

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12090

研究課題名(和文) 遠隔アクティブラーニングをAIを用いて支援するポートフォリオの開発

研究課題名(英文) Development of Portfolio System to Support Distance Active Learning by using Artificial Intelligence

研究代表者

高橋 弘毅 (Takahashi, Hirotaka)

東京都市大学・その他部局等・教授

研究者番号：40419693

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：遠隔アクティブラーニング(遠隔AL)支援システムとして、ワーキング・ポートフォリオに着目し、ワーキング・ポートフォリオ上で相互閲覧を行う様子を定量化し、人工知能(AI)により、その情報を抽出・解析し、可視化した情報を教師にフィードバックするシステムの開発を進めた。また、AIが支援する遠隔AL授業モデルコンテンツの開発、教室の空間設計やそれぞれの教師の役割などをモデル化する検討も行った。新型コロナウイルス感染拡大の観点から検証実験などの実施が困難だった部分もあるが、新たなプロジェクトが立ち上がり本科研費の成果をベースとして今後も研究を進めていくことに合意している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アクティブラーニング(AL)では、教師が学習者の様子を常に観察しながら、状況に応じて判断をして、授業を進めていく必要がある。しかし、遠隔ALを実施する際に、どのような情報が教師に有用なのかについては未だ解明されていない。本研究成果により、その解明に向け道がひらけてきた。さらに、実際に進行している授業を定量化し、その情報をAIが解析しリアルタイムに教師を支援することが現実的になってきた。また、授業を定量化できると教師育成の分野では、データに基づいて教育方法について議論することができる。定量化したデータを蓄積することで、教育ビッグデータとして授業分析等の分野でも活用の可能性がある。

研究成果の概要(英文)：As a remote active learning (remote AL) support system, we focused on working portfolios and developed a system that quantifies the state of mutual browsing on a working portfolio, extracts and analyzes the information using artificial intelligence (AI), and feeds back the visualized information to the teacher. We have also developed a remote AL system supported by AI. We also performed the development of AI-supported remote AL model contents, and modeling of classroom space design and the roles of each teacher. Although there were some difficulties in conducting evaluation experiments from the viewpoint of the spread of the coronavirus, a new project are launched and it has been agreed that our research will continue based on the results and knowledge of this research.

研究分野：データ駆動型科学

キーワード：ポートフォリオ CSCLシステム アクティブラーニング 人工知能・機械学習 遠隔授業

1. 研究開始当初の背景

21世紀に入り「知識基盤社会」が進行している。知識基盤社会では、知識を記憶するだけでなく、問題解決する能力、情報を正しく活用・発信する能力、価値を創造する能力、他者と協力する能力が求められている。ACT21sの「21世紀型スキル」やOECDの「キーコンピテンシー」はその具体例である。このような新しい能力を身につけるには、これまでの教師主体の教育から、学習者が主体となり学んでいくことが重要である。わが国においても、中央教育審議会は、課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習（いわゆるアクティブラーニング（AL））の視点から、学習・指導方法、評価方法を改善する必要があるとし、これを全ての学校種に求めている。

一方で、地域においては人口減少により児童・生徒数が減少し、学校の統廃合も行われている。クラスあたりの人数が減少すると、多様な考え方に触れる機会が失われる。また、ALを行うとしても、例えばディベートでは全員が同じ意見になってしまうこともあり、学習が成立しない場合もある。

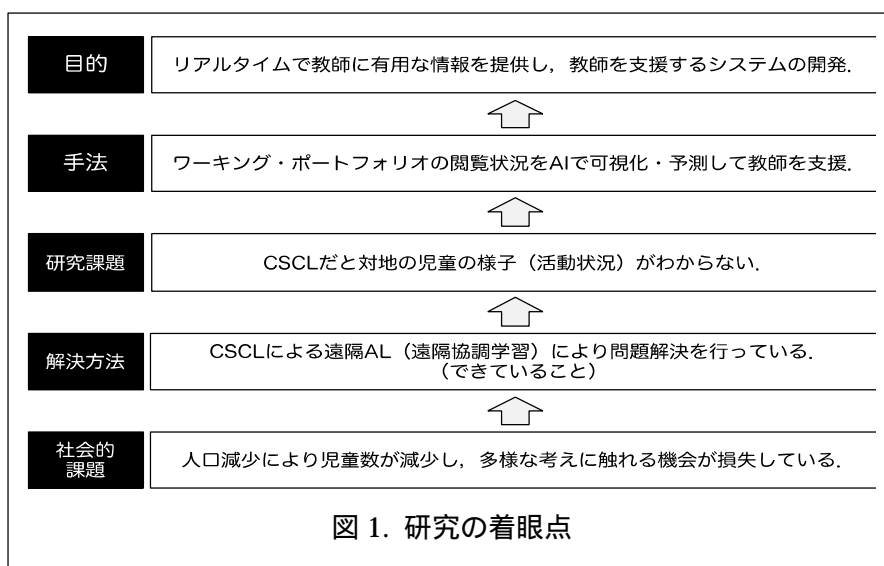
この問題を解決する方法として遠隔学習がある。地域の複数の小中学校などをネットワークで接続し、TV会議システムを用いて学習を行う形態である。遠隔学習環境においてALが実施できると上記の問題を解決できる可能性がある。我々も2012年から開発したComputer Supported Collaborative Learning（CSCL）システム「edutab」とワーキング・ポートフォリオシステム「edulog」を実際の教育現場に導入・実験をし、遠隔ALの実施に向け様々な検討を進めている。

