

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：14201

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14121

研究課題名（和文）STEM実践校における科学的高次思考を促すプラクティスに関する理論的実践的研究

研究課題名（英文）A Theoretical and Practical Study on Practices to Promote Scientific High-Order Thinking in Schools Using STEM Education

研究代表者

山岡 武邦（Yamaoka, Takekuni）

滋賀大学・教職大学院・特任准教授

研究者番号：00844565

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、国内外における先進的STEM教育実践校の実践の中で行われている教師の発問の特徴について明らかにするものである。そのために、科学的高次思考を促すプラクティスを解明し、日本の教育事情に即したSTEM教育を提案するとともに、指導法への示唆を導出することを研究目的とした。日本とフィリピンの研究者及びSTEM教育実践者を対象に、インタビュー調査及びアンケート調査を行った結果、学習内容を深める探究活動を遂行するために、学習者の現状把握を的確に行い、適切なタイミングで助言を行い、認知的葛藤を生起させるための工夫や、次の学習につなげるための授業計画を考える工夫をしていることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本のSTEM実践者は、目の前の学習者達の現状把握をしっかりと行い、学習者主体の活動にする傾向が見られた。また、認知的葛藤を生起させるための工夫を行い、素朴概念を活用しながら次の学習に繋げていくことが分かった。そして、質の高い発問は、学習者の思考を促すように作られていることが重要である。実際に、生徒が思考することで、新たな問いも生起される。こうした循環が、教室には必要であることが分かった。

研究成果の概要（英文）：This study clarifies the characteristics of teacher questioning in advanced STEM teaching practices at schools in Japan and abroad. To this end, the research objectives were to elucidate practices that promote higher-order scientific thinking, propose STEM education relevant to the Japanese educational context, and derive suggestions for teaching methods. The results of interviews and questionnaires conducted with researchers and STEM education practitioners in Japan and the Philippines revealed that accurately grasping learners' current situations, providing advice at appropriate times, devising ways to generate cognitive conflicts, and devising lesson plans that lead to the next stage of learning become necessary to conduct inquiry activities that deepen learning content. The lesson plans were clearly devised to generate cognitive conflicts and connect them to the next stage of learning.

研究分野：学校教育学

キーワード：STEM教育 科学的思考 プラクティス 新たな疑問 深い学び 教師の発問 質の高い発問

1. 研究開始当初の背景

(1) 現行の学習指導要領では、探究的な学習活動を通じた主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が求められている（文部科学省，2019）。質の高い発問は、学習者の意識を学習内容に焦点化させ、表面的知識を乗り越え、高度な思考や深い理解へと向かわせるものである（Walsh & Sattes, 2016）。理科教材の開発や観察、実験の工夫と併せながら教師の発問を工夫するなど、学習者の科学的・高次思考を促進させるための教授方略を検討することは必要である。

(2) 発問研究は、諸外国では盛んに行われているものの、日本では教師の力量に基づく教育技術と捉えられることが多い傾向にあると考え、発問研究に焦点化した研究を継続的に行ってきた。研究開始当初「K-12 科学教育スタンダードのプラクティスにおける学習過程で必要不可欠と考えられる効果的で質の高い発問（以下、「質の高い発問」という）」という捉え方があることを知った。STEM 教育の観点で発問研究を深めていくことができれば、質の高い発問とは何か、という研究課題の核心をなす学術的「問い」に答えられるのではないかと、思うようになった。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、以下に示す 3 つの学術的な問いと、それに関連する課題の調査研究を通して、科学的・高次思考を促すプラクティスを解明する。さらに、その調査結果を踏まえ、日本の教育事情に即した STEM 教育を提案するとともに、指導法への示唆を導出することを研究の目的とする。

学術的な問い 1: 教師による効果的で質の高い発問は、どのような教授方略のもとで成立するのか。また、生徒の思考活動にどのような影響を与えるのか。
 学術的な問い 2: 認知的葛藤を生起させ、高次思考を促すような優れた実践の中で活用されている教授方略はどのようなものがあるのか。また、それは類型化できるのか。
 学術的な問い 3: 生徒による質の高い質問を、次の学習につなげる教授方略はどのようなものがあるのか。また、それは類型化できるのか。

3. 研究の方法

(1) 探究からの新しい言い回しであるプラクティスにおける STEM 教育の学習過程の文脈を巡り、STEM 教育における質の高い発問について理論研究を行う。また、探究の学習過程を重視する文脈を具体的に捉える目的で、STEM 領域の科学絵本 16 冊を調査対象として理論研究を行う。

(2) 「研究の目的」で示した 3 つの学術的な問いは、国内外における先進的 STEM 教育の実態及び国内外の優れた実践者による発問に焦点化することで、科学的・高次思考を促進させるプラクティスの特徴を解明し、指導法への示唆を導出できると考えられる。具体的には、図 1 に示すとおり、国内外における先進的 STEM 教育の優れた実践者（以下、「STEM 実践者」）及び、関連分野の研究者（以下、「関連研究者」）を直接訪問し、教師の発問を契機として科学的・高次思考を促す STEM 領域の授業に関するインタビュー調査を行う。それを補完するために、Web アンケートフォームを用いたアンケート調査（以下、「Web アンケート調査」）を実施する【研究の問い 1】。さら

