

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18646

研究課題名（和文）市民の科学への参加・支援を加速化するオープンサイエンス・リテラシー教育モデル開発

研究課題名（英文）Development of open science and literacy education model to accelerate citizen's participation and support in science

研究代表者

坂本 美紀（Sakamoto, Miki）

神戸大学・人間発達環境学研究科・教授

研究者番号：90293729

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,700,000円

研究成果の概要（和文）：科学への主体的な参加・支援に必要な資質・能力・態度の具体に基づいて、オープンサイエンス・リテラシーのための教育目的として、次の2点を設定した。科学的論証を構成する能力の育成、科学技術が関わる社会的問題を解決する能力の育成である。まず、個々のリテラシーに関する教育内容・教育方法・評価方法を開発した。開発したプログラムを小規模な研究フィールドにて実施し、成果評価の結果をもとに教育内容と教育方法の一部を修正・改善した。成果評価のデータを収集し、改善版プログラムの効果検証を行った。得られた知見をもとに、市民の科学への主体的な参加・支援を促進する教育モデルを構築するためのデザイン指針を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

体系的な評価と改善のサイクルを採用したリテラシー育成の研究という点に、学術的価値が存在する。リテラシーの獲得に関する量的・質的評価の結果をもとにプログラム内容を改善して再検証を行ったことで、実証データに基づく指導法ならびに評価法の提案が可能になった。科学への参加を通して、現実社会の問題解決に寄与するプロセスそのものを体験的に学ぶプログラムは、学習効果としてのリテラシーの評価法と組み合わせる場合、市民の活動を充実させるのみならず、教員養成など、大学教育の高度化に貢献できる可能性を持っている。

研究成果の概要（英文）：Based on the specific qualities, abilities, and attitudes required for proactive participation in and support for science, the following two educational objectives for open science literacy were established. The first is to develop the ability to construct scientific arguments, and the second is to develop the ability to solve socio-scientific issues. First, we developed educational contents, methods, and evaluation methods for each literacy. The developed program was implemented in a small research field, and some of the educational contents and methods were modified and improved based on the results of outcome evaluation. We collected various data for the outcome evaluation to examine the effectiveness of the improved program. Based on the obtained findings, design guidelines were clarified to construct an educational model that promotes citizens' proactive participation and support for science.

研究分野：科学教育

キーワード：オープンサイエンス・リテラシー

1. 研究開始当初の背景

オープンサイエンスを通して、市民が科学者と共同して新たな知識生産に参加する、市民が科学者にクラウドファンディングによる資金供給をする、市民と科学者が科学の魅力・価値をともに享受する、等が盛んになっている。科学技術が隅々にまで浸透した現代社会を維持・発展するために、市民には、科学に対する関心・関与を継続的に持ち続け、オープンサイエンスに主体的に参加したり、オープンサイエンスの取り組みを自主的に支援したりすることが求められている。

しかしながら、市民の「科学離れ」の問題ははまだ解決されておらず、「科学に無関心・無関与」である市民は増え続けている。その結果、科学技術が関係する社会問題が科学の専門家だけの意志決定に依存する現状も解消されていない。市民の科学離れの解消は、世界の科学教育研究におけるの深刻な課題であった。この課題に対して、従来の科学教育では、主としてサイエンス・コミュニケーションの研究が行われてきた。ただしそのほとんどは、サイエンスカフェなどの市民向けイベントや科学教室を単発的に実施するにとどまり、市民の科学に対する関心・関与を一時的に向上させることには成功しているものの、科学に対する関心・関与を持続的に発展させながら、市民の科学への主体的な参加・支援を促進する、という本質的な解決には至っていない。

本研究が依拠するエンゲージメント理論については、学習科学の領域で、客観的な測定法が複数開発され実証研究が進展したことにより、学習者が能動的に学習へ関与するための学習環境や認識主体性の側面からも、実践的研究が進められる可能性が高まった。このエンゲージメント理論を科学教育へ応用することで、市民の科学に対する関心・関与を知的行動につなげるための諸要因を体系的に整理するとともに、市民の科学への主体的な参加・支援を促進する教育モデルの開発が可能になると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、科学に対する関心・関与を持続的に保持しながら、科学へ主体的に参加・支援するための資質・能力・態度の総体を「オープンサイエンス・リテラシー」と定義し、近年の学習科学で国際的に注目が集まる「エンゲージメント理論」を応用して、オープンサイエンス・リテラシーの理論化を行うとともに、オープンサイエンス・リテラシーの教育モデルを開発することを目的とした。エンゲージメント理論を科学教育へ応用することで、市民の科学に対する関心・関与を知的行動につなげるための諸要因を体系的に整理するとともに、市民の科学への主体的な参加・支援を促進する教育モデルの開発を目指した。

