

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02864

研究課題名(和文) 学習ログと脳活動分析に基づく効果的な学習フィードバック方法の開発

研究課題名(英文) Development of a feedback method based on learning log and brain activation analyses

研究代表者

大井 京 (Oi, Misato)

九州大学・附属図書館・准教授

研究者番号：70579763

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)：大学生の自主的な学習行動では、高成績者と低成績者の学習行動パターンの違いは予習で顕著に観察される。本研究では、教師が重要であると捉えている電子教科書の部分、具体的には、小テストとして出題されている部分に関して、低成績者と高成績者とで予習・復習における参照がどのように異なるのかについて、学習ログの分析を実施した。また、動画観察と理解についての脳活動計測実験を遂行し、動画の理解度を定量的に計測した発話データと、動画を観察し理解する過程と理解した動画の内容を伝達する過程の脳活動データの分析結果を得た。本研究では、これらの結果に基づき、学習へのフィードバックを検証する枠組みを作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

予習復習は、伝統的に学習において重要であると考えられていたが、その詳細な学習行動はこれまでのアンケートなどの調査方法ではとらえきれていなかった。本研究では、学習をした際の記録(学習ログ)を分析することで、それらの行動の詳細を明らかにし、さらに脳活動データを加えた分析結果を生かして、より有効な学習行動を促すための学習へのフィードバックを与える枠組みを築いた。

研究成果の概要(英文)：In the voluntary learning behavior of undergraduates, the difference in learning behavior patterns between high and low achievers is observed to be more pronounced in the preparatory part of the course. The parts of the e-textbook that teachers perceive as important are considered to be the parts that are given as quizzes. In this study, we analyzed the learning logs of low and high achievers to see how their references to this part of the textbook in preparation and review differ. In addition, we conducted a brain activity measurement experiment on video observation and comprehension, and obtained the results of analysis of speech data that quantitatively measured the degree of comprehension of videos, and brain activity data on the process of observing and understanding videos and the process of communicating the content of the videos that were understood. Based on these results, a framework for verifying feedback to learning was developed.

研究分野：ラーニング・アナリティクス

キーワード：学習ログ 脳活動分析 学習フィードバック方法

## 1. 研究開始当初の背景

現在では多くの国々で学校教育に IC に基づく教育や教材の導入を開始しており (e.g., Nakajima et al., 2013), 教育現場における ICT の効果的な活用方法の開発は, 世界的な喫緊の課題である。本邦においても, 文部科学省は教育の情報化を推進しており (文部科学省, 2011), 2016 年の閣議決定による日本再興戦略 2016 は, 教育における ICT 活用を強く推奨している (日本経済再生本部, 2016)。

この ICT 活用における教材として注目されているのが, 電子教科書, すなわち e-book である。e-book の教育現場への導入は, 諸外国においては小・中・高等学校を中心に積極的に進められ (e.g., 公益財団法人教科書研究センター, 2016), e-book の学習への効果を検討した研究も数多い (e.g., Fang et al., 2011, Ihmeideh, 2014, Shin, 2012)。

これらの e-book そのものが有する機能を取り上げた研究に対して, 著者は, e-book を利用することで得られる学習ログの分析結果が, 学生の学習への取り組みや, 教員の教育の質に関する指標となる (Lockyer et al., 2013) 点に注目した。著者は, これまでに, 学生の学習行動の履歴である e-book ログを分析して, 低成績者と高成績者間での授業外の自主的な学習行動の差異を明らかにし, 効果的な学習方法を検討してきた (e.g., Oi et al., 2015a, b; Oi et al., 2017a, b; Oi et al., in press)。その結果, 以下の学術的「問い」を抱くに至った。

研究課題の核心をなす学術的「問い」

1. 授業外の学習行動のパターンが, 高成績者の学習行動パターンと近似するようにフィードバックを与えると, 授業の理解が促進されるのか。
2. フィードバックにより授業の理解がどのように促進されたのかを直接測定することは困難であったが, 授業中の脳活動にまで踏み込んで検討することで, その学習促進のメカニズムを解明できるのではないか。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は, 学生の学習行動の履歴である学習ログの分析結果に基づき効果的なフィードバック方法を開発し, その学習に対する効果を行動データと脳活動測定とによって検証することにある。また, データ分析で得られた知見を教師に提供し, 教材改善に対する支援も実施する。