に、国内外での授業研究を踏まえながら、プラクティスの解明に向けた調査研究を行うものとする。具体的には、質の高い発問が行われる教授方略について探究する【研究の問い 2】。さらに、授業参与を通じ、生徒の質問を次の学習へつなげる指導方法について探究する【研究の問い 3】。

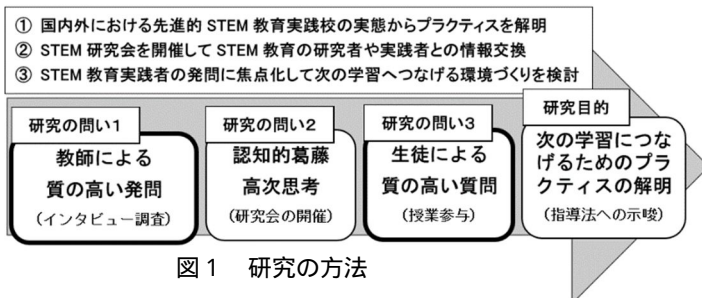


図 1 研究の方法

(3) 研究成果は、現行の学習指導要領で示された深い学びを目指し、STEM 実践者や教育実践者に還元するために、報告書、ワークシート等を Web ページで公表するものとする。研究成果を深めるために、STEM 研究会を開催し、中間評価、最終評価と情報交流を定期的に行うものとする。また、学会や論文等で研究成果を公表するものとする。

4. 研究成果

(1) 探究からの新しい言い回しであるプラクティスにおける STEM 教育の学習過程の文脈を辿る目的で、NRC(全米研究評議会)、NSTA(全米科学教師協会)による文献を中心に調査を進めた。特に「K-12 科学教育のためのフレームワーク (NRC, 2012)」と「The Power of Questioning: Guiding Student Investigations(NSTA, 2015)」を中心に、STEM 教育に関する理論研究を行った。NRC(2012)によると、学習とは、領域コア概念、領域横断概念、プラクティスの 3 つの次元を持ち、断片的領域コア概念を結合させる道具としての数学を用い、反復練習で領域横断概念を

獲得する過程である。特に、新たな疑問の生成は、学習に繋がりを保証する。発問や疑問に着目するのは、工学設計等においては基準や制約を満たす方法が複数あり、常に複数の最適解があるためである。換言すれば、最善、次善の意思決定を行うための発問が重要になる。科学絵本の場合 K-2 (幼稚園から2年生)のEST “Engineering, Technology, and Applications of Science” 「問題には常に複数の可能な解決策があり、デザインを比較したりテストしたりすることは有用である。」が重要な目標になる。NSTA(2015)は、発問が科学と工学を繋げる強力な学習ツールであると述べ、発問、探究、評価を絡めたパワフルプラクティスマodelを提案している。教師は1つの発問から始めるが、学習者に答えを探させるのではなく、学習者自身がトピックを探究し、新たな疑問を生成させるものであるという文脈があることが分かった。

(2) 探究の学習過程を重視するSTEM教育の文脈を、具体的に明らかにする目的で、STEAM領域の科学絵本16冊を調査対象として研究を行った。Bruner(1961)は、子どもの特徴を踏まえた上で、どの教科でも殆どの年齢の子ども達にも、なんらかの形で教えることができると述べている。また、米国STEM教育の理論的支柱であるK-12科学教育のためのフレームワーク(NRC, 2012)によれば、発問は科学的思考を促進させるものであると述べている。つまり、発達段階に応じてただ単に内容を容易にするという感覚とは異なるSTEM領域の科学絵本に見られる発問に着目し、どのような特徴がみられるか、という視点で検討することにした。分析の結果、調査対象の科学絵本は、発問から始まるものもあれば、探究から始まるものもあった。したがって、科学絵本は、必ずしも学習ユニットを立ち上げるための発問から始める必要はないとするSTEM領域の基本的な考え方を踏襲していることが分かった。ただ、導入場面では、発問、探究のいずれから始めたとしても、現象、疑問、矛盾した出来事などに焦点化して、興味を引くために、発散的発問を用いている絵本が多く見られた。また、科学概念等の本質について、子ども自身が自然科学者として探究できる発問で構成される傾向にあることが分かった。特に、探究活動の中で議論を深める過程で生じる新たな疑問を次の学習へと繋げる工夫が随所に見られた。実際の授業では、実際の授業場面で、発問、探究、評価を絡ませながら、深い学習へとつなげていく工夫が大切である。

