

令和元年5月21日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K04513

研究課題名(和文) 教授学習過程の可視化による理科授業構成支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of science class composition support system by visualization of teaching learning process

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、理科授業における教授・学習過程を可視化することで、授業者の授業構想、そして授業の実施から省察に至るまでの過程を支援するシステムを構築することであった。教授・学習過程の可視化においては、「教授・学習プロセスマップ」「教師の教授活動調整モデル」として具現化することが出来た。また、これらの有効性について、授業実践、教員研修等を通して検証された。これらの成果は、学会発表、学術研究論文としてまとめ発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教員に求められる教科指導力の高度化が社会から強く要請されている。一方、教員の世代交代が進み、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となっている。真に子どもの学力向上に繋がる教員の養成、採用後の育成は我が国の喫緊の課題である。

本研究では、理科授業における教授・学習過程を教授・学習プロセスマップ、教師の教授活動調整モデルとして可視化して熟達教員の教授活動を若手教師や教員志望の学生に明らかにする手法を開発した。また、教授・学習プロセスマップ、教師の教授活動調整モデルを用いて授業後の省察を行うこと、授業デザインをすることにより教師の理科授業力向上に資することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to visualize the teaching and learning process in science class, and to construct a system to support the process from lesson implementation to lesson reflection, from lesson design to lesson design. In visualization of teaching and learning processes, it could be embodied as "teaching and learning process map" and "teaching activity adjustment model for teachers". In addition, their effectiveness was verified through class practice and teacher training. These results are summarized and presented as a paper.

研究分野：理科教育学

キーワード：理科 教授・学習プロセスマップ 教員養成 教員育成 教員研修 授業構成 教授スキル 科学概念

### 1. 研究開始当初の背景

小学校学級担任として理科を教える教員の51%は理科の指導に苦手意識を感じている。特に教職経験10年未満の苦手意識を持っている教員の割合が高い(教職5年未満:64%, 10年未満:63%)<sup>1)</sup>。教職経験が短い教師の理科指導に対する苦手意識は、教員養成段階における教育プログラムの充実や再検討の必要性を意味しており、本研究が、教員養成課程における理科指導力向上策と若手教員への理科授業支援を一体として捉える理由である。

研究代表者は、これまで構成主義的な理科授業の枠組みとして、理科教授スキームを提唱し、実践してきた<sup>2)</sup>。理科教授スキームは、理科授業における教師の判断行動と子どもの学習状況を見とるための枠組みであると同時に授業を構想するための枠組みでもある。本研究では、理科授業の基本的な枠組みとして、理科教授スキームを据える。以下に理科の教授スキームを構成する3つの柱(図1)について説明する。

第1の柱。研究代表者は、理科授業における教師が為す判断行動についてClaxton,G.が示すカテゴリーを援用し、6つの「理科の教授ストラテジー」を提起して、理科授業場面の分析からその有用性を検証した<sup>2)</sup>。これは、本研究における教師の判断行動を分析する視点であり、理科教授スキームの第1の柱である。

第2の柱は、子どもの自己調整学習成立の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ていることを明らかにした<sup>3)</sup>。研究代表者は、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(self-regulated learning strategies)」の相互作用の実態を明らかにして理科学習モデルを提起した<sup>4)</sup>。本研究において子どもの自己調整学習の過程を評価する視点である。ただし、教職経験が浅い教師の授業、学生が行う模擬授業を対象とする場合、子どもの学習評価については、より簡便な指標を開発する必要がある。

第3の柱は、教師の意図する教授ストラテジーの使用と子どもの自己調整学習実現の相互連関の分析である。教師は子どもの自己調整学習実現を意図して教授ストラテジーを駆使するのだが、教師の意図と子どもの受け止め方の齟齬は各種調査<sup>5)</sup>で明らかにされている。ここでは、教師の意図が子どもの自己調整学習成立の過程にどのように反映されたかを分析の視点とするとともに、教師の意図と子どもの学習の相互連関の内実を可視化する事に重点を置く。

