

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 12 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00488

研究課題名(和文) オンライン協調学習における知識構築過程可視化基盤の開発

研究課題名(英文) The Visualization Platform for Knowledge Building Process in Online Collaborative Learning

研究代表者

松澤 芳昭 (Matsuzawa, Yoshiaki)

青山学院大学・社会情報学部・准教授

研究者番号：40517017

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、オンラインで行われる協調学習のディスコースを利用して、研究者や教育者が知識構築プロセスを分析するための可視化基盤ソフトウェアを開発した。主たる成果として、知識展開過程の3次元可視化および知識構成キャンバス生成過程の追再生機能による4次元の可視化機能、リアルタイムネットワーク分析機能などの開発を行い、知識構築ディスコースの質的、量的分析環境を構築した。本研究成果は、知識構築環境のビデオ分析ツールやモバイル拡張、プログラミング教育の分析など、様々な研究活動へも繋がった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

開発したソフトウェアは、知識構築の教育学での「Concurrent, embedded and transformative assessment」即ち「テストによる学習評価ではなく、実際の知識構築作業に埋め込まれ随時行われ、継続的な知識改善という結果となる学習評価」を支援する。この成果は次世代Active Learningの評価基盤となることが期待されるとともに、Learning Analyticsと呼ばれる学習データ分析研究の分野に貢献するものである。本研究の成果は学習科学分野の研究者、教育者に利用可能なツールを提供するため、世界の学習環境改善への波及効果も期待される。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed a visualization platform on Knowledge Forum (KF) for researchers and educators to support the analysis for Knowledge Building discourse to capture a nature of collaborative learning conducted online. We developed four-dimensional visualization for Knowledge Building discourse by implementing three-dimensional visualization of rise-above structure and by implementing the timemachine to replay the whole knowledge building activities on a view. The research development also included the development of other various discourse analysis toolkits on Knowledge Forum, thus we achieved to build the qualitative and quantitative learning analysis environment on KF. These research results also led to further researches such as development of video analysis tools, development of mobile extension for the tool, or research to analyze programming education.

研究分野：教育情報システム，学習科学，学習データ分析

キーワード：学習過程分析 知識構築 創発 学習支援情報システム

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

情報技術の大衆化・高度化に伴って、知識労働者に要求されるスキルの内容および教育方法の変革が迫られている。産業界のリーディング企業の要請によって組織された ATCS21s プロジェクト (Assessment and Teaching of Twenty-First Century Skills Project: 21 世紀型スキルの学びと評価プロジェクト)(Binkley, et al., 2012)では、学習・認知の専門家によって、高度な問題解決を行う 21 世紀型の知識創造組織についてのモデルが作られ、新しいアイデアや商品、サービスを創造するための 21 世紀型スキルが検討された。ここでは、知識創造をエリートだけのものとせず、幅広い市民がアイデアの継続的な創出に参画できるような環境こそが、創発を生み出し、大きなイノベーションにつながると謳われている。今後、知識創造を一般教育として全国民に授ける施策が世界各国で行われることが予想される。

知識創造を指向した協調学習の教育学に、知識構築 (Knowledge Building (Scardamalia & Bereiter, 2006)がある。これは、特定の教科内容に特化することなく、学習者自らの興味関心を契機に学習内容の範囲を捉えなおし、その都度起こりえる問題に対処しながら、学習者自身が自らの知識を構築していく活動を学習と捉える考え方をその基盤としている。Knowledge Forum(図 1)は、その作業を支援するソフトウェアで、学習者はアイデアをノートという形で貢献することができるだけでなく、例えば知識展開 (ビルズオン) や知識結合 (ライズ・アバヴ) などの知識構築支援機能を利用できる。

当該分野の近年の研究課題は、そのアセスメントにある。知識構築の教育学では、「Concurrent, embedded and transformative assessment」という原則が掲げられ、いわゆるテストによる学習評価ではなく、実際の知識構築作業に埋め込まれ随時行われ、次の知識創造作業にフィードバックされ、継続的な知識改善という結果として現れるようなアセスメントの研究が行われてきた。例えば、申請者らの研究グループも、ネットワーク分析を応用した KBDeX(Knowledge Building Discourse Explorer)などを開発し、実際の現場での有効性を確認してきた。しかし、研究はまだ発展途上であり、知識構築空間がどのような形をしているのか、その過程も含めての可視化環境が不十分で、その姿を捉えることに成功していない。

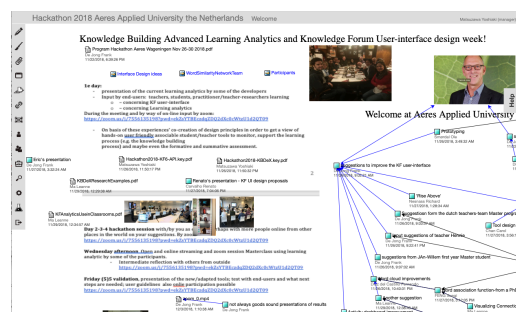


図 1. Knowledge Forum (ver. 6)

- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-ricci, M. and Rumble, M. (2012) 'Defining twenty-first century skills', in Griffin, P., McGaw, B. and Care, E. (Eds.): Assessment and Teaching of 21st Century Skills, pp.1766, Springer, Netherlands.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), Cambridge Handbook of the Learning Sciences (pp. 97-118).

