

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K02713

研究課題名(和文)子どもの深い科学概念構築を志向した理科授業デザイン支援に関する研究

研究課題名(英文)A study on design support for science lessons aimed at constructing deep scientific concepts for children

研究代表者

小野瀬 倫也 (ONOSE, Rinnya)

国土館大学・文学部・教授

研究者番号：00609761

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、「子どもがより深く科学概念を理解し、汎用的に活用できる知識を獲得するための理科授業デザインの視点を導出すること」であった。その成果は、理科教授・学習プロセスマップ(以下、プロセスマップと記す)の開発として具現化した。

本研究では、開発したプロセスマップを現職教員の理科授業デザイン支援(授業実践、授業力向上のための研修)、教員養成課程での理科授業デザイン支援、中学校における総合的な学習の時間での授業デザイン等の場面で適用し、その有用性を検証した。その結果、プロセスマップは、現職教師や学生からその活用が支持され、子どもの科学概念構築への有用性も示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

全ての子どもの学力を高めていくことが国際的に大きな課題となっている。また、その担い手である教員の資質・能力の向上を目指した教師教育改革が世界的な潮流となっている。一方、子どもが獲得すべき知識には、初めて遭遇する課題でも柔軟に適用できる汎用的な知識を身につけることが求められている。このような社会的要請や、子どもが獲得すべき知識(コンピテンシー)を助成すると、教師に求められることは、「子どもがより深く科学概念を理解し、汎用的に活用できる知識を獲得するための授業をデザインすること」である。本研究は、こうした視点のもと、より良い授業をデザインの具体的な方法論を提供するものである。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was "to derive the perspective of theory or lesson design for children to understand scientific concepts more deeply and to acquire knowledge that can be used for general purposes." The results were embodied in the development of a science teaching/learning process map (hereafter referred to as process map).

In this research, the developed process map is used to support the design of science lessons for incumbent teachers (training for class practice and improvement of teaching skills), to support the design of science lessons in the teacher training course, and to teach in the comprehensive study period in junior high schools. We applied it in the design stage and verified its usefulness. As a result, incumbent teachers and students supported the use of process maps, and the usefulness of children's scientific concept construction was also shown.

研究分野：理科教育学, 科学教育

キーワード：教授・学習プロセスマップ 構成主義 素朴概念 教員養成・育成 理科授業デザイン 教授・学習過程

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

知識基盤社会が到来する中で、すべての子どもの学力を高めていくことが国際的に大きな課題となっており、その担い手である教員の資質・能力の向上を目指した教師教育改革が世界的な潮流となっている<sup>1)</sup>。例えば、OECD(経済協力開発機構)では、Education2030 プロジェクトにおいて、将来子どもに求められるコンピテンシーの中で「手続き的知識(Procedural Knowledge)」の重要性について言及している<sup>2)</sup>。理科学習に即して解釈すれば、科学的な概念がどのようなプロセスから生まれたのかを理解することによって獲得される知識である。即ち、科学的概念が生まれたプロセスと共に獲得した知識は子どもが初めて遭遇する課題でも柔軟に適用できる汎用的な知識の獲得につながるのである。Education2030 プロジェクトでは今後、コンピテンシーの育成につながるカリキュラムや教授法、学習評価について検討していく。

一方、2017年に告示された小学校学習指導要領では、「教師の世代交代が進むと同時に、学校内における教師の世代間のバランスが変化し、教育に関わる様々な経験や知見をどのように継承していくかが課題<sup>3)</sup>」とされた。

上述の社会的要請及び子どもが獲得すべきコンピテンシーを勘案すると、教科教育としての理科授業において、教師に求められることは「子どもがより深く科学的概念を理解し、汎用的に活用できる知識を獲得する為の授業をデザインすること」である。そして、これをどのように具体化するかが本研究の核心をなす学術的な「問い」である。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、「子どもがより深く科学概念を理解し、汎用的に活用できる知識を獲得する為の理科授業デザインの視点を導出すること」である。学習指導要領の全面实施を前に、学校現場において議論されてきた内容とも重なる。本研究では、具体的に伝えていく。

研究代表者らはこれまで、構成主義的な視点から理科授業の分析の枠組みとして「教授・学習プロセスマップ」を提唱し実践してきた。即ち、理科授業における教師の意図、子どもの学習、そして教授と学習の相互作用を教授・学習プロセスマップとして可視化して授業者にフィードバックする「理科授業構成支援システム」を構築して授業支援を行ってきた<sup>4)</sup>。