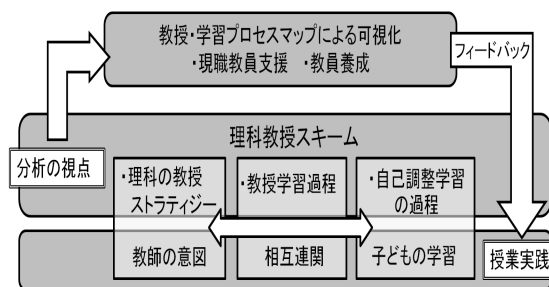


図1 理科授業構成支援システムの概要

### 2. 研究の目的

本研究では、理科授業における教授・学習過程を可視化することによって、授業者の授業の構想、実施から省察を支援するシステムを構築する。理科教授スキームは、授業の構築と分析の基本的視点となる。また、このシステムは、熟達者である教師の教授・学習過程の可視化をも意味する。よって、現職教員支援のシステムであると同時に教員養成課程への応用ができる。即ち、この手法を用いて、熟達教師の教授学習過程の分析を行うことでその成果を現職教員、教員志望学生の理科指導力の向上を図ることにつながる可以考虑。

### 3. 研究の方法

本研究は、以下の段階を通して進めた。即ち、「理科授業構成支援システムの構築」の段階と「システムの実施と評価」の段階である。以下に各段階に於ける具体的な方法を述べる。

#### (1)理科授業構成支援システムの構築

本研究の前段階に位置づく研究「ICTを活用した自己調整学習実践の為の理科教授スキームの開発」(2012~2014年度 基盤研究(C) 課題番号 24531150)など、これまでに蓄積してきた授業実践(公立小中高等学校、大学における教員養成課程での模擬授業)のデータの整理を行い、理科授業分析の3つの視点である教師、子ども、相互連関における分析の視点を明晰化した。

次に上述の3つの視点相互の関係性を整理してその過程を分析・検証し、教授・学習プロセスマップの書式にまとめた。同時に授業実践プランの検討と実施を行った。

#### (2)システムの実施と評価

教授・学習プロセスマップを指定した後、教員研修の場面に適用し、教員からの意見等を聴取し、教授・学習プロセスマップ、及び研修プログラムの評価を行うこととした。

### 4. 研究成果

#### (1)教授・学習プロセスマップの開発

本研究では、教授・学習プロセスマップを開発するために、以下に示すAからCのように考

えた。

- A : 「子どもの学習を素朴な考えから新たな考えへの更新」の過程であると捉えた。
- B : 教師の教授過程を「子どもの学習実態を捉え、教授ストラテジーの使用について判断を下して教授スキルを發揮する」過程であると捉えること。また、教授ストラテジーと教授スキルを具体的に示した。
- C : 理科授業全体を「教師の教授活動調整モデル」として捉えた(図2)。

