータの時代を背景として, Learning Analytics (LA)と呼ばれる新しい研究アプローチに関心が集まってきている.しかしこの LA は伝統的な Social Analytics を中核的な方法論としているため,現在のところうまく時代の要請に応えることができていない.

本研究では従来の方法論に依拠したそうした研究アプローチの限界を指摘すると同時に,われわれが得たまったく新しい数理的方法論を LA に導入することを提唱している.

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 13 件)

1. Yasuyuki Nakamura, Koichi Yasutake,

Osamu Yamakawa, Some Aspects of Mathematical Model of Collaborative Learning, Proc. of the IADIS International Conference CELDA, 査読有, 巻無し, pp.305-307, 2012.

2. T. Tagawa, K. Yasutake, O. Yamakawa, T. Sumiya, and H. Inoue, Introduction Network Measures of Social Capital to the Analysis of Learning Community, IADIS ITS2012, 査読有, 巻無し, pp.317-319, 2012.

3. T. Tagawa, O. Yamakawa, K. Yasutake, T. Sumiya, and H. Inoue, Combining Community Detection and Text Mining to Investigate the Interaction inside SNS as Learning Community. IADIS e-Society 2012, 査読有, 巻無し, pp.539-542, 2012.

4. T. Tagawa, O. Yamakawa, K. Yasutake, T. Sumiya, and H. Inoue, Finding Characteristic Part of Interaction inside SNS as the Learning Community, Proc. of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012, 査読有, 巻無し, pp.3791-3795, 2012.

5. O. Yamakawa, T. Tagawa, H. Inoue, and K. Yasutake, Combining study of complex network and text mining analysis to understand growth mechanism of communities on SNS, Proceedings of the 4th International Conference on Educational Data Mining, 査読有, 巻無し, pp.335-336, 2011.

6. 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁, 複雑系としての学習系 (Learning System) に対するデザイン研究 (Design-Based) アプローチの課題, 日本教育工学会第 27 回全国大会講演論文集, 課題研究, 査読有, 巻無し, pp.63-66, 2011.

7. 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁, ネットワーク・コミュニティを通じた学習者間の相互作用とその効果に関するシミュレーション分析, 教育システム情報学会誌, 査読有, Vol.28, No.1, pp.50-59, 2011.

8. T. Tagawa, O. Yamakawa, K. Yasutake, T. Sumiya, and H. Inoue, An Analysis of Communication Network Structures In a University Social Network Service, Proceedings of E-Learn 2010 (World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare & Higher Education), 査読有, 巻無し, pp.2726-2733, 2010.

