

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K03122

研究課題名（和文）概念の深い理解を目指す科学教育カリキュラム開発のための小中高大協働研究

研究課題名（英文）Collaborative research for the development of science education curricula that lead to a deeper understanding of concepts

研究代表者

石井 恭子 (ISHII, Kyoko)

玉川大学・教育学部・教授

研究者番号：50467130

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、科学概念の深い理解を目指すカリキュラムを教員が開発するための教科と学校種を超えた協働実践研究である。小中高大理科教員が対等に学び合う協働研究組織（Professional Learning Community）による定期的な研究会を行って教材開発や授業プランの検討を行い、授業実践後には、授業者や参観者による授業記録や児童生徒の学びの履歴をもとに科学概念理解のありようや課題を議論した。国内外の実践記録や概念理解の理論等の文献研究も同時に行った。その結果科学的概念の形成プロセスや幅広いカリキュラム編成理論を踏まえた実践研究が活性化し、多くの授業プランとカリキュラムが開発された。

研究成果の学術的意義や社会的意義
省察的实践者としての教師は、学び合う専門職コミュニティ（professional learning community）を構築し、実践と省察を繰り返すことが重要である。本研究は、この省察的实践のための専門職コミュニティの構築を実現し、教師が主体的に概念理解を深める授業プランを開発することができた上で、多くの示唆を与えるものである。また研究協力者の多くは、附属学校等で公開授業をしている他、実践記録を書いたり学会発表したりすることで、広く社会に公開している。

研究成果の概要（英文）：This study is a collaborative research project across subject areas and school types to develop curricula to bring about a deep understanding of scientific concepts. The Professional Learning Community, a collaborative research organization in which elementary, secondary, high school, and university teachers learn from one another, held regular meetings to discuss the development of teaching materials and lesson plans. After their in-class implementation, the state of students' understanding of scientific concepts, and their related difficulties, were discussed based on class records and the students' learning histories. Domestic and international practice records and theories of conceptual understanding were also examined. As a result, practical research based on the formation process of scientific concepts and a wide range of curriculum organization theories was activated, and many lesson plans and curricula were developed.

研究分野：科学教育

キーワード：カリキュラム 科学教育 概念理解 協働研究 小中高大

1. 研究開始当初の背景

(1) 科学教育カリキュラム開発の現在

地球という一つの惑星の限られた資源や大気など自然環境を共有する地球市民としての生きる道を探ることは世界に共通の喫緊の課題となっている。さまざまな問題の解決や意思決定を科学者や為政者に任せるのではなく、物事を科学的にとらえ、意思決定する科学リテラシーを身につけることが求められる。こうした状況の中、科学教育はどの国においても重要な政策の一つであり、過去の科学者が見出し開発した自然の読み解き方や法則、利用の仕方などの知見を羅列的に伝授するのではなく、目の前に起きる現実の課題に対して意思決定する市民を育てる教育が求められている。

学校教育における科学教育カリキュラムは、1965 年ごろより心理学と科学の研究者の知見をもとに開発が進み、近年では教科内容の専門分野を基盤とした教育研究(DBER: Discipline Based Education Research)、また研究に基づいて開発され実践を経て裏付けられた(Research-based and research-validated)科学教育カリキュラム開発が進められている。特に物理教育においては、物理学の領域の一つとして物理教育研究(Physics Education Research)が位置づけられ、教員養成や大学初年度を対象とした Physics by Inquiry (McDermott, 1996) や Tutorial in Introductory Physics (Redish, 1996) など、自分の日常感覚についてグループで議論しながら概念理解を進めるプログラムが開発されている。これらの成果は、Physics Suite (E. F. Redish, 2003) 邦訳『科学をどう教えるか』(日本物理教育学会, 2012)として日本にも紹介され、多くの大学や高等学校の物理教員によって、その成果を踏まえたカリキュラム研究や実践研究が進められている。また、初等中等教育においては、質量や密度など理解が困難とされる物理量に焦点を当てたカリキュラムとして、Cognitive Acceleration through Science Education (CASE) や Full Option Science System (FOSS)などが開発・実践され効果が報告されている。また、これまでの誤概念研究から発展して p-prims (原初的直感: 現象論的プリミティブ)という視点を教育改革に生かす研究も注目されている(diSessa, Hammer, 1997)。

