

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K21753

研究課題名(和文)理科授業の国際比較に基づく挑戦的な高校理科カリキュラム開発

研究課題名(英文)Challenging Development of High-School Science Curriculum Based on the Findings of an International Comparative Study of Science Lessons

研究代表者

土佐 幸子(Tosa, Sachiko)

新潟大学・人文社会科学系・教授

研究者番号：40720959

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,500,000円

研究成果の概要(和文)：日本の高校理科(物理・化学)授業をアクティブ・ラーニング(AL)型に変革するために、国際比較調査を計画したが、コロナ禍で中止せざるを得なくなった。そこで、国際的な授業参観指標RTOPの日本語版を整備し、これを日本の授業に用いることによって、その点数の範囲と授業傾向との関連を同定した。また、アバターロールプレイを用いた教員研修プログラムを開発し、アバター相手に指導方略を試すという、改善のための具体的な練習方法を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

RTOPは国際的なAL型授業評価指標であり、これを日本の研究者も使えるように整備した利点は大きいと考えられる。RTOP日本語版は、米国物理教師学会のサイトPhysPortに掲載されており、誰でもダウンロード可能である。RTOP日本語版は、理科授業のAL度を数値的に表すことを可能にした。自己評価にも使える。また、アバターロールプレイを教員研修に用いる試みは日本初であり、現職教員と教員志望学生に具体的な練習の機会を提供する方法として期待できる。

研究成果の概要(英文)：We had planned an international comparative study to transform high school science (physics and chemistry) lessons in Japan into Active Learning (AL) style, but had to cancel it due to the COVID-19 pandemic. Therefore, we developed a Japanese version of the international classroom observation tool called RTOP (Reformed Observation Protocol, by Sawada et al., 2000) and used it to identify the relationship between its scores and teaching tendencies in Japanese high-school science lessons. Additionally, we developed a teacher training program using avatar role-playing to practice and improve instructional strategies with avatars as students.

研究分野：教育工学、科学教育

キーワード：高校理科授業の改善 アクティブ・ラーニング 授業参観指標の開発 教員研修プログラム 教員養成プログラム アバター・ロールプレイ 指導方略に関する知識

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

資源の乏しい日本において、国際的な競争力を維持する上で、理工系人材育成は重要である。特に専門を目指す前段階の高等学校における理科授業は、子どもの将来の方向の選択に大きく影響することが考えられる。新高校学習指導要領<sup>1)</sup>においてアクティブ・ラーニング(AL)が重視され、大学の入試改革も着々と計画が進む中、知識を活用し、自ら問題を解決できる能力を育む高校教育が一層求められている。しかし、実際の日本の高校理科授業では、教員が一方的に黒板の前で説明し、生徒は黙々と板書をノートに写すという情報伝達型の指導が行われている場合が圧倒的に多く、生徒のアクティブ・ラーニングはほとんど実現していない。どのような指導法であれば教師も生徒も嬉々として授業に臨み、活発な議論や活動を通して自然現象の本質的な理解を図ることができるのだろうか。本研究では、理科の中でも難しいとされる物理・化学分野に焦点を当て、一方向型の授業からAL型の授業に変革を図る指導法を、日本・米国・中国の高校理科授業の国際比較を基に明らかにする。前研究において、米国の物理授業は、生徒主体だが内容の理解は表面的な傾向にあり、対照的に中国の物理授業は、段階を追う概念理解を進めながらも教師主導のトレーニング型であることが示された。本研究では、化学分野にも範囲を広げ、日米中の高校授業をアクティブ・ラーニングと高大接続の視点で捉え直す。得られた知見を基に、米国にも中国にもない日本独自のAL型高校理科カリキュラムの開発・実践・効果検証を行う。中国と米国の理科授業を参考に、既存の枠組を越えたカリキュラム開発を目指す。さらに、講習会や執筆活動を通して、カリキュラムを理科教育界に広く紹介し、他分野や他教科も巻き込んでAL型授業実践運動を展開する。

## 2. 研究の目的

本研究課題において、当初の目的は以下の3点であった。

- 1) 日本・米国・中国の3か国において、高等学校の理科授業(物理・化学分野)を現地に赴いて参観し、その授業データをアクティブ・ラーニングと高大接続の視点から、国際標準的授業参観指標を用いて定量的に、また談話分析などによって質的に分析する。この**国際比較により、日本の高校理科授業の特徴と課題点を明らかにする。(1年目)**
- 2) 国際比較調査の結果を踏まえ、日本の高校理科授業の課題点を解決し、米国にも中国にもないような、**日本式AL型高校理科カリキュラムを開発**し、現場教員の協力の下に授業実践と効果検証を行う。(2年目)
- 3) 開発したAL型高校理科カリキュラムを、大学の講義を通して教員志望学生に、また教員研修・講習会を通して現場教員に、さらに学会発表や執筆活動を通して理科教育界に広め、**高校授業のAL型移行を推進**する運動を展開する。(3年目)

