

## 研究終了報告書

### 「教育のエビデンス・エコシステムの構築」

研究期間：2020年12月～2023年3月

研究者：黒宮 寛之

#### 1. 研究のねらい

医療においてエビデンスに基づく実践が成功を収めつつある現代、教育においても学習指導においてその妥当性をデータに求める「エビデンスに基づく教育」のニーズが高まっている。一般にエビデンスとはランダム化比較試験(RCT)をゴールドスタンダードとした良質な実験研究およびそのシステマティックレビューを指すが、近年医療分野を中心として日常の診療活動から得られる医療ビッグデータを「エビデンス」とみなす考え方が提唱されつつある。これは実世界データを解析するという意味で「リアルワールドエビデンス」と呼ばれ、内的妥当性(因果関係の証明)については既存のエビデンスに劣るものの外的妥当性(一般化可能性)に関しては既存のエビデンスよりも優れているとされる。

本研究ではこの「リアルワールドエビデンス」の考え方を教育に応用し、学習ログから自動的にエビデンスを抽出し、それらを適切なタイミングで推薦する、エビデンスの系統的な活用システム「エビデンス・エコシステム」を構築することを目的とする。このシステムでは学習者の日常の学習ログを収集し、それをもとに日常の教授活動で行われる介入の効果を逐次明らかにしていく。その結果を「エビデンス」としてデータベース(Evidence Record Store)に保存し、それを「エビデンスポータル」を通して教員にフィードバックすることによってエビデンスに基づいた指導を実現する。この際に推薦アルゴリズムを活用して今教員の抱えている問題に合わせて事例を絞り込むことによって膨大にある事例の中から自分のコンテキストに近い事例を閲覧することができる。

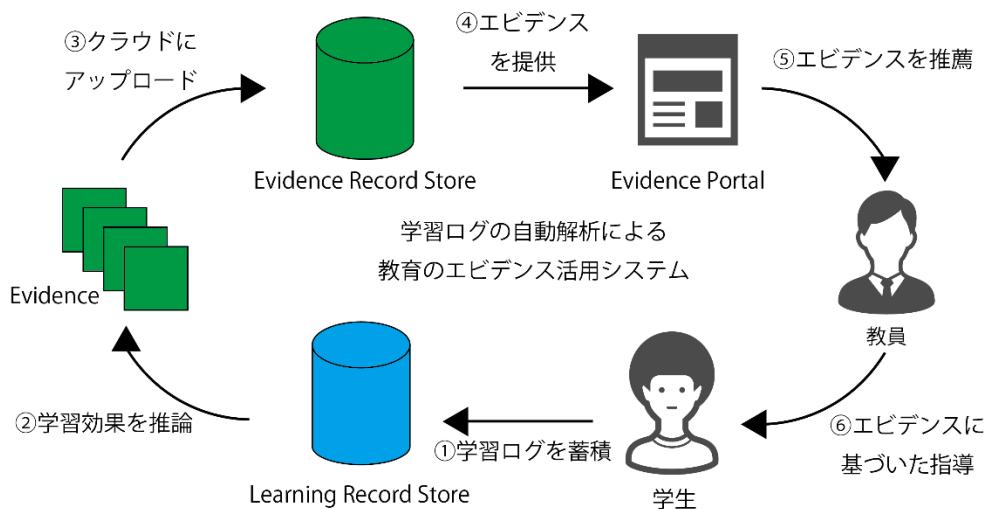


図1 学習ログの自動解析による教育のエビデンス・エコシステム

## 2. 研究成果

## (1) 概要

表1に本提案当初の研究目標とそれに対応するこれまでの成果をまとめたものを示す。当初目標とした三つの項目について、それぞれ収集した学習ログデータを使って一定の成果を生み出すことができた。

表1. 研究目的の達成状況

研究項目	目標	研究成果
1. 様々な学習ログを組み合わせてエビデンスを創り出す技術開発	・学習ログデータの収集 ・学習ログからの自動効果推定技術の開発	・時系列クラスタリングによるエビデンス発見のアルゴリズムを提案
2. 必要に応じて最適なエビデンスを提案する推薦システム開発	・エビデンスポータルの開発 ・エビデンス推薦アルゴリズムの実装	・協調フィルタリングを使ったエビデンス推薦アルゴリズムの提案
3. 提案システムによって収集されたエビデンスの社会発信	・エビデンスの公開にかかるプライバシーの確保 ・エビデンスポータルの外部公開準備	・収集したエビデンスをもとにさらに質の高いエビデンスを作るコンセプトを提案

