

平成21年5月20日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500802
 研究課題名（和文） エージェントベースのモデル分析による e ラーニング協調学習の数理構造の解明
 研究課題名（英文） Mathematical Analyses on Structures of the e-Learning Environment based on ABM

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：

ネットワーク環境を学習基盤とした協調学習（e ラーニング協調学習）が高等教育の分野でも注目を集めている。だがその構造的な特性や協調学習環境において創発される学習メカニズムについては、実はまだよく分かっていなかった。われわれはこれらの問題に対し、複雑系科学（Science of Complex System）の領域において自然や社会の非線型現象を解き明かすことに成果をあげている方法論を導入し、自律的な主体（エージェント）からなる仮想環境の中でエージェントベースのシミュレーション分析（Agent-Based Simulation Analysis: ABS 分析）を行った。これによって、e ラーニング協調学習の学習メカニズムやそれが効果をもたらすための諸条件の解明に挑んだ。その結果、学習者が形成するネットワーク構造の特性はマイクロレベル（個々の学習者）、マクロレベル（学習者全体）の双方において顕著な影響を与えること、学習者間で形成されるネットワーク構造の特性の違いは協調学習の持続性に影響を与えること、Lotka-Volterra 系を応用したモデルを使った分析では、学習者の特性如何によっては協調学習空間にカオス的な状況（ポジティブな学習効果とネガティブな学習効果が各学習者に対してカオス的に発生する状況）やリミットサイクル的な状況（正負の学習効果が完全に周期的に現れる現象）が発生し得ることなどを明らかにした。さらにこれらの理論研究の成果を活用しわれわれは、複雑系ネットワーク理論を使った協調学習における人と言葉のネットワーク構造の可視化を行った。その結果、協調学習における人のネットワーク構造は、リッチクラブ現象やスモールワールド性が観察された。また、このとき交わされる言葉のネットワークにおいても、スモールワールド性が観察された。加えて項目応答理論（IRT）で測定した学生の基礎的なコンピュータ利用能力と合致するように、学習モジュールの「知識度」を可視化するという応用研究も実施した。実用化にはまだ課題があるが、この教材の知識度の可視化は担当教員のセンスと大きく違っているところは無い。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

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：協調学習 シミュレーション分析 複雑ネットワーク e ラーニング 数理分析

1. 研究開始当初の背景

インターネットに代表される分散的ネットワークの急速な発達と拡大にともない、ネットワーク環境を学習基盤とした協調学習(eラーニング協調学習)が高等教育の分野でも注目を集めている。だがその構造的な特性や協調学習環境において創発される学習メカニズムについては、実はまだよく分かっていなかった。

具体的には次の諸点がわれわれの研究の背景であった。MITのTEALプロジェクト(<http://icampus.mit.edu/TEAL/>)に代表されるように、高等教育の分野でもテクノロジーとネットワークを活用した協調学習が重要であるとの認識が深まってきている。教育工学の分野で理論的にこれをサポートするのが、発達の最近接領域、構成主義、状況的学習、分散認知、認知的徒弟制度、正統的周辺参加論などの諸研究である。しかしながら、これらの理論研究の多くは観察された事例から現象を帰納的に抽出し記述するという人文科学的方法論を採用しているため、ここから学習者間の相互作用や環境によって創発される学習メカニズムの構造、協調学習が効果をもたらすための一般的な諸条件(十分条件や必要条件)などを導き出すことは非常に難しい。協調学習では学習者相互の局所的な作用が学習空間全体の構造を規定する一方、学習空間の全体的な構造が学習者の相互作用の在り方に影響を与えていると考えられるが、このように非常に複雑な系に対しては、これまでの方法論では一般的諸条件の抽出と現象の再現性という点において限界があったのである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、従来とはまったく異なる数理科学のアプローチによってeラーニング協調学習を分析し、現在のところほとんど明らかにされていないeラーニング協調学習空間における学習者相互の依存関係や学習メカニズムの数理構造を解明するための突破口を開くことであった。