(3) 先進的なSTEM実践者の特徴を調査するため、2019年から2021年にかけて、25名(理科教師13名、技術・家庭科教師5名、工業科教師3名、数学教師4名)の中学校及び高等学校教員を対象に、「研究の目的」で示した3つの学術的な問いを中心に、インタビュー又はWebアンケート調査を行った。調査対象者は、いずれも10年以上の指導経験がある。特に、2020年度は、インタビュー調査をベースにした研究を進めることを想定していたが、コロナ禍の影響を受け、直接訪問によるインタビュー調査が困難な状況にあった。そこで、可能な限り当初の研究計画に近い形で、研究を遂行することを考えた結果、Webアンケート調査を実施するためのWebページを作成し、教師による質の高い発問とは何かについて探究することにした。このWebアンケート調査は、インタビュー調査と同じ質問をするようにした。これらはいずれも、回答者の承諾を得た上で遂行した。なお、インタビュー調査は、ICレコーダーを用いて行い、テキストデータとして書き起こしたものを素データとした。図2は、テキストマイニングの結果である。抽出語の中で、特に使用頻度の高い語は「考える」であった。このことから、質の高い発問は考えさせるための発問のことであり、という仮説が成り立つ。つまり、生徒達に思考停止させない工夫があると考えられるはずである。具体的には、学術的な問い1は、教師の「発問」が「経験」に基づいて尋ねているものなのか、「本質」を問うものなのか、ということを区別することが重要であり、そうした問いを教師が「考え」、生徒に「考えさせる」ことが重要である、という文脈で述べられていた。学術的な問い2は、授業の工夫として「グループ」活動を行ったり、認知的な「葛藤」を起こす場面を意図的に作ったりしたうえで、「議論」することが重要である、という文脈で述べられていた。また、学術的な問い3は、学習者の「質問」や「疑問」を「振り返る」ことが重要である、という文脈で述べられていた。さらに、素データを用いて、質的に分析した結果、教科を超えて、以下の3点の共通項が見られた。授業をするにあたって、生徒が何を知っているのか、何を経験してきたのかという現状把握が必要であること、その経験の中で、生徒達が形成してきた素朴概念を如何にして授業の中で活用していくのかを検討すること、認知的葛藤を活用するための具体的方策について、学会等に積極的に参加して学び続けること、が重要であるという文脈で述べられていた。以上より、STEM実践者は、「目の前の生徒たちの現状把握をしっかりと行いながら、認知的葛藤を生起させるための工夫をしていること」と、「次の学習につなげるためには、生徒主体の活動を基本としながら、適切なタイミングで助言を行うこと」が重要であることが明らかとなった。

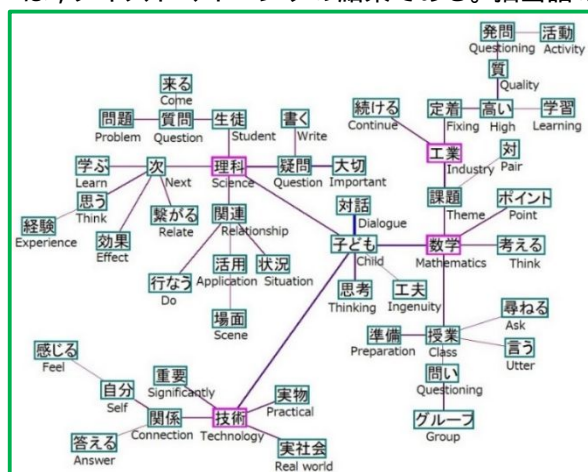


図2 国内STEM実践者による調査結果

(4) 2021年から2022年にかけて、フィリピンのSTEM実践者及び関連研究者13名(理科教師8名, 数学教師2名, 大学教師3名)を対象として, Webアンケート調査を実施した。調査内容は, 国内調査と同様, 「研究の目的」で示した3つの学術的な問いを中心にしたものである。学術的な問い1では, 教師の「問いかけ」は, 授業前に準備しておくことが重要であり, ポイントをあらかじめ決めておくことが大切である。というのも授業中に関連する質問をしたり, フィードバックをしたりすることができるようになるからである。ただ, 授業の流れによって, 質問の仕方を変える必要があるので, この場合は, 教師の力量で変わる, という意見が見られた。学術的な問い2では, 物事を多面的に考え, 自発的学習に繋げることが重要であると考えられる傾向があった。教師が学習者に対して, モチベーションを維持させるなどの工夫が考えられていた。例えば, モチベーション維持のため, 間違いを恐れずに, 楽しみながら行える授業を教師が作っていくことが述べられていた。子ども同士の対話を重視した日本とは異なり, 教師と子どもの環境づくりを大切にしている傾向があった。学術的な問い3では, 子どもが考え続けることが重要であり, そのために教師が工夫していることは, 発問の効果的な使用であった。例えば, 教師の発問を, 発散的な発問から, 収束的な発問にしていくなど, 子どもが探究しやすい場面を重視していく傾向が見られた。また, 予習課題を授業で上手く関連付けることで, 前回学んだこととの繋がりを意識させる等の傾向が見られた。図3は, テキストマイニングの結果である。すべての設問に共通する言葉として, 「子ども」「思考」「環境づくり」等の使用頻度が高くなっていた。フィリピンのSTEM実践者及び関連研究者は, 子どもが思考を続けるための環境づくりをしていくという授業スタイルであることが分かった。