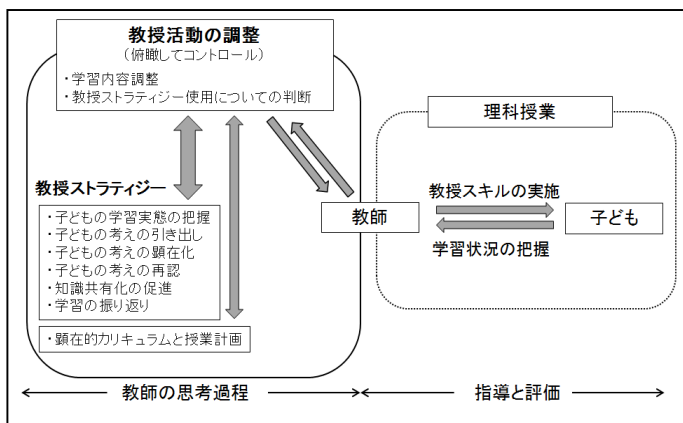


図2 教師の教授活動調整モデル

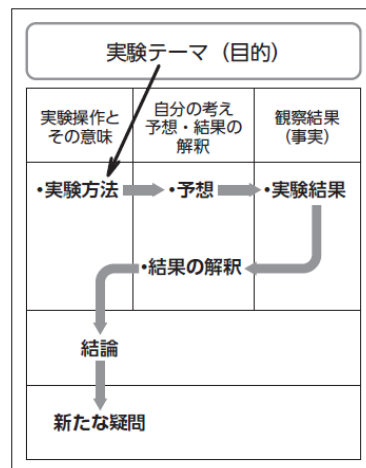


図3 理科学習ガイドの構成要素

A から C における議論を踏まえ、理科授業全体を「教師の教授活動調整モデル」として省察するために活用できるものとして、理科学習の教授・学習プロセスマップを開発することとした。その際に、これまでに研究代表者らが子どもの自己調整学習の様態をモニタリングするために用いてきた図3に示すゴーウィン(Gowin, D.B.)の認識論的Vee地図を踏まえた「理科学習ガイド」(小野瀬・佐藤・森本, 2012)を援用することにした。この「理科学習ガイド」(図3)を援用する意図とは、自身の活動を把握(モニタリング)し、調整(コントロール)することにある。どのような情報を念頭において自分の予想や仮説を考えたり、それらに基づく「行為」を実際に行うべきか考えたりしていくことは、能動的で意図的な「学習」活動も意図的で目的的な「教授」活動も同様である。「自分の考えや予想・結果の解釈」といった子ども自身の考えを中心に事実や活動の意味を往還させながら振り返ることは、「教師の手立て」を中心に据え、「子どもの考え」や「活動の流れ」を往還させて、教授活動を省察することに類似しており、先行研究での成果が生かせると考えられた。

また、図4に示す教授・学習プロセスマップは、理科授業の構想過程を図4の～のプロセスの連鎖として捉えている。このプロセスマップを用いて学習指導案を分析することにより、教師が意図する授業での「子どもの考えの変容過程」とそれを想定した「具体的な手立て(教授スキル)」を読み取ることが可能であると考えられる。更に、授業構想もプロセスマップ上に表すことで、授業者に提案することとした。

**【理科授業構想のプロセス】**

授業開始前の「子どもの考え」を明らかにする(評価)こと  
 教師が意図する「授業後に子どもが持つ考え」を明らかにする(評価)こと  
 から に至る教授・学習過程、即ち「子どもの考え」と「教師の手立て」を構想すること

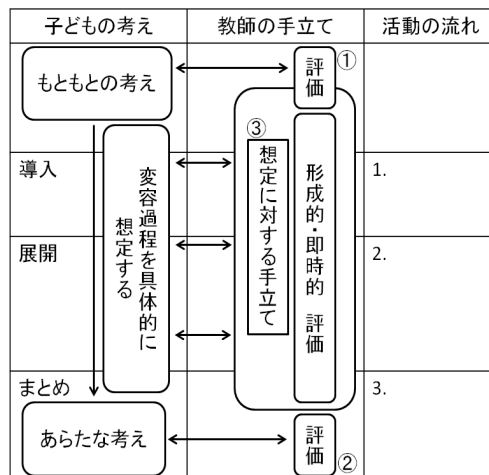


図4 教授・学習プロセスマップ

(2)理科授業構成支援システム

一般的な授業研究の流れを想定して、「理科授業構成支援システム」を構想した。図5はその流

それを簡易的に表したものである。このシステムの時系列的な説明を以下に示す。

- : 授業者による単元および本時の授業構想（学習指導案の作成）
- : (支援者による) 教授学習プロセスマップの作成（教師の意図の可視化）
- : 授業の実施
- : 授業研究会の実施（授業及び授業後の研究協議会）

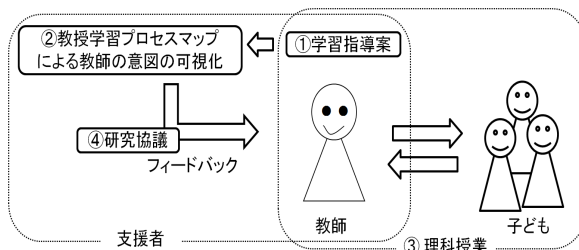


図5 理科授業構成支援システム

(3)理科指導力向上の分析

理科の指導力向上を目的とした研修に適応した事例を示す。研修は1人の教員に対して3回行われた。図6は、第1回の授業研究会として、図5に示した理科授業構成支援システムに則り提出された学習指導案（図5中）を教授・学習プロセスマップを用いて分析（図5中）し、研究協議の中でフィードバック（図5中）したものである（実際は手書きであった）。図7は、同様の手順で3回目の授業研究会で作られた教授・学習プロセスマップである。分析の結果、図7においては、子どもの考えがどのように変容するかを事前に授業者が想起し、子

