

令和 4 年 6 月 25 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03066

研究課題名（和文）自己調整スキルの獲得を目的とした授業支援ツールの開発と評価

研究課題名（英文）Development and Evaluation of a Instruction Support System for Self-regulated Learning Skills

研究代表者

渡辺 雄貴（Watanabe, Yuki）

東京理科大学・教育支援機構・教授

研究者番号：50570090

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）：本研究では、授業中に各学習者がタブレットに配布された資料を閲覧しながらノートテイキングを行う中で、学習者同士で能動的な学習を促すシステムの開発・評価を行った。本システムではナッジ理論を援用し、他者の学習状況を可視化することで、学習の促しの実現を図った。システム評価実践の結果、学習の可視化は、学習者の共同体意識を向上させ、ノートテイキングや内容理解を促進することが示された。さらに、授業者は、学習者の不明箇所の可視化をもとに、指導方略を変更できることが明らかとなった。以上より、本システムの可視化は、アクティブラーニングを促進し、自己調整サイクルの特に遂行段階を支援しうることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでのナッジ理論の教育利用は、教育方針に留まっており、本研究におけるナッジがアクティブラーニングや自己調整学習支援といった教授学習支援に有効である可能性が示されたことは、学術的に大きな意義があると考えられる。また、Learning Analytics研究は授業者の負担軽減に関する研究が多く、学習者自身が学習を調整する能力を習得するために活用した本研究は、教育のデジタル・トランスフォーメーションや教育ビッグデータ活用など、EdTechに関する研究の発展の一助となりえる。

研究成果の概要（英文）：This research aimed to develop and evaluate a system that encourages active learning among learners while each learner browses class material distributed on their tablet and writes notes and highlights in class. We designed the system to encourage learning by applying nudge theory and visualizing how others learn. The evaluation results showed that visualization of learning improves learners' sense of classroom community and promotes note-taking and comprehension. Furthermore, we indicated that the instructor could select the teaching strategy based on visualizing the learners' unclear parts. These results suggest that the system's visualization can promote active learning and support the Performance phase of the self-regulation cycle.

研究分野：教育工学

キーワード：教育工学 自己調整学習 ナッジ 数学教育 インストラクショナルデザイン ICT活用教育 アクティブラーニング

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

本研究課題の学術的背景となる分野は、「授業設計 (インストラクショナルデザイン, Instructional Design : 以下 ID)」、「自己調整学習 (Self-Regulated Learning : 以下 SRL)」、「共調整 (Co-Regulated Learning : 以下 Co-RL)」、「社会的に共有された調整学習 (Socially Shared Regulation of Learning : 以下 SSRL)」、「アクティブラーニング」、「数学教育」である。本研究では、中等教育 (主に高等学校) の授業内、授業外の学びを支援、改善するためのシステム開発とその評価を行うものであり、同システムで用いる学習支援方策、可視化方法に関して、上記分野の知見を活用することとなる。

高等学校での学びは、学習指導要領に依拠し、授業者はその学習目標や学習時間から授業を設計することとなる。授業を設計する際には、ID の諸原理に従うことが一般的に良いとされている。ID は、教育活動の効果・効率・魅力を高めるための手法を集大成したモデルや研究分野、またはそれらを応用して学習支援環境を実現するプロセスである (鈴木 2005)。

今日では、SRL が注目され、各方面で SRL に関する研究が行われている。SRL では、予見・遂行・省察のサイクルを循環させることで、効果的、効率的に学習することができるとされ、このサイクルを進行させるためには、メタ認知、学習方略、動機づけが必要とされている (Zimmerman & Schunk 2011)。実際に、学校教育における数学の学力優秀者は、時間管理や学習での問題解決などの面で、特に優れた自己調整学習能力があるとされている (Boekaerts 1999)。市川ほか (2014) は、自己調整学習能力を効果的に進めるにはメタ認知的活動が必要である。

さらに、SRL サイクルを協調しながら行うことを Co-RL、他者との関わりに焦点を置き、協調的に活動を行いながら互いに能力を高めていくことを SSRL と言い、近年注目を集めている (Hadwin et al. 2018)。