研究項目(1)ではそれぞれ COVID-19 による休校期間中および夏休み期間中の日本の中学校を対象として生徒の教材閲覧データを収集し、電子教材閲覧システムにおける学習ログから指導の効果および成績との関連性を抽出するための分析手法について検討した。研究の結果、K-means クラスタリング及び時系列クラスタリングによって学習ログからパターンを抽出し、それと成績との関連を見ることで学習ログからのエビデンス抽出が可能であることが示された。

研究項目(2)では推薦アルゴリズムとしてグラフデータベースを活用した協調フィルタリングを提案した。理由としてはコンテンツベースの手法だとどの事例とどの事例が似ているのかということモデルベースで定義する必要があるが、学習環境の類似性について現在合意の取れているモデルがないからである。

研究項目(3)ではシステムに蓄積された事例を広く公開し、全国の中等教育及び高等教育におけるラーニングアナリティクスシステムの活用に役立てるためのポータルサイトを開発することを目標とした。本項目に対応する成果としては事例を統合しエビデンスの信頼性を高めるための取り組み(論文4)が挙げられる。この研究では論文のメタアナリシスに対応する形でログデータから得られたリアルワールドエビデンス(RWE)の統合を試みた。本研究の成果は今後エビデンスポータルとして機関を超えた事例の共有につなげる予定である。

B

## (2) 詳細

## 研究項目1: 様々な学習ログを組み合わせてエビデンスを創り出す技術開発

この項目ではこれまでに開発した学習ログからの介入効果推定ダッシュボード(Kuromiya et al., 2020)を基に、このプロセスを自動化するシステム開発を目標とした。結論として、研究期間内に

はエビデンスの自動抽出を行うシステムを開発することはできなかったが、新型コロナウイルスによる休校期間中(論文1)や夏休みなどの長期期間中のログデータの分析(論文2)を通じて、学習ログデータから時系列パターンを取り出し、効果的な取り組みパターンをログデータから抽出するプロトコルを整理することができた。図2に本研究によって示されたエビデンス抽出プロトコルを示す。プロトコルは以下の三つのステップからなる。まず学習ログを各学習者ごとにコンテンツ(教材)の進捗を縦軸として時系列に整理する。この状態のデータを K-Means や Time Series Clustering を用いてクラスタリングしていく(論文3)。その後各クラスターについて個人の成績と結合し、クラスター間で成績に有意な差があるかどうかを見ることによって、学習ログから最終的に効果的な取り組みパターンを抽出することができる。このような結果を逐次蓄積していくことによって日常の教授学習活動における効果的な学習方法についての知見を蓄積する予定である。