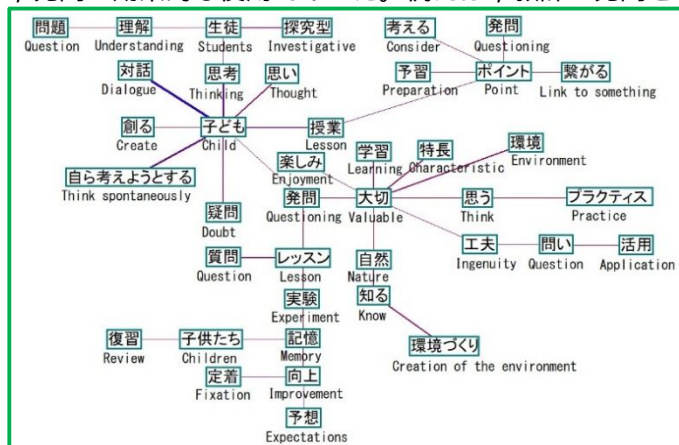


図3 フィリピンのSTEM実践者及び関連研究者による調査結果

(5) フィリピンの教師を対象とした Web アンケート調査を補完するために, 2022年8月及び2024年2月にウェスリアン大学フィリピン “Wesleyan University Philippines” 及びブラカン州立大学 “Bulacan State University” を訪問し, 5名の理科教師にインタビュー調査を実施するとともに, 幼稚園, 小学校, 中学校の授業を参観した。

(6) STEM実践者へのインタビュー調査で明らかになってきたことの一つに, 生徒達が保有する素朴概念の活用という点が挙げられる。そこで, 認知的葛藤を活用するための授業実践の効果を検証するために, 授業実践及び評価を行った。理科授業におけるメタ認知的支援の有効性を検討するため, 沖野・山岡・松本(2016)の授業実践を参考に, メタ認知的支援として「素朴概念の明確化」, 「素朴概念の獲得過程の明確化」, 「素朴概念と科学的概念の接続・照合」という三つの教授方略を段階的に支援する教授方略を用いた。愛媛県内の高等学校総合学科第2学年の物理基礎履修者29名(便宜的に「クラスA: N=14」, 「クラスB: N=15」)を対象に, 2019年1月から2月にかけて行った授業実践の評価を試みた。クラスAは, 「素朴概念の獲得過程の明確化」の過程で, 新たな疑問が生じたかを考えさせる手続きをとるため, TPSQ “Think-Pair-Share-Question” ワークシートを用いた。クラスBは, 新たな疑問の生成に関する話し合いをしないTPS “Think-Pair-Share” ワークシートを用いた。その結果, 新たな疑問の生成に関する話し合いをしたクラスAの方が記憶の保持時間が長くなる傾向があったこと, 新たな疑問が生じたかを考えさせる方が実験結果を考慮した視点からの記述をする傾向がみられたことが分かった。

(7) 新たに生じた疑問を支援するための教授方略の有効性を検討するために, 発散的思考を活用する教師の発問を契機として, 自然現象の説明に向けた収束的思考を活用しながら, 学習者の新たな疑問を特定化させ, 課題解決の新しい方向性を見出す実践を行った。静岡県内の公立高等学校工業科第2学年の物理基礎履修者81名(便宜的に「クラスA: N=40」, 「クラスB: N=41」)を対象に, 2020年1月から2月にかけて行った。クラスAでは, 発散的思考を活用するために, 実験を行う前に, 一見すると不可解な絵のように見える実験結果の写真を見せ, どのような意味があるのかについて意見を出し尽くす活動を行った。クラスBは, そのまま実験を行うことにした。その結果, 発散的思考を活用したクラスの方が認知的葛藤を生起させ, その後の議論を刺激し, 実験前に多くの仮説を作り出すことができた。さらに積極的に意見を交換することができ, 話し合いの後, 多くの新しい質問が出され, 次の学習に繋がる可能性を見出すことができた。

(8) 2021年11月21日(日)に, 京都教育大学を会場とし, 対面とzoomによるハイブリッド方式で, 「第3回高等学校委員会研究会 様々な視点から見たSTEM/STEAMアプローチ」というテーマのもとでSTEM研究会を開催した。これまでの研究成果の発表や, STEM実践者及び関連研究者と意見交換を行った。主催は, 日本産業技術教育学会高等学校委員会にて, 当時, 申請者

は、一般社団法人日本産業技術教育学会における高校委員会の STEM 研究におけるワーキンググループの代表を務めていたので、事務局として、この研究会の運営に携わった。参加者は、大学教員 16 名、現職教員 9 名、大学生 2 名、計 27 名であり、幅広い情報交換を行うことができた。その中でも、フィリピンにおけるブラカン州立大学のジョエル先生を Zoom でお招きしたため、国外の STEM 教育についても学ぶことができた。

(9) 国立理科系大学生を対象に、素朴概念の形成過程やその克服の過程を明確化させることを目的としたアンケート調査を実施し、その分析を行った。2013 年から 2018 年にかけて、国立理科系大学生 319 名(内訳、男子 203 名、女子 116 名)を対象に、自由記述式のアンケート調査を行った。素朴概念の形成過程や、その克服の過程を明確化させる目的で作成されたアンケート調査の内容は、回答者自身の経験に基づく素朴概念に関する内容を尋ねるものである。具体的には、次に示す調査課題のもと、4 つの質問から構成されるものであり、いずれも自由記述式で回答するものである。なお、アンケート調査後に得られた記述内容は、全てテキスト形式で入力し、データベースを作成した。調査課題は、次のとおりである。