文部科学省中央教育審議会 (2016) において、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けたりすることができるようにするための、主体的・対話的で深い学びの実現に向けて、アクティブ・ラーニングの視点からの授業設計、改善に向けた取り組みの活性化の重要性が述べられた。高等学校の新学習指導要領においても同様の学習活動の転換が求められることが見込まれるが、学習内容の削減はなく、授業時間の増加も期待できない。すなわち、今までと同じ授業時間の中で、同内容の授業を実施し、さらに深い学びを求めていることになる。この学習活動の転換は教育現場に大きなインパクトを与え、負担を強いることになる。坂本 (1976) は、集団授業において、授業者が、一連の教授学習過程を経る中で、個々の学習者の反応を受領し、学習内容以外の学習に関する、フィードバックの学習内容を行うことも大切であるとしている。しかし、集団授業内で個別のフィードバックを行うには限界がある。Nilson (2013) も SRL 研究の中で、一斉授業においてもフィードバックが大切だとされているが授業内で実施することは困難であると指摘している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、授業時間中の学習者の自己調整学習能力の獲得を指向したシステムの開発および評価である。本研究の目的を達成するために、研究全体を3テーマに分けて取り組んだ。

- (1) タブレット端末におけるノートテイキングの基礎研究
- (2) 授業内で SRL を支援するシステム開発
- (3) 開発したシステムの評価

3. 研究の方法

研究の方法に関しては、3テーマに基づき、以下3つの手順に沿った。

(1) ノートテイキングの基礎研究

2019年6月に、都内私立高等学校の高校1年生24名を対象に調査を行った。生徒のノートテイキングが紙媒体とタブレット端末ではどのような能力的な差異 (書けない、表現できないなど) があるかを調査した。調査をする授業前に、それぞれの媒体で、空所補充問題と下線を引いて欲しい箇所を設定し、授業資料を配布した。授業後に記入された資料を回収し、各学習者が何箇所の穴埋めを記載しているかおよび、授業者が設定した2箇所に引いている下線の数を紙媒体とタブレット端末で定量的に比較し調査した。

(2) システム開発

本研究で開発したシステムは以下の4つの要件を元に設計した。

表1 システムの設計要件

| 本システムの機能 | 具体的な要件 |
|-----------------------------------|--|
| 1. 授業教材を各学習者の端末にデリバリする機能 | 各学習者は、デリバリされた教材を閲覧しながら授業を受講することができる。 |
| 2. 学習者が、提示資料にノートテイキングをする機能 | 授業中の板書や授業者の発言を受け、学習者は適宜学習方略を用い、ノートテイキングやアンダーラインなど自身の学習のために、教材に記述を行うことができる。 |
| 3. サーバ側が、学習ログを時系列データとして収集する機能 | 2で行う学習者の学習行動を監視し、どのようなタイミングでどのような学習を行っているかのログを取得することができる。 |
| 4. 他の受講生の教材上での学習を可視化し、学習者に学習を促す機能 | Co-RL, SSRLを考慮し、3で収集した学習ログを、リアルタイムに集計、可視化し、各学習者の端末に表示することができる。 |

(3) システム評価

システム評価のため、計3回システムの評価実験を行った。

2020年度は、中等教育で2種類の実践を行った。1つ目は、2020年9月に都内私立高等学校の高校1年生89名を対象に、システムが授業内の学習を促すかに関して、ユーザビリティ評価やナッジ理論に基づいた質問紙および、ノートテイキングの学習ログから調査を行なった。2つ目は、2021年1月に、都内国立高等学校の情報科教員4名を対象に、授業者は、システムを活用することで、生徒の学習理解度を把握しうるかに関して、インタビュー調査を行なった。

2021年度は、参加者を募集し、実験室環境でNoTASの評価実験を行った。実験参加者33名を、NoTASの可視化機能を用いた群(15名)、用いない群(18名)の2群に分け、質問紙、ノートテイキングログをもとに調査を行なった。

