

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：15401

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20833

研究課題名（和文）コネクテッド教室は生徒の学びをどのように変えるか

研究課題名（英文）How a connected classroom change students' learning?

研究代表者

影山 和也（Kageyama, Kazuya）

広島大学・人間社会科学研究科（教）・准教授

研究者番号：60432283

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、コネクテッド教室（インターネットの常時接続によって、ウェブアプリの使用やオンラインでの交流などが可能な教室）において、教育に関わる伝統的信念の転換を生徒の視座から進めるためのエビデンスを収集することを目的とした。短期的・長期的に収集した高等学校数学科授業データの分析によって、ウェブアプリによって可能になった実験や検索を通して、生徒自身が驚きや自信、喜びといった感情を持ちながら主体的に活動していることが分かった。また、生徒らは、関連するリソースの収集と編集、他者の考察の道筋の共有・相互評価というように、環境に適応して自らの学びを調整しながら進めている実態が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

しばしばICTの利活用推奨のもとで、ある内容の効果的な指導・学習方法が論じられるが、生徒の実態にしたがって本研究が提出した「編集」という学習スタイルは、そうした環境下で適切であるからこそ生徒自身によって編み出されたものであり、何を・どのように学ぶかを自らで作り出して選択するところに真の意味での個別最適な学びがあることを本研究の成果は示している。さらにそこに、自信や喜びのような肯定的感情を伴っているとすれば、学習に対して負の感情を抱きがちな状況に対して、よい問いと環境とをデザインすることが改善の第一の糸口になりうることで導かれる。

研究成果の概要（英文）：The objective of this research is to gather evidence to enhance a shift in traditional beliefs about education from the perspective of students in the connected classrooms, which means constant Internet connectivity allows for the use of web apps and online interaction. Analysis of high school mathematics class data collected over the short and long term revealed that students themselves were proactive through the experiments and searches made possible by the web app, with feelings of surprise, confidence, and joy. The data also revealed that the students were adjusting their learning to their environment, collecting and editing relevant resources, and sharing and mutually evaluating the paths of others' reflections.

研究分野：数学教育

キーワード：計算論的思考 数学教育 ICT 編集

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

本研究の開始当初は、政策的に GIGA スクール構想が打ち出されていよいよ学校教育現場の ICT 化が進む予感があった。新型コロナウイルスによるパンデミック前という社会情勢でありながら、インターネットを始めとするインフラ整備と ICT の利活用の推奨とによって、学習者の意見や成果を瞬時に共有・公開したり、教室に居ながらにして必要な情報収集や重要な知見の理解に時間をあてたり、物理的にも時間的にも離れたところにありながら交流したりといった、当時としては未だ一般的ではない活動も可能になりつつあった。このような、人や対象や場所がインターネットや電子メディアを通じてつながりあっている環境を、われわれは象徴的に「コネクテッド教室」と呼び、次のように規定することとした：インターネットに接続された状態だけではなく、タブレット端末などを通じて教師や学習者、学びのための資源が常時互いにつながり合った状態である教室。

コネクテッド教室の持つインパクトは、教師にとっても学習者にとっても大きいことが予想されるにも関わらず、ICT の利活用に対する当事者の印象や、実際にどのように指導と学習が変わりそうかについては十分な知見がなく、従来指導のために使われてきたメディアだけが置き換えられていく危険性があった。特に、こうした時代の転換の節目では、前時代的な信念・イデオロギーのもとで実践が進められる傾向があるため、そもそも教育の当事者である学習者によって、こうした情勢はどのように受け止められているのか等を早急に解明する必要がある。