調査課題；小さい頃から現在までで、自分の経験を振り返って、素朴概念と呼ばれるような自然の見方をしていたものがあれば、
 質問 1；それは、いつ頃ですか。
 質問 2；それは、どのような考え方でしたか。
 質問 3；その原因をどのように考察し、
 質問 4；その素朴概念をどのように克服したのか(しようとしているのか)、教えてください。

調査対象者 319 名が記述した 434 個の素朴概念を分析した結果、次の 6 点が明らかとなった。

素朴概念を抱く時期は、男女ともに小学生の時期が多いこと、素朴概念を抱く時期は、女子の方が男子に比べて幼い時期であること、素朴概念を形成する分野ごとの男女比率は、物理分野は相対的に男子多く女子が少ない。生物分野は女子が相対的に多く男子が少ない傾向があること、素朴概念が形成される原因について分野別に比較をすると、物理分野は実体験を基にした理解と子どもなりの筋道による理解、化学分野は不可視を根拠にした理解、生物分野は他の助言を根拠にした理解、地学分野は直感的で感覚的な理解と漫画や映画等に基づく理解の割合が、相対的に多い傾向にあること、素朴概念の形成に関する原因は、性差や発達段階の差によらないこと、素朴概念を克服した方法について分野別に比較をすると、物理分野は数式による証明、化学分野は学校での実験、生物分野は実体験との照合と SNS やテレビ番組、地学分野は発達段階に応じた理解の割合が、相対的に多い傾向にあること、が明らかとなった。

(10) 調査結果をもとに、科学的思考を促す研究的な指導モデルは下記の通り提案できる。

日本の教育事情に即した STEM 教育	フィリピンの教育事情に即した STEM 教育
<ul style="list-style-type: none"> ・素朴概念を活用し、認知的葛藤を生じさせる場面を意図的につくる。 ・学習者同士の話し合い活動の場面を活用し、学習者主体の活動にする。 ・ポートフォリオ評価を活用する。 ・授業のクライマックスで、本質を問うような、思考を促す質の高い発問を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・教師の発問で、子どもが自発的に学習するための環境づくりを心掛ける。 ・ポイントになる発問を用意しておく。 ・フィードバックもできるようにしておく。 ・クローズド、オープンクエスションの使い分けをする。 ・発散的発問から、収束的発問にしていく。

日本の STEM 実践者は、子ども同士の対話を重視しながら、子ども主体の活動にする傾向が見られた。また、素朴概念を活用しながら、次の学習に繋げていくことが分かった。一方、フィリピンは、子どもと教師間を発問によって繋げるなど、子ども主体の活動に、教師の介入が見られることが特徴的であった。学習においては、多くの場合、生徒主体の活動が求められる。それゆえ、生徒の状況を把握するなどして、それを実現できる教師が重要である。そして、質の高い発問は、生徒の思考を促すように作られていることが重要である。実際に、生徒が思考することで、新たな問いも生じられる。こうした循環が、教室には必要であることが分かった。

< 引用文献 >

- 文部科学省、高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)、東山書房、2019、19-28
 Walsh, J.A., & Sattes, B.D., Second Edition Quality Questioning: Research- Based Practice to Engage Every Lerner, Corwin Press, 2016, 26-27
 NSTA, The Power of Questioning: Guiding Student Investigations, NSTA Press, 2015, 25
 National Research Council of the National Academies, A framework for K-12 science education, The National Academies Press, 2012, 7-82
 Bruner, J., 鈴木祥蔵・佐藤三郎(訳)、教育の過程、岩波書店、1961/1963、42-69
 沖野信一、山岡武邦、松本伸示、科学的概念の形成をめざした理科授業開発-作用・反作用の法則に関する指導法に焦点化して-、理科教育学研究, Vol. 57(2), 2016, 103-114
 山岡武邦、沖野信一、松本伸示、理科授業におけるメタ認知的支援の有効性に関する研究 高等学校物理基礎「作用・反作用の法則」に焦点化して-、理科教育学研究, Vol. 61(2), 2020, 349-359

