

# 情報活用能力と科学的な思考・表現の能力の熟達を目指した 理科授業デザインに関する一考察

Consideration on Science Class Design to Develop Ability to Utilize Information and Scientific Literacy

石川 あさひ\*      佐藤 寛之\*\*      山崎 壮\*\*\*      武居 菜生\*\*\*\*  
ISHIKAWA Asahi      SATO Hiroyuki      YAMASAKI Sou      TAKEI Nanase

**要約**：21世紀を生きる子どもに育成が求められている情報活用能力は、問題解決の能力、つまり、子どもの科学的な思考・表現に関する能力の育成と密接な関連がある。そこで、本研究では情報活用能力と科学的な思考・表現の能力を熟達させるために、意図的に子どもが他者と考えを共有する場を設定した理科授業をデザインし実践した。そして、授業実践での子どものワークシート等の記述内容の精査から、子どもの情報の取捨選択における特徴と試行した理科授業デザインの有効性を検証した。その結果、他者の情報を選択する際は認知的側面だけでなく、情意的側面についても考慮すべきことが明らかとなった。また、自他の考え（情報）を共有する活動が子どもの科学的な思考・表現を深化させる一助となることも示唆されたが、参考にする他者の考え（情報）をどのように選択すべきかの指導については更なる検討が必要であった。

**キーワード**：情報活用能力、科学的な思考・表現、小学校理科、理科学習プロセスシート

## I はじめに

情報化社会といわれる21世紀では、子どもに情報活用能力を身に付けさせることが必須となる。この情報活用能力は、問題解決の能力、つまり、子どもの科学的な思考・表現に関する能力の育成と密接な関連があり、理科学習場面においても熟達させていくことが求められている。このことは、2020年度から全面実施された新しい小学校学習指導要領において、情報活用能力は言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けられていることから明らかである。しかし、文部科学省が2016年に実施した情報活用能力調査では、「小学生について、整理された情報を読み取ることにはできるが、複数のウェブページから目的に応じて、特定の情報を見つけ出し、関連付けることに課題がある。また、情報を整理し、解釈することや受け手の状況に応じて情報発信することに課題がある。」等の情報活用能力に関する課題が指摘されており（文部科学省，2016a），その解決を図るような授業方策の検討が急務となっている。また、文部科学省の情報活用能力調査において、子どもの情報活用能力の育成が図られていると判断された学校では、表1のような授業の実施頻度が高いことも明らかになっている。

表1 子どもの情報活用能力の育成が図られている学校で行われている授業（文部科学省，2016a）

- |  |
|--|
| ●児童生徒に自分の考えを表現させること                      |
| ●児童生徒に情報を整理させること                         |
| ●児童生徒に情報手段の特性に応じた伝達及び円滑なコミュニケーションを行わせること |

\* 教育実践創成専攻（教職大学院）大学院生

\*\* 早稲田大学 教育・総合科学学術院（元教育実践創成講座）

\*\*\* 山梨大学教育学部附属小学校

\*\*\*\* 甲府市立相川小学校

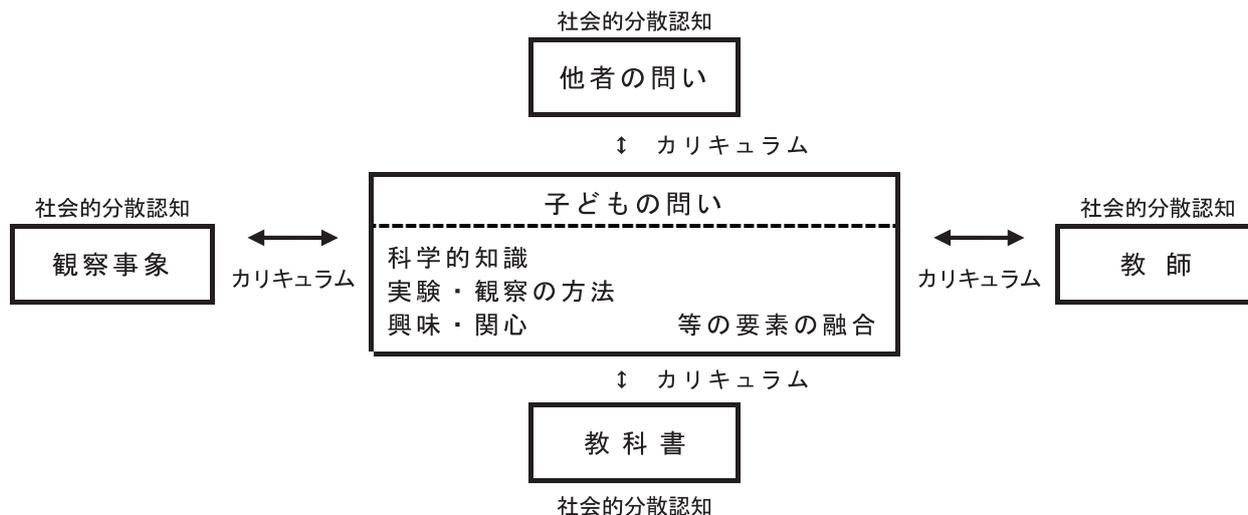


図1 他者との関係のなかでつくられるカリキュラム (森本, 1999)

学習内容を理解する際に、表1に示すような情報活用能力を育成するための取り組み、すなわち他者とのコミュニケーションから受容すべき情報を整理して自分の考えを表現することは、各教科・領域の学習活動においても目指されているといえる。理科学習においても森本(1999)が指摘しているように、理科授業でのカリキュラムは他者との関係の中でつくられるものであり、図1に示すように子どもは必要に応じて、教師、友達、観察・実験の方法や結果、教科書や書籍等から情報を得ながら子ども自身の問いの解決を図っている。つまり、理科の学習活動は情報活用能力の伸長に寄与するものの一つと考えることができる。そのため、理科学習においても、表1に示す学習活動をさらに取り入れ、図1に示すような子どもの問いの解決を学習活動の中心に据え、情報をどのような取り入れることが可能なかを考慮した理科カリキュラムの在り方を検討していくことで、子どもの科学的概念を深化・拡大させるだけでなく、科学的な思考・表現の能力や情報活用能力を伸長させることが期待できる。