遠隔学習はインターネットが普及し始めた1990年代から開発が進み、小学校を始め多くの研究事例があり、遠隔ALの活用事例もある。ALでは、教師が学習者の様子を常に観察しながら、状況に応じて判断をして、授業を進めていく必要がある。しかしながら、遠隔ALを実施する際に、どのような情報が教師に有用なのかについては未だ解明されていないのが現状である。

2. 研究の目的

図1に本研究の着眼点について示す。本研究では、遠隔AL（遠隔協調学習）支援システムとしてワーキング・ポートフォリオに着目した。そして、ワーキング・ポートフォリオで相互閲覧を行う様子（いつ、誰が、誰のポートフォリオを何秒見たか、など）を定量化し、人工知能（AI）により、その情報を抽出・解析し、可視化した情報を教師にフィードバックするシステムを開発した。教師にフィードバックする情報として、学習者の「相互閲覧状況（学習方略）」と「目標到達度の予測」が有用であると考え、AIの開発と実現可能性の検証を進めた。

以上をふまえ、本研究の目的は、開発したAIをシステムに実装・拡張し、リアルタイムで教師に有用な情報を提供し、教師を支援するシステムを開発することとした（図1参照）。



3. 研究の方法

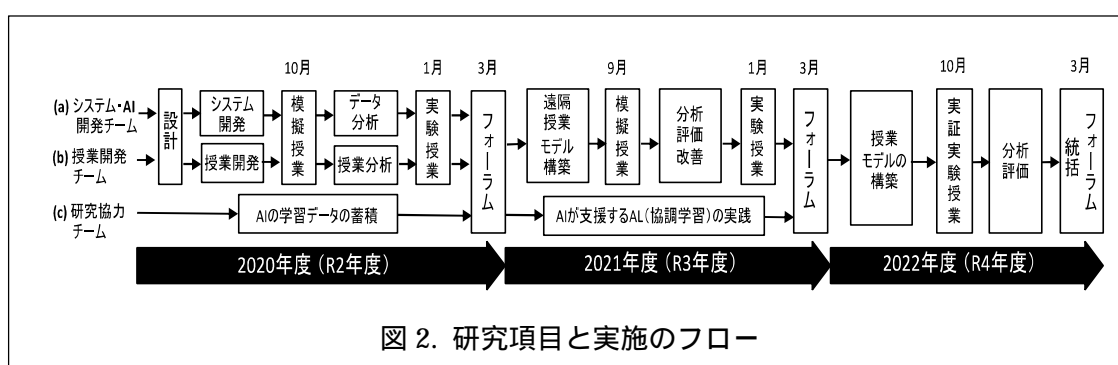
本研究では、研究目的に基づき、研究期間内に実現するための目標（研究項目）として下記の3つを設定し、3つのチームが協力して研究を進めた。

研究項目 a. AI のシステムへの実装と精度の改善システム
AI 開発チーム：東京都市大・日本大・山梨県大

研究項目 b. 開発システムを使つての授業コンテンツ開発
授業開発チーム：上越教育大学

研究項目 c. 開発システムの授業活用・実証実験
研究協力チーム：山梨県甲州市，新潟県上越市・妙高市

研究を遂行する上で、図2に示すように年度毎に計画を大きく3つのフェーズに分けて段階的、かつ、相補的に検証をすすめることで、研究を実施した。なお、それぞれのチームの活動や進捗の共有や研究協力チーム以外の現場教員などからの意見の取り込みを目的として毎年度末に edutab フォーラム（研究会）を行った。



