

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 22 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01711

研究課題名（和文）日本式アクティブ・ラーニング型教授法開発・実践による6大学物理教育イノベーション

研究課題名（英文）Educational Innovation of College Physics through Development and Implementation of Japanese-style Active Learning Pedagogy

研究代表者

土佐 幸子 (Tosa, Sachiko)

新潟大学・人文社会科学系・フェロー

研究者番号：40720959

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では大学物理講義を日本式アクティブ・ラーニング（AL）型に変革し、それを全国的に波及させるためにAL型物理教授法の開発・実践と効果検証、レッスンスタディ（授業研究）による協同的な教員支援、及びネットワーク構築と研究成果発信を行った。研究前半では教授法の開発・実践と授業研究、後半ではそれまで実践を積み重ねてきた教授法を盛り込んだ大学初年次用物理教科書の執筆に取り組んだ。教科書執筆にあたっては、書物という形態を通していかに読者に探究的に深い概念理解を促すことができるかという問いに傾注して議論を重ね、大部分の執筆を完了した。教科書はR7年春に刊行予定であり、活動は次研究に引き継がれる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、これまで様々な形のAL型物理教授法を開発・実践してきた研究者たちが協力し、大学初年次用AL型物理教科書を執筆できたのは大きな成果である。ページ数制限がある中、事実の記述ではなく、読者が物理概念について考えることを促すような教科書は本邦初である。この教科書の活用を通して、学生のより深い概念理解を促すとともに、大学教員がAL型教授法について認識を深め、AL型講義を実践するきっかけとなれば、大学の物理教育が変わっていくものと期待される。また、本研究における授業研究は教員間のネットワーク構築につながった。次研究では教科書と授業研究を基に、メンター制を取り入れて具体的な講義改善を目指す。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to reform college physics classes into an active-learning style by a Japanese way and to spread the trend in the physics education community in Japan. To fulfill the purpose, we carried out 1) development, implementation, and assessment of active-learning style instructional strategies, 2) supporting physics teachers through lesson study, and 3) constructing a network and disseminating the research findings. In the first half of the research period, we conducted online lesson study in physics and other science fields, and many of the participants reached a new realization about teaching science. In the latter half of the research period, we focused on writing an introductory college physics textbook in an active-learning style. The book will be published in spring, 2025. Lesson study and other activities using the new textbook will be continued in the next research project.

研究分野：物理教育学

キーワード：大学物理講義 アクティブ・ラーニング 日本式AL型教授法開発 大学初年次用物理教科書執筆 概念理解 大学教員の支援体制 レッスンスタディ 探究

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

【学術的背景①】人工知能が活躍する現代社会にあって、言われたことを言われたとおりに再生するだけでなく、新しい方策を考え出すことのできる人材育成が重要性を増している。中でも、わが国は自然災害に対する脅威やエネルギー問題など、科学・技術に関して深刻な問題を多く抱えており、時代を切り開く資質・能力をもつ理工系人材の育成と同時に、科学的な思考力・判断力を備えた市民を育てることが急務である。そのような状況にあって、2008年に大学教育における質的変換（文部科学省中教審答申、2008）が唱えられ、記憶に頼る表面的理解ではなく、深い知識・理解に基づく問題解決能力と汎用的活用能力を高めるために、従来の一方向的な情報伝達型講義ではなく、アクティブ・ラーニング（AL）型の教授法実践が推奨された。しかし、大学教員の多くが情報伝達型の講義形式しか経験していない状況にあって、実現可能な代替手段が提示されなければ、AL型講義への移行は難しい。物理分野において米国では30年近くに渡って、大学物理のAL型教授法が多数開発・実践され、FCIやBEMAと呼ばれる標準化された調査問題の実施によって、その有効性が検証されてきた。日本でも2018年8月に香川大学において開催された米国物理教育研究者によるAL型物理教授法のワークショップには、150名を越える物理関係者が参加するなど、AL型教授法に対する関心の高まりが見られた。しかし、いまだにAL型物理講義の実践は関心のある教員に限られている。その理由として、米国で開発された手法を日本で実践した例があまり知られていないことや、教科書がないことが挙げられる。日本の学生や教員の状況に十分フィットする日本式AL型教授法開発と実践の研究が求められた。