3. 研究の方法

学際的な共同研究体制を組織し、オープンサイエンス・リテラシーの理論化を進めるとともに、市民の科学への主体的な参加・支援を促進する教育プログラムの開発と、研究実践フィールドにおける実証実験を行った。教育効果の検証にあたっては、アンケートやインタビュー、自由記述、コラボレーション場面での会話の記録等によって収集したデータを対象に、量的分析と質的分析を併用して行った。

4. 研究成果

主要な成果は次の5点であった。(1)科学への主体的な参加・支援に必要な資質・能力・態度の具体に基づいて、オープンサイエンス・リテラシーのための教育目的を設定した。(2)オープンサイエンス・リテラシーに関する教育内容・教育方法・教育評価を開発した。(3)開発したプログラムを小規模な研究フィールドにて実施し、成果評価のデータを収集した。(4)成果評価をもとに教育内容および教育方法の一部を改善し、プログラムの改善版を作成した。(5)改善版プログラムの効果検証を行った。

(1)設定した教育目標は大きく2点で、全ての市民が科学に対する関心・関与を継続的に持ち続け、オープンサイエンスに主体的に参加したり、オープンサイエンスの取り組みを自主的に支援したりするために求められる「オープンサイエンス・リテラシーの中核となる諸能力」を育成するための目標である。すなわち、(a)科学的思考に基づく科学的論証(アーギュメント)を構成する能力と、(b)科学技術が関わる社会的問題を解決する能力である。後者の能力は複数の下位要素を含む。関連する科学的知識や科学技術の社会的側面を学ぶことへの志向性、意見対立や複数の論点を俯瞰する多角的・多視点的な思考、ベネフィットとリスクのトレードオフ等を踏まえた解決策の創出を含む熟慮型の意味決定の力、意思決定エージェントとしての主体性である。

オープンサイエンス・リテラシーの中核となる諸能力の一つである「(a)科学的論証を構成する能力」については、未来の市民である小学生を対象として、小学校の理科における、実験や観察を通して科学的法則を発見するタイプの単元で、育成を目指した実践研究を行った。特に、(5)改善版プログラムの効果検証から得た知見を、国内学会で発表した。改善版プログラムの前後で、主張の根拠として適切な証拠を選択し記述する力が向上し、また科学的論証における証拠についての認識的理解が深化したことより、改善版プログラムの効果を実証することができた。また、

獲得した科学的論証の構成能力が、プログラムとは異なる内容にどの程度転移するかについても検証した。

また、オープンサイエンス・リテラシーの中核となるもう一つの能力である「(b)科学技術が関わる社会的問題を解決する能力」については、未来の市民である大学生および小学生を対象に、小規模なオープンサイエンスとしての科学実践を行った。(2)教育プログラムの開発、(3)プログラム全体および教材の評価、(4)(5)評価結果に基づくプログラムの改善およびその検証の各側面において、以下の研究業績を上げることができた。未来の市民としての大学生対象の実践では、研究成果の一部を審査付き国際会議論文(Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference)として公表したほか、研究成果の集大成が、国際学術誌の審査付き論文として掲載された(International Journal of Science Education, 43 巻 12 号)。これらの研究業績では、教育プログラムの内容およびその理論的背景、学習者が下した意思決定の実例やその変容、意思決定のレベルを数量的に評価する方法などを示すことが出来た。