4. 研究成果

(1) ノートテイキングの基礎研究

紙媒体の授業とタブレット端末の授業で学習者が記入したノートを参照し、各学習者の下線数と空所補充の補充割合を算出し、それぞれの平均値の比較を行った。その結果、全ての項目において、有意差がなかったことから、紙媒体の授業とタブレット端末の授業における空所補充と下線を書くという能力に差異は見られなかった。

このことから、教授者がタブレット端末を活用した授業を行った場合でも、学習者のノートテイキングに影響がないことが示唆される。さらに、集計を行う過程で、下線に関してはタブレット端末の方がよく引けている印象を受けたため、生徒にインタビューを行った。生徒から上がった意見としては、ペンを持ち替えたりする手間が省けるため引きやすいなど、タブレット端末特有のメリットなどが明らかとなった。

(2) システム開発

Co-RL, SSRLなどの研究動向を踏まえ、授業時間中の教員からのフィードバックでなく、学習者同士で学習方略をリアルタイムに共有することによるSRL支援を目的としたシステムを開発した。本システムは、学習者と授業者が1人1台のタブレットを所持している一斉授業内で、ノートテイキングを支援するWebアプリケーションである。タブレットのブラウザに授業資料(PDF)を配信し、タブレットペンを用いて、資料上にメモや下線を手書きで書き込むことができる。さらにシステムの特徴として、他者が記入した箇所を全学習者の資料上にリアルタイムに可視化することができ、資料にいつ、どのような内容を記入、削除したのかをノートテイキングログとして収集できる。なお、本研究で開発したシステムは、行動経済学分野で盛んに研究が行われているナッジ理論から着想を得ており、ナッジを用いてノートテイキングを支援することから、Nudge for Note Taking Assist Systemと命名し、呼称をNoTAS(ノータス)とした。

NoTASは4種類のレイヤーから構成されている(図1)。

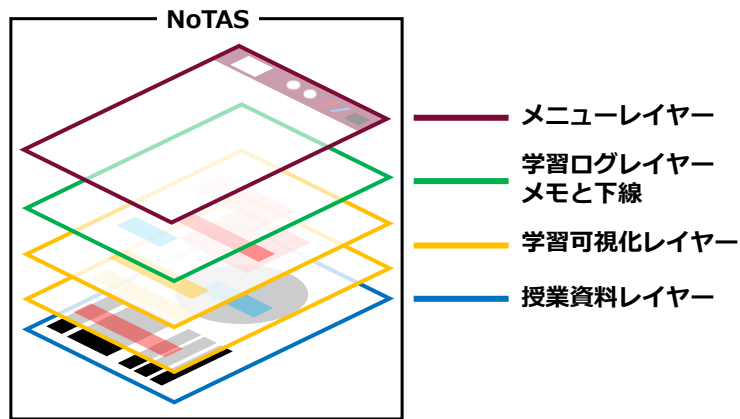


図1 NoTASのレイヤー構成

メニューレイヤーは、ノートテイキング画面上部のメニューバーを表示するためのレイヤーである。アイコンをタップすることで、拡大・縮小、書き込みや削除などの機能が利用できる。学習ログレイヤーは、学習者がタブレット端末に表示された授業資料上に書いたメモや下線などのノートテイキング情報を表示、記録するためのレイヤーである。学習可視化レイヤーは、他者のメモ書きや下線引きしたおおよその箇所をリアルタイムに色によって可視化するためのレイヤーである。学習可視化レイヤーは、授業者が授業前に設定した値に応じて、色や濃淡、太さなどを変えることができる。さらに、学習ログからPNG画像として生成したレイヤーを重ねることによって、書き込みが多い箇所はより濃い色で表示することができる。最後に、授業資料レイヤーは、授業者が学習者のタブレット端末上に配布した授業資料を表示するためのレイヤーである。授業者は事前に配信する資料をサーバにアップロードする必要がある。

図2は、NoTASのノートテイキング画面であり、学習者自身の記述と、他者の記述の可視化の具体例を示している。学習者は、メモ、重要箇所の下線、不明箇所の下線の3種類を書き込むことができ、それに合わせて、他者の記述もメモ、重要箇所、不明箇所の3種類が可視化される。なお、授業中の認知負荷を考慮し、他者の記述は内容ではなく、書き込んだ位置が、その種類によって異なる色でリアルタイムに可視化される。