	子どもの考え	教師の手立て	活動の流れ
導入			・学習のめあてをもつ
展開	<p>人のうでは、どのようにうごくのだろう</p> <p>板書計画から</p> <p>模型のうでと人のうでは、どこが違う</p> <p>模型 人</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ぐにゃぐにゃ</li> <li>骨が無い</li> <li>ひじが無い</li> <li>どこでも曲がる</li> <li>筋肉が無い</li> <li>やわやかい</li> <li>関節が無い</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>骨がある</li> <li>かたい</li> <li>自分で動かせる</li> <li>ひじが逆には回らない</li> <li>筋肉がある</li> <li>関節がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・模型との違いを表にまとめる</li> <li>・腕を動かすことに関係のある項目に着目させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・模型と腕相撲を行い模型と人の腕の違いについて考える</li> <li>・人と模型の腕との違いをノートに書き発表する。</li> <li>・腕を動かす仕組みについて予想する。</li> </ul>
	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・骨と筋肉は腕の中のどこにあるのだろう。</li> <li>・関節はどこにあるのだろう。</li> <li>・筋肉はどのように動いているのだろう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・骨、関節、筋肉の用語をおさえる。特に、体が曲がる部分を「関節」と呼ぶことを確認する。</li> </ul>

図6 学習指導案の分析1

	子どもの考え	教師の手立て	活動の流れ
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>●前時までの学習</li> <li>・水は冷やすと氷になる（冷蔵庫で水から氷にしている）</li> <li>・水を冷やすと、水の体積は小さくなる（既習事項）</li> </ul>		・学習のめあてをもつ
展開	<p>水はどのくらいの温度まで冷やすと氷になるだろうか</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●予想とその理由</li> <li>・0℃に冷やすと氷になる</li> <li>・5℃くらいからだんだん凍る</li> <li>・0℃か1℃くらいで凍る</li> <li>・0℃より低くなったら氷になる</li> <li>・マイナス50℃</li> <li>・初めはシャーベットみたいになる</li> <li>・上から凍る</li> <li>・冷蔵庫だと外から見えない</li> <li>・氷になっていく様子を観察したい</li> <li>・水で冷やす（試験管、ビーカー、水、冷蔵庫、保冷剤…）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0℃より低い温度の読み方「れいど何度」「何℃」を知らせる</li> <li>・冬の寒い日に氷を見かける時、気温がどのくらいか思い起こさせる</li> <li>・水が凍っていく様子をイメージさせる</li> <li>・「寒剤」について知らせる</li> <li>※水、氷、食塩、試験管、ビーカー、温度計（ストロー片）、ガラス棒、ストップウォッチ</li> <li>・「冷却はじめ」[0℃近く]「-5℃」近くの氷の様子を写真で記録する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学習課題・予想を確認</li> <li>●実験方法を考える</li> <li>●実験</li> <li>●試験管に入れた水を冷やし、氷の様子と温度を記録する</li> <li>・氷の様子を付箋紙に、温度を表に記録する</li> <li>・「冷却はじめ」[0℃近く]「-5℃」近くの氷の様子を絵図でも記録する</li> <li>●結果を共有する</li> </ul>
	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●結果から考察する</li> <li>・自分は0℃になると氷になると思っていた。予想通り0℃から氷になった。</li> <li>・自分の予想では氷の温度は0℃だと思っていたけれど、そのあとでもまだ温度が下がることが分かった。</li> <li>・氷になると水のときより2mmくらい体積が増えていた</li> <li>・水は0℃くらいで凍り始め、全部の水が氷になるまで温度は変わらない</li> <li>・水全体が凍ると、温度は更に下がっていく</li> <li>・水は氷になると体積が増える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間・温度・氷の様子を振り返ることができるよう冷却時間と氷の状態とを対比できる表の整理をする</li> <li>・予想と比べてどうだったか、事実に応じて考察させる</li> <li>・「冷却はじめ」「氷になったとき」の体積の変化についても目を向けさせる</li> <li>・自分なりに考察したことを表やグラフをもとに説明させる</li> </ul>

図7 学習指導案の分析2



どもの論理展開に無理が生じないように「教師の手立て」が具体化示されていた。即ち、授業での「教師と子どもの対話」を明確に意識しながら授業展開を構想することができるようになってきたといえる<sup>6)</sup>。

#### 5. 研究のまとめと今後の課題

本研究の目的は、第1に理科授業における教授・学習過程を可視化すること、第2にこれを用いて、授業者の授業の構想、実施から省察を支援するシステムを構築することであった。

第1に関して、教授・学習プロセスマップの開発として具現化された。第2に関して、開発した教授・学習プロセスマップを用いた授業研究、教員研修を通してその有用性が検証された。