4. 研究成果

研究項目 a：

AI をワーキング・ポートフォリオシステムである edulog システムに実装・拡張した。そのために edulog システムを機能拡張し、学習者の相互閲覧状況を学習履歴として記録できるようにした。より具体的には、いつ誰が誰の学習記録を何秒閲覧したかなどを記録できるようにした。次に、edulog で記録した、自ら生成した学習記録をどれくらい閲覧したかに関する指標（自己閲覧総時間）、および、他者が生成した学習記録をどれくらい閲覧したか（他者閲覧総時間）を入力して、サポートベクターマシン（SVM）を用いて、学習記録の閲覧時間が目標達成度に影響しているという仮定のもと、シンプルに、学習者別の授業終了時の目標達成度を推定するモデルを構築・評価した。これらを統合し、相互閲覧状況と目標達成度を可視化し、3分程度に1回の頻度で教師にフィードバックするシステムの開発を行なった。

AI の推定精度を向上させるには、有効な入力情報を増加させること、教師データを拡充させること、より良い AI のモデルを選択すること、この3点が重要である。自己閲覧総時間と他者閲覧総時間の2つの入力とはシンプルで重要性は高いと考えられるが、学習者の閲覧行動は多様であることから、2つの入力のみでその多様性が包括された定量的表現には限界がある。そのため、学習者の多様な状態を表現可能な入力（特徴量）を検討・採用することで、推定モデルの性能向上を目指した。

新型コロナウイルス感染症の影響により、AI の学習データとして、新たなデータ取得が難しかったため、取得済みのデータを用いて、アルゴリズムは SVM に加えて、ランダムフォレスト法を使用して推定モデルの構築、ディープラーニングを基礎とした特徴抽出技術を活用することにより、高い推定精度を有するモデルを実現するためのプロトタイプの開発・評価を行った。

研究項目 b：

遠隔教育を行う前に、教室内でシステムを稼働させ模擬授業を実施した。この結果を評価し、AI やシステムの改善を行い、どの情報が教師の支援に役立つのか評価し、情報の取捨選択、可視化インターフェイスの改善などを行った。さらに、AI が支援する遠隔 AL 授

業モデルコンテンツの開発を行った。具体的には、教室の空間設計や、それぞれの教師の役割などをモデル化した。改善したモデルを使って遠隔ALが成立する授業を開発した。

なお、開発した授業モデルなどは実験授業で評価することを考えていたが新型コロナウイルス感染症の影響により困難であったため、実験授業での評価については、新型コロナウイルス感染症が落ち着いた際に、引き続き検討課題として実施予定である。

研究項目 c:

研究協力チームの小中学校で edulog を使った AL の授業を様々な学年や教科で行った。より大規模な AI の学習データの蓄積を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響により予定より小規模に進めた。新型コロナウイルス感染症が落ち着いた際に、引き続きデータの取得を進めていく予定である。

なお、今後も継続的に研究を進められるように新たなプロジェクトが立ち上がり、本科研費の成果をベースとして今後も研究を進めていくことに合意している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 大島 崇行、古屋 達朗、大前 佑斗、榊原 範久、水越 一貴、高橋 弘毅、水落 芳明、八代 一浩	4. 巻 45
2. 論文標題 AIによる分析を教師がどう活用するか intelligent edutabを用いたアクティブ・ラーニングの事例	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 171-183
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssej.45.171	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 -
1. 著者名 Masaya Matsushita, Yuto Omae, Tatsuro Furuya, Kazuhiro Yatsushiro, Kazutaka Mizukoshi, Takayuki Oshima, Norihisa Sakakibara, Yoshiaki Mizuochi, Hirotaka Takahashi	4. 巻 12
2. 論文標題 A System to Analyze and Support Learners' Spontaneous Interactions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 549-556
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/icicelb.12.06.549	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Y. Omae, K. Mizukoshi, T. Furuya, T. Oshima, N. Sakakibara, Y. Mizuochi, K. Yatsushiro, M. Matsushita, H. Takahashi	4. 巻 25
2. 論文標題 Intelligent Edutab Box: Supporting Real-Time Face-to-Face Collaborative Learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 258 ~ 269
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jaciii.2021.p0258	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 大前 佑斗、古屋 達朗、松下 将也、水越 一貴、八代 一浩、高橋 弘毅	4. 巻 44
2. 論文標題 初等教育機関における人工知能の教育実践とキャリア形成・動機付け・ルーブリックの関連分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 213 ~ 223
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15077/jjet.44046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 大前 佑斗、古屋 達朗、水越 一貴、大島 崇行、榊原 範久、水落 芳明、八代 一浩、高橋 弘毅	4. 巻 J103-D
2. 論文標題 時間駆動型の統計的仮説検証による有効な学習ログの早期検出アルゴリズムとCSCLシステムへの実装	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌D 情報・システム	6. 最初と最後の頁 906～918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2020JDP7012	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 -