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 山岡武邦, 岳野公人, 大野裕己, 青木高明	4. 巻 6
2. 論文標題 教育データサイエンスの視点を取り入れた実践的STEMモデルの開発 - 小学校第五学年「振り子の規則性」に焦点化して -	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 滋賀大学教育実践研究論集	6. 最初と最後の頁 15 ~ 22
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 岸田蘭子, 山岡武邦	4. 巻 6
2. 論文標題 小学校家庭科の教科書分析からみた授業改善に関する一考察 - 教育データサイエンスに基づく授業改善をめざして -	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 滋賀大学教育実践研究論集	6. 最初と最後の頁 31 ~ 35
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 山岡武邦, 岩崎智之	4. 巻 17 (2)
2. 論文標題 海藻に含まれる自然放射線量に関する研究 - 高等学校における理科課題研究の探究活動を発端として -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エネルギー環境教育研究	6. 最初と最後の頁 57 ~ 67
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 山岡武邦, 岩崎智之	4. 巻 17(2)
2. 論文標題 海藻に含まれる自然放射線量に関する研究 - 高等学校における理科課題研究の探究活動を発端として -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エネルギー環境教育研究	6. 最初と最後の頁 56-67
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 山岡武邦, 岳野公人, 大野裕己, 青木高明	4. 巻 6
2. 論文標題 教育データサイエンスの視点を取り入れた実践的STEMモデルの開発 - 小学校第五学年「振り子の規則性」に焦点化して -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 滋賀大学教育実践研究論集	6. 最初と最後の頁 15-22
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 岸田蘭子, 山岡武邦	4. 巻 6
2. 論文標題 小学校家庭科の教科書分析からみた授業改善に関する一考察 - 教育データサイエンスに基づく授業改善をめざして -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 滋賀大学教育実践研究論集	6. 最初と最後の頁 31-35
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 Takekuni Yamaoka, Joel Bernal Faustino, Greg Tabios Pawilen	4. 巻 7
2. 論文標題 Implementation and Evaluation of STEM Education Lessons to Develop Appreciation for Electricity in Japan and the Philippines	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 東海学園大学教育研究紀要	6. 最初と最後の頁 31 ~ 40
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 該当する

1. 著者名 山岡武邦, 清水洋一, 安藤雅之	4. 巻 17 (1)
2. 論文標題 施設見学での学びを一過性のものにならないための指導モデルの開発 : 宮古島でのエネルギー関連施設見学を事例として	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エネルギー環境教育研究	6. 最初と最後の頁 29 ~ 36
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 山田 哲也、山岡 武邦	4. 巻 10
2. 論文標題 生活科・特別活動におけるキャリア教育の可能性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 龍谷教職ジャーナル	6. 最初と最後の頁 15～21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.50873/10564	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 YAMAOKA Takekuni、OKINO Shinichi、MATSUMOTO Shinji	4. 巻 63
2. 論文標題 Formation and Reconstruction of Naive Concepts among Science Undergraduates at National University	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Research in Science Education	6. 最初と最後の頁 179～188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11639/sjst.21081	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 沖野信一・山岡武邦・松本伸示	4. 巻 71
2. 論文標題 質量概念の構築を目指した授業実践 動画教材を見せた後の「事後指導」をいかに展開するか	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 理科の教育(分担執筆)	6. 最初と最後の頁 50～51
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 大隅紀和、山岡武邦	4. 巻 37(3)
2. 論文標題 STEM教育に対応する教師の「モノづくり活動」- AL(active learning)の検討 --- 海外向けに実施したオンライン・ワークショップ、UNESCO-SEAMEQ-STEM Ed. Center “パワーアップ” プロジェクトの事例から ---	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会報告	6. 最初と最後の頁 21～24
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 大隅紀和, 山岡武邦	4. 巻 37(4)
2. 論文標題 STEM教育に対応する教師の困難を克服する実験観察の開発 - AL "active learning" の検討 2 --- オンラインの海外向けUNESCO-SEAMEO-STEM Ed. Center "パワーアップ" プロジェクト事例から ---	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会報告	6. 最初と最後の頁 155 ~ 160
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 沖野信一, 山岡武邦, 松本伸示	4. 巻 62(2)
2. 論文標題 質量の科学的概念の構築をめざした教授方略に関する事例的研究 - メタ認知的支援の違いによる効果の検証を通して -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本理科教育学会理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 389 ~ 401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11639/sjst.21040	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 山岡武邦, 岩田晋太郎, 山田哲也	4. 巻 16(1)
2. 論文標題 エネルギーミックスの要素となる各発電方法についての認識を深めるための高等学校理科授業の実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本エネルギー環境教育研究	6. 最初と最後の頁 19 ~ 27
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 山岡武邦, 山田哲也	4. 巻 6
2. 論文標題 初等教育教員志望者のための科学的リテラシーを育成する放射線教育教材の開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 東海学園大学教育研究紀要	6. 最初と最後の頁 17 ~ 25
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 山岡武邦, 山田哲也	4. 巻 58
2. 論文標題 高等学校理科授業におけるエネルギー開発・利用の歴史的変遷に関する授業実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 湊川短期大学紀要	6. 最初と最後の頁 13~17
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takekuni Yamaoka, Tetsuya Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 A Research-Based Instructional Model for Promoting Scientific Thinking in STEM-Practicing Schools in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 International Conference of East-Asian Association for Science Education	6. 最初と最後の頁 168~169
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 Tetsuya Yamada, Mao Kosaka, Takekuni Yamaoka	4. 巻 -
2. 論文標題 A Study of the Educational Methods for Computational Thinking in Elementary STEM Education	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 International Conference of East-Asian Association for Science Education	6. 最初と最後の頁 242~243
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 山岡武邦, 沖野信一, 松本伸示	4. 巻 61(2)
2. 論文標題 理科授業におけるメタ認知的支援の有効性に関する研究 - 高等学校物理基礎「作用・反作用の法則」に焦点化して -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本理科教育学会理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 349-359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11639/sjst.19069	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 山岡武邦, 山田哲也	4. 巻 5
2. 論文標題 日本の教育事情に即したSTEM教育による深い学びを実現する研究指導-高校生のための課題研究「永久ゴマ」の実践を事例として-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東海学園大学教育研究紀要	6. 最初と最後の頁 49-60
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 山岡武邦, 沖野信一, 松本伸示	4. 巻 14(2)
2. 論文標題 放射線教育用情報カード教材「DUO×DUO」を活用した高等学校理科授業の実践とその評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本エネルギー環境教育研究	6. 最初と最後の頁 3-11
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 Takekuni Yamaoka, Shinichi Okino, Shinji Matsumoto, Tetsuya Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 Implementation and Evaluation of Interactive Learning through a STEM Investigation Based on Meta-cognitive Support in a Japanese High School	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region (ICTE2021),Taipei, Taiwan, Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 10-17
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 Tetsuya Yamada, Mao Kosaka, Takekuni Yamaoka	4. 巻 -
2. 論文標題 Initial Educational Method for Computational Thinking in “The Period for Integrated Studies”	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region (ICTE2021),Taipei, Taiwan, Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 72-77
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43件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 11件）