本研究では、子どもの「深い科学的概念の理解」「汎用的に活用できる知識」をキーワードに教授・学習プロセスマップを発展させ、理科授業デザインの視点の導出につなげていく。

## 3. 研究の方法

本研究は、以下に挙げる3つの柱から構成されている。研究はこれらの柱に沿って行うこととした。ここでは、これら3つの柱に沿って研究の方法を説明する。

第1の柱。子どもの科学概念の変容過程への注目である。Pintrich,Rらは、子どもの自己調整学習は、子ども個々の学習に対する価値意識や期待感、そして学習の成果から生まれる自己効力感といった学習動機に裏付けられて、認知的方略の使用や学習の進捗状況の調整という形で行われることを明らかにした<sup>5)</sup>。研究代表者らは、Pintrich,Rらの理論を援用して子どもの科学概念構築における「学習を動機づける信念(motivational beliefs)」と「自己調整学習のストラテジー(seif-regulated learning strategies)」の相互作用の実態を明らかにして理科の学習モデルを提起した<sup>6)</sup>。本研究において子どもの概念変容の過程の評価そして、科学的概念の理解の深さ、知識の汎用性を評価する視点である。本研究では、主に質的な授業分析の手法を用いて研究を進めた。

第2の柱。理科授業における教師の判断行動の指標である。研究代表者らは、理科授業における教師が為す判断行動についてClaxton,Gが示すカテゴリー<sup>7)</sup>を援用し、6つの「理科の教授ストラテジー」を提起して検証した。更に、これを埋め込んだ「教師の教授活動調整モデル」を作成して教師の教授活動を分析し、その有用性を実証した<sup>8)</sup>。本研究において、教師の意図的な教授活動をデザインする視点である。また、汎用的に活用できる知識構築を志向する判断行動を導出する視点である。本研究では、教師の授業デザインや省察活動を支援する目的で作られた教授・学習プロセスマップによる授業構想と実践を行った。そして、その結果として得られる子どもの科学的な概念構築のプロセスや様態から授業デザインの有用性を検証した。

第3の柱。教授と学習の関連である。即ち、教師の意図的な教授活動とそれに呼応する子どもの自己調整学習を捉える枠組みである。研究代表者らは、生活科の自然分野において「教授・学習モデル」(図1)を作成しその有用性を実証した<sup>9)</sup>。本研究で完成を目指す枠組みのプロトタイプとして位置づけられる。研究は、主に授業デザインのための教授・学習モデルや授業における教師や子どもの活動を評価するために作成した評価指標を活用して進めた。

## 4. 研究成果

ここでは、研究の方法に示した研究の3つの柱に沿って成果をまとめることとする。

### (1) 第1の柱：子どもの科学的概念の変容過程

理科授業においては、子どもの科学的概念の構築が志向される。本研究では、その初発を授業

開始時の子どもの素朴概念とした。そこで、小学校第3学年において「音」についての学習が約20年ぶりに復活したことから、「音」に関する素朴概念調査を行うことにした<sup>10)</sup>。その結果、多くの子どもは学習前に「音」と「震え(振動)」を結びつけて考えておらず、「音」は物体の衝突や摩擦により生じると日常経験などから想起していることが分かった。そこで、こうした子どもの科学概念の状況をもとに授業をデザインし、実践した。その結果、子どもが音の発生要因と考えた衝突や摩擦の場面において物体の振動を想起させるには、子どもが「音」と「振動」との関係(命題)を理解し表現する本研究における授業デザインが有効であることが明らかとなった。

### (2) 第2の柱：理科授業における教師の判断行動

本研究では、「理科授業をデザインする資質・能力」の育成に関する理論化を進めた。そのために、教員養成課程で教授・学習プロセスマップを学生が自らの授業実践を振り返るツールとして用いて行われた授業における学生の記述を分析した。その結果、学生は具体的な活動場面は学習指導案に記載できるが、子どもの考えを基にした理科授業デザインを構想することには不慣れであること、子どもの「もともとの考え(素朴概念)」が想定できるか否かで、理科授業デザインの構想に差異が生じること、学生は教授・学習プロセスマップを用いて自身の授業デザインを省察(再構成)するなかで、子どもの考えの変容を想定する必要性に気づき、そのための具体的な手立てを追加する必要があると考えていたことが示された<sup>11)</sup>。