本研究の期待される効果として、教授・学習プロセスマップによる熟達教師の教授活動の可視化、教員養成課程への応用がある。前者については、これまでのデータをもとに分析して、その結果を教員研修に活用してきた。一方で、後者である教員養成課程での活用には至らなかった。それは、現実問題として、子どもを前にした授業の実施が教育実習に限られるからであった。教育実習後のふり返りのツールとしての可能性を見出すことはできた。この点については、学生の「授業づくり」に対する支援としての教授・学習プロセスマップの活用を今後の課題としたい。また、既存の研修制度や授業研究の枠組みを使った図1、図5に示したシステムモデルの検証だけでなく、このシステムの運用を中心とした研修を設計し、実施、検証することも課題である。

#### <引用文献>

- 1) 科学技術振興機構 理科教育支援センター：「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書（改訂版）」, p.35, 2009
- 2) 森本信也・小野瀬倫也、子どもの論理構築を志向した理科の教授スキームの分析とその検証, Vol.44, No.2, pp.59-70, 理科教育学研究, 2004
- 3) Pintrich, P.R., De Groot, E.V.: Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance, Journal of Educational Psychology, Vol.82, No.1, pp.33-40, 1994
- 4) 小野瀬倫也・森本信也：「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」, Vol.46, No.3, pp.1-11, 理科教育学研究, 2006
- 5) 例えば平成15年度「小・中学校教育課程実施状況調査」の質問紙調査において児童生徒と教師の意識の違いが指摘されている。
- 6) 小野瀬倫也・佐藤寛之、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、初等教育論集、第19号、2018、18-31
- 7) 小野瀬倫也・佐藤寛之・森本信也、理科授業において子どもが抱く疑問とその特徴に関する研究、理科教育学研究、Vol.53、No.1、13-27

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計 10件)

- 小野瀬倫也、佐藤寛之、廣上倫介、吉田崇、写真を媒体とした簡易情報共有システムによる理科授業の実践、国土館人文学、51巻、2019、35-55
- 天野君康、小野瀬倫也、対話による問題解決活動を促す問の導出、初等教育論集、20巻、2019、46-56
- 藤森詩穂、小野瀬倫也、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、理科教育学研究、58巻、2018、368-379
- 小野瀬倫也、佐藤寛之、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、初等教育論集、第19号、2018、18-31
- 内藤慎、小野瀬倫也、小学校第4学年「金属の温度と体積変化」における素朴概念と教材開発、初等教育論集、第19号、2018、81-93
- 藤森詩穂・小野瀬倫也、メッシング・アバウトの視点から創る生活科についての研究、初等教育論集、第19号、2018、70-80
- 豊田光乃、小野瀬倫也、佐藤寛之、自己調整学習を志向した物理基礎における授業開発の試み、日本教科教育学会誌、第59巻、2016、13-25
- 小野瀬倫也、鈴木一成、物質の状態変化の概念形成を志向した理科授業の実践 - ICTによる子どものイメージの可視化を通して -、初等教育論集、第18号、2017、39-53
- 小野瀬倫也、理科の学習指導計画作成に関する一考察、初等教育学研究論叢、創刊号、2015、56-65
- 小野瀬倫也、理科授業における教授スキルの分析と検証、臨床教科教育学会誌、第15巻、2015、19-27

##### [学会発表](計 27件)

- 小野瀬倫也、佐藤寛之、永田賢、教授・学習プロセスマップを活用した指導力向上研修の試み、日本理科教育学会全国大会、2018
- 佐藤寛之、小野瀬倫也、松尾健一、理科学習場面での子どもの考えの根拠や受容すべき情報