9. Takahiro Sumiya, Hitoshi Inoue,

- Takahiro Tagawa, Osamu Yamakawa, and Koichi Yasutake, Redesign of Course Visualization Platform “VISP”, Proceedings of IADIS International Conference e-Society 2010, 査読有, 巻無し, pp. 556-559, 2010.
10. 山川修ほか, 大学間連携における学習コミュニティのデザインと実践, 日本教育工学会第 26 回全国大会講演論文集 (課題研究), 査読有, 巻無し, pp. 67-70, 2010.
 11. Takahiro Tagawa, Takahiro Sumiya, Osamu Yamakawa, Hitoshi Inoue, Koichi Yasutake, Improvement of Course Visualization Platform VisP, Proceedings of E-Learn 2009 (World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare & Higher Education), 査読有, 巻無し, pp. 3710-3715, 2009.
 12. Hitoshi Inoue, Koichi Yasutake, Takahiro Sumiya, Osamu Yamakawa, Takahiro Tagawa, Sachio Hirokawa, Visual Analysis of Online Test Logs for Instructional Improvement, The Twelfth IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education, 査読有, 巻無し, pp. 81-86, 2009.
 13. Takahiro Sumiya, Osamu Yamakawa, Koichi Yasutake, Takahiro Tagawa, Hitoshi Inoue, “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A COURSE VISUALIZATION PLATFORM”, Proceedings of the Eighth IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION (WBE2009), 査読有, 巻無し, pp. 132-136, 2009.
- [学会発表] (計 20 件)
1. 安武公一, 中村泰之, 山川修, Social Learning Analytics ver.2 の提案, 情報処理学会第 8 回 CLE 研究会, 2012 年 12 月 3 日, 九州大学.
 2. 山川修, 安武公一, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁, CLE を利用した学習の可視化と分析に関する提案, 情報処理学会第 8 回 CLE 研究会, 2012 年 12 月 3 日, 九州大学.
 3. 安武公一, ライフログの教育活用における海外動向, サイエントフィック・システム研究会教育環境分科会第 2 回会合 (招待講演), 2012 年 10 月 24 日, ANA クラウンプラザ神戸.
 4. 安武公一, 「豊かな協調を導くデザイン原則の確立に向けて」指定討論, 日本教育工学会第 28 回全国大会課題研究 (招待講演), 2012 年 9 月 17 日, 長崎大学.
 5. 山川修, 安武公一, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁, 学習科学における新しい研究アプローチの提案, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, 2012 年 9 月 16 日, 長崎大学.
 6. 多川孝央, 安武公一, 山川修, 隅谷孝洋, 井上仁, ソーシャル・キャピタル概念を用いた学習コミュニティ分析の検討, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, 2012 年 9 月 16 日, 長崎大学.
 7. 小川紘平, 安武公一, 中村泰之, 山川修, 協調学習の数理モデル化とそのシミュレーション, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, 2012 年 9 月 16 日, 長崎大学.
 8. 安武公一, 中村泰之, 山川修, 協調学習環境を生態系としてとらえた非線形力学分析の提案, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, 2012 年 9 月 15 日, 長崎大学.
 9. 山川修, 大学間連携で利用する SNS の可能性と課題, 教育システム情報学会第 37 回全国大会 (招待講演), 2012 年 8 月 24 日, 千葉工業大学.
 10. 安武公一, Positive Science としての学習科学の可能性, 情報処理学会 CLE 研究会共催シンポジウム「学習科学における Learning Analytics」, 2011 年 12 月 2 日, 福井市アオッサ.
 11. 安武公一, 複雑系学習科学からみたデザイン実験アプローチの限界と課題, 複雑系学習科学シンポジウム, 2011 年 9 月 15 日, 静岡大学.
 12. 安武公一, 広島大学におけるアクティブ・ラーニングの実践, アクティブ・モバイルラーニングシンポジウム, 2011 年 3 月 15 日, 九州大学.
 13. 多川孝央, 山川修, 安武公一, 隅谷孝洋, 井上仁, 大学 SNS におけるコミュニケーションのネットワーク構造の分析, 日本教育工学会第 26 回全国大会講演論文集, pp. 271-272. 2010 年 9 月 18 日, 金城学院大学.
 14. 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁, 「社会的存在感」の拡張概念としての Social Capital に関するノート, 日本教育工学会第 26 回全国大会講演論文集, pp. 827-828, 2010 年 9 月 20 日, 金城学院大学.
 15. 安武公一, 岩居弘樹, 奥岩真吾, 井口博永, 隅谷孝洋, 浦真吾, 双方向コミュニケーションシステム BeeDance を使ったアクティブ・ラーニングの試み, 日本教育工学会研究報告集, 2010 年 3 月 6 日, 広島大学.
 16. 安武公一, 山川修, 多川孝央, 井上仁, 隅谷孝洋, 教育学・教育工学における科学哲学の濫用?, 日本教育工学会第 25 回

- 全国大会講演論文集, pp. 928-929, 2009年9月21日, 東京大学.
17. 山川修, 多川孝洋, 隅谷孝洋, 安武公一, 井上仁, 学習コミュニティ評価のための実践環境, 手法, ツール, 日本教育工学会第25回全国大会講演論文集, pp. 961-962, 2009年9月21日, 東京大学.
 18. 山川修, 多川孝央, 安武公一, 隅谷孝洋, 井上仁, SNSにおけるトモダチ関係の時間発展に関する複雑ネットワーク解析, 情報処理学会研究グループ報告(第12回CMS研究会), pp. 38-42. 2009年9月17日, 東京女子大学.
 19. 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁, 学習コミュニティ支援システムとしてのSNS上に形成された社会ネットワークの特性, 情報処理学会研究グループ(第12回CMS研究会), pp. 43-48. 2009年9月17日, 東京女子大学.
 20. 多川孝央, 山川修, 隅谷孝洋, 安武公一, 井上仁, 「学習コミュニケーションの可視化手法」(ワークショップ), 第34回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 4-5, 2009年8月19日, 名古屋大学.

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・講師
研究者番号: 80263664

(2) 研究分担者

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

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

隅谷 孝洋 (SUMIYA TAKAHIRO)
広島大学・情報メディア教育研究センター・准教授
研究者番号: 90231381

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: 70232551