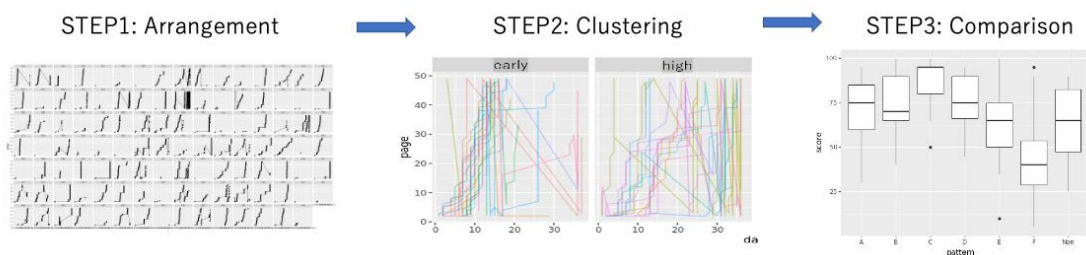


図2 学習ログのクラスタリングによるエビデンス抽出プロトコル

#### 研究項目2: 必要に応じて最適なエビデンスを提案する推薦システム開発

この項目では事例データベースに溜まった事例の種類が膨大になった場合に、教員に自信の教授学習コンテキストと近い事例を提案するための推薦システムの開発を目標とした。結果としてはそもそも推薦するにたる数の事例が集まらなかったため、推薦システムの開発には着手することができなかった。しかし、将来的に事例が蓄積した場合のエビデンス推薦アルゴリズムについては検討することができた(論文4)。この論文では推薦アルゴリズムとしてグラフデータベースを活用した協調フィルタリングを提案した。理由としてはコンテンツベースの手法だとどの事例とどの事例が似ているのかということモデルベースで定義する必要があるが、学習環境の類似性について現在合意の取れているモデルがないからである。図3に本研究によって示されたエビデンス推薦アルゴリズムを示す。将来的にこのアルゴリズムを用いて教員にとって適切なエビデンスを推薦するシステムの開発を行いたい。

## LTI Login from LMS → Show relevant cases by collaborative filtering

### Case Recommendation Sample

あなたにおすすめのレコメンドはこれです。

アイテム	種類	リンク
Alan (2010)	Essay	http://www.example.com
Alan (2020)	Webpage	http://www.example.com
Amalban (2015)	Software	http://www.example.com

### Background Queries

```
MATCH (me: User {id: user_id})-[:Viewed]->
(e:Example)-[:VIEWED]-{other_user:User}-[:VIEWED]-
> (recommend_case:Example) WHERE NOT (me)-
[:VIEWED]-> (recommend_case)
RETURN recommend_case.title,
count(recommend_case) as count
ORDER BY count DESC
```

図3 グラフデータベースによるエビデンス推薦アルゴリズム

### 研究項目3: 提案システムによって収集されたエビデンスの社会発信

この項目ではシステムに蓄積された事例を広く公開し、全国の中等教育及び高等教育におけるラーニングアナリティクスシステムの活用に使役するためのポータルサイトを開発することを目標とした。本項目に対応する成果としては事例を統合しエビデンスの信頼性を高めるための取り組み (論文5)や教員のベストプラクティスを共有するためのプラットフォーム構想 (論文6)が挙げられる。収集したエビデンスの社会発信のためのポータルサイトとしてエビデンスポータルを開発し、タブレットをはじめとするICT教材の効果的な活用事例として現在9件の事例を掲載している。



図4 エビデンスの社会発信のためのエビデンスポータルの開発

### 3. 今後の展開

#### 【1】エビデンス抽出の自動化

現在は人手によるエビデンス抽出プロセスしか存在していない(図6参照)ため、事例の蓄積件数が圧倒的に足りない(現在高校の数学の授業を中心として25件)。そのためこの事例の少なさがメタ分析によるエビデンスの質の向上や、エビデンス推薦システムの構築の障壁となっている。そのため今後はこのプロセスを自動化し、最低でも1,000件以上の事例を蓄積することを目標としたい。そのためのエビデンス抽出プロセスはすでに検討がついている(図2参照)ためまずはこのプロセスを過去のデータに適用してどの程度の事例が集まるのか検討したい。

#### 【2】エビデンスポータル公開

現在はシステムの概要の説明と少数の事例の紹介に留まっているが、今後のロードマップとしては本研究によって得られた大量の事例をうまくまとめて紹介するページを新たに作りたい。成果発信用のサイトを作ることによって現場でのシステムの活用のモチベーションにもなると考えられるので、このサイトの開発を通して学習ログの収集とエビデンスの発信の好循環を作り上げていきたい。

### 4. 自己評価

当初目標としていた複数の教育機関にまたがるエビデンスデータベースの開発については着手できなかったが、エビデンスの社会発信の基盤であるエビデンスポータルの雛形を作ることができた。また学会での発表や国際雑誌論文への投稿などを通して学術方面での貢献については一定の成果が得られたのではないかと思う。今後の目標としてエビデンスポータルを拡充し、学習分析プラットフォームを使った研究成果を社会に広く発信していける体制を整えたい。