## 3. 研究の方法

本研究は, 著者のこれまでの教育工学と認知神経心理学の研究成果を発展させ, 学習ログの分析によって, 学習を促進する効果的なフィードバック方法を提案し, その効果を学習ログの分析と脳活動分析により検証する。

学習に対するフィードバックや介入を効果的にするには, 目標となる具体的な「優れたパフォーマンス (good performance)」と自身の現在の状態との差を明確に示す必要がある (Sadler, 1989)。授業外の学習履歴の可視化により, 予習頻度は高成績者で低成績者よりも高いが, 復習頻度に高成績者と低成績者の差は認められないことを示した研究をはじめとして (Oi et al., 2015), 著者は, 予習・復習が成績と関連していることと, 低成績者は, 予習を実施し始めてもすぐに中止する頻度が高いこと等を確認している (Oi et al., 2015a, b; Oi et al., 2017a, b)。本研究では, これらの研究を発展させ, まず「優れたパフォーマンス」である高成績者の効果的な学

習方法を明らかにする。

具体的には、学習ログの分析によって、授業外での予習・復習における高成績者の e-book およびそのページを参照するタイミングや頻度を明らかにしたうえで、どのようにページ間や e-book 間の概念をつなぎ、理解を深めていくのかを解明する。

#### 4. 研究成果

MOOC とは Massive Open Online Course の略であり、日本語では大規模公開オンライン講座と呼ばれる誰でも受講できるオンライン講座を指す（重田，2016）。本研究では、現在の大学における情報通信技術（ICT: Information and Communication Technology）教育において、重要な地位を占める MOOC 講座を受講した際の学習を想定し検討した。

MOOC 講座では、オンラインで配信される講義動画を各学生が視聴し、学習を進めるのが基本となる。そこで本研究では、フィードバックが学習においてどのような促進効果を示すのかを検証するために、受講時の動画を観察しての学習を再現し、その際の認知的側面と脳活動を検証することとした。

具体的には、大学生および大学院生を対象として、「動画を観察しながら理解する状態」と「理解内容を伝える状態」を実験的に再現し、その際の行動データおよび脳活動データを測定する実験を実施した。脳活動データは NIRS（近赤外分光法: Near-Infrared Spectroscopy）を利用して計測した（図 1 参照）。この実験で測定した発話データ分析と、脳活動データについては、動画を観察し理解しようとしている過程と、理解した動画の内容を伝達している過程の分析を実施した。

また、実験と並行して著者は MOOC 講座を中心とした高等教育機関におけるオンライン教育に必要な教材作成について検討を進め、その成果を招待講演と招待論文として発表した（大井，2019; 大井，2019）。また大学での e-book の活用（e.g., Yin et al., 2019; Wang et al., 2020）、STEM 教育（e.g., Chen et al., 2019; Chen et al., 2020）に関する研究を進め、その成果を報告している。

これまでに、著者らは大学生の自主的な学習行動において、高成績者は低成績者よりも予習の頻度が高いが、復習の頻度は同程度であることを確認している（Oi et al., 2015a, b; Oi et al., 2017a, b）。この予習の内容において、高成績者は低成績者よりも数多くの複数の電子教科書を一回の復習で参照する学習行動をとっており、知識の関連付けを自主的に行っていることが示唆されている。この分析に加えて、教師が重要であると捉えている電子教科書の部分、具体的には、小テストとして出題されている部分に関する予習・復習における参照が、低成績者と高成績者ととどのように異なるのかについて、学習ログの分析を実施した。

著者は、これらの実験結果と学習ログの分析結果の両成果を踏まえて学習へのフィードバックを検証する枠組みを作成した。



図 1. 脳活動測定実験の様子

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 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Wang Jingyun, Shimada Atsushi, Oi Misato, Ogata Hiroaki, Tabata Yoshiyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Development and evaluation of a visualization system to support meaningful e-book learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Interactive Learning Environments	6. 最初と最後の頁 1~18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/10494820.2020.1813178	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 Chen L., Inoue K., Goda Y., Okubo F., Taniguchi Y., Oi M., Konomi S., Ogata H., Yamada M.	4. 巻 25
2. 論文標題 Exploring Factors that Influence Collaborative Problem Solving Awareness in Science Education	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Technology, Knowledge and Learning	6. 最初と最後の頁 337-366
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10758-020-09436-8	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 Chen Li, Yoshimatsu Nobuyuki, Goda Yoshiko, Okubo Fumiya, Taniguchi Yuta, Oi Misato, Konomi Shin'ichi, Shimada Atsushi, Ogata Hiroaki, Yamada Masanori	4. 巻 14
2. 論文標題 Direction of collaborative problem solving-based STEM learning by learning analytics approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Research and Practice in Technology Enhanced Learning	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s41039-019-0119-y	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 該当する
1. 著者名 大井 京	4. 巻 20
2. 論文標題 オンライン教材の開発を組織はどう支援すべきか - 九州大学教材開発センターを事例の中心として	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 名古屋高等教育研究	6. 最初と最後の頁 51 - 60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