しかし、2020年2月に発生した新型コロナウイルス感染症拡大のため、予定していた米国と中国におけるデータ収集が不可能となり、国内の対面によるデータ収集も難しくなった。そこで、実現可能性を考慮して、次の3点に目的を変更した。

- 1') 国際比較調査のためのツールを整備するために、日本の高校理科授業がAL的かどうかについて、定量的に評価できる**授業参観指標を作成**する。さらに、日本の高校理科授業に適用することの妥当性について、過去の録画データを用いて検証を行うと共に、日本の高校理科授業の特徴と課題点を明らかにする。
- 2') オンラインでカリキュラム開発は難しいが、規模を縮小して**授業開発**を行う。高校教員1名と連携し、一連の授業について、オンラインで検討と実践を繰り返し、開発と改善の効果検証を行う。
- 3') オンラインで授業研修ができるような**新たな手法を用いたプログラムを開発**し、実践して効果を見取る。

## 3. 研究の方法

- 1') の**授業参観指標の開発**にあたり、Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP)<sup>2)</sup>という国際標準的授業評価指標の日本語版を作成し、現場教員でも自己評価できるようにループリックの作成や事例整備の検討を行った。また、過去の授業動画データをRTOPによって評価し、授業の特徴と点数の関係を調べ、点数によって日本の高校理科授業の傾向を表すことができないかを検討した。さらに、その傾向と点数の関係を米国のデータと比較し、RTOPが国際的な指標として整合性があるかどうかを吟味した。
- 2') の高校理科授業の単元開発に当たっては、ある高校物理教員と連携し、授業検討 授業実践(動画視聴) 協議会で改善案を検討、という活動を繰り返し、授業改善を目指すアクション・リサーチを行った。協議会においては、RTOP日本語版を用いて改善の方向性を探った。
- 3') のオンラインによる**新たな手法の開発**においては、西フロリダ大学が開発したアバターのロールプレイ<sup>3)</sup>を用いた教員養成用プログラムを参考に、日本語によるアバターロールプレイを用いた教員研修プログラムの開発に着手した。

#### 4. 研究成果

1') の AL 型**授業参観指標の開発**について、RTOP という米国で開発された英語による指標の日本語訳を作成し、日本の高校理科授業に対する評価指標としての妥当性について、分析者間の相関をとることにより検証した。また、原著では曖昧だった 0 から 4 の指標について、相違を明確にするために、全 25 項目についてルーブリックを作成した。1 年目や過去に収集した授業動画を、RTOP 日本語版を用いて分析した結果、日本の高校理科授業について、生徒間の話し合いがあっても教師主導の授業は 100 点中 30~50 点、研究授業のように意図的に練られた授業は 50~60 点、探究的で生徒主体の授業は 70~75 点という傾向が明らかになった。この傾向は米国の研究による授業傾向と矛盾しない。また、RTOP 日本語版は、米国物理教師学会のサイト PhysPort に掲載され <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=RTOP> 誰でもダウンロード可能である。RTOP 日本語版は、日本の理科授業の AL 度を数値的に表し、世界の授業と比較することを可能にした。

2') の**高校理科授業の開発**について、2020 年 11 月に高校物理教員 1 名の協力を得て、授業改善のためのアクション・リサーチを行った。オンラインで教員と研究者が協議し、授業検討、授業参観(ビデオ)、授業後協議の 3 活動を 3 回繰り返した。RTOP のスコアは 40 点台、50 点台、60 点台と回を重ねるごとに上昇した。日本語版 RTOP を指標として、授業改善を行うことの有効性が示唆された。また、新たなツールとして RTOP の 3 段階別動画作成を行った。ベテラン高校教員 2 名の協力を得て、教師主導、普通、生徒主体の 3 本の動画を化学分野と物理分野で作成した。同じ教員が 3 様の授業を行っているため、比較がしやすく、現職教員にも教員志望学生にも参考になる貴重な資料を作成することができた。

3') オンラインで授業研修ができるような新たな手法を用いたプログラムとして、**アバターロールプレイを用いた教員研修プログラムの開発**に着手した。現職教員や教員志望学生に、10 分間のオンライン・セッションで、アバターを生徒として指導方略を試すプログラムを開発した。R4 年度の研究(N=9)では、科学的な概念構築の到達度と指導方略の熟達度によって 9 段階が見出された。さらに、7 名の教員志望学生を対象に実践したところ、このプログラムが問題の具体的な特定に有効であることが示唆された。