このような情勢の一方で、データサイエンティスト Wing による「計算論的思考」(computational thinking) の提唱によって、2000 年代初頭は実用的な問題解決にかかる思考方法が脚光を浴びるようになっていた。これは基本的には、コンピュータがうまく作動するような仕方で、問題を表したり解決したりする思考過程を指しており、デジタル化が進む社会において、そして予測不能な課題の表出への対処という点で、研究上、大きく注目されることになった。われわれは本研究の開始以前から、すでに計算論的思考と数学的思考との互恵性を論じ、双方が同時的ないし経時的に働きうるゲーム環境(関数の合成を数学的背景とする環境であり、対戦相手よりも高得点を得るための関数の選択を合理的、戦略的、戦術的に判断する)を開発することで、グループによって取り組む学習者らの思考方法を報告してきた。上述のコネクテッド教室では、一見すると異質な思考形態が混ざり合うことが十分に予想されたものの、こうした環境下での学習者の振るまい、気質や態度はまだ未解明な部分が多く、安易に学校教育をデータサイエンティスト養成の場としないためにも、基礎的な研究の遂行と公開が求められた。

### 2. 研究の目的

以上のような背景と問題意識とによって、本研究の当初の目的を次のように定めた。

コネクテッド教室において、教育に関わる伝統的信念の漸次的転換を学習者の視座から進めるためのエビデンスを収集すること

また、研究上の問いを「コネクテッド教室で学習者は何を感じ、どのように学びを進めるか」とした。なお、本研究の遂行途中で世界的なパンデミックという事態が起こり、これによって当初の目的は維持しつつも研究上の問いについてはいくらかの軌道修正を迫られた。具体的には、「どのように学びを進めるか」のほうに焦点を当てて、「学習者は何を感じ」についてはその学びの過程のなかでみられた特定の学習者の振る舞いから見出すこととした。

### 3. 研究の方法

学習者による学びの進め方を知るために、質的研究の方法論を採用した。すなわち数学科授業(実験授業のような数時間単位のもの、学校教育の使命として ICT の利活用を図った 1 年単位のものの双方)から得られたデータを分析することによって、コネクテッド教室での学習者の活動パターンを同定し、学び方の視点で解釈した。ここでのデータとは、主として次のものである。

- 教室内に設置されたビデオカメラによって記録された授業の動画
- その動画をもとに作成された、授業中の教師および学習者の発言等
- その授業の観察者による記録ノートおよび教師による指導中のメモ書き
- 学習者によって個別ないし共同で作成され、クラウド上に保存されたワークシート
- 興味深いと思われた作業中の学習者による写真画像や動画
- 授業者による語り

なお、本研究はあらかじめ特定の理論的背景を持ちながら進めるというよりもむしろ、出来る限り授業に入り込み、そこで起きていることを探索的に把握するという手法を取ることとした。そのため、綿密なデータ収集・分析計画にしたがって研究を遂行するかわりに、授業の諸側面をよく表していると考えた上記データ群を広く収集し、研究共同・協力体制のなかでの相互のやりとりによって解釈の妥当性等を高めるようにした。特に、学習の進展において何が最も重大であったかという共通理解が重要であった。この事後的分析において、解釈についての説明力等を高める理論をようやく適宜採用することとした(本研究では、文化歴史的アプローチ、道具主

義的アプローチ、そして「編集」にまつわる歴史的経緯)。

#### 4. 研究成果

本研究の成果は大きく次の三つが挙げられる。

##### (1) 即時の計算を行ったり、関連する事項を表示したりするウェブアプリが教室に入ることによって、学習者は主体的・探的に学びに従事していること

複雑な式の即時計算が可能になることによって、学習者は計算の実直な遂行や工夫ではなく、計算のための値の入力と出力の関係に注意を向けることができる。加えて、そうした計算を素早く何度も行うことによって入出力関係がみえてきたときこそが、関連する数学的事項を自らで見出す最適の機会となる。

たとえば、本研究の分析で特に対象となった学習者は、紙と鉛筆ベースであればあらかじめいたはずの探究的な数学的活動であっても、ウェブアプリの助けによって活動に従事し続けることができた。これによって、その時点ではカリキュラム上、未習の事項であっても自身の活動の経緯上、関連しそうであることがわかればあらかじめその理論的・実質的意味を他のメディアから探るようになっていた。これはすでに、コネクテッド教室においては、伝統的なカリキュラムとは異なる数学的事実との新たな出会いが起きていることを示しており、その際に学習者は、驚きや自信、喜びといった肯定的な感情を持ちながら主体的に活動している。