## II 研究目的

上述のように、情報活用能力は「学習の基盤となる資質・能力」の伸長が求められているものの、現状の課題を改善する授業方略の検討は十分とはいえない状況にある。そこで、本研究では、小学校理科の学習場面において、子どもが他者と考えを共有する中で、学習問題に対する自らの考えを更新させていくことができるような授業をデザインし、その実践から以下の二点について明らかにすることを研究の目的とした。

- (1) 他者との意見交換等の情報共有の場面で子どもが情報を取捨選択する際の要因を認知的側面と情意的側面から抽出し分類する。
- (2) 本研究での理科授業デザインとその実践が、子どもの科学的概念の深化・拡大と科学的な思考・表現の能力や情報活用能力を伸長させることに寄与したかについて、その有用性を分析する。

### Ⅲ 理科学習場面において情報活用能力を発揮する場面

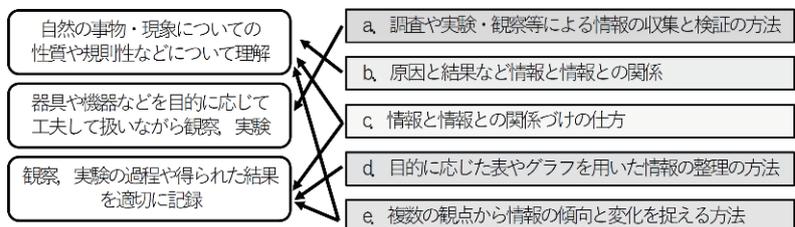
従来から小学校理科では問題解決の過程が重視されているが、2017年の小学校学習指導要領では、「小学校理科で育成を目指す資質・能力を育む観点から、自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を基に考察し、結論を導き出すなどの問題解決の活動を充実した（文部科学省、2018a：8）」ことが改訂の要点として説明されている。そして、理科学習場面での情報活用能力を検討するために、理科の学習内容を規定する「理科における評価の観点の趣旨（国立教育政策研究所、2020）」と文部科学省（2019）が報告した「情報教育の推進等に関わる調査研究」における子どもに育成を目指す「知識・技能」「思考・判断・表現」の各能力の具体的な関連を精査することとした。これらの関連を模式的に著したものとして、図2を示す。図2（上図）からも理解できるように、小学校理科の学習において育成が求められている「知識・技能」と問題解決・探究における「知識・技能」には、観察、実験により得られた情報（データ等）をどのようにまとめ（整理し）、結果やその要因（原因）をどのように解釈すべきなのかを知識として保持し、実際に行うことができるという点において、相互に関連していることが理解できる。

また、問題解決・探究における「思考・判断・表現」においても、上述の知識や技能を基盤とした「必要な情報を収集、整理、分析、表現する力（能力）」は、図2（下図）に示した通り、理科学習の主な活動となっている。さらに、子ども同士が「対話的な学び」を行う理科の学習問題に対する予想・考察の共有場面や子ども個々や学級全体での結論の導出場面でも、他者の考えや情報を適切に取り入れ、協調的に問題解決を図る等の学習活動を通して、子どもの科学的なプリコンセプションを更新するために必要な「新たな意味や価値を創造する力（能力）」の育成も期待できる。

そして、上記のような学習を駆動させるための「主体的に学習に取り組む態度」も、理科での実生活との関連のある学習問題の設定を工夫することにより、醸成することができる。

観 点	理科における評価の観点の趣旨
知識・技能	自然の事物・現象についての性質や規則性などについて理解しているとともに、器具や機器などを目的に応じて工夫して扱いながら観察、実験などを行い、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。
問題解決・探究における	具体的な関連内容
知識及び技能	<b>①情報収集、整理、分析、表現、発信の理解</b> a. 調査や実験・観察等による情報の収集と検証の方法 b. 原因と結果など情報と情報との関係 c. 情報と情報との関係づけの仕方 d. 目的に応じた表やグラフを用いた情報の整理の方法 e. 複数の観点から情報の傾向と変化を捉える方法

文部科学省(2019)次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関わる調査研究」成果報告書より一部抜粋



観 点	理科における評価の観点の趣旨
思考・判断・表現	自然の事物・現象から問題を見だし、見通しをもって観察、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、それらを表現するなどして問題解決している。
問題解決・探究における	具体的な関連内容
思考力 判断力 表現力等	<b>①必要な情報を収集、整理、分析、表現する力</b> 目的に応じた情報メディアを選択し、調査や実験等を読み合わせながら情報収集し、目的に応じた表やグラフ、「考えるための技法」を適切に選択・活用し、情報を整理する <b>②新たな意味や価値を創造する力</b> 情報の傾向と変化を捉え、類似点や規則性を見つけ他との転用や応用を意識しながら問題に対する解決策を考察する

文部科学省(2019)次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関わる調査研究」成果報告書より一部抜粋

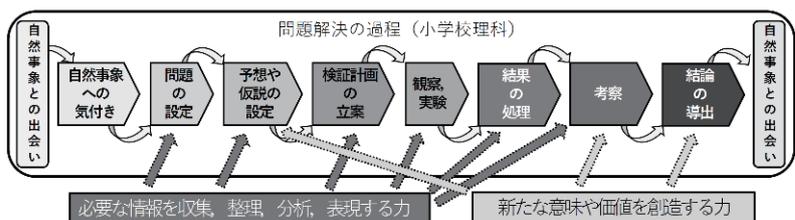


図2 小学校理科の評価の観点と情報活用能力の関係性

## IV 情報活用能力を育成する理科授業デザインのための視点

### 1. 思考力・判断力・表現力等における問題解決・探究における情報活用する力

文部科学省（2018b）の「情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン」では、情報活用能力の育成に関わる事例について学習内容の観点から整理している。この情報活用能力を育成するための学習すべき内容には、①基本的な操作等、②問題解決探究における情報活用、③プログラミング、④情報モラルセキュリティの4つの学習内容が挙げられている。この学習内容のうち、小学校の理科学習に密接にかかわる能力について、各ステップ（学年）で身につけるべき内容を表2にまとめた（低学年には理科はないが、中・高学年に繋がるために示した）。本研究では、表2のステップ1～3の段階で必要とされる各能力（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ）の伸長できるように理科授業をデザインし実践することで、子どもの情報活用能力の熟達を目指した。