### 5. 主な研究成果リスト

#### (1) 代表的な論文(原著論文)発表

#### (2) 研究期間累積件数: 3件

1. [論文1] Kuromiya, H., Majumdar, R., Miyabe, G., & Ogata, H. (2022). E-book-based learning activity during COVID-19: engagement behaviors and perceptions of Japanese junior-high school students. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 17(12). <https://doi.org/10.1186/s41039-022-00184-0>

本研究は休校中の学習者の行動ログを分析して日本の中学校における e-book reader を使った遠隔授業の効果を調べた研究である。これまで COVID-19 による休校にともなう遠隔授業の効果は質問紙調査を用いて評価されることが多かったが、本研究では質問紙だけではなくログデータによる評価を行っている点が新しい。分析の結果、これまでのエビデンス抽出モジュールと同様の方法で遠隔授業中の生徒の学習エンゲージメントを評価できることが明らかになった。

2. [論文2] [Kuromiya, H.](#), Majumdar, R., & Ogata, H. (2021). Mining Students' Engagement Pattern in Summer Vacation Assignment. In R. M. M. T., S. Iyer, & A. Mitrovic (Eds.), *29th International Conference on Computers in Education Conference Proceedings Volume 1* (pp. 559–568). Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE).

本研究は日本の中学校における数学の夏休み課題を対象に、生徒の学習行動と夏休み明けの成績の相関を調べた研究である。生徒の学習行動を表すデータとしてデジタル教材配信システム BookRoll における生徒の閲覧ログを参照し、夏休み前半・後半における取り組み回数をもとに K-means でクラスタリングを行った。分析の結果夏休み中の生徒の取り組みパターンに四種類あり、そのうち夏休み前半に取り組みの多かったグループとそうでないグループの間に夏休み明けの試験の成績に有意な差が見られた。本研究で用いた分析プロトコルは今後学習ログからエビデンスを自動的に抽出する際に役立つと考えられる。

3. [論文3] [Nakanishi, T.](#), [Kuromiya, H.](#), Majumdar, R., & Ogata, H. (2021). Data-informed Teaching Reflection: A plot of a learning analytics workflow in Japanese High School. *Proceedings of the 28th International Conference On Computers in Education.*, 675–677.

本研究は日常の対面授業において学習ログ分析ダッシュボードを利用したデータに基づく指導を実現するためにはどうしたらいいのかを検討した論文である。具体的には既存のダッシュボードに加えて「授業情報パネル」と呼ばれる毎回の授業の内容やねらいを入力するモジュールを追加し、この授業情報を基点としてデータによる振り返りをユーザーに促すワークフローを提案した。日本の高校における数学の授業を対象とした1ヶ月のデモンストレーションでは上記のワークフローを実践することによって日常の授業における生徒の理解度をデータとして把握することができたという回答を得た。

### (3) 特許出願

なし

### (3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

1. [論文4] [黒宮寛之](#), [中西太郎](#), & [緒方広明](#). (2021). グラフデータベースを活用した事例推薦システムの開発-実世界エビデンスの活用に向けて. *研究報告教育学習支援情報システム (CLE)*, 2021(21), 1–4.
2. [論文5] [Kuromiya, H.](#), [Nakanishi, T.](#), Majumdar, R., & Ogata, H. (2021). Real-time Evidence Analysis Library (REAL): Automatic Aggregation of Learning Analytics-Based Intervention. *Companion Proceedings of the 11th International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK21)*, 37–39.
3. [論文6] [Kuromiya, H.](#), [Nakanishi, T.](#), Majumdar, R., & Ogata, H. (2021). Sharing Best Practice of Teachers for Learning Analytics at Scale. *日本教育工学会 2021 年秋季全国大会(第 39 回大会)講演論文集*, 67–68.
4. [論文7] [Kuromiya, H.](#), Majumdar, R., & Ogata, H. (2022). Detecting Teachers' in-Classroom Interactions Using a Deep Learning Based Action Recognition Model. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 379–382). Springer,

公開

Cham.

5. [論文8] 黒宮寛之, 堀越泉, ブレندان フラナガン, & 緒方広明. (2023). LEAF システムにおける xAPI を利用した外部学習ログの取り込み一対面ディスカッションにおけるエビデンスの蓄積に向けて. *情報処理学会第 85 回全国大会 (IPSJ85)*.