2. 研究の目的

本研究では、開発中の Knowledge Forum の最新版(Ver. 6, 以下 KF)に設計された詳細ログを利用して、学習研究者、教育者、または生徒自身が、時間・空間および質的・量的な分析が可能な知識構築プロセスの可視化基盤を開発する。

3. 研究の方法

知識構築支援ソフトウェア Knowledge Forum は、研究代表者が平成 26 年度よりトロント大学との共同研究として開発しているもので、知識構築を支援するためにデザインされたインターフェイスを残しつつ、HTML5 テクノロジー、および MEAN (MongoDB, Express, AngularJS, Node.js) スタックテクノロジーを利用して、Web とシームレスに連携する設計としている。加えて、詳細なデータを記録し、かつそれを最新の Web 技術 (例えば D3.js, DC.js) を利用して可視化に対応しやすい設計としている。平成 27 年度より、国内外の実際の教育現場での利用が始まっており、すでに日本を含む 4 カ国での利用実績がある。本研究で提案するツールはこの KF をベースに、必要なデータベース、API を追加しながら開発する。

KF から得られる記録 (ログ) を利用し、知識展開 (ビルズオン)、知識合成 (ライズ・アバヴ) 過程の 3 次元可視化を行う。次に、知識構成キャンバス (ビュー) 生成過程の追再生ツールの開発を行う。これに関しては、申請者がプログラミング学習過程の可視化の研究で実現したように、タイムスライダーを利用した一般的な再生ツールを考えている。過程の復元再生が可能な詳細データはすでにログとして保存されるように KF に設計されているので、本機能により、3 次元可視化と合わせて、4 次元の可視化・分析が可能になる。

4. 研究成果

本章では主要な成果を抜粋し、それらの成果の概要を報告する。

4. 1. 知識構築過程の4次元可視化ツールの開発

知識展開（ビルズオン）、知識合成（ライズ・アバヴ）過程の3次元可視化、および知識構成キャンバス生成過程の追再生ツールの開発を行った。Knowledge Forum上で動作するソフトウェアが完成している（図2）。2017年度に引き続き、2018年度にKnowledge Building分野の国際会議で発表を行った。本ツールは、2017年度より、カナダ、香港などの教育現場で運用が行われ、国際会議のワークショップでの利用報告が行われた。特筆すべき結果として、子どもたちが本ツールを利用して、自らの知識構成過程のストーリーを語る、という行為が自然に行われることが分かり、Knowledge Buildingのアセスメント原則「Concurrent, embedded and transformative assessment」を実現する知識構築の省察支援に有用であるという示唆が得られている。

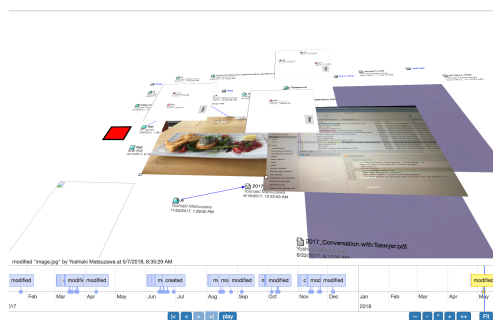


図2. Timemachine: 知識構成過程の4次元可視化ツール

4. 2. 知識構築過程の量的データ可視化ツールの開発

Knowledge Forumから得られるログを利用し、学習分析に有用な指標のリアルタイムチャート化を行った。例えば、Knowledge Forum Activity Dashboard（図3）は、KFでの読み書き行為についての統計情報を得るシステムである。Social-Semantic Visualization（図4）は、KFでの活動の係数性に注目し、ネットワーク科学を応用して、ソーシャルネットワークや、セマンティックネットワークを視覚化するシステムである。両ツールとも、クロスフィルター機能を利用して、学習者毎や、時間ごとの横断的なフィルターを用いた分析が可能である。本ソフトウェアは国際開発チームの協力を得て改良され、Knowledge Forum6に組み込まれ利用されている。

Knowledge Forum Activity Dashboard

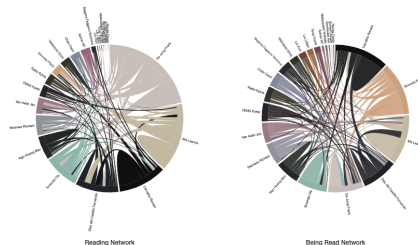
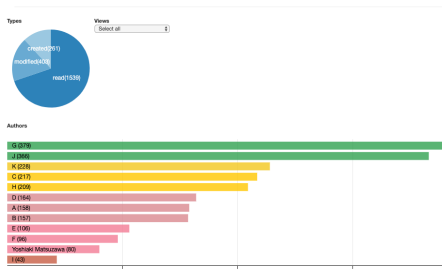