表2 思考力・判断力・表現力等における問題解決・探究における情報活用する力

段階 能力	ステップ1 【低学年】	ステップ2 【中学年】	ステップ3 【高学年】
Ⅰ 必要な情報を収集、整理、分析、表現する力	(Ⅰ-1) 身近なところから、課題に関する様々な情報を収集し、簡単な絵や図、表やグラフなどを用いて、情報を整理する	(Ⅰ-2) 調査や資料等から情報を収集し、情報同士のつながりを見つけたり、観点を決めた簡易な表やグラフ等を習得した「考えるための技法」を用いて情報を整理する	(Ⅰ-3) 目的に応じた情報メディアを選択し、調査や実験等を組み合わせながら情報収集をし、目的に応じた表やグラフ、「考えるための技法」を適切に選択・活用し、情報を整理する
Ⅱ 新たな意味や価値を創造する力	(Ⅱ-1) 情報の大体を捉え、分解・整理し、自分の言葉でまとめる	(Ⅱ-2) 情報を抽象化するなどして全体的な特徴や要点を捉え、新たな考えや意味を見いだす	(Ⅱ-3) 情報の傾向と変化を捉え、類似点や規則性を見つけ他との転用や応用を意識しながら問題に対する解決策を考察する
Ⅲ 受け手の状況を踏まえて発信する力	(Ⅲ-1) 相手を意識し、わかりやすく表現する	(Ⅲ-2) 表現方法を相手に合わせて選択し、相手や目的に応じ、自他の情報を組み合わせ適切に表現する	(Ⅲ-3) 目的や意図に応じて複数の表現手段を組み合わせ表現し、聞き手とのやり取りを含めて効果的に表現する

### 2. 理科学習プロセスシートを援用した子どもの科学的な思考や表現の能力の把握

佐藤・小野瀬・松尾（2019）は、子どもの理科学習プロセスを顕在化させるために、佐藤・森本（2008）や小野瀬ら（2012）で試行されたGowin, D.B.の認識論的Vee地図をふまえた「学習シート」や「理科学習ガイド」の記入項目等を再検討し、「メタ認知的モニタリング」を促し、「メタ認知的コントロール」による問題解決が子ども自身で図れるようなワークシート（理科学習プロセスシート：図3）を開発し、その有用性を確認した。そこで本研究においても、図3の理科学習プロセスシートを援用したワークシートを用いて、子どもの科学的な思考や表現を把握することとした。

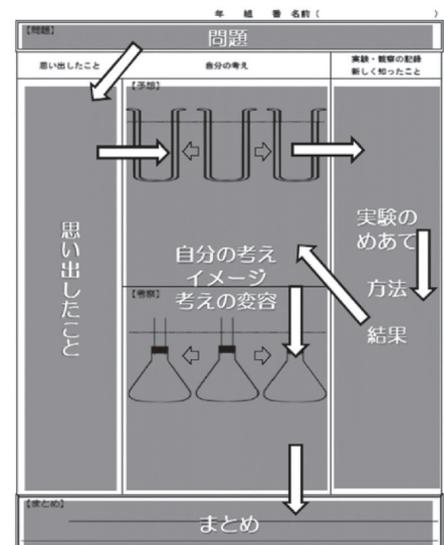


図3 理科学習プロセスシート

## V 研究方法

本研究では、Y大学教育学部附属小学校第5学年3クラス99人（男52人、女47人）を対象に2020年10月～12月に実施した、小学校第5学年理科「台風と天気の変化」【授業実践1】分析対象93人と「ふりこのきまり」【授業実践2】分析対象99人の授業実践を分析した。また、上述の研究目的に関する知見を得るために、授業撮影データやワークシートの記述内容を分析に用いた。具体的な分析内容を以下に示す。

### 1. 【授業実践1】での分析内容

小学校第5学年理科「台風と天気の変化」の学習において佐藤ら（2019）の理科学習プロセスシートを援用したワークシートを用いた理科授業を実践し、予想場面での考えの根拠とする情報の選択と変容に関する分析を行う。

### 2. 【授業実践2】での分析内容

小学校第5学年理科「ふりこのきまり」の学習において、【授業実践1】の調査結果を踏まえた情報活用能力と科学的な思考・表現の能力の熟達を目指した理科授業をデザインして実施し、予想場面での情報（他の児童の考え）の選択・自分の意見の変容と学習後の自由記述を分析する。

## VI 「台風と天気の変化」での理科学習プロセスシートの活用

### 1. 【授業実践1】の授業実践（調査）期間・学習単元

本研究で子どもの思考を探るためのプローブとして活用する、佐藤ら（2019）の理科学習プロセスシートを援用したワークシートに慣れてもらうために、2020年10月に「台風と天気の変化」の授業を実施した。

### 2. 他者の考えの精査を促す授業デザイン

日本周辺に到来する台風の動きについて、日常経験や天気に関する既習内容を基に、自分の予想と他者の予想とを学級内で共有した後、資料（気象情報）を活用して学習問題を解決するような授業を立案し実施した。この考えの共有場面で理科学習プロセスシートを活用し、参考となる他者の考えとその考えを選んだ根拠を記入し、自分の考えが変容したかについても確認できるようにした。表3に単元指導計画と【 】内に分析した学習場面を、図4に授業で用いたワークシートを示す。

表3 「台風と天気の変化」単元指導計画

次	時	学習内容
1	1 本時	・台風の資料写真を見て、台風の動き方と天気の変化について問題を見だし予想をたて、交流する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">学習問題：台風はどのように動くのだろう。</div> 【プロセスシートの活用】
1	1	・調べ学習をし、台風の進路についてまとめる。
2	2	・台風がもたらす天気の変化から、災害とその備えについて、調べたり考えたりする。 ・災害に対する備えの重要性を捉える。

### 3. ワークシートの記述内容とその意図

「台風と天気の変化」の授業で用いたワークシートを図4に示す。ワークシートを記述する内容と記入上の留意点は、以下の通りである（( )内に意図を示した）。

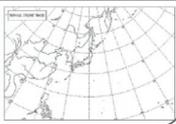
- “台風”に関する日常経験や既習の内容を書く。（自分の予想を立てやすくする）
- 自分の予想を書く時間を多くとる。（一人一人がしっかりと自分の考えをもつようにする。予想をたてることで、結果や考察を理解しやすくなる。）
- 自分が「いい意見だな」と思ったものや、「この考えは自分の中になかった」「この考えは○という理由で違うと思う」など興味を抱いた他の児童の意見を書く。（自分の考えに影響を及ぼしたものを可視化する。）
- 最終的な自分の予想をたてる。（他の児童の考えに触れて、再度自分の考えを見つめなおす。）

5年 組 番 名前

めあて

日常経験・今までに習ったこと

---

自分の予想 

 ○ 私も～さんと一緒!  
○ 「～さんは●●」って  
いっているけど、  
私はちがうと思うなあ

---

\_\_\_\_さん 班の中から

【他の人の意見】

.....