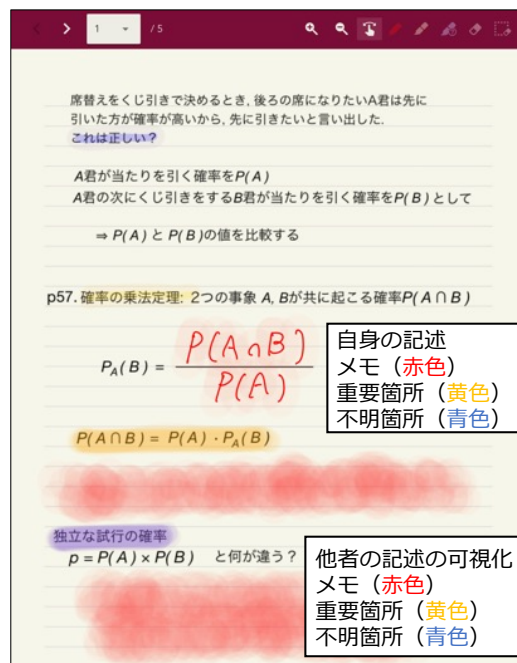


図2 NoTASのノートテイキング画面の様子

(3) システム評価

システム評価実験は2020年度に2回、2021年度に1回の計3回行った。

学習者を対象に行った実践の結果、NoTASの可視化機能を活用することで、学習者は従来の授業と同程度に集中した状態で授業に参加していた。さらに、学習者は、他者の影響を受けてノートテイキングしたと感じていたことから、ノートテイキングをしようとする意識を持たせることが明らかとなり、ナッジが機能していたと考えられる。

さらに、質問紙調査の結果から、学習者はNoTASによる可視化によって、他者との信頼感や

結束力を感じ、ノートテイキングに関する逐次フィードバックを受けたと感じていることや、他者の存在感を好意的に捉えていることなどが明らかとなった。以上から、NoTAS の可視化機能は、共同体としての意識や社会的存在感を有意に感じさせ、学習者間の相互作用を促進することが示されたため、NoTAS は Co-RL の促進に寄与することが考えられる。

ノートテイキングログの分析結果から、NoTAS の可視化機能を用いることで、板書と下線の記述量が有意に向上することが明らかとなった。このことから、他者のノートテイキング状況の可視化によって、授業資料上に記述することを促す可能性がある。また、特に板書では、可視化の濃度が一定数を超えた際に急激に記述者が上昇する傾向が見られたため、教室内でノートテイキングを促す学習者と、促される学習者が存在し、何を記述すべきかを理解することを支援しうることが示唆される。

一方、授業者の口頭説明に関しては、NoTAS の可視化の有無で記述量に有意な差は見られなかった。そこで、NoTAS による可視化はノートテイキング以外の学習方略使用に影響を与える可能性を踏まえ、可視化の種類ごと（メモ・重要箇所・不明箇所）に相関分析を行った。その結果、重要箇所の可視化はノートテイキングを促進し、メモや不明箇所の可視化は授業者の説明に注意を向けさせることから、可視化の種類（メモ、重要箇所下線、不明箇所下線）によって異なる学習方略を促進する可能性が示唆された。

授業者を対象とした実践から、授業者は、授業内容を説明している最中に NoTAS による授業資料上の可視化によって、生徒の進捗や、理解状況を把握できることが明らかとなった。特に生徒の分からない箇所に着目し、生徒の理解度に応じて指導を変更することで、生徒がより内容を理解し、メモを記述する場面も見られた。以上より、NoTAS による理解状況や進捗の可視化を授業中に指導に反映し、生徒の内容理解を向上する可能性があることから、授業者と生徒間の相互作用を促進しうると考えられる。一方、NoTAS を授業中に活用する際の課題として、授業形式や授業資料の工夫の必要性が明らかとなった。