未来の市民としての小学生対象の実践では、審査付き国際会議論文 3 本(EdMedia + Innovate Learning 2019, Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference, Electronic Proceedings of the ESERA 2021 Conference), 日本科学教育学会研究会研究報告で論文 1 件を公表したほか、学会発表 6 件を行った。これらの研究業績においては、対象者の発達段階に合わせて調整した教育プログラムの内容(教材や活動など)の他、オープンサイエンス・リテラシーとしての意思決定能力や科学に対する態度の観点からのプログラム全体の成果評価、代表的な学習活動におけるプロセスの評価(科学の実践に協同的に従事した際の会話データの分析など)、科学技術問題の社会的側面を学ぶためのダイアログ型ビデオ教材の評価、等の知見を得ることができた。

以上のような成果をもとに、科学に対する関心・関与を知的行動につなげるための諸要因を体系的に整理するとともに、オープンサイエンスの活動を支援するために必要な知識と技能・志向性を体験的に習得できる学習活動の具体例ならびに実践上起こりうる困難など、市民の科学への主体的な参加・支援を促進する教育モデルを構築するためのデザイン指針を明らかにすることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 口羽 駿平、山口 悦司、俣野 源晃、坂本 美紀、稲垣 成哲	4. 巻 46
2. 論文標題 アークギュメント構成能力の転移に関する検討：小学校理科の事例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 429-430
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssep.46.0_429	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 俣野 源晃、山口 悦司、山本 智一、神山 真一、坂本 美紀	4. 巻 45
2. 論文標題 複数の証拠を利用するアークギュメント構成能力育成のための小学校理科授業デザインの改善：証拠の利用に着目した評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 533-534
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssep.45.0_533	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 坂本 美紀、山口 悦司、山本 智一、俣野 源晃	4. 巻 63
2. 論文標題 科学技術の社会問題を扱った小学生向け教育プログラムの改善（5）	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本教育心理学会総会発表論文集	6. 最初と最後の頁 204
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20587/pamjaep.63.0_204	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 山口 悦司、坂本 美紀、松河 秀哉、都倉 さゆり、山本 智一、稲垣 成哲、俣野 源晃	4. 巻 43
2. 論文標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの評価（3）：	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 648-649
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssep.43.0_648	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 Sakamoto, M., Yamaguchi, E., Yamamoto, T., Tamai, R., & Matano, M.	4. 巻 8
2. 論文標題 Redesign and evaluation of instruction for primary students' socioscientific decision-making toward consensus building.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Electronic Proceedings of the ESERA 2021 Conference	6. 最初と最後の頁 569 - 577
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 -

1. 著者名 Sakamoto Miki, Yamaguchi Etsuji, Yamamoto Tomokazu, Wakabayashi Kazuya	4. 巻 43
2. 論文標題 An intervention study on students' decision-making towards consensus building on socio-scientific issues	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Science Education	6. 最初と最後の頁 1965 ~ 1983
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09500693.2021.1947541	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 俣野源晃・山口悦司・山本智一・神山真一・坂本美紀	4. 巻 19
2. 論文標題 複数の証拠を利用するアークギュメント構成能力育成のための小学校理科授業デザインの改善：証拠の認識的理解の深化に着目して	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本理科教育学会全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 346
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 玉井僚馬・山口悦司・坂本美紀・山本智一・俣野源晃	4. 巻 18
2. 論文標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(1)：改善の概要	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本理科教育学会全国大会発表論文集	6. 最初と最後の頁 268
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 坂本美紀・山口悦司・山本智一・玉井僚馬・俣野源晃	4. 巻 44
2. 論文標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(2): 提案型意思決定能力の獲得に関する評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本科学教育学会第44回年会論文集	6. 最初と最後の頁 467-468
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 坂本美紀・山口悦司・山本智一・玉井僚馬・俣野源晃	4. 巻 62
2. 論文標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(3): 科学に対する態度に関する評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本教育心理学会第62回総会発表論文集	6. 最初と最後の頁 148
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 坂本美紀・山口悦司・山本智一・玉井僚馬・俣野源晃	4. 巻 32
2. 論文標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(4): スギ花粉米をめぐる意見対立の解消・緩和に向けた解決策の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本発達心理学会第32回大会発表論文集	6. 最初と最後の頁 94
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 Sakamoto, M., Yamaguchi, E., Yamamoto, T., Inagaki, S., Wakabayashi, K., & Tokura, S.	4. 巻 5
2. 論文標題 An intervention study on student's decision-making using trade-offs to resolve socio-scientific issues.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference. The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education	6. 最初と最後の頁 722-729
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tokura, S., Yamaguchi, E., Sakamoto, M., Yamamoto, T., Inagaki, S., Wakabayashi, K., & Matano, M.	4. 巻 8
2. 論文標題 Investigating perspective-taking on socioscientific issues among Japanese primary school students.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference. The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education	6. 最初と最後の頁 949-956
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tokura, S., Yamaguchi, E., Sakamoto, M., Yamamoto, T., Inagaki, S., Wakabayashi, K., & Matano, M.	4. 巻 なし
2. 論文標題 Development and evaluation of dialogue-videos for socioscientific issues based learning in elementary schools	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of EdMedia + Innovate Learning 2019	6. 最初と最後の頁 1216-1221
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 -