日本においては、10 年ごとに改訂される学習指導要領とそれに準じて作成され検定を経た教科書に基づいて学校教育が行われている。同時に民間団体による自主的なカリキュラム開発も長年に渡って行われており、仮説実験授業や極致方式、小学校理科の玉田式授業など、さまざまなカリキュラムが作成され、授業書や実践記録などが残されている。

(2) 専門職としての教師と実践研究

教師を省察的实践者(Reflective Practitioner: Schön, 1984)ととらえ、学習内容の構造と児童生徒の概念形成プロセスを検討しながら実践と省察を繰り返す営みが重要であるという考え方は最近になって国内でも広まってきた。専門職として学び合うコミュニティ(Professional Learning Community: Wenger, 2002)を構築することにより、教員の同僚性を活かした学校改革・授業改革が求められている。

また、日本で伝統的に行われてきた授業研究(Lesson Study)は、IEA 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS) ビデオ 1999 調査結果から得られた知見をまとめた The Teaching Gap (Stigler, Hiebert, 2009) 邦訳『日本の算数・数学教育に学べ』(教育出版, 2002)によって注目され、現在では教員の力量形成の機会として多くの国に広がっている。

(3) 日本の教育の現状

日本においては、関心意欲の喚起や問題解決能力・探究力の育成がうたわれながらも現実には知識定着に留まっているという問題が指摘されている。上記の TIMSS1999 ビデオ調査結果分析から、生徒による観察実験活動を重視して具体的な証拠に基づいて基礎的な概念を導き理解させることが日本の学習指導要領で強調されていると評価されているが、その一方で、科学を身のまわりや実社会の事象に関連づけることや領域横断的な内容(科学の本質、科学の相互作用、テクノロジーと社会、環境および資源問題、科学的知識の性質科学と数学の関係など)を扱うこと、生徒を科学の学習に動機付ける活動などの点では指導が希薄になっていると指摘されている(小倉・松原, 2007)。2016 年の答申においても、変化の激しい時代にあって、子供達や地域等の実態に合わせて教師自身が教育課程を編成することが必要であり学校におけるカリキュラムマネジメントや、教科横断的な視点が重要であると示されたところである。しかし、各学年教科ごとに細かく内容が示される学習指導要領と検定教科書、学力学習状況調査など中央集権的に誰でも同じ教育を与える施策(いわゆる Teacher Proof)では、教員自身のカリキュラム開発能力を育てることも省察的实践者として力量を築くことも、なかなか進まない。

(4) 国内におけるカリキュラム研究と開発

上に述べたように、日本の学校教育では、長年にわたり学習指導要領で学習内容が学年ごと教科ごとに配列され、教員はそれに基づいて授業を計画実践することが求められてきた。教育課程の位置付けが異なる海外のカリキュラムを日本にそのまま導入することはできない。しかし、小中学校教員と大学教員等との連携によって Physics suite や CASE, FOSS など海外のカリキュラムを検討しつつ適用した実践研究はいくつか行われている。例えば白敷・小川(2013)は FOSS を小学校に、佐々木(2015)は PbI を中学校に、高城(2007)や野ヶ山・谷口(2015)は CASE を中学校

に取り入れている。ただ、こうした先進的な研究実践は、学会発表等で公開されているものの、個人の精力的な研究にとどまっているのが現状である。

(5) 本研究に関わるこれまでの研究経緯と成果

本研究は、「Active Learning 型物理探究プログラム開発のシステム開発」(科研費基盤研究:25350241)および「小中高一貫型探究物理カリキュラムの開発」(科研費基盤研究:16K01033)の研究組織、方法、成果を継続発展している。また、研究分担者山田による「断片知識論の検討とそれに基づくカリキュラムの開発と実践」(科研費基盤研究:19K03140)および「Tutorials の日本の大学カリキュラムへの適用と修正」(科研費若手研究:16K16306)とも成果を共有し研究を引き継いでいる。これまでに、電気の領域において海外カリキュラムの検討や授業プランの開発、実践を行ってきた。また学年や学校種にある学習内容のつながりや児童生徒の学習に存在するギャップに対して検討しギャップカリキュラムの開発も行なった。本研究組織の中核である福井県の小中高大教員の協働実践組織は発足から 10 年近く経ち、研究当初に Pbl 等の探究カリキュラムを検討した大学院生は中堅教員として活躍している。また、福井大学大学院教育学研究科理科教育学専攻と教職開発専攻(教職大学院)は発足時から教員や学生の連携が進んでおり、学生と教員、大学研究者と学校教員という異なる立場の対等な協働関係が築かれている。また教育学と物理学という異なる学問的基盤を持つ研究者同士が協働してカリキュラム開発や授業改革を進めてきた。それは福井大学教職開発専攻が Schön による省察的实践者、Wenger による実践コミュニティ等の理論枠組みで構成されており、これらの理念が県教育委員会にも共有され、その結果多くの教員にも共有されていることにもよる。