##### (2) 「編集」に象徴されるような、コネクテッド教室に適応した学習方法が現れていること

コネクテッド教室においては、学習者の活動の大半は、メディアを通して関連する知識や技能を取り入れたり、使いやすいように加工・処理・保存したり、考察の成果を即時に公開して周りと共有したりといったように、あたかも「編集」と呼ばれるような作業に多く占められている。これによって、教科書等で示されている知識体系とはまた別の、その学習者による学びの過程を色濃く反映して圧縮させた知識体系もまた存在することになる。必要な箇所にラベルをはったり、別の言葉で言い換えたり、そのときに抱いた事柄を注釈として残すこと自体はこれまでも一定程度はみられた作業であるけれども、コネクテッド教室においてはさらに、他の学習者を含めた集団での共同作業や、出された成果物に対する相互評価、理解・不理解に関わる感情の動きまで記載されることとあわせて、個々の取り組みが一体となっていることに特色がある。

以上のような、コネクテッド教室によって可能になった行動は、その環境に適応する学習方法であり、教師としては「知らない者に教え、授ける」という使命から、学習者の持続的な活動を起こすための働きかけを工夫することが要求される。

##### (3) デジタル技術の進展に即応するような、学習観とカリキュラム観の更新が必要であること

コネクテッド教室における学習者による数学的問題解決過程を分析することによって、問いと応答を基本単位とするやりとりは、従来の教室環境と比べて、時と場所を問わず自然に起こるようになってきている。それはあたかも単純な記述テキストを通じたコミュニケーションのようであり、そこには自ずと数学を共に学ぶための規範形成がなされていた。

たとえば、学習者らは授業内外で頻繁に共同編集機能をもつデジタルホワイトボードを使用しており、一つの問いに対して複数の者が応答し(直接的な解答を与えたり、分からないことに共感したり、分かるためのヒントを与えたりという具合に、応答もまた様々であった) それにまた別の者が応答する流れが、教師の介入無しに形成されていた。そこでは、口頭的ではない記述言語が使われ(故に、その記述だけで意図が伝わるように、手短だが洗練されている) 別の第三者にみられることを想定した、数学的にも無駄が排除されたコミュニケーションであるべきことが自覚されているようであった。したがって、同じ機会に数学を共に学ぶとは、一つの模範解答を是として獲得しようという無批判な態度ではなく、生産的な問いを出し合うことであり、ある者の問いがその集団での学びを促進させるように、応答する側にも関与の際の責務があるということである。

こうした学習観の問題と連動して、デジタル化以前に意図されつくられたカリキュラムはそのままに学びの方法だけが多様化することは、かえってそのカリキュラムの達成は危ぶまれる危険性がある。したがって、次の諸点を次の時代のカリキュラム構成の開発原理とすることを暫定的に提案した。

- 数学的知識や技能は、発見・検索・探索される対象であると同時に、次なる問いやニーズを生み出すリソースでもあること
- 計算は、目的志向的で身体を伴う運動でもあること

これらの思想的背景には、かつて Papert の提唱した「構築主義」(constructionism)があり、デジタル技術に支えられたコネクテッド教室において学習理論もまた更新の必要性があることを主張した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 影山和也, 増永雄大, 石橋一昂	4. 巻 29
2. 論文標題 ICTを共にある数学の学習活動の特徴	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 数学教育学研究	6. 最初と最後の頁 1, 14
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 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3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 影山和也, 増永雄大
2. 発表標題 デジタル技術環境下における数学学習の規範の問題
3. 学会等名 日本教育工学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 影山和也, 増永雄大, 石橋一昂
2. 発表標題 ICTはどのように数学的実践をつくるか
3. 学会等名 全国数学教育学会第57回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 影山和也, 上ヶ谷友佑, 青谷章弘
2. 発表標題 数学的思考とコンピューテーショナル・シンキングとの互恵性解明
3. 学会等名 全国数学教育学会第52回研究発表会
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	上ヶ谷 友佑  (Uegatani Yusuke)  (80813071)	広島大学・附属福山中高等学校・教諭    (15401)	

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