さらに、こうした成果を受けて教授・学習プロセスマップに改良を施し(教授・学習プロセスマップ(Ver.2)と命名)教職実践演習の授業において理科授業デザインを支援するツールとして使用することを検討し、実践した。その結果、受講した全ての学生から子どもの考えを柱とした授業を作る上で教授・学習プロセスマップの活用は意義があると理解が得られた。一方で、教授・学習プロセスマップの書式とそれが意味することを理解することが難しかったという指摘もあった。また、学生は「子どもの考え」や「発問に対する子どもの反応」を予想することは、経験不足から困難である事を挙げる者もいた。これらの課題について、学生が子どもの考えを予想して授業を構想することの重要性を理解することが出来ているので、今後の教員生活の中で身につけるべきスキルであると学生が捉えていることで、初期の目標が達成できているのではないかと考えられた<sup>12)</sup>。

### (3) 第3の柱。教授と学習の関連

教師の教授活動と子どもの学習の関係性を捉えることは、本研究の柱1と柱2の往還と捉えられる。また、教授・学習プロセスマップによる授業構想と置き換えることが出来る。ここでは、教授・学習プロセスマップの活用を成果と捉え、本研究の中でどのように活用されてきたかについて述べる。

まず、教授・学習プロセスマップにはVer.1とそれから派生したVer.2の2つの型がある。図1に示すVer.1は、プロセスマップの縦軸に「子どもの学習」「教師の活動」「活動の流れ」の区分がある。「子どもの学習」は、第1の柱である子どもの科学的概念の構築・変容過程を記述するようになっている。詳細は省くが授業前における子どもの「素朴な考え」から「科学的な概念」への変容過程を構想して記述する。「教師の活動」は、第2の柱である理科授業における教師の判断行動についての構想を記述するようになっている。

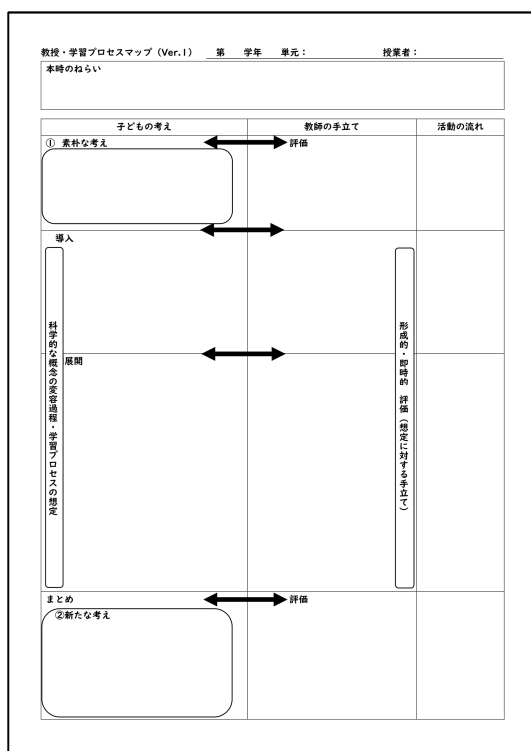


図1 プロセスマップ (Ver.1)

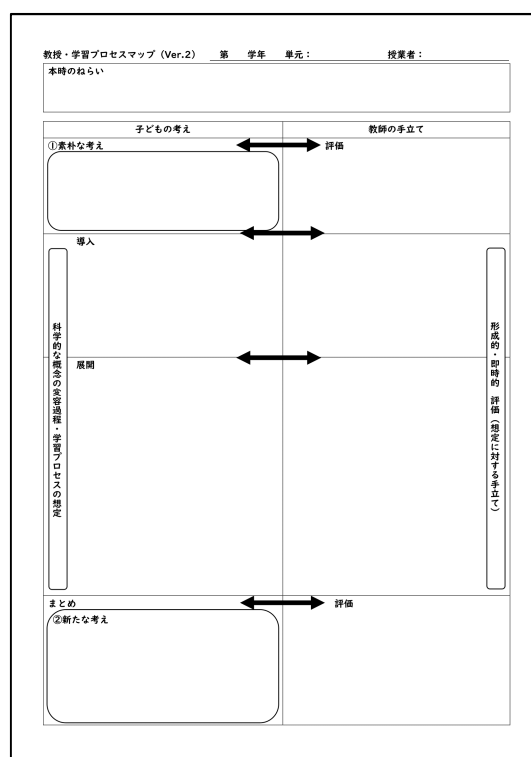


図2 プロセスマップ (Ver.2)

「活動の流れ」は、これまで学習指導案として共通に使われていた導入から展開、まとめという流れを記述するようにこれまでの一般的な学習指導案では、活動の流れが左にあるものが多い。しかし、それではどうしても従来の教師の指導中心の授業構想になるため、右に配置するようにした。このことによって、子どもの科学的な概念の変容過程が重要であることが強調されるようになった。