2. 研究の目的

本研究の目的は児童生徒が科学的概念を形成するためのカリキュラムを教員自身が開発することのできる環境として、教科や学校種を超えて学び合う協働研究組織(Professional Learning Community)をつくり、カリキュラム編成理論を踏まえた実践研究を進めることである。教師が主体的にカリキュラムを開発し実践する上で、教科や学校種を超えた協働実践研究にはどのような意味があるのか、教師や大学教員が何をどのように学ぶことが効果的であるのか、またその開発や実践においてどのような障害や課題があるのか、それらを乗り越えるためにはどのような研究環境や内容、方法が妥当なのかなど実践研究を進めていく中で明らかにする。また、すでに開発・普及している概念理解を目的としたカリキュラムの成果を現在の日本の学校教育に活かすことが可能か、どのような実践上の課題があるか検討する。

3. 研究の方法

(1) 研究実践コミュニティの構築

上 1 (5) に述べたように、本研究は、2013 (平成 25) 年より 6 年間継続してきた科研費基盤研究で構築してきた協働研究組織(Professional Learning Community)を継続発展している。理科教員を中心として、数学や教育方法学等の研究者実践者との協働も進めていく。さらに福井に加え、東京を中心とした中高理科教員の研究組織も展開する。それぞれ年に 3 から 5 回の研究会を行うほか、個々の学校で行われる授業研究会(Lesson Study)等さまざまな機会を活用する。研究会には、その都度興味のある教員が自由に参加できるような実践コミュニティとし、つながり合いながらカリキュラム開発、教材開発、授業プランの検討などを定期的継続的に行う。

(2) 理論研究、文献研究

これまで国内外で開発・実践された科学カリキュラムおよびその実践について、開発者の著作や実践記録等を調査し、深い概念理解を目指すカリキュラムの開発に伴うさまざまな調査、分析結果を検討する。また、A. diSessa による断片知識論(p-prims 理論)の理解を深めつつ、概念調査や実践を p-prims の理論枠組みを用いて再検討し、さまざまな児童生徒学生の理解のありよう、また困難のありようを明らかにする。

(3) カリキュラム開発

研究協力者の教員が主体となってカリキュラムを構想し実践する。研究会では、開発の構想や教材をとともに議論し、授業実践はできる限りお互いに参観して参観記録を交流する。実践後は実践記録や生徒の学習記録、参観記録を用いて、協働省察する。開発したカリキュラムや教材、授業実践は学会等で報告評価を踏まえて改良を重ね、研究成果を公表する。

4. 研究成果

(1) 研究実践コミュニティ作りとカリキュラム開発

実践コミュニティは、福井サイトと東京サイトで年間平均 3 回から 5 回行われた。福井サイトは、これまでに構築した研究会を中心に、福井大学や福井大学附属義務教育学校等の理科実験室を会場として、実験道具や児童生徒の作品、授業記録、また公開授業の参観者からの授業記録なども持ち寄り、児童生徒の学びの姿から、概念形成の様相を詳細に振り返った。福井大学附属小学校・中学校が附属義務教育学校となったことで小中連携が進み、教材研究や子ども理解がさらに促進された。また、附属中学校では「探究するコミュニティ」を研究テーマに掲げ協働実践コミュニティの理念が根付いており、市内公立学校との教員の人事異動も活発なことから、本研究以外にも若手研究会や自主研究会など活発に活動している教員が多く、成果を共有している(佐々木庸, 2023 など)。東京サイトでは、都内の中学校や高等学校の理科の教師が、それぞれ