1. 発表者名 Takekuni YAMAOKA , Joel Bernal Faustino
2. 発表標題 Development of STEM Electrical Teaching Materials Utilizing the PPDAC Cycle
3. 学会等名 Technology Education New Zealand (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takekuni YAMAOKA, Tetsuya YAMADA , Joel Bernal FAUSTINO
2. 発表標題 Development of Radiation Education Materials Aimed at Inquiry for STEM Education Using Educational Data Science
3. 学会等名 International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tetsuya YAMADA, Takekuni YAMAOKA
2. 発表標題 The Relevance of Learning the Principles and Mechanisms of Household Appliances in the Secondary School
3. 学会等名 International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiromichi MAMORITA, Mihoko MATSUDA, Takekuni YAMAOKA, Kimihito TAKENO
2. 発表標題 The Patience Required of Technical High School Students in the Department of Mechanical Engineering as Considered by the Companies
3. 学会等名 International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦, 清水洋一, 安藤雅之
2. 発表標題 PPDACサイクルの視点を取り入れた継続的な学びを促進させるための指導モデルに関する調査研究 - 宮古島・石垣島での施設見学を事例として-
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中誉也, 山岡武邦
2. 発表標題 中学校第2学年理科「電流とその利用」における科学的根拠に基づくALPS処理水海洋放出の合意形成に向けた実践
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦, 岳野公人, 大野裕己
2. 発表標題 教育データサイエンスの視点を取り入れた実践的STEM研修モデルの開発に向けた調査研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦, 田中誉也
2. 発表標題 中学校第2学年理科を対象とした放射線カード教材の開発と実践
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦
2. 発表標題 発問分類法
3. 学会等名 三重大学教育学部家政教育講座主催「教科書におけるデータ利活用の勉強会」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦
2. 発表標題 理論と実践の両立；現場経験を活かした発問研究を事例として
3. 学会等名 滋賀大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻教育実践力開発コース2023年度夏のつどい(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦
2. 発表標題 実践と研究の両立：現場の経験を活かした学位取得への挑戦
3. 学会等名 2023年度連合学校教育学研究科(博士課程)滋賀大学配属学生D1セミナー(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也, Joel Bernal Faustino
2. 発表標題 A Comparative Study of Instructional Models for Promoting Scientific Thinking in STEM Practice Schools in Japan and the Philippines
3. 学会等名 11th DATTArc ICTE TENZ ITEEA 2022(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 The Study of Student 's Learning Relevance and Educational Content in STEAM Education
3. 学会等名 11th DATTArc ICTE TENZ ITEEA 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也, Joel Bernal Faustino
2. 発表標題 フィリピンのSTEM 事情を踏まえた授業実践のための国際交流
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第39回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 生活科と技術・家庭科の学びの意識と関連性
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第39回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大隅紀和, 山岡武邦
2. 発表標題 STEM教育に対応する教師の「モノづくり活動」- AL(active learning)の検討
3. 学会等名 2022年度第3回日本科学教育学会研究会報告 (北海道支部開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新家功千, 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 小学生のための外部被ばく低減三原則の理解促進に向けた放射線教育教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会高等学校委員会第4 回高等学校委員会研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 遠松竜一, 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 STEM教育はどのように実践すべきか - OES研究所のSTEM教材を手掛かりとして -
3. 学会等名 日本産業技術教育学会高等学校委員会第4 回高等学校委員会研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 守田弘道, 松田美穂子, 山岡武邦, 岳野公人
2. 発表標題 工業高校教員が考える機械系学科の高校生に必要な粘り強さの概観
3. 学会等名 日本産業技術教育学会高等学校委員会第4 回高等学校委員会研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中西徳久, 山岡武邦
2. 発表標題 子ども達の疑問を理科授業に活かすための調査研究
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡武邦, 沖野信一, 松本伸示
2. 発表標題 理科学系大学生が教師の立場で考える素朴概念克服に向けた対応
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也
2. 発表標題 STEAM領域科学絵本の科学的な高次思考を促す発問と探究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第65回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 STEAM教育に関する学習レリバンスの基礎的調査
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第65回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡武邦, 清水洋一, 安藤雅之
2. 発表標題 継続的な学びを促進させるための指導モデルの構築 - 宮古島でのエネルギー関連施設見学を事例として -
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会第16回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takekuni Yamaoka, Tetsuya Yamada
2. 発表標題 A Research-Based Instructional Model for Promoting Scientific Thinking in STEM-Practicing Schools in Japan
3. 学会等名 2021 International Conference of East-Asian Association for Science Education (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuya Yamada, Mao Kosaka, Takekuni Yamaoka
2. 発表標題 A Study of the Educational Methods for Computational Thinking in Elementary STEM Education
3. 学会等名 2021 International Conference of East-Asian Association for Science Education (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岡武邦, 岩田晋太郎, 山田哲也
2. 発表標題 高等学校理科授業におけるエネルギー開発・利用の歴史的変遷を考察する意義
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会第15回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奈良大, 山岡武邦
2. 発表標題 中学校理科における放射線利用を学ぶための授業デザインの提案
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会第15回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也
2. 発表標題 STEM実践者と初等教育教員志望者の指導モデルに関する研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 イギリスの科学教育における技術教育的要素の内容分析
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岡武邦, 沖野信一, 松本伸示
2. 発表標題 国公立理科系大学生における素朴概念の形成とその克服
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 山岡武邦, 山田哲也
2. 発表標題 日本産業技術教育学会高等学校委員会 WG における STEM / STEAM 教育に関する取組
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第 3 回高等学校委員会研究会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也
2. 発表標題 STEM / STEAM領域の科学絵本に見られる発問に関する研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第38回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 イギリスGCSEテキストに見るキャリア教育的要素の分析
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第38回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takekuni Yamaoka, Shinichi Okino, Shinji Matsumoto, Tetsuya Yamada
2. 発表標題 Implementation and Evaluation of Interactive Learning through a STEM Investigation Based on Metacognitive Support in a Japanese High School
3. 学会等名 International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region (ICTE2021), Taipei, Taiwan. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuya Yamada, Mao Kosaka, Takekuni Yamaoka
2. 発表標題 Initial Educational Method for Computational Thinking in “The Period for Integrated
3. 学会等名 International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region (ICTE2021), Taipei, Taiwan. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岡武邦, 沖野信一, 松本伸示
2. 発表標題 発散的思考を活用するための教授方略“Puzzling Picture”の効果に関する研究 - 高等学校物理授業「物理学が拓く未来」に焦点化して
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 山岡武邦, 沖野信一, 松本伸示
2. 発表標題 国公立理科系大学生における素朴概念の獲得過程に関する研究
3. 学会等名 日本理科教育学会第70回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也
2. 発表標題 科学的思考習慣を促すSTEM領域の授業に関する調査研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第63回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田哲也, 山岡武邦
2. 発表標題 小学校設計学習における児童の構造パラメータ認識
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第63回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山岡武邦, 山田哲也
2. 発表標題 3E+Sの実現に向けたエネルギーミックスにおける重み付けを考慮した意思決定ツールに関する研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第37回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田哲也, 小坂真央, 山岡武邦
2. 発表標題 小学校設計学習における児童の構造パラメータ認識 特別支援教育におけるプログラミングを取り入れた「総合的な学習の時間」の検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第37回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山岡武邦
2. 発表標題 高校生の科学コンテストの指導経験から才能教育を考える
3. 学会等名 Gifted Academiaオンラインセミナー(招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計6件