プロセスマップ(Ver.1)は、授業実施前の学習指導案の分析として用いられた。作られた学習指導案をプロセスマップ(Ver.1)の形に分解して解釈すると、例えば教師の活動は多く構想されているが、子どもの科学的な概念の構築・変容の過程についての想定が不十分であることが浮かび上がってくる。こうした手法により、例えば初任者研修の事後研修として各自が行った授業を省察することができた。また、教職を志望する学生を対象として各自が構想している授業内容を省察させ、修正を促すように使用された。こうした使用において、今後の教員養成、研修の課題として以下の課題が浮かび上がってきた<sup>1)</sup>。

具体的な活動場面は学習指導案に記載できるが、子どもの考えを基にした理科授業デザインを構想することに課題がある。

子どもの素朴な考え(もともとの考え)が想定できるか否かで、理科授業デザインの構想に差異が生じる。子どもの素朴な考えを想定することに指導の重きを置く必要がある。

子どもの科学的な概念の変容を想定した具体的発問と子どもの評価の設定に課題がある。

一方で、プロセスマップを用いて自身の授業デザインを省察(再構成)する活動は、子どもの考えの変容を想定する必要性への気づきを促し、具体的な手立てを追加する必要性を感じさせることにつながっていた。

プロセスマップ(Ver.2)は、Ver.1での経験に基づき「活動の流れ」という縦軸を取り除いたものである。その理由は、従来の学習指導案の作成手順や授業構想の順序性について慣れている学生や教師は、この軸があることでどうしても「活動の流れ」から授業の構想をしてしまうという事例が見られたからである。

プロセスマップ(Ver.1, Ver.2共に)は、構造が比較的単純なため、考え方を理解すれば単発の講座学習の学習指導案や理科以外の学習場面でも活用することができた。この点については新たな視点を獲得することができた。それらの事例については、表1のようである。

表1 プロセスマップを活用した学習場面

学習場面(教科・科目等)	内容	対象
理科授業	理科授業の構想	現職教師
教職実践演習	教育実習の省察、模擬授業の構想	教職志望大学生
初任者研修(理科)	初任者研修(小・中・高)での授業の省察	初任者
教員研修(理科)	概ね経験年数10年以下の現職教師の理科授業の改善	現職教師
総合的な学習の時間	外部講師の授業構想を教師が聞き取り、プロセスマップに書き起こして学校研究の冊子として共有する。	学校研究
講座学習(総合的な学習の時間)	講座学習の講師を務める大学生が講座学習の構想を書き起こす。	教職志望大学生

プロセスマップは、理科の教授・学習論に基づいた理科授業デザインの方法である。そして、その構造が比較的シンプルであることから教員志望学生や現職教員にも受け入れやすいものであった。更に、現場教師からこの方法が、他の教科や領域でも活用しやすい方法であると指摘されている。今後、更に方法や適用場面を発展、精査していきたい。

#### 引用文献

- 1) 国立教育政策研究所(2018)「諸外国の教員養成における教員の資質・能力スタンダード」p.V
- 2) OECD(2018) The Future of Education and Skills Education 2030, p.5
- 3) 文部科学省(2017)『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』p.1, 東洋館出版社
- 4) 小野瀬倫也・佐藤寛之(2018)「子どもの科学概念構築を促す授業デザイン支援システムの検討 授業改善事業での実践を通して」国土館大学『初等教育論集』第19号, pp.18-31
- 5) Pintrich, P.R. (2000): The Role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekaerts, M., Pintrich, P.R., & Zeidner, M. (Eds.) 2000 Handbook of self-regulation. Academic Press, pp.451-502
- 6) 小野瀬倫也・森本信也(2006)「子どもの科学概念構築と学習に対する動機づけとの関連に関する研究」日本理科教育学会『理科教育学研究』Vol.46, No.3, pp.1-11
- 7) Claxton, G. (2000): The anatomy of intuition, T. Atkinson & G. Claxton (eds.) in The Intuitive Practitioner, Open University Press, p.40
- 8) 小野瀬倫也(2015)「理科授業における教授スキルの分析と検証」臨床教科教育学会『臨床教科教育学会誌』Vol.15, No.3, pp.19-27
- 9) 藤森詩穂・小野瀬倫也(2018)「理科への発展を志向した生活科における教授・学習モデルの実