図3. Knowledge Forum Activity Dashboard 図4. Social-Semantic Visualization (s2viz)

4. 3. 高等教育現場での実践のための派生開発

高等教育現場での実践に過程において、ソフトウェアの現代の学生への適合性に問題があることがわかった。この問題の改善のため、モバイル版ソフトウェアの開発、およびプログラミング教育研究の分析を題材とし、学生が知識構築を行うためのツールへの改良を行い、授業での実践を行った。

KFをスマートフォン向けのUIに調整し、追加機能を実装した「KF Portable」を図5に示す。学習者が時間や場所に関わらず思い浮かんだアイデアを共有したり、意見やデータを投稿した

ホーム



図5. モバイル版「KF Portable」

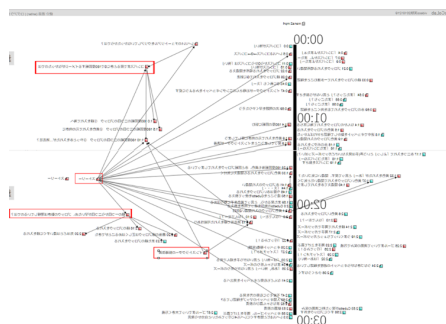


図6. 協調ビデオ分析ツール「video」

りできるシステムを設計した。KF上でビデオ動画に基づく協調的な質的分析を支援する video を図6に示す。KF上で動画を見ながらアノテーションを付与し、KF上ノートとしてリアルタイムにアイデアや知見を共有し、協同で分析を行うことで、新たな知見を創造することができた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Yoshiaki Matsuzawa, Kazuyoshi Murata, Seiichi Tani: "Multivocal Challenge toward Measuring Computational Thinking: Bebras Challenge vs Computer Programming", IFIP-TC3 Open Conference on Computers in Education (OCCE), Springer, (印刷中).
- ② Tohyama S., Matsuzawa Y., Yokoyama S., Koguchi T., Takeuchi Y.: "Constructive Interaction on Collaborative Programming: Case Study for Grade 6 Students Group", In: Tatnall A., Webb M. (eds) Tomorrow's Learning: Involving Everyone. Learning with and about Technologies and Computing. WCCE 2017. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 515. Springer, Cham 589-598, 2017.
- ③ Matsuzawa Y., Tanaka Y., Kitani T., Sakai S.: "A Demonstration of Evidence-Based Action Research Using Information Dashboard in Introductory Programming Education", In: Tatnall A., Webb M. (eds) Tomorrow's Learning: Involving Everyone. Learning with and about Technologies and Computing. WCCE 2017. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 515. Springer, Cham 619-629, 2017.
- ④ Matsuzawa Y., Tanaka Y., Sakai S.: "Measuring an Impact of Block-Based Language in Introductory Programming", In: Brinda T., Mavengere N., Haukijärvi I., Lewin C., Passey D. (eds) Stakeholders and Information Technology in Education. SaITE 2016. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 493. pp.16-25, Springer, Cham, 2016.
- ⑤ Leanne Ma, Yoshiaki Matsuzawa, Marlene Scardamalia, "Rotating Leadership and Collective Responsibility in a Grade 4 Knowledge Building Classroom", International Journal of Organisational Design and Engineering, Vol.4, No.1/2, pp.54-84, 2016.

[学会発表] (計 7 件)

- ① Yoshiaki Matsuzawa, Misako Noguchi, Issei Nakano: "Exploration of Algorithm Abstraction Process with Cubetto and Middle Grade Elementary Kids", Constructionism, 2018.
- ② Yoshiaki Matsuzawa, Kensuke Watanabe, Yuya Tashiro: "Knowledge Forum as Qualitative Research Platform", Knowledge Building Summer Institute, 2018.
- ③ Joan van den Ende, Hennie van Heijst, Frank de Jong, Yoshiaki Matsuzawa & Paul Kirschner: "Exploring the potential of knowledge building in a master program from two perspectives", in Symposium "Making a Difference: Analytics for Quality Knowledge-Building Conversations", CSCL2017, 2017.
- ④ Chen, B., Matsuzawa, Y.: "Dynamic Network Analysis of Knowledge Building Discourse", in Symposium "Making a Difference: Analytics for Quality Knowledge-Building Conversations", CSCL2017, 2017.
- ⑤ Yoshiaki Matsuzawa: 2 years Review of Knowledge Forum 6: Toward Research-based Development, Knowledge Building Summer Institute, 2017.
- ⑥ Leanne Ma, Yoshiaki Matsuzawa, Bodong Chen, Marlene Scardamalia: "Community Knowledge, Collective Responsibility: The Emergence of Rotating Leadership in Three Knowledge Building Communities", ICLS 2016, pp.615-624, 2016.
- ⑦ 田中良樹, 松澤芳昭, 木谷友哉, 酒井三四郎, "Hanabi: プログラミング教育改善のための横断的フィルタ機能を有するダッシュボード", 情報処理学会コンピュータと教育研究会 (CE139), 2017.

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。