【学術的背景②】AL型講義が実現しても、それが継続されなければ長期的効果は望めない。教育改革を進めるためには、教員が手法を獲得する研修の機会と、教員が相互に助け合う持続可能な支援体制の構築が不可欠である。教員支援体制として、レッスンスタディ（授業研究）の有効性が古くから知られている。レッスンスタディでは授業の計画→実践→協議を協同的に行い、具体事例に沿った授業改善と同僚性を支えにした教員の成長を目指す。レッスンスタディを大学物理に取り入れ、講義室を教育実験の場として複数の教員で教授法を協議する活動ができれば、AL型教授法の継続的实践と検証につながると期待された。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日本式AL型物理教授法の開発及び実践と、レッスンスタディを通じた継続的な教員支援体制の構築により、学生、大学教員、物理教育界という3つの対象に与える効果を明らかにすることである。本研究における活動を通して、学生は物理概念の理解を深め、教員はAL型物理教授法に関する認識を深めて、効果的なAL型講義の実践を行うことが期待された。さらにネットワークの構築や研究成果の発信によって、今まで関心のなかった教員もAL型物理講義の実践に移行するようなインパクトを物理教育界に与えることが期待された。

3. 研究の方法

本研究では5年の研究期間を活動開始期（2019年）、活動充実期（2020～2022年）、まとめ期（2023年）の3つに分け、次の7つの活動を行うことを計画した。

- A. 日本式AL型物理教授法開発・実践
- B. 7大学（新潟大、東京学芸大、岐阜大、福井大、京都教育大、広島大、山口東京理科大）及び米国大学の相互訪問
- C. 学生の物理概念調査・教授法の効果検証
- D. 7大学におけるレッスンスタディ活動
- E. 教員の教授法に関する意識調査
- F. 教員の意識改革を学科内に広げる
- G. 教授法に関する学科全体の意識調査

- H. 全国複数の大学でワークショップ開催
- I. 新潟大学でシンポジウム開催
- J. 学会やシンポジウムで得られた知見を発表
- K. 全国的物理教育ネットワーク構築
- L. 全国的に及ぼす効果の検証

しかし、2020年2月に始まった新型コロナウイルス感染症拡大のため、対面の訪問とレッスンスタディ等の活動（活動B、D、H）は全くできなくなった。そこで、オンライン・ミーティングを通しての事例や調査結果の共有、及びレッスンスタディの実施を行った。また、シンポジウムもオンライン開催で行った。オンラインであったことが功を奏し、2021年にはラトガース大学のエトキナ博士、2022年にはタフツ大学のハマー博士という米国の著名な物理教育研究者に、日本の参加者のためにディスカッションを含めた講演をしていただくことができた。

また、2021年12月にある出版社からAL型の大学初年次用物理教科書の執筆を依頼された。本研究の成果を多くの人に知ってもらうまたとない機会であり、AL型の活動をページ数の限られた紙面に表すという挑戦でもあるため、研究活動の一環として執筆を行うこととした。章ごとに執筆担当者を決め、毎月のオンライン・ミーティングでは、学生の誤概念を解消するにはどのような概念的なアプローチや活動を含めたらよいかの議論を重ねた。

4. 研究成果

本研究では、大学物理講義を日本式アクティブ・ラーニング（AL）型に変革し、それを全国的に波及させるために①AL型物理教授法の開発・実践と効果検証、②レッスンスタディ（授業研究）による協同的な教員支援、及び③ネットワーク構築と研究成果発信を行った。研究前半では教授法の開発・実践と授業研究、後半ではそれまで実践を積み重ねてきた教授法を盛り込んだ大学初年次用物理教科書の執筆に取り組んだ。教科書執筆にあたっては、書物という形態を通していかに読者に探究的に深い概念理解を促すことができるかという問いに傾注して議論を重ね、大部分の執筆を完了した。この教科書は大学初年次物理の内容について、一方伝達式ではなく、根拠をもって考えたり、仲間と実験し、話し合ったりしながら概念構築をすることを促すように執筆されたものである。この教科書の活用を通して、学生が概念理解を深めるとともに、教員がAL型物理教授法について認識を深め、実践する助けとなることが期待される。教科書は2025年春に刊行予定であり、活動は次研究に引き継がれる。

本研究において、これまで様々な形のAL型物理教授法を開発・実践してきた研究者たちが協力し、大学初年次用AL型物理教科書を執筆できたのは大きな成果である。ページ数制限がある中、事実の記述ではなく、読者に物理概念について考えることを促すような教科書は本邦初の試みである。この教科書の活用を通して、学生のより深い概念理解を促すとともに、大学教員がAL型教授法について認識を深め、AL型講義を実践するきっかけとなれば、大学の物理教育が変わっていくものと期待される。また、本研究における授業研究は教員間のネットワーク構築につながり、意識調査では同僚性の項目の平均値が上がる傾向が見られた。しかし、研究参加は個人レベルであり、学科内に賛同者を得るところまではつなげられていない。次研究では教科書と授業研究を基に、メンター制を取り入れて具体的な講義改善を目指す予定である。