協調学習における学習者間のマイクロレベルでの相互作用が学習空間というマクロな環境の形成にどのように作用し、それと同時に、形成されたマクロ環境が学習者相互の学習行動にどのような影響を与えるかという問題は、「部分は全体に影響を与え、全体は部分に影響を与える」というマイクロ・マクロ・ループの問題である。これを帰納的な観察だけで解き明かしそこから一般的な諸原理を導き出すことは、極めて困難である。限られた事例の観察と解釈に依拠している従来の

方法論ではほとんど明かにすることはできていない。他方、マイクロ・マクロ・ループのような非常に複雑な現象を扱う領域は社会科学や自然科学の分野で複雑系科学として急速に発達してきており、エージェントベースのコンピュータ・シミュレーションはそのための有効な研究アプローチであると位置付けられている。したがって、分散的なネットワーク環境でマイクロ・マクロ・ループの相互作用を通して学習効果が上がることが期待されている。eラーニング協調学習の分析に対しても、こうした複雑系科学とシミュレーション分析を組合せたアプローチを導入することにより、そこから新たな知見を見出すことができると予想されたが、教育工学の分野でこのような研究は未だ着手されていなかった。われわれはこの問題に取り組んだ。

3. 研究の方法

われわれは以上の問題に対し、複雑系科学(Science of Complex System)の領域において自然や社会の非線型現象を解き明かすことに成果をあげている方法論を導入した。具体的には、自律的な主体(エージェント)からなる仮想環境の中でそれらの相互作用と系のダイナミクスをコンピュータを使って分析するエージェントベースのシミュレーション分析(Agent-Based Simulation Analysis: ABS分析)を導入し、eラーニング協調学習の学習メカニズムやそれが効果をもたらすための諸条件の解明に挑んだ。

4. 研究成果

本研究において理論的に得た主要な成果は次の通りである。

(1) スピン系のモデルであるIsing Modelを応用して、学習者が形成するネットワーク構造の特性はマイクロレベル(個々の学習者)、マクロレベル(学習者全体)の双方において顕著な影響を与えることを明らかにした。

(2) ネットワーク上での囚人のジレンマ・ゲームをシミュレートすることにより、学習者間で形成されるネットワーク構造の特性の違いは協調学習の持続性に影響を与えることを示した。

(3) Lotka-Volterra系を応用したモデルを使って、学習者の特性如何によっては協調学習空間にカオス的な状況(ポジティブな学習効果とネガティブな学習効果が各学習者に対してカオス的に発生する状況)やリミットサイクル的な状況(正負の学習効果が完全に周期的に現れる現象)が発生し得ることを明らかにした。

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16件)

[1] 安武公一, 山川修, 大島純, 多川孝央, 井上仁, 隅谷孝央(2008) *Complex Systems Sciences* アプローチによる学習科学研究の意義と可能性, 日本教育工学会第24回全国大会講演論文集, 巻なし, pp.209-210. 査読無.

[2] Osamu Yamakawa(他2名1番目)(2008) KNOWLEDGE DEGREE OF LEARNING MODULES CORRESPONDING TO THE IRT SCORE, *Proceedings of the Seventh IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION*, pp.172-176. 査読有.

[3] Osamu Yamakawa(他2名2番目)(2008) ANALYSIS OF STUDENTS' ACHIEVEMENT IN COMPUTER LITERACY FOCUSING ON THEIR PRIOR KNOWLEDGE, *Proceedings of the Seventh IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION*, pp.155-159. 査読有.

[4] 山川修(他2名1番目)(2008) 項目応答理論を用いた能力に対応する教材選択手法の開発, 日本教育工学会第24回全国大会講演論文集, 巻なし, pp.213-214. 査読無.

[5] 多川孝央, 山川修(2008) インターネット大学の学習履歴情報からの学生行動の分析の試み, 日本教育工学会第24回全国大会講演論文集, 巻なし, pp.795-796. 査読無.