1. 著者名 Chen, L., Inoue, K., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Ogata, H., & Yamada, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Exploring Factors that Influence Collaborative Problem Solving Awareness in Science Education	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Technology, Knowledge and Learning	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10758-020-09436-8	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 Yin, C., Yamada, M., Oi, M., Shimada, A., Okubo, F., Kojima, K., Ogata, H.	4. 巻 35
2. 論文標題 Exploring the Relationships between Reading Behavior Patterns and Learning Outcomes based on Log Data from e-books: A Human Factor Approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Human-Computer Interaction	6. 最初と最後の頁 313-322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10447318.2018.1543077	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 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Lu, M., Tamura, K., Okamoto, T., Oi, M., Shimada, A., Hatano, K., Yamada, M., & Konomi, S.
2. 発表標題 Proposal and Implementation of an Elderly-oriented User Interface for Learning Support Systems.
3. 学会等名 Sixth ACM Conference on Learning at Scale (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大井 京
2. 発表標題 オンライン教材の開発を組織はどう支援すべきか
3. 学会等名 教育基盤連携本部 高等教育システム開発部門シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tamura, K., Okamoto, T., Oi, M., Shimada, A., Hatano, K., Yamada, M., Lu, M., & Konomi, S.
2. 発表標題 Pilot Study to Estimate -Difficult- Area in e-Learning Material by Physiological Measurement.
3. 学会等名 Sixth ACM Conference on Learning at Scale (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tamura, K., Lu, M., Konomi S., Hatano, K., Inaba, M., Oi, M., Okamoto, K., Okubo, F., Shimada, A., Wang, A., Yamada, M., & Yamada, Y.
2. 発表標題 Integrating Multimodal Learning Analytics and Inclusive Learning Support Systems for People of All Ages.
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02019) シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 陸 恣, 田村かおり, 岡本剛, 大井京, 島田敬士, 畑埜晃平, 山田政寛, 木貫新一
2. 発表標題 高齢者向け学習支援システムのためのUI プロトタイプ開発と実験
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02019) シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chen, L., Uemura, H., Hao, H., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Ogata, H., & Yamada, M.
2. 発表標題 Relationship between Collaborative Problem Solving, Learning Performance and Learning Behavior in Science Education.
3. 学会等名 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Konomi, S., Hatano, K., Inaba, M., Oi, M., Okamoto, T., Okubo, F., Shimada, A., Wang, J., Yamada, M., & Yamada, Y.
2. 発表標題 Extending Learning Analytics Platforms to Support Elderly People
3. 学会等名 The 12th International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization (ISIP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamada, M., Shimada, A., Oi, M., Taniguchi, Y., and Konomi, S.
2. 発表標題 BR-Map: Concept Map System Using e-Book logs
3. 学会等名 Proceedings of CELDA 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chen, L., Uemura, H., Hao, H., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Ogata, H., Yamada, M.
2. 発表標題 Relationships between collaborative problem solving, learning performance and learning behavior in science education
3. 学会等名 Proceedings of IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Lu Min・田村かおり・岡本剛・大井京・島田敬士・畑埜晃平・山田政寛・木實新一
2. 発表標題 高齢者向け学習支援システムのためのデュアルタブレット・ユーザインタフェースの提案と実現
3. 学会等名 情報処理学会 第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村かおり・岡本剛・大井京・島田敬士・畑埜晃平・山田政寛・Lu Min・木實新一
2. 発表標題 自学学習中における脳波・視線の同時計測・分析システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会 第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村かおり・岡本剛・大井京・島田敬士・畑埜晃平・山田政寛・陸恣・木實新一
2. 発表標題 脳波・視線同時計測による「学びのつまずき」推定システムの開発
3. 学会等名 日本生体医工学会九州支部学術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------