の授業で用いたワークシートや授業ビデオ、実験道具などを持ち寄り、お互いの実践を交流した。途中新型コロナウイルス感染症感染拡大により研究会を開催できない時期もあったが、zoom 等オンライン会議を活用して東京と福井がオンラインで気軽に直接交流することもでき、また、コロナ休校期間中に多く開発されたデジタル教材の交流も活発に行うことができた。

小中高の教員が校種を超えて対等な立場で授業研究を行うことにより、多様な視点での議論ができ、お互いの開発教材を共有することができた。たとえば、東京サイトの高校教員が紹介した直流電気回路の電流と電圧、抵抗を可視化するためのペーパークラフト教材は、福井サイトで中学生向けに改良・活用された。また、電気回路セットやプラスチック製の空気鉄砲や空気を閉じ込める筒など、小学校で多用される個人用の安価な実験キットも、高校の授業において、磁界の観察やボイルの法則など簡易な実験に活用できる可能性が検討された。どの年齢の子どもにとっても概念理解において「可視化する」ことの重要性と工夫を共有することができた。

(2) 知識構造の捉えに関する理論研究 p-prims 論に関して

教員志望大学生を対象とした電流、電圧、抵抗などの電気概念、重さや重力など因果関係のある物理量の認識に関わる実態調査を行い、p-prims 理論を援用して分析した（山田，2019, 2020, 2021）。これらの研究成果は、同時に行っているカリキュラム開発に生かされている（山田，2020～2023）。

(3) カリキュラム開発

幾何工学に関して、大学生の像概念調査に基づいて授業プランを作成し大学生を対象とした授業を実践した（山田，2022, 2023, 2024）。また、中学校において虹を作る過程で光の振る舞いを理解する授業プラン（佐々木康，2020）、月の満ち欠けの理解に対して、光の直進を可視化するアプリと具体物と作図や計算を組み合わせた授業プラン（本谷，2023）などが開発・実践された。化学分野においても、生徒の問題意識や意欲を生かすことで、教科書の流れとは違う生徒の学びのストーリーでつなぐ探究のカリキュラム開発が行われた。電流が流れる水溶液に着目して生徒自身がこれまでの概念を組み合わせる新たな粒子の存在を予測しイオンの概念を形成する実践（佐々木康，2020, 2021, 2022, 2023）、なぞの混合物の正体を探っていく中で基本的な知識・技能の指導も取り入れた身の回りの物質の実践（廣瀬，2021）が行われた。

さらに、生徒自身の探究や表現に焦点を当てた高等学校電気の実践（苅谷，2019，朝倉，2023）、放射線の理解を多様な視点から学ぶ実践（朝倉，2023）、理解が困難とされる速さについて生徒の考えに寄り添った中学校の実践（佐々木庸，2023）、音を追究する小学校の実践（澤本，2021）が行われた。生物や地学領域でも、小学校において、個の追究と学級での省察を繰り返し、児童の学びのストーリーとした植物の実践（川崎，2022）、生活経験や意欲の多様な公立校において生徒の発言を拾い繋ぎながら、生徒自身が探究の主人公として進めた気象や天体の実践（廣瀬，2019, 2020）などが開発、実践された。

5年間に公表された調査研究および実践の記録をまとめたのが右の図である。多様な領域、学年ではあるが、どの実践でも生徒自身が探究することを重視しており、生徒の表現と省察、交流、学びのストーリーや他領域とのつながりが重要であると指摘されている。

これらのカリキュラム開発は、授業公開と協働省察を経て翌年にまた改善する、というサイクルで続けられ、開発実践を共有した研究実践者の横の広がりも生まれている。

実践	幾何光学/音	電磁気	力学	イオン/化学変化	生物/地学
重点的な視点					
生徒の表現	本谷(2023)月の満ち欠け 山田(2023)大学幾何光学	苅谷(2019)電気 朝倉(2023)物理学短歌		佐々木康(2023)イオン 佐々木康(2022)化学変化	川崎(2022)植物 廣瀬(2019)気象 廣瀬(2020)天体
生徒の考えストーリー	澤本(2021)音			廣瀬(2021)身の回りの物質	
他領域とのつながり	佐々木康(2023)光		佐々木庸(2023)速さ		朝倉(2023)放射線
調査・分析	山田(2019-2022)p-prims論の活用(1)-(6) 石井(2023)遊びから見た科学概念			南部/山田/小林(2020)浮力の推論 徳田/小林/山田(2019)予想の役割	
	山田(2022)構造の難しさ像概念 山田(2023)知識構造の難しさ像概念 石井(2023)ICT現状 石井(2021)幼児期思考力				