- 証的研究」日本理科教育学会『理科教育学研究』Vol.58, No.4, pp.367-379
- 10)石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之(2021)「子どもの音に対する素朴な考えと授業デザインに関する研究」日本理科教育学会『理科教育学研究』Vol.62, No.1, pp.37-48
- 11)小野瀬倫也・佐藤寛之(2020)「教授・学習プロセスマップを用いた理科授業デザイン支援の研究 教員志望学生による学習指導案の省察の分析を通して」日本理科教育学会『理科教育学研究』Vol.61, No.1, pp.67-81
- 12)小野瀬倫也(2022)「理科教授・学習プロセスマップの改良とその活用による理科授業支援 教職実践演習における実践を通して」『国土館人文科学論集』第3号, pp.30-44

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 4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 小野瀬倫也・高松大地・松田夏佳・桑田萌々香・木村妃和	4. 巻 24
2. 論文標題 子どもが意欲的に取り組む理科教授・学習プロセスの実践的検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 初等教育論集	6. 最初と最後の頁 75～85
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 小野瀬倫也・加地拓心・渡邊夏初・出沖優太	4. 巻 23
2. 論文標題 教授・学習プロセスマップによる理科講座学習の授業デザイン	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 初等教育論集	6. 最初と最後の頁 13～27
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 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 石川正明, 小野瀬倫也, 佐藤寛之	4. 巻 62
2. 論文標題 子どもの音に対する素朴な考えと授業デザインに関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 37～48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11639/sjst.sp20008	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 小野瀬倫也	4. 巻 3
2. 論文標題 理科教授・学習プロセスマップの改良とその活用による理科授業デザイン支援	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 国土館人文科学論集	6. 最初と最後の頁 30～44
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 小野瀬倫也, 佐藤寛之	4. 巻 61
2. 論文標題 教授・学習プロセスマップを用いた理科授業デザイン支援の研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 67～81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11639/sjst.sp19005	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 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之	4. 巻 20
2. 論文標題 認知的・社会情動的スキルを組み込んだ理科学習評価モデルの検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 臨床教科教育学会誌	6. 最初と最後の頁 15～27
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 オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小野瀬倫也・荒木奇跡・高木麻夕子・櫻井優樹	4. 巻 22
2. 論文標題 教授・学習プロセスマップによる総合的な学習の時間の授業デザイン	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 初等教育論集	6. 最初と最後の頁 34～54
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 小野瀬倫也	4. 巻 第21号
2. 論文標題 子どもの深い科学概念理解を志向した理科授業デザインに関する考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 初等教育論集	6. 最初と最後の頁 12-21
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 石川正明・小野瀬倫也	4. 巻 創刊号
2. 論文標題 理科における「学びに向かう力」の背景と実践に向けた課題についての考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 国土館人文科学論集	6. 最初と最後の頁 2-28
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 佐藤寛之・松尾健一・小野瀬倫也	4. 巻 Vol. 60, No.2
2. 論文標題 理科学習で子どもが受容すべきと考えた情報とその選択の根拠に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 361-374
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 -

〔学会発表〕 計13件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 小野瀬倫也・高松大地・木村妃和・松田夏佳・桑田萌々香
2. 発表標題 子どもの主体的学びを志向した理科教授・学習プロセスの検討
3. 学会等名 日本理科教育学会第61回関東支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岸野はるか・小野瀬倫也
2. 発表標題 子どもの科学概念への発展を志向した教授・学習モデルの検討
3. 学会等名 日本教科教育学会第48回全国大会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 理科学習評価モデルを援用した授業デザインの視点
3. 学会等名 日本教科教育学会第48回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野瀬倫也・木村妃和・松田夏佳・高松大地・桑田萌々香
2. 発表標題 子どもが意欲的に取り組む理科教授・学習プロセスの実践的検討
3. 学会等名 日本教科教育学会第48回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野瀬倫也
2. 発表標題 形成的評価～指導と評価の一体化も含めて～
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 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 理科学習評価モデルを援用した授業デザインの検討
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 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 理科学習評価モデルによる理科授業デザインの実践的検証
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 教授・学習プロセスマップを用いた理科授業デザイン支援の研究
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 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 子どもの「音」に対する素朴概念から立ち上げる理科授業
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 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 子どもの「音」に対する素朴概念の発展を志向した授業デザイン
3. 学会等名 日本理科教育学会関東支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 子どもの科学的思考力を高める理科授業デザインに関する研究
3. 学会等名 日本理科教育学会第69回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 社会情動的スキルの育成を志向した理科授業デザインに関する研究
3. 学会等名 日本理科教育学会第58回関東支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川正明・小野瀬倫也・佐藤寛之
2. 発表標題 子どもの科学的思考力を高める理科授業デザインの視点
3. 学会等名 日本教科教育学会第45回全国大会
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
---------	---------------------------	-----------------------	----

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