本研究におけるレッスンスタディや教科書執筆に関する研究については、日本物理学会等で複数回の発表を行った。特に2023年9月にAL型物理教科書執筆について発表した折には、その挑戦性に期待するコメントが参加者から寄せられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 笠置 映寛, 金田 和博, 岸本 功, 吉井 涼輔	4. 巻 5
2. 論文標題 大学初年次教育における力学概念調査の実施報告	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 山陽小野田市立山口東京理科大学紀要	6. 最初と最後の頁 87-91
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 平井 雄也, 梅田 貴士	4. 巻 71(1)
2. 論文標題 エネルギー変換の「保存則」と「不可逆性」を学ぶ授業の実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 物理教育	6. 最初と最後の頁 24-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20653/pesj.70.1_24	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 梅田 貴士	4. 巻 69(3)
2. 論文標題 「橋渡し」を取り入れたILDsの有効性：ニュートンの第3法則の学習を事例として	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 物理教育	6. 最初と最後の頁 129-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20653/pesj.69.3_129	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 伊藤克美	4. 巻 61
2. 論文標題 臨界現象と場の理論をめぐって	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 高教研理科研究集録	6. 最初と最後の頁 27-31
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 植松晴子	4. 巻 68
2. 論文標題 大学におけるオンラインでの相互作用型授業の実践	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 物理教育	6. 最初と最後の頁 289-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20653/pesj.68.4_289	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 岸本功, 笠置映寛	4. 巻 4
2. 論文標題 大学初年次教育における電磁気学についての概念調査の実施報告	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山陽小野田市立山口東京理科大学紀要	6. 最初と最後の頁 75-79
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 -