【理由】



\_\_\_\_さん 学級の中から

【他の人の意見】

.....

【理由】



 他の人の意見を聞いて  
最終的に自分の考えは  
どうなったかな?

---

最終的な自分の予想 変わる ・ 変わらない

【理由】 

図4 ワークシート

### 4. 調査結果

予想場面での子どものワークシートの記述内容から、他者の考えを参考とする根拠の分類結果を表4に、また、「最終的な自分の予想」に関して、他者の意見を参考にすることで自分の考え（予想）を変容させたか否かで分類した結果を表5に示す。

表4 参考にした意見の分類結果

根 拠	主な記述内容	割合（人数）
生活経験	実際に見たり聞いたりしたもの	63.4%（59）
既習内容	第5学年「天気の変化」等、既習の内容を根拠にしたもの	18.3%（17）
書籍等からの情報	本や教科書から得た知識を根拠にしたもの	18.3%（17）

表5 考えの変容の有無に関する結果

考えの変容の有無	説 明	割合（人数）
変容あり	他者の意見を参考にして、自分の考えが変容した	25.8%（24）
変容なし	他者の意見を参考に自分の考えを変容させなかったが、自分の考えに不安を感じている	6.5%（6）
	意見交流を行ったが、自分の考えは変容しなかった	67.7%（63）

## 5. 予想段階における子どもの情報の選択やその変容に関する特徴

表4に示した通り、子どもは台風の動きに関する予想の根拠として、生活経験を挙げるが多かった。一方、既習内容を根拠として挙げた子どもは、理科学習で得られた知識等を基にするだけでなく、少数ではあるが第5学年社会科「あたたかい土地のくらし：沖縄県」等の他教科での学習により得られた知識に基づく根拠の記載もあった。授業実践において、自分の予想における考えを変容させた子どもの多くは、他者からの既習内容をふまえた知識が提示されたことで自分の考えを変容させていた。しかしながら、表5の結果からも明らかのように、7割弱(67.7%)の子どもが他者との意見交流をおこなっても、自分の考えに他者の考えを追加したり、修正したりする必要性を感じていないことが調査結果から明らかとなった。また、学習問題の予想として日常経験を根拠とした子どものうち、予想の共有(意見交流)により、既習の学習内容を根拠とした予想に変更する子ども(59人中の13人)も見受けられた。このように他者から得た情報により、自分の考えを再考する機会の必要性が【授業実践1】から理解できた。

## VII 「ふりこのきまり」での科学的な思考・表現と情報の活用

### 1. 【授業実践2】の授業実践(調査)期間・学習単元と授業実践概要

子どもの情報活用能力の育成を図ることでの科学的な思考・表現の能力の熟達を探るために、2020年11月に「ふりこのきまり」の授業を実施した。「ふりこのきまり」の学習では、振り子が一往復する時間に着目して、おもりの重さや振り子の長さ・ふれはばなどの条件を制御しながら、振り子の運動の規則性を見出すことが目標とされている。本研究の授業実践では、表6の単元指導計画内に示した通り、前出の表2の各段階で必要とされる能力や【授業実践1】での調査結果をふまえ、子どもがより多くの他者の考えに触れることで、自分にとって必要な情報を取捨選択することができる活動を取り入れた理科授業をデザインし、実践を行なった。

表6 「ふりこのきまり」単元指導計画

次	時	学習内容
1	1	・メトロノームを作って、曲のテンポにあわせてみる活動を通して、振り子の振れ方について問題を見いだす。 質問：メトロノームの何をどう変えることによってテンポは速くなるのかな？
	2	学習問題：ふりこの何をどう変えることによって一往復する時間は短くなるのだろうか。 ・振り子の一往復する時間が何によって短くなるか、予想をたて、調べる方法を考える。 【条件ごとに色分けした付箋に自分の考えを記入し、学級全体で交流する】(Ⅱ-1・Ⅲ-1)
	1	・振り子のふれはばを変えて、振り子の一往復する時間が短くなるかを考える。 ・1つの実験で振り子のふれはばに関して結果が出せるか学級全体で検討する。
	1	・振り子の長さを変えて、振り子の一往復する時間が短くなるかを考える。
	1	・振り子の重さを変えて、振り子の一往復する時間が短くなるかを考える。
	1	・実験結果を整理し、誤差という視点を踏まえ学級全体で結果をまとめる。 【実験結果をグラフで集計し整理する】(Ⅰ-2・Ⅱ-3) 【結果をみて情報を整理し、どのような結論が出せるか班で話し合い学級で交流する】(Ⅰ-2・Ⅱ-3)

本研究の【授業実践2】での学習問題（「ふりこの何をどう変えることによって一往復する時間は短くなるのだろう。」）に対する予想（自分の考え）の共有場面では、【授業実践1】と同様に、自分の予想とその根拠だけでなく、参考にした他者の考えを記載し、最終的な自分の予想を見出すことができるようなワークシートを活用することで、自分が興味を抱いた他者の考えとその根拠や、自分の考えが変容したかについても確認できるようにした。また、他者の意見とその根拠が子ども自身で確認できるように、図5に示したような付箋を用いて自分の予想と根拠を明らかにし、個々の子どもの予想（考え）を自由に見て回ることができる時間を確保した（第2・3時）。

それらの予想を基に学習問題に対する子どもが考えた要因を検証する実験を行い（第4～6時）、単元最終時（第7時）に授業を通して“気づいたこと・考えたこと”と単元全体を通しての“学習感想”の記述を求め、学習感想の記載内容についても分析することとした。（図6は第7時の板書内容）