[6] 隅谷孝洋, 多川孝央, 山川修, 井上仁, 安武公一(2008) 授業可視化プラットフォーム VisP の設計と実装, 情報処理学会研究グループ報告(第9回 CMS 研究会), 巻なし, pp.70-74. 査読無.

[7] Hitoshi Inoue, Koichi Yasutake, Takahiro Sumiya, and Takahiro Tagawa (2008) How Do You Manage Your Course Materials to Develop, Share, and Use Flexibly?, *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2008*, pp.2624-2627. 査読有.

[8] Koichi Yasutake, Takahiro Tagawa, Osamu Yamakawa, and Hitoshi Inoue (2007) An Analysis of a Communication Network Structure on BBS in an e-Learning Course, *Proceedings of Sixth IASTED International Conference on Web-based Education*, pp.149-152. 査読有.

[9] 安武公一, 多川孝央, 山川修, 隅谷孝洋, 井上仁(2007) e-Learning 学習環境において形成されるコミュニケーション・ネットワークの構造的な特性を分析する試み, 日本教育工学会論文誌, vol.31, No.3, pp.359-371. 査読有.

[10] 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁(2007) 学習者間のネットワーク構造が学習効果に対して与える影響, 日本教育工学会研究報告集, 巻なし, pp.233-237. 査読無.

[11] 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁(2007) 複雑系としての協調学習空間に対する数理的研究の可能性, 日本教育工学会第23回全国大会講演論文集, 巻なし, pp.583-584. 査読無.

[12] Osamu Yamakawa(他2名1番目)(2007) Ability Measurement in Computer Literacy using the Item Response Theory for Adaptive Learning, *Proceedings of E-Learn 2007 (World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education)*, pp.549-554. 査読有.

[13] Osamu Yamakawa(他2名1番目)(2007) Effective measurement of classes based on ability by using the item response theory, *Program and abstracts of 8th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET2007)*巻なし, p.87. 査読有.

[14] Osamu Yamakawa, Masahiro Kikusawa, Takeyuki Tanaka, Koichi Yasutake, Takahiro Sumiya, Takahiro Tagawa, and Hitoshi Inoue (2007) DESIGN CONCEPT OF A COURSE VISUALIZATION PLATFORM, *Proceedings of the Sixth IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION (WBE2007)*, pp.499-504. 査読有.

[15] Takahiro Tagawa, Koichi Yasutake, Osamu Yamakawa, Hitoshi Inoue, and Takahiro Sumiya (2007) An Analysis of a Keyword Network Structure in Online Discussion in E-Learning Courses, *Proceedings of E-Learn 2007*, pp.6672-6678. 査読有.

[16] 井上仁, 安武公一, 多川孝央, 隅谷孝洋(2007) フレキシブルな e ラーニング教材の開発と共有・再利用を促進する動的環境の構築に向けて, 情報処理学会第69回全国大会講演論文集, 巻なし, pp.351-352. 査読無.

[学会発表] (計4件)

[1] 安武公一(2008) 日本教育工学会第24回全国大会シンポジウム1, 高等高等教育における SNS の活用と今後の課題(招待講演). 2008年10月11日, 上越教育大学

[2] 安武公一(2007) Learning for the Future - Hiroshima University Active Learning Lab-, 熊本大学 GP International Workshop (招待講演). 2007年12月18日

[3] 安武公一(2007) 学習空間におけるネットワーク構造の可視化と Complex Networks

Science を応用した理論研究の意義，授業・学習の可視化シンポジウム(情報処理学会 CMS 研究会主催) (招待講演)．2007 年 12 月 1 日，福井県国際交流会館

[4] 安武公一(2007) 教育の質的变化を可能にする e-Learning の実践，第 17 回日本看護学教育学会学術大会ランチオンセミナー(招待講演)．2007 年 8 月 11 日，福岡国際会議場

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安武 公一 (Koichi Yasutake)
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

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

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

井上 仁 (Hitoshi Inoue)
九州大学・情報基盤研究開発センター・講師
研究者番号：70232551

(3) 連携研究者