#### < 引用文献 >

- 1) 文部科学省：学習指導要領 高等学校理科編(2018)。
- 2) D. Sawada, M. Piburn, E. Judson, J. Turley, K. Falconer, R. Benford, and I. Bloom, Measuring Reform Practices in Science and Mathematics Classrooms: The Reformed Teaching Observation Protocol, Sch. Sci. & Math. 102 (6), 245 (2002) .
- 3) School of Education, University of West Florida: Teach to Avatar program, Retrieved from <https://uwf.edu/ceps/departments/school-of-education/teach-to-avatar/> (2022) .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0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<br>笠潤平                          | 4. 巻<br>70          |
| 2. 論文標題<br>物理教育研究と物理教育                 | 5. 発行年<br>2022年     |
| 3. 雑誌名<br>物理教育                         | 6. 最初と最後の頁<br>51-57 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし          | 査読の有無<br>無          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

〔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<br>土佐幸子, 石井恭子, 笠潤平, 後藤顯一     |
| 2. 発表標題<br>日本語版RTOPによる高校理科授業改善       |
| 3. 学会等名<br>日本理科教育学会第71回全国大会（オンライン開催） |
| 4. 発表年<br>2021年                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Sachiko Tosa   |
| 2. 発表標題<br>Improving High-School Physics Lessons through Action Research                  |
| 3. 学会等名<br>American Association of Physics Teachers (AAPT) Summer Meeting (online) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Sachiko Tosa   |
| 2. 発表標題<br>Promoting Active-Learning in High-School Physics Lessons through Action Research |
| 3. 学会等名<br>World Association of Lesson Studies (WALS) (online) (国際学会)                       |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>土佐幸子、石井恭子、笠潤平、後藤顕一       |
| 2. 発表標題<br>アクティブ・ラーニングを測る高校物理授業参観指標 |
| 3. 学会等名<br>日本物理学会2020年秋季大会（オンライン開催） |
| 4. 発表年<br>2020年                     |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>土佐幸子、石井恭子、笠潤平、後藤顕一         |
| 2. 発表標題<br>アクション・リサーチとRTOPによる高校物理授業改善 |
| 3. 学会等名<br>日本物理学会第76回年次大会（オンライン開催）    |
| 4. 発表年<br>2021年                       |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>南竜一、土佐幸子                              |
| 2. 発表標題<br>アクションリサーチによる高校物理授業の改善:アクティブラーニングの視点から |
| 3. 学会等名<br>日本理科教育学会北陸支部（新潟大学）                    |
| 4. 発表年<br>2019年                                  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Sachiko Tosa  |
| 2. 発表標題<br>Action research for implementing active-learning high-school physics lessons in Japan |
| 3. 学会等名<br>American Association of Physics Teachers (AAPT) Summer Meeting (Provo, Utah) (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Sachiko Tosa  |
| 2. 発表標題<br>Effectiveness of Lesson Study on Teachers' Questioning Techniques in Science Lessons in Japan |
| 3. 学会等名<br>World Association of Lesson Studies (WALS) (Amsterdam, Netherland) (国際学会)                     |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>土佐幸子, 石井恭子, 笠潤平, 後藤顯一        |
| 2. 発表標題<br>アバターロールプレイを用いた高校物理教員の指導技術の向上 |
| 3. 学会等名<br>日本物理学会2022年秋季大会 (東京工業大学)     |
| 4. 発表年<br>2022年                         |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tosa, S. & Ishii, K  |
| 2. 発表標題<br>Effectiveness of a Professional Program for High-School Science Teachers Using Avatar Role-Playing |
| 3. 学会等名<br>World Association of Lesson Studies (WALS) 2022 (クアラルンプール、マレーシア) (国際学会) (国際学会)                     |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>土佐幸子, 石井恭子, 笠潤平, 後藤顯一           |
| 2. 発表標題<br>アバターロールプレイを用いた理科教員養成活動が学生に及ぼす効果 |
| 3. 学会等名<br>日本物理学会2023年春季大会 (オンライン開催)       |
| 4. 発表年<br>2023年                            |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟大学教育学部 理科教育学研究室のホームページ  
http://niigata-rikyo.jp/index.html

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                     | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                 | 備考 |
|-------|---|---------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 石井 恭子<br><br>(ISHII Kyoko)<br><br>(50467130)  | 玉川大学・教育学部・教授<br><br><br><br>(32639)   |    |
| 研究分担者 | 笠 潤平<br><br>(RYU Jumpei)<br><br>(80452663)    | 香川大学・教育学部・教授<br><br><br><br>(16201)   |    |
| 研究分担者 | 後藤 顕一<br><br>(GOTO Kenichi)<br><br>(50549368) | 東洋大学・食環境科学部・教授<br><br><br><br>(32663) |    |

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