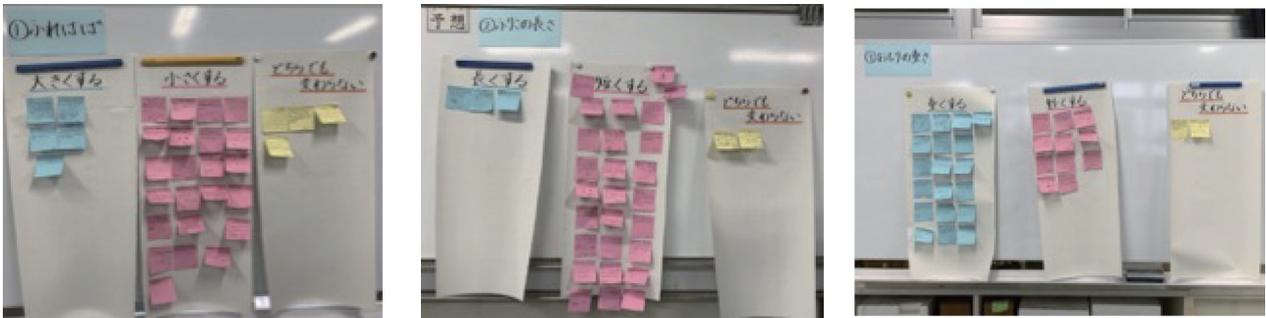


図5 第1次第2・3時の付箋を用いた意見交流

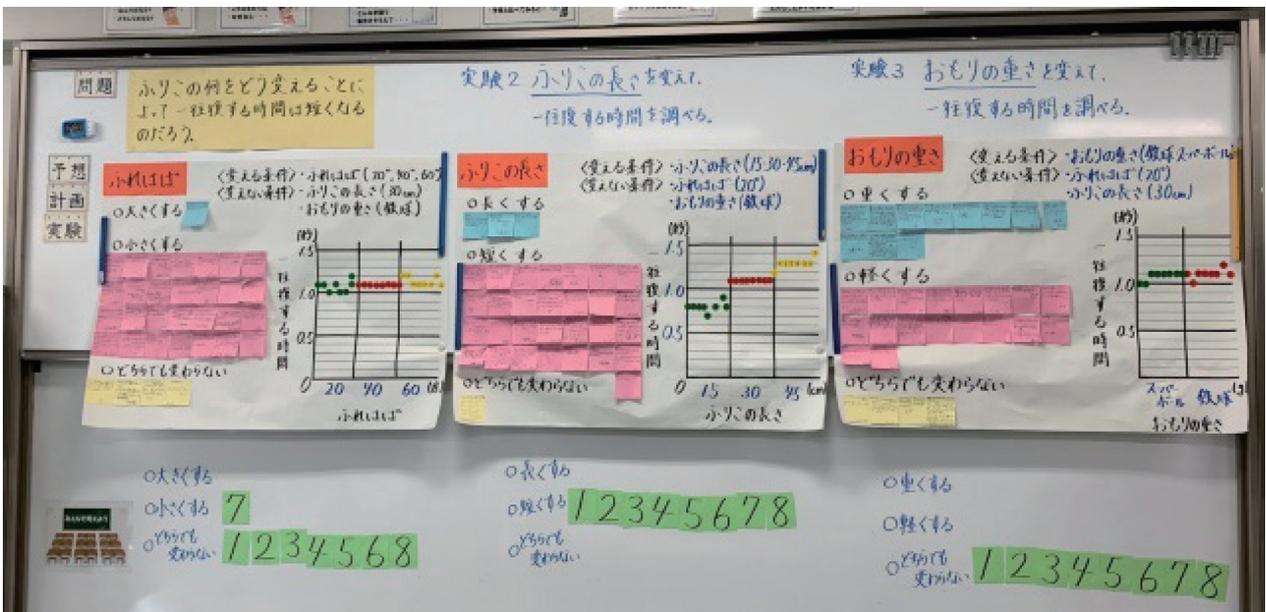


図6 第1次第7時の板書

## 2. 分析方法

本研究の授業実践における子どもの科学的な思考・表現と情報の活用に関する実態を明らかにし、授業デザインの有用性を検討するために、以下の1)～4)の方法でワークシートの記述内容を分析

した。

- 1) 学習問題「ふりこの何をどう変えることによって、一往復する時間は短くなるのだろう」に対する、①子どもの予想、②参考とした他の人の意見、③他の人の意見を踏まえた最終的な自分の予想を集計し、子どものプリコンセプションを明らかにする。
- 2) 子どもが参考にする予想や考えには、どのような特徴がみられるかを学習問題に対して、子どもが変化の要因として挙げた条件の選択状況とその理由から精査する。
- 3) ワークシートの「気づいたこと・考えたこと」の記述内容から、子どもが科学的な思考・表現を分類し、ふりこの周期に関する科学概念の構築過程を分析する。
- 4) ワークシートの「学習感想」の記述内容を分類し、他者からの情報を活用することの意味や理科学習での問題解決に必要な要素に関する記述の有無から、単元を通じた授業デザインの有用性を検討する。

### 3. 分析結果と考察

#### (1) ふりこの周期を短くするための要因に関する子どもの予想（プリコンセプション）

学習問題「ふりこの何をどう変えることによって一往復する時間は変わるのだろう」に対する、①子どもの予想、②参考とした他の人の意見、③他の人の意見を踏まえた最終的な自分の予想（プリコンセプション）の集計結果を表7に示す。子どもは、ふりこが一往復する時間（周期）を短くする（変化させる）要因として、科学的に妥当な「ふりこの長さ」だけでなく、「ふれはば」や「おもりの重さ」にも関係があると想起できていたため、他者の考えを交流し、未知の情報を取捨選択する機会を設けた。最終的な予想として、多くの子どもが考えた「ふりこの周期が短くなるための条件」は、「ふれはばを小さくする」、「ふりこの長さを短くする」、「おもりの重さを重くする」であり、予想した条件の検証を単に操作として行うのではなく、明確な意図をもち実験する科学的な態度も醸成できた。そして、予想での考えの交流は、自分の予想とは異なる結果となった場合でも、他者の考えを借り受けて考察していくことを可能とした。