[学会発表] 計38件(うち招待講演 2件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 土佐幸子
2. 発表標題 探究的な理科学習環境 (ISLE) ワークショップのインパクト
3. 学会等名 日本物理教育学会第38回物理教育研究大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sachiko Tosa
2. 発表標題 Lesson study and professional development in US and Japan
3. 学会等名 日米教員養成協議会 (JUSTEC) 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 物理解の知識構造の複雑さに関する研究
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 中学校理科の幾何光学、その問題点
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阿孫桂太, 梅田貴士
2. 発表標題 ピア・インタラクションにおける最適な話し合い人数に関する研究
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 梅田貴士, 宗尻修治
2. 発表標題 伝統的力学授業におけるピア・ディスカッションの効果: ランダム化比較試験による検証 研究計画
3. 学会等名 日本物理教育学会第38回物理教育研究大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akizo Kobayashi, Fumiko Okiharu
2. 発表標題 Active learning and historical research on educational methods in fluid pressure in 150th anniversary of the Japanese school systems
3. 学会等名 International Conference on Physics Education 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林昭三, 興治文子
2. 発表標題 圧現象に潜む背理矛盾を探究する主体的深い学び 学制150年の教訓を深化発展させて
3. 学会等名 日本理科教育学会第72回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土佐幸子, 伊藤克美, 植松晴子, 梅田貴士, 岸本功, 小林昭三, 谷口和成, 中野博章, 中村琢, 山田吉英
2. 発表標題 大学物理講義の改善を促すオンライン・レッスンスタディ
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sachiko Tosa
2. 発表標題 Promoting Active Learning in College Physics in Japan through Lesson Study
3. 学会等名 日米教員養成協議会 (JUSTEC) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土佐幸子
2. 発表標題 デジタル時代のアクティブ・ラーニング
3. 学会等名 NPO法人理科カリキュラムを考える会冬季シンポジウム（第23回全国大会）（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土佐幸子
2. 発表標題 教員養成用大学物理講義の必要性と実践
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sachiko Tosa
2. 発表標題 Online Lesson Study that Enables University Physics Faculty Members in Different Places to Collaborate and Improve their Teaching
3. 学会等名 World Association of Lesson Studies (WALS) 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 郷之丸朋希, 梅田貴士
2. 発表標題 対面版とオンライン版の仮説実験授業の比較
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 断片知識論 (p-prims 論) の活用に関する研究 (5)
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 断片知識論 (p-prims 論) の活用に関する研究 (6)
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林昭三, 興治文子
2. 発表標題 流体圧に潜む浮力背理を氷解する能動的深い学び-明治物理筆記とE.H.Grafの浮力背理との対比から
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大野義章, 後藤康志, 土佐幸子他5名共同
2. 発表標題 力学および統計力学における反転授業の実践III
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大野義章, 後藤康志, 土佐幸子他4名共同
2. 発表標題 統計力学における反転授業と従来型授業の比較
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次回
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植松晴子, 松本益明
2. 発表標題 相互作用型物理授業でのLearning Assistants活用の試み
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 断片知識論 (p-prims論) の活用に関する研究 (3)
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 断片知識論 (p-prims論) の活用に関する研究 (4)
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊東朋里, 中村琢
2. 発表標題 反転授業による物理授業の実践と効果測定
3. 学会等名 日本理科教育学会東海支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村琢, 伊東朋里
2. 発表標題 力学講義における反転学習と遠隔指導
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村琢
2. 発表標題 物理教育における探究活動と評価
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅田貴士
2. 発表標題 演示実験動画を利用したチュートリアル形式の授業実践
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 郷之丸朋希, 梅田貴士
2. 発表標題 オンライン授業における仮説実験授業の実践
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土佐幸子
2. 発表標題 レッスンスタディによる大学物理講義改善
3. 学会等名 日本物理教育学会第36回物理教育研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野義章, 後藤康志, 土佐幸子他5名共同
2. 発表標題 力学および統計力学における反転授業の実践II
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 断片知識論 (p-prims 論) の活用に関する研究
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田吉英
2. 発表標題 断片知識論 (p-prims 論) の活用に関する研究(2)
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植松晴子
2. 発表標題 新しい物理教育実践
3. 学会等名 日本学術会議主催学術フォーラム「いま問われる物理教育改革 より効果的な理工学教育を目指して」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川口唯惟, 中村琢
2. 発表標題 理科授業におけるALの導入と効果測定
3. 学会等名 日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林昭三
2. 発表標題 授業筆記・記録に基づく100-200年前科学教育史とアクティブ・ラーニング型源流の解明
3. 学会等名 科学教育研究協議会第65研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林昭三
2. 発表標題 開国150年の科学授業筆記で探る能動学習法深化形成過程と5G-ICT時代的再構成
3. 学会等名 NPO法人理科カリキュラムを考える会冬季シンポジウム兼第21回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷口和成
2. 発表標題 大学生に対する ILDs 力学分野の課題 - 概念地図法による授業分析 -
3. 学会等名 日本物理教育学会第36回物理教育研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅田貴士
2. 発表標題 ループリック形式の課題による『学び合い』を取り入れた授業デザイン
3. 学会等名 日本物理教育学会第36回物理教育研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅田貴士
2. 発表標題 探究的な物理実験による物理学習姿勢への影響
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟大学教育学部 理科教育学研究室ホームページ
<http://niigata-rikyo.jp/>

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	植松 晴子 (小松晴子) (Uematsu Haruko) (70225572)	東京学芸大学・教育学部・教授 (12604)	
研究分担者	岸本 功 (Kishimoto Isao) (60399433)	山陽小野田市立山口東京理科大学・共通教育センター・准教授 (25503)	
研究分担者	谷口 和成 (Taniguchi Kazunari) (90319377)	京都教育大学・教育学部・教授 (14302)	
研究分担者	中野 博章 (Nakano Hiroaki) (60262424)	新潟大学・自然科学系・准教授 (13101)	
研究分担者	中村 琢 (Nakamura Tak) (70377943)	岐阜大学・教育学部・准教授 (13701)	

6. 研究組織（つづき）

	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	山田 吉英 (Yamada Yoshihide) (30588570)	福井大学・学術研究院教育・人文社会系部門（教員養成）・准教授 (13401)	
研究分担者	梅田 貴士 (Umeda Takashi) (40451679)	広島大学・人間社会科学研究科（教）・准教授 (15401)	
研究分担者	伊藤 克美 (Ito Katsumi) (50242392)	新潟大学・人文社会科学系・教授 (13101)	
研究分担者	小林 昭三 (Kobayashi Akizo) (10018822)	新潟大学・人文社会科学系・フェロー (13101)	
研究分担者	五十嵐 尤二 (Igarashi Yuji) (50151262)	新潟大学・人文社会科学系・名誉教授 (13101)	

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1件

国際研究集会 第8回新潟大学LESSNSTADIとアクティブ・ラーニングのシンポジウム兼ワークショップ	開催年 2023年～2023年
--	--------------------

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