1. 著者名 山岡武邦、大隅紀和、梅本仁夫	4. 発行年 2023年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 168
3. 書名 STEM教育を目指す理科 その考えと実験事例	

1. 著者名 中部・東海エネルギー教育地域会議	4. 発行年 2023年
2. 出版社 株式会社篠原印刷	5. 総ページ数 52
3. 書名 エネルギー環境教育のフロンティアVol.3 (分担執筆, p.15)	

1. 著者名 山岡武邦	4. 発行年 2021年
2. 出版社 風間書房	5. 総ページ数 292
3. 書名 発問フレームワークに依拠した理科授業の開発	

1. 著者名 中部・東海エネルギー教育地域会議	4. 発行年 2022年
2. 出版社 株式会社篠原印刷	5. 総ページ数 49
3. 書名 エネルギー環境教育のフロンティアVol.2	

1. 著者名 平田豊誠、小川博士	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 240
3. 書名 小学校理科を教えるために知っておきたいこと	

1. 著者名 エネルギー環境教育のフロンティアVol.1	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社篠原印刷	5. 総ページ数 59
3. 書名 中部・東海エネルギー教育地域会議	

〔産業財産権〕

〔その他〕

STEM 実践校における科学的・高次思考を促すプラクティスに関する理論的・実践的研究 https://sites.google.com/view/kyoiku-prgm/top 自然と対話する教育プログラム https://yamaoka-takek.jimdofree.com/
--

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

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 日本産業技術教育学会第3回高等学校委員会研究会	開催年 2021年～2021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			
フィリピン	Bulacan State University	University of the Philippines Los Banos	Far Eastern University	他1機関