3回の実践を踏まえ、NoTAS は、学習者間の相互作用を促進させ、他者との共同体としての意識や社会的存在感を向上し、ノートテイキングの種類のうち、特に板書や下線の記述量を向上させることが示された。さらに、NoTAS の可視化の種類によって、異なる学習方略の使用促進に影響を与えることも示唆された。ノートテイキングなどの学習方略使用を促進することから、学習者間の Co-RL によって、SRL サイクルの特に遂行段階を支援しうることが考えられる。

一方、NoTAS は、授業者が授業中に学習者の理解状況や進捗を把握することを支援でき、教師が指導の仕方を工夫、変更することを促進することが明らかとなった。このことから、NoTAS の可視化は、学習者間の相互作用だけでなく、授業者と学習者の相互作用も促進することが示唆された。

[引用文献]

- Boekaerts, M., Zeidner, M., & Pintrich, P. R. (1999) *Handbook of self-regulation*. Elsevier.
- 中央教育審議会 (2016) 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について。 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf
- Hadwin, A. F., Järvelä, S., & Miller, M. F., (2018) Self-Regulation Co-Regulation and Shared Regulation in Collaborative Learning Environments. In D. H. Schunk & J. A. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance*, New York: Taylor & Francis Group : 83-106
- 市川伸一 (2014) 学力と学習支援の心理学, 放送大学教育振興会, 東京都
- NILSON, L. B. (2013) *Creating Self-Regulated Learners*. Stylus Publishing, Virginia
- 鈴木克明 (2005) e-Learning 実践のためのインストラクショナル・デザイン. 日本教育工学会論文誌, 29(3):197-205
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011) *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives (2nd ed.)* Mahwah, NJ: Erlbaum.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 橋本佳蓉子, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 高校生の数学的問題解決方略使用を促す授業外学習教材の開発 自己調整学習との関連に着目してー |
| 3. 学会等名 日本教育工学会2021年春季全国大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 近藤孝樹, 横山喬一, 御園真史, 稲葉利江子, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 学習者の反応を授業内でフィードバックするシステムが授業者に与える影響 |
| 3. 学会等名 日本教育工学会2021年春季全国大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 横山喬一, 御園真史, 稲葉利江子, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 NoTAS:Nudge for Note-Taking Assist System |
| 3. 学会等名 日本教育工学会2021年春季全国大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 橋本佳蓉子, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 自己調整学習と数学の学習方略と効力感の関連 |
| 3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kyoichi Yokoyama, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe |
| 2. 発表標題 Nudge for Instructional Design and Technology: Toward to One to One Computer in Educational Environment |
| 3. 学会等名 International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takaki Kondo, Yuki Watanabe |
| 2. 発表標題 Socially Shared Regulation of Learning for higher education |
| 3. 学会等名 International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kyoichi Yokoyama, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe |
| 2. 発表標題 Nudge for Instructional Design and Technology: Toward to One to One Computer in Educational Environment |
| 3. 学会等名 International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kayoko Hashimoto, Yuki Watanabe |
| 2. 発表標題 Mathematical Problem-solving Strategies Related to Self-regulated Learning |
| 3. 学会等名 International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 横山 喬一, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 紙媒体とタブレット端末のノートテイキングにおける学習方略の能力的違いー自己調整学習能力に注目してー |
| 3. 学会等名 日本教育工学会2019年秋季全国大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 横山 喬一, 御園真史, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 数学科授業ノートテイキングにおける自己調整学習能力の育成に向けてー行動経済学理論の援用ー |
| 3. 学会等名 AI時代の教育学会第1回研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 橋本佳蓉子, 渡辺雄貴 |
| 2. 発表標題 自己調整学習と数学の学習方略と効力感の関連 |
| 3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kyoichi Yokoyama, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe |
| 2. 発表標題 Developing Notetaking Support System for Self-Regulated Learning Skills in Mathematics Class -Support of Behavioral Economics Theory- |
| 3. 学会等名 International Technology, Education and Development Conference, INTED2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020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 |
|---------------|---|---------------------------------------|----|
| 研究 分担 者 | 御園 真史 (MISONO TADASHI) (60467040) | 島根大学・学術研究院教育学系・准教授 (15201) | |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|