1. 著者名 Hirotaka Takahashi	4. 巻 2020
2. 論文標題 Computer-supported collaborative learning (CSCL) system research - Edutab box	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 40～42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2020.8.40	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 柿本陽平、大島崇行、椎谷由佳、大前佑斗、高橋弘毅
2. 発表標題 授業アンケートに対する一覽性の高い評価分析システムの開発
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 尾島茂樹、河合孝純、山口敦子、高橋弘毅
2. 発表標題 データサイエンス・AIに関する講義がキャリア形成・動機付けに与える影響の分析に向けた基礎調査
3. 学会等名 第38回ファジィシステムシンポジウム (FSS2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 倉橋祐太、大前佑斗、柿本陽平、高橋弘毅
2. 発表標題 大学におけるデータサイエンスリテラシー講義後の文章からの興味・関心の推定
3. 学会等名 第7回 edutab フォーラム「GIGA スクール時代の ICT 利活用教育」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柿本陽平、大島崇行、椎谷由佳、大前祐斗、高橋弘毅
2. 発表標題 学習者の記述文章解析システムの開発
3. 学会等名 第7回 edutab フォーラム「GIGA スクール時代の ICT 利活用教育」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 椎谷由佳、大島崇行、柿本陽平、大前祐斗、高橋弘毅
2. 発表標題 学習者の記述文書解析システムを用いた振り返りが教師に与える影響
3. 学会等名 第7回 edutab フォーラム「GIGA スクール時代の ICT 利活用教育」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西川彩香, 榊原範久
2. 発表標題 新しい生活様式におけるedutabを活用した協同学習について～ソーシャル・サポートの授受に着目して～
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古屋達朗, 榊原範久
2. 発表標題 edutabクラウドを用いた授業実践
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新井堅登, 榊原範久
2. 発表標題 大藤小学校・斐太北小学校の遠隔授業について - 小学校算数科単元「面積の求め方を考えよう」を通してー
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻翔太, 榊原範久
2. 発表標題 塩山北小・斐太北小の遠隔ふるさと交流授業について～探究のプロセスに着目して～
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大島崇行, 古屋達朗, 大前佑斗, 榊原範久, 水越一貴, 八代一浩, 高橋弘毅, 水落芳明
2. 発表標題 AIによる分析を教師がどう活用するか intelligent edutabを用いたアクティブ・ラーニングの事例
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大前佑斗, 高橋弘毅
2. 発表標題 インテリジェントedutabについて
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水越一貴
2. 発表標題 edutabクラウドについて
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水落芳明
2. 発表標題 edutabの今後について
3. 学会等名 2021 edutabフォーラム
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 高橋弘毅、市坪誠、河合孝純、山口敦子	4. 発行年 2022年
2. 出版社 実教出版	5. 総ページ数 240
3. 書名 データサイエンスリテラシー	

1. 著者名 水落芳明、齋藤博（編）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 学事出版	5. 総ページ数 176
3. 書名 「これで、ICT活用・プログラミングx『学び合い』は成功する！」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

education tablet https://edutab.jp

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	八代 一浩 (Yatsushiro Kazuhiro) (30312177)	山梨県立大学・国際政策学部・教授 (23503)	
研究分担者	水落 芳明 (Mizuochi Yoshiaki) (40510053)	上越教育大学・大学院学校教育研究科・副学長 (13103)	
研究分担者	大前 佑斗 (Omae Yuto) (00781874)	日本大学・生産工学部・講師 (32665)	

6. 研究組織（つづき）

	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	大島 崇行 (Oshima Takayuki) (60824224)	上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授 (13103)	
研究分担者	榊原 範久 (Sakakibara Norihisa) (50824231)	上越教育大学・大学院学校教育研究科・准教授 (13103)	
研究分担者	柿本 陽平 (Kakimoto Yohei) (90899494)	日本大学・生産工学部・助手 (32665)	

	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
研究協力者	水越 一貴 (Mizukoshi Kazutaka)		

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