表7 子どもの各学習活動での予想（のべ人数）

	選択肢	ふりこの周期が短くなると子どもが考えた要因		
		ふれはば	ふりこの長さ	おもりの重さ
① 自分の予想	1	16	17	49
	2	74	77	42
	3	9	5	8
② 他の人の意見	1	26	34	37
	2	47	51	43
	3	26	14	19
③ 最終的な予想	1	14 (-2)	14 (-3)	52 (+3)
	2	64 (-10)	77 (±0)	32 (-10)
	3	18 (+9)	8 (+3)	15 (+7)

注) 選択肢の1は大きくする、2は小さくする、3はどちらでも変わらない。

網掛け部分は、科学的に妥当な考えを予想した人数、下線部は各要因での多数の考え

(2) 子どもが参考にした予想や考えの特徴

子どもが参考にした予想や考えの特徴を検討するために、自分の予想と同じ選択肢（各要因について、1：大きくする、2：小さくする、3：どちらでも変わらない）の他者の意見を参考にしたとして選んだ割合（人数）を表8に、自分の予想と異なる他者の予想や考えを選んだ際の理由について分類した結果を表9に示す。すべての要因で自分と同じ選択肢を選んだ他者の意見を取り上げた約2割（20.2%）の子どもは、同じ選択肢の他者の考えを「参考にした」とすることで、科学的な正誤は別として、図7の記載例のように、自分の予想（考え）に自信をもつことができていた。また、予想段階での自分の予想と異なる考えをもつ他者の予想やその根拠を参考にした子ども（3つの要因のすべての選択肢が一致する以外の子ども）は、全体の約8割（79.8%）を占めた。このことから、予想の交流の段階で子どもは、自分とは異なる他者の考えに触れることで、学習問題に対して様々な視点から考えようとしていたことが理解できた。

学習問題に対する予想を共有させた後で最終的な自分の予想を変更した子どもは約3割（31.3%、31人）に留まった。一方、約半数（48.5%、48人）の子どもは他者の意見を参考にしつつも、最終的な自分の予想を変更することはなかった。また、最終的な予想を変更した子どもの理由には、次のような特徴がみられた。他者の考えを参考にする際の理由として、他者の考えに「納得した」や「分かりやすかった」との理由を挙げた子どものうちの4割弱（38.5%、10人）の子どもは、最終的

表8 参考にした意見の類型

分類	割合（人数）
3つの要因のすべての選択肢が一致（自分の予想と同じ選択肢を選んだ子ども）	20.2%（20）
3つの要因のうち2つの選択肢が一致	14.1%（14）
3つの要因のうち1つの選択肢が一致	30.3%（30）
3つの要因の選択肢も一致しない（自分の予想と異なる選択肢を選んだ子ども）	35.4%（35）

表9 自分と異なる他者の意見を選んだ理由

理由	割合（人数）
面白い・興味をもった・いいと思った	44.4%（28）
納得した	28.6%（18）
分かりやすかった	12.7%（8）
違うと思う	1.6%（1）
自分にはなかった	6.3%（4）
未記入・解読不能	6.3%（4）

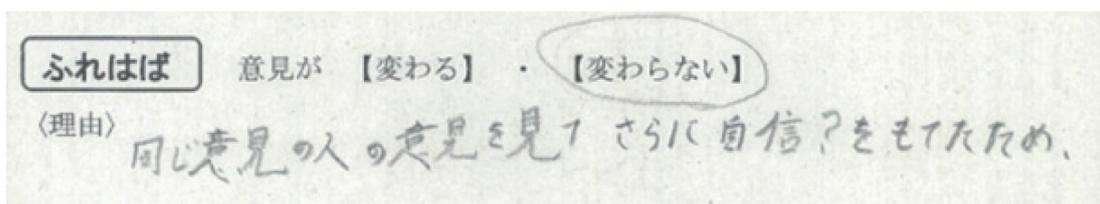


図7 最終的な自分の予想の記述例

な自分の予想を最初の予想から変更させていた。それに対して、他者の考えに対して「面白い」「興味を持った」「いいと思った」という理由で「参考にした」とする子どものうち、予想を変更した子どもの割合は2割弱（17.9%，5人）であった。以上のことから、他者との意見交流の際には、他者の考えやその表現に自分がもち得なかった考えや表現方法があり、それらの考えが理解できたり、納得できたりする場合には、自分の考えを変容させることが、予想（考え）の交流場面での分析からは理解できた。（他者の考えに触れて、「違うと思う。なぜなら～」等の反対意見の記述や、自分と似た考えから「さらに自信がもてた」等自分の意見に自信度を高めた子どもの記述も数多く見受けられた。）

### (3) 子どものふりこの周期に関する科学概念の構築過程

学習問題「ふりこの何をどう変えることによって一往復する時間は変わるのだろうか」の学習のまとめとして子どもが記述した「気づいたこと・考えたこと」の記述内容を分類し、各内容についての記述した子どもの割合を表10に示す。「ふりこのきまり」の学習では、中心発問に対する観察、実験による検証結果がそのまま結論となる単元のため、本研究の授業実践対象が使用している教科書での展開では、考察の記述は求められていない。そのため、授業実践における考察に相当する内容を記述する項目として「気づいたこと・考えたこと」を設けたが、半数以上（52.5%）の子どもが自らの予想に立ち返り、結果を捉えて、学習問題に対する結論を導くことができていた。また、単に結果を記すのではなく、実験結果が生じた要因について、図8（左図）に示した記述例のように、

表10 「気づいたこと・考えたこと」の分類結果（のべ数）

類型	内容	割合（人数）
A. 予想との比較	予想段階において自らがたてた予想と結果とを比較している。	52.5%（52）
B. 結果についての疑問や感想	実験結果に対しての疑問や感想が書かれている。	35.6%（35）
C. 結果をまとめる	実験からわかったことを文章や表でまとめられている。	26.3%（26）
D. 本質的な考察	3つの条件のうち、条件を変えても変わらないものがあるのはなぜか、変えたら変わるのはなぜか。自分なりの考えが示されている。	22.2%（22）
E. 日常生活への落とし込み	メトロノームやブランコなど日常生活において身の回りにあるふりこの動きをするものについて記述されている。	19.2%（19）
F. 誤った記述	学習内容の理解が不十分であり、誤った認識をしている。	2.0%（2）