実践記録に書かれた省察から、教師が授業デザインする上で共通するいくつかの知見が得られた。

(4) 教員主体のカリキュラム開発に関する示唆

研究当初に指摘した通り、日本の教育課程の問題、特に学習指導要領の問題は、児童生徒の概念理解に大きな妨げとなっている。附属学校や私立学校の提案授業に触れると「生徒が優秀だからこの学校ならできるだろうけど、普通の公立校ではできない」や「探究する授業を取り入れたいが、定められた内容を終わらせるためには時間が足りない」という教員の声を聞くことも多い。しかし、本研究の研究協力者の多くは公立学校の教員としてカリキュラム開発実践に取り組み成果を上げている。

実践記録に書かれた省察から、教師が授業デザインする上で共通するいくつかの知見が得られた。

一つは、「可視化する」ことに対する多様なアプローチである。可視化された教材や ICT の活用、ホワイトボード等議論の中心として可視化するツール、児童生徒学生自身が書きながら考える、

書きながら話し合うという機会、そしてその学びをストーリーとして自覚することで、生徒が探究の主人公となり、概念理解に近づくことが示唆された。

もう一つは、生徒の理解の流れをもとに開発される授業プランは、上から与える概念をただ授業に落とし込むのではなく、児童生徒の学びの履歴に沿って作成されるということである。科学概念の理解は、個々の概念が他の概念と繋がった時に、また一つ理解が深まると考える。そのためには、教員自身が広く深く科学概念のつながりを理解し、子どもの考えや思いと編み合わせながらカリキュラム開発をすることが重要であるということが示唆された。