1. 著者名 山口 悦司、坂本 美紀、久光 克樹、都倉 さゆり、山本 智一	4. 巻 34
2. 論文標題 小学生を対象としたSSI教育プログラムのためのダイアログ型ビデオ教材の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 49-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.34.2_49	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 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 口羽駿平・山口悦司・俣野源晃・坂本美紀・稲垣成哲
2. 発表標題 アーギュメント構成能力の転移に関する検討：小学校理科の事例
3. 学会等名 日本科学教育学会第46回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Miki SAKAMOTO, Etsuji YAMAGUCHI, Tomokazu YAMAMOTO, Ryoma TAMAI, Motoaki MATANO
2. 発表標題 Redesign and evaluation of instruction for primary students' socioscientific decision-making towards consensus building
3. 学会等名 The 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本美紀・山口悦司・山本智一・俣野源晃
2. 発表標題 科学技術の社会問題を扱った小学生向け 教育プログラムの改善(5) : 提案型意思決定を実践する学習活動の追加を中心に
3. 学会等名 日本教育心理学会第63回総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 俣野源晃・山口悦司・山本智一・神山真一・坂本美紀
2. 発表標題 複数の証拠を利用するアークギュメント構成能力育成のための小学校理科授業デザインの改善 : 証拠の利用に着目した評価
3. 学会等名 日本科学教育学会第45回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 俣野源晃・山口悦司・山本智一・神山真一・坂本美紀
2. 発表標題 複数の証拠を利用するアークギュメント構成能力育成のための小学校理科授業デザインの改善 : 証拠の認知的理解の深化に着目して
3. 学会等名 日本理科教育学会第71回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 玉井僚馬・山口悦司・坂本美紀・山本智一・俣野源晃
2. 発表標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(1):改善の概要
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂本美紀・山口悦司・山本智一・玉井僚馬・俣野源晃
2. 発表標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(2):提案型意思決定能力の獲得に関する評価
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂本美紀・山口悦司・山本智一・玉井僚馬・俣野源晃
2. 発表標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(3):科学に対する態度に関する評価
3. 学会等名 日本教育心理学会第62回総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂本美紀・山口悦司・山本智一・玉井僚馬・俣野源晃
2. 発表標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの改善(4):スギ花粉米をめぐる意見対立の解消・緩和に向けた解決策の提案
3. 学会等名 日本発達心理学会第32回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口悦司・坂本美紀・松河秀哉・都倉さゆり・山本智一・稲垣成哲・俣野源晃
2. 発表標題 科学技術の社会問題を取り上げた小学生向け教育プログラムの評価(3):トピックモデルを用いたグループ議論の分析の試行
3. 学会等名 日本科学教育学会第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sayuri Tokura, Etsuji Yamaguchi, Miki Sakamoto, Tomokazu Yamamoto, Shigenori Inagaki, Kazuya Wakabayashi, & Motoaki Matano
2. 発表標題 Development and Evaluation of Dialogue-Videos for Socioscientific Issues Based Learning in Elementary Schools
3. 学会等名 EdMedia + Innovate Learning 2019 (国際学会)
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
研究分担者	山口 悦司 (Yamaguchi Etsuji) (00324898)	神戸大学・人間発達環境学研究所・教授 (14501)	
研究分担者	伊藤 真之 (Ito Masayuki) (40213087)	神戸大学・人間発達環境学研究所・教授 (14501)	
研究分担者	松河 秀哉 (Matsukawa Hideya) (50379111)	東北大学・高度教養教育・学生支援機構・講師 (11301)	

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