図8 考察の記述例（左：女29，右：男24）

自分の予想に立ち返り考えるような考察ができていた子どもも約2割(22.2%)だが存在していた。その他にも、図8(右図)に示した記述例のように、自分の予想に立ち返り考えることはしているが、その他の要因についての疑問が生じたことを記述した子ども(7.1%, 7人)も見受けられた。そして、「～さんが言っていたように…」等、予想段階での他者の発言や意見を参考にした子ども(8.1%, 8人)も存在した。

表10からも明らかなように、本単元の学習では観察、実験の結果から「振り子の規則性」を見出すことは比較的容易であるという。しかしながら、この振り子の運動の規則性(ルール)を子どもの記憶に留めるためには、学習問題に対する結論を命題として単に記憶するだけでなく、図2に示したような問題解決の過程やその間に生じた疑問や問い、日常生活との関連を子ども自身が気付き、考えていく必要がある。この項目の記述内容から、ふりこの周期を変化させる要因については、ほとんどの子どもが理解できていたことだけでなく、予想に立ち返り考えることや他者の考えをふまえることが子ども自身の考えの再構築を促す一助になることが示唆された。

#### (4) 他者からの情報を活用することの意味と理科学習での問題解決に必要な要素

単元終了時の子どもが記述した「学習感想」の記述内容を分類し、各内容を記述した子どもの割合を表11に示す。表11にあるように、半数以上(51.5%)の子どもが実験への疑問や感想を記入した(類型a)。各学習問題に対して議論や対話を通じて、結論を学級全体で導き出すという本研究での授業展開を好意的に捉えた記述をした子どもは少数(6.1%)に留まった(類型e)。しかし、図9の記述例のように、結論を導き出す際の議論や対話において、他者から必要な情報を得たことが理

表11 学習感想についての分類結果

類 型	内 容	割合 (人数)
a. 実験への疑問や感想	実験に対しての疑問や感想が書かれている。	51.5% (51)
b. わかったこと	本単元でわかったことを文章や表でまとめている。	27.3% (27)
c. 日常生活との関連	本単元で学んだことを、身の回りのふりこの動きをするものに関連して自分の考えが書かれている。	18.2% (18)
d. 予想と結果の比較	自分のたてた予想と実験結果とを比較している。	14.1% (14)
e. 議論や話し合いについて	授業内で予想を交流するときや結果を学級で考えるときに行った学級での議論や班での話し合いについて書かれている。	6.1% (6)
f. 他者との意見交換について	予想段階において多くの他者の意見に触れることに関しての感想が書かれている。	4.0% (4)
g. 誤った記述	学習内容の理解が不十分であり、誤った認識をしている。	1.0% (1)

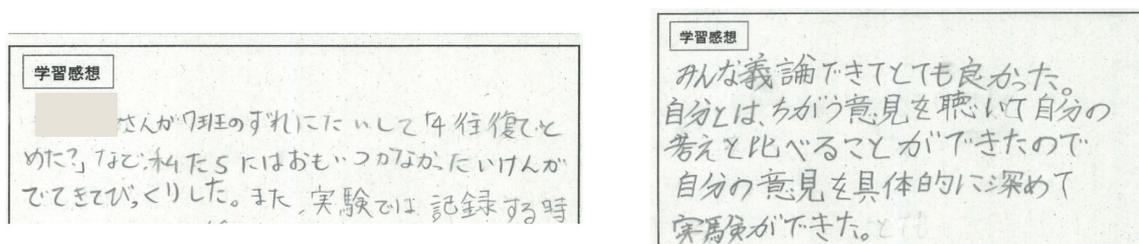


図9 学習感想の記述例(左:女9, 右:女5)

解できた記述も見受けられた（類型f）。また、学習感想に「今度は変えても、なぜかわらないのか、変えたらかわるのかを知りたい」のような学習の発展を期待する記述をした子どもも僅か（7.1%、7人）ではあるが存在した。

本研究の授業実践では、予想段階での意見交流や結果の確認のための話し合い等、子どもが他者の考え（情報）にできるだけ多く触れ合う機会を創出するような理科授業をデザインし、実践を試みた。その結果、学習感想には、この情報を整理し自分の考えに他者の意見を補完したり、情報を共有したりすることの価値について言及した記述も見受けられた。

## VIII 成果と課題

本研究の目的は、(1) 他者との意見交換等の情報共有の場面で子どもが情報を取捨選択する際の要因を認知的側面と情意的側面から抽出し分類することと、(2) 本研究での理科授業デザインの有用性（子どもの科学的概念の深化・拡大と科学的な思考・表現の能力や情報活用能力を伸長させることに寄与したか否か）を分析することであった。上記の目的に対する成果と研究における課題について述べていくこととする。

### 1. 他者との意見交換等の情報共有の場面で子どもが情報を取捨選択する際の要因

本研究で分析の対象とした「台風と天気の変化（【授業実践1】）」の授業実践における子どもの予想の記述内容の分析から、子どもは学習問題に対する日常経験を保持していることが多かったが、予想の共有（意見交流）により、日常経験に由来する知識や考えよりも既習の学習内容により理由付けされた考え（意見）を受容し、自身の予想を変更している様子も示された。つまり、子どもが自分の考えを構築するために情報を取捨選択する際には、自分が保持していない知識等を自分の考えに組み入れ、その根拠を補完するために必要な情報を選択し受容しようとしていた。このことは、最終的な自分の予想を考えていくワークシートの記述内容における予想の変容から見とることができた。また、「ふりこのきまり（【授業実践2】）」の授業実践での学習問題に対する予想の共有（意見交流）で表出した子どもの考えから、子どもは他者の考えの表現方法がより理解できたり、納得できたりする場合に、他者が示した情報を受容しようとしていた（最終的な自分の予想に影響を及ぼしていた）。しかしながら、自分と異なる考えを選択し受容する場合には、「面白い・興味がある」等の情意的側面を理由とすることも多く、他者の情報を選択する際は認知的側面だけでなく、情意的側面についても考慮すべきことが明らかとなった。