カリキュラムという言葉には、「学びの履歴」という意味がある。単元の中の一つ一つの授業の振り返りを教師が拾い、子どもに返して授業を作っていくことで、授業は断片的な知識や概念の羅列ではなく、生徒の学びのストーリー、概念形成のストーリーとなる。カリキュラムとしていく上で、教師子どもそれぞれの省察による言語化も欠かせない。これからも、この実践コミュニティを継続し、科学的探究を楽しみながら概念形成し、未来の社会を作る人を育てる教育を進めたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 石井 恭子	4. 巻 22
2. 論文標題 乳幼児期の遊びの観点から見た科学概念：保育者養成「科学入門」における「音」「光」「おもり」「空気」を手がかりに	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 玉川大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 45～65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15045/0002000022	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 石井 恭子	4. 巻 29
2. 論文標題 初等中等教育におけるICT教育の現状と課題	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大学の物理教育	6. 最初と最後の頁 15～18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11316/peu.29.1_15	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 本谷 匠	4. 巻 2023年7月号
2. 論文標題 「アプリ」「具体物」「作図や計算」を組み合わせた説明による深い学び - 中学校第3学年「月の満ち欠け」におけるARアプリの活用を事例として -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 理科の教育	6. 最初と最後の頁 31-33
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 佐々木康順	4. 巻 72
2. 論文標題 “イオン”の概念を子どもの力で発見できるのか-勉強嫌いな生徒が積極的に学習するには 生徒による課題設定と検証実験	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 化学と教育	6. 最初と最後の頁 138-140
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 佐々木庸介	4. 巻 6
2. 論文標題 問題を解決し、自然観を広げるプロセスをデザインする 授業のプロセスで速さの概念を形成する(第9学年)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 福井大学教育学部附属義務教育学校研究紀要5	6. 最初と最後の頁 104-110
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 佐々木康順	4. 巻 4
2. 論文標題 自分たちの力で仕組みを解明する力を培い、自然観を広げる 新たな見方・考え方をはたかせ、化学変化を微視的に捉えなおす(第9学年)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 福井大学教育学部附属義務教育学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 84-90
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 川崎耕介	4. 巻 4
2. 論文標題 学びを省察しながら創り上げるストーリー - 植物からだのつくりを比較し、植物とは何かを見いだす(第3学年) -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 福井大学教育学部附属義務教育学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 78-83
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 澤本恵	4. 巻 3
2. 論文標題 見えない音を見える形に変化させることで、音が出る仕組みを探る(第3学年)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 福井大学教育学部附属義務教育学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 84-90
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 佐々木康順	4. 巻 3
2. 論文標題 身近な物理現象を題材に学びをつなぎ、見方・考え方を広げる(第7学年)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 福井大学教育学部附属義務教育学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 91-100
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 石井恭子	4. 巻 11(臨時増刊号)
2. 論文標題 幼児期の遊びにおける思考力の芽生え	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 玉川大学教師教育リサーチセンター年報	6. 最初と最後の頁 5-17
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 苅谷 麻子	4. 巻 67
2. 論文標題 生徒の誤概念に注目した電気分野の授業実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 物理教育	6. 最初と最後の頁 197 ~ 199
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20653/pesj.67.3_197	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 佐々木 庸介	4. 巻 1
2. 論文標題 生徒の概念形成を促進するアクティブラーニングの授業推進	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 教員自主研究活動支援事業 若手教員学習会報告書	6. 最初と最後の頁 1-8
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 廣瀬 俊則	4. 巻 19
2. 論文標題 身近な気象現象について科学的に思考する授業デザイン	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 実践記録	6. 最初と最後の頁 57-68
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 廣瀬 俊則	4. 巻 20
2. 論文標題 天体現象を科学的に思考する授業デザイン - 四季による星座の位置の移り変わりについて考えよう - 地球と宇宙 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 実践記録	6. 最初と最後の頁 65-73
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 廣瀬 俊則	4. 巻 21
2. 論文標題 「身のまわりの物質」を協働し、科学的に探究する単元を生徒とともに創る	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 実践記録	6. 最初と最後の頁 92-104
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17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Kyoko Ishii, Masako Tanemura, Nobue Masuda
2. 発表標題 Simple and Beautiful Experiments XIII by LadyCats
3. 学会等名 2023 AAPT Summer Meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sharon Dotger, Siebrich de Vries, Sui Lin Goei, Nellie Verhoef, Jongsung Kim, Kyoko Ishii
2. 発表標題 Lesson Study in Initial Teacher Education The innovation of teacher development in Japan
3. 学会等名 World Association of Lesson Studies (WALS) International Conference 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田 吉英
2. 発表標題 大学共通教育での幾何光学教育実践
3. 学会等名 日本物理学会 第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田 吉英
2. 発表標題 「どうして」
3. 学会等名 日本物理学会 2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 朝倉 彬
2. 発表標題 女子高生の「物理学短歌作り」を通じた言語活動による物理的思考と主体的な学びの育成
3. 学会等名 第39回物理教育研究大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 朝倉 彬
2. 発表標題 「高レベル放射性廃棄物の処理」から科学と社会の接点を学ぶ-放射線教育の導入として-
3. 学会等名 物理教育研究会APEJ夏期大会
4. 発表年 2023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 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 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2023年春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sachiko Tosa, Kyoko Ishii
2. 発表標題 Effectiveness of a Professional Program for High-School Science Teachers Using Avatar Role-Playing
3. 学会等名 International Conference for World Association of Lesson Studies WALS 2022 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022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 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 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 南部美由紀 山田吉英 小林和雄
2. 発表標題 浮力の関与するつり合い現象に関する学習者の推論傾向
3. 学会等名 日本理科教育学会北陸支部大会
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 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 徳田翔太 小林和雄 山田吉英
2. 発表標題 理科授業における予想の役割 教員養成大学生の意識調査からみえてきたもの
3. 学会等名 日本理科教育学会北陸支部大会
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)	

	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 協力者	佐々木 庸介 (SASAKI Yosuke)		
研究 協力者	佐々木 康順 (SASAKI Kojun)		
研究 協力者	本谷 匠 (MOTOYA Takumi)		
研究 協力者	澤本 恵 (SAWAMOTO Satoshi)		
研究 協力者	苅谷 麻子 (KARIYA Asako)		

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
研究協力者	朝倉 彬 (ASAKURA Akira)		
研究協力者	西村 隼太 (NISHIMURA Ruita)		
研究協力者	川崎 耕介 (KAWASAKI Kosuke)		
研究協力者	廣瀬 俊則 (HIROSE Toshinori)		

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