- の選択に関する一考察、日本理科教育学会全国大会、2018
- 天野君康、小野瀬倫也、石川正明、対話による問題解決活動を促す問に関する研究、日本理科教育学会全国大会、2018
- 藤枝央真、小野瀬倫也、佐藤寛之、学習プロセスの可視化によりメタ認知を促す手立ての検討、日本理科教育学会全国大会、2018
- 石川正明、佐藤寛之、小野瀬倫也、思考の可視化を促すための理科授業デザインに関する一考察、日本理科教育学会全国大会、2018
- 豊田光乃、佐藤寛之、小野瀬倫也、子どもの「光の性質」についての概念構築を促す授業デザインの検討、日本理科教育学会全国大会、2018
- 天野君康、小野瀬倫也、石川正明、対話による問題解決活動を促す問の作成と実践、日本理科教育学会関東支部大会、2018
- 外川千晴、佐藤寛之、小野瀬倫也、「理科の見方・考え方」を働かせて思考する授業展開に関する研究、日本理科教育学会関東支部大会、2018
- 石川正明、佐藤寛之、小野瀬倫也、子どもの科学的な思考力を高める理科授業デザインに関する一考察、日本理科教育学会関東支部大会、2018
- 佐藤寛之、小野瀬倫也、松尾健一、理科学習場面で子どもが受容すべき情報の選択とその質的価値の検討に関する研究、日本理科教育学会全国大会、2017
- 藤森詩穂、小野瀬倫也、生活科における教授・学習モデルと評価指標の検討、日本理科教育学会全国大会、2017
- 内藤慎、小野瀬倫也、松尾健一、「金属の温度と体積変化」における授業デザインと評価、日本理科教育学会全国大会、2017
- 豊田光乃、小野瀬倫也、佐藤寛之、中学校理科「光」の単元における子どもの認識の実態、日本理科教育学会全国大会、2017
- 樋口麻美、佐藤寛之、小野瀬倫也、知識統合を促進させる理科授業デザイン、日本理科教育学会全国大会、2017
- 松尾健一、佐藤寛之、小野瀬倫也、根拠のある予想や仮説を発想する力を熟達させる理科授業方略に関する考察、日本理科教育学会全国大会、2017
- 藤森詩穂、小野瀬倫也、新しい教育課程に向けた生活科の教授・学習モデルの検討、日本理科教育学会関東支部大会、2017
- 内藤慎、小野瀬倫也、「金属の温度と体積変化」における教材開発と授業の評価、日本理科教育学会関東支部大会、2017
- 天野君康、小野瀬倫也、石川正明、対話的学びを導く問いの設定に関する研究、日本理科教育学会関東支部大会、2017
- 小野瀬倫也、佐藤寛之、野原博人、永田賢、理科教授スキームを活用した指導力向上研修の試み、日本理科教育学会関東支部大会、2017
- 小野瀬倫也、佐藤寛之、子どもの科学概念構築を支援する授業構成に関する研究、日本理科教育学会全国大会、2016
- ⑳藤森詩穂、小野瀬倫也、生活概念と科学概念を接続する生活科カリキュラムの検討、日本理科教育学会全国大会、2016
- ㉑内藤慎、小野瀬倫也、「金属の温度と体積変化」における素朴概念の検討、日本理科教育学会全国大会、2016
- ㉒豊田光乃、小野瀬倫也、佐藤寛之、中学生の回路を流れる電流の理解を促す授業デザインの検討、日本理科教育学会全国大会、2016
- ㉓藤森詩穂、小野瀬倫也、理科への発展を志向した生活科における評価指標の検討、日本理科教育学会関東支部大会、2016
- ㉔内藤慎、小野瀬倫也、「金属の温度と体積変化」における素朴概念と教材の検討、日本理科教育学会関東支部大会、2016
- ㉕小野瀬倫也、教授学習過程の可視化による理科授業構成支援、日本理科教育学会全国大会、2015
- ㉖吉田崇、小野瀬倫也、アクティブ・ラーニングを志向したICT活用とその効果、日本理科教育学会関東支部大会、2015

## 6. 研究組織

### (1) 研究協力者

研究協力者氏名：佐藤 寛之、廣上 倫介、吉田 崇  
 ローマ字氏名：( SATO,hiroyuki ) ( HIROGAMI,tomoyuki ) ( YOSHIDA,takashi )  
 天野 君康、藤森 詩穂、内藤 慎、豊田 光乃、鈴木 一成  
 ( AMANO,kimiyasu ) ( FUJIMORI,shiho ) ( NAITOU,shin ) ( TOYODA,mituno ) ( SUZUKI,issei )  
 永田 賢、松尾 健一、藤枝 央真、石川 正明  
 ( NAGATA,masaru ) ( MATUO,kennichi ) ( FUJIEDA,eishin ) ( ISHIKAWA,masaaki )  
 外川千晴、野原博人、樋口 麻美  
 ( TOGAWA,chiharu ) ( NOHARA,hiroto ) ( HIGUCHI,asami )