### 2. 理科授業デザインの有用性

本研究での理科授業デザインでは、子ども自身が自分の考え（予想や考えたこと等）をどのように構築したのかを理解できるようにするためのワークシートを用意し、その自分の考えを修正したり補完したりするために他者の考えを共有するなかで、子ども自身が必要な情報を選択し、どの点が自分の考えの参考になったのかを記載するように求めた。分析対象とした授業終了後の学習感想の記述内容からは、上述のような授業実践での予想段階での自他の考えの共有（意見交流）場面を組み入れたことで、子どもは他者の考え（意見）もふまえて予想段階に立ち返って学習問題を捉え直していたことや、他者からの情報（他者の考え（意見）とその理由）を取り入れて、自分の考え（予想・考えたこと等）を再構築していることが理解できた。このことから、本研究の理科授業デザインのような、情報活用能力の育成を念頭におき、自他の考え（情報）を共有する活動を理科授業

に組み入れることが子どもの科学的な思考・表現を深化させる一助となりうることも示唆された。

### 3. 本研究における課題とその改善の方向性

本研究の授業実践では、予想段階で用いた付箋を使った意見交流における活動時間と活動内容に改善すべき課題が生じていた。授業者は子どもがすべての意見に触れて共有する（意見交流する）ことを活動の目的として必要な時間を想定していたが、実際には表示するスペースの問題や新型コロナウイルス感染症に対する対策下での授業実践であったこともあり、授業デザイン時の想定よりも共有に要する時間が必要となった。また、個々の考え（意見）に対する理解にも個人差が生じていたこともあり、この学習活動をさらに意味あるものにするためには更なる工夫を要することも、授業実践から理解できた。また、本研究の授業実践では、他者の考えを理解する活動に時間を多く費やしたが、自分の考えを整理し、再度、他者に情報提供する活動を設定する等の改善も、子どもの情報活用能力を育成するためには必要であった。そして、考えの共有（意見交流）の際に用いた付箋に記名するようにしたため、参考にした他者の考えや意見が、子ども同士の交友関係（親密度の高い友達）に影響されている可能性も考えられる。このような影響を極力少なくできるように、「情報選択やその受容において、何を重視すべきか」を平素の授業から伝え続け、ワークシートの内容構成等に改善を図る必要がある。

上記の課題を改善するために、他者の考え等を即時的に共有し、教師だけでなく子どもからの個人の考えに対するフィードバックも期待できるPCやタブレット端末等のICTの活用を検討し、他者の考えの理解や解釈における個人差の問題や活動時間の問題を改善し、研究を継続していきたい。

### 附記

本論文は、以下の研究報告や教職大学院における教育研究実践報告書における結果を基に、大幅に加筆・再構成して作成されたものである。なお、本論文の執筆・投稿ならびにオーサーシップについては、以下の教育研究実践報告書や研究報告の共著者から許諾を得ている。

石川あさひ・佐藤寛之・神山久美・鶴田真樹・山崎壮（2020）「予想場面で考えの根拠とする情報の選択と受容に関する一考察：第5学年『台風と天気の変化』での理科学習プロセスシートの活用」日本理科教育学会第59回関東支部大会発表論文集，43.

石川あさひ（2021）「身の回りの情報を活用する能力と科学的な思考・表現に関する能力の育成についての研究」，山梨大学大学院教育学研究科教育実践創成専攻 令和2年度教育実践研究報告書，<https://www.edu.yamanashi.ac.jp/wp-content/uploads/2019/12/4cbd71300d89d482d2760e9d268a2ea4-2.pdf>

石川あさひ・佐藤寛之・山崎壮・武居菜生・東理香（2021）「情報活用能力と科学的な思考・表現の能力を育成する理科授業デザイン」日本理科教育学会第71回全国大会発表論文集，170.

また、本研究はJSPS 科研費20K02879の助成を受けたものである。

### 謝辞

本研究の実施に際し、授業実践の機会を設けていただきました調査対象校の教職員の皆様と第5学年の児童の皆様に心より御礼申し上げます。

## 文献

- 国立教育政策研究所 (2020) 『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 小学校理科』 Retrieved from [https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/hyouka/r020326\\_pri\\_rika.pdf](https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/hyouka/r020326_pri_rika.pdf) (accessed 2021.4.1)
- 松森靖夫・森本信也 (2013) 『小学校教員志望学生のための理科教育入門書』 東洋館出版社
- 文部科学省 (2016a) 「情報活用能力調査の結果」 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm) (accessed 2020.12.1)
- 文部科学省 (2016b) 「2020 年代に向けた教育の情報化に関する懇談会 最終まとめ」 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/28/07/icsFiles/afielddfile/2016/07/29/13751000111.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/07/icsFiles/afielddfile/2016/07/29/13751000111.pdf) (accessed 2020.12.1)
- 文部科学省 (2018a) 「小学校学習指導要領 (平成29年度告示) 解説 理科編」 東洋館出版社
- 文部科学省 (2018b) 「情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン」 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afielddfile/2019/09/18/1416859\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afielddfile/2019/09/18/1416859_01.pdf) (accessed 2021.1.23)
- 文部科学省 (2019) 「小学校プログラミング教育に関する概要資料」 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416328.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416328.htm) (accessed 2020.12.1)
- 文部科学省 (2020) 「小学校プログラミング教育の趣旨と計画的な準備の必要性について」 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/content/20200210-mxt\\_jogai01-100013292\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200210-mxt_jogai01-100013292_01.pdf) (accessed 2020.12.1)
- 森本信也 (1999) 『子どもの学びにそくした理科授業のデザイン』 東洋館出版社.
- 小野瀬倫也・佐藤寛之・森本信也 (2012) 「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: 認識論的Vee地図を踏まえた理科学習ガイドの改良と分析」 理科教育学研究, 53 (1), 13-27.
- 佐藤寛之・森本信也 (2008) 「認識論的Vee地図の教授論的な活用に関する考察」 理科教育学研究 49 (1), 53-63.
- 佐藤寛之・松尾健一・小野瀬倫也 (2019) 「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: メタ認知的活動の顕在化と気づきの自覚化に促す理科学習プロセス シートの開発とその活用」 理科教育学研究, 60 (2), 361-374.