

# こどもの学びにおける精緻化やメタ認知の関係性について

## —理科の問題解決的な学習に焦点化して—

Relationship between refinement and metacognition in children's learning

—Focusing on problem-solving learning of science learning—

石井 雅幸<sup>1</sup>, 小島 章宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大妻女子大学家政学部児童学科, <sup>2</sup>国立市教育委員会

Masayuki Ishii<sup>1</sup>, Akihiro Kojima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Child Studies, Faculty of Human Economics, Otsuma Women's University

12 Sanban-cho, Chiyoda-Ku, Tokyo, 102-8357 Japan

<sup>2</sup>Kunitachi City Board of Education

2-47-1Fujimidai, Kunitachi City, Tokyo, 186-8501 Japan

キーワード：小学校，理科，仮説設定，考察の過程，類似

Key words : Elementary school, Science Education, Hypothesis setting, Process of consideration, Similarity

### 抄録

小学校理科の問題解決の過程においては、こどもが自ら仮説を設定し、その仮説を確かめる観察・実験が行われ、考察を経て結論を導く過程をたどっていく。この過程の中でこどもは精緻化やメタ認知を働かせて、自らがもつ知識を改変していくと考えられる。ところが、小学校理科における問題解決の過程において、こどもがメタ認知や精緻化を働かせて自らがもつ知識の改変を行う過程をモデル化した研究は見出せなかった。そこで、Kolb(2015)が提唱した経験学習サイクルと問題解決の過程の共通性をもとに、すでに実践された小学校理科の学習の中でこどもが書いたノート記録を分析した。その結果、こどもは仮説設定や考察の場面でメタ認知を働かせ、精緻化を図る学びを行っていることが想定できた。

### 1. 問題の所在

平成 29 年告示の小学校学習指導要領総則編では授業改善の視点として「児童の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うこと。その際、各教科等の『見方・考え方』を働かせ、各教科等の学習の過程を重視して充実を図ること。」を掲げている。一方で、李(2020)や金西(2019)は、「主体的・対話的で深い学び」が重視され、「深い学び」の視点が挙げられているのにもかかわらず、その解釈やイメージは抽象的で確立しているとは言い難いことを述べている。そこで今後「深い学び」のイメージを確立していく必要があると考えられる。

現行の学習指導要領の成立の過程において、教育学の研究者は、学習観の転換の必要性を学会誌や学会の年次総会の場を使って議論を進めてきて

いる。それを踏まえるように国立教育政策研究所がコンピテンシーベースの学びの転換の 1 つとして「21 世紀型能力」を整理し、これをベースにして現行の学習指導要領で学校教育の目標として示された「資質・能力」が提示されたと解釈できる。「資質・能力」の育成が掲げられた現行の学習指導要領の改訂は、学び観を変えるための政策が打たれてきたと解釈できる。こうした中で、これから生きるこどもたちにとって求められる学びの姿に関しても様々な点での指摘がなされている。皆川(2015)は、既に 21 世紀の新しい学びに係わる理論と実践を結ぶ研究を我が国における教育心理学の研究から概観し自律的な学び、協同的な学び、思考力・表現力を育てる学び、創造的な学びの 4 つの側面から整理を行っている。その結果、創造性、批判的思考、メタ認知、コミュニケ

ーション・コラボレーション、ICTリテラシー、思考力、問題解決力、言語や情報を活用する力、人間関係調整能力・社会参画力、自律的に行動する力をキーワードにして整理を行っている。皆川が整理するように新しい学びのキーワードは多岐にわたっており、その整理も求められる。

新しい学びの中で育てるべき力は明確となってきたが、どのような学びの姿が求められるのかは理論的には見えてきているが、具体的な実践的なレベルまでには落とし込められていない。そのために、能力の育成を考えた学びの姿を示していく必要がある。この点から考えると、従前の学習指導要領における教科の目標の中に能力を位置づけた教科として国語と理科をあげることができる。国語は、本来学習内容というよりか言語能力の獲得を目的とした教科であり、能力を教科目標にあげることは当然と言える。それに対して理科は、背景学問である自然科学の知見を基にした学習内容を中核においた教科である。それだけに、平成10年告示の小学校学習指導要領理科の教科の目標に問題解決能力の育成を記し、学年の目標で「比較する」や「関係づける」といった能力を位置づけている。このことは、小学校理科においては能力の育成を教科の目標の第1にあげ、それと共に心情と科学的な見方や考え方を養うことをあげたと解釈できる。そこで、小学校理科における学びに焦点をあて、理科で示す新しい学びの姿を観ると、複数の先行研究を見出すことができる（例えば、後藤ら(2015)・和田ら(2018)・野原ら(2018)・猪口ら(2019)等があげられる）。これらの研究では皆川があげたキーワードの中のメタ認知、精緻化を挙げることができる。これらのキーワードを基に先行研究を概観していくと新タラ(2019)の遊びと学びの融合による授業実践事例を見出すことができる。新タラは、子どもの問題解決の過程をKorthagen(2010)の提唱する教師のALACTモデルにあてはめ検討を行っており、その過程の中に子どもの自らの活動のReflection(以下では「省察」と訳す)を見出している。また、北尾(2020)は、「深い学び」の観点、方略、具体策として「精緻化」、「メタ認知」をあげている。そこで、他教科に比べて早くから能力の育成を検討してきた小学校理科における学びの姿を検討することにより、新しい学びの姿を見出すことができると考えられる。

既に理科に関するメタ認知のこどもの実態に関しては鈴木(1997,1999)、手塚ら(2003)、松浦(2003)があげられる。また、メタ認知を基盤にしたこどもの実験・観察活動における実態とその指導法に関して詳細な検討を木下(2007)が行っている。また、精緻化に関しても知識の精緻化(和田ら2010・小林2017)や考察の精緻化(木下ら2016)と言った側面からの研究を見出すことができるが学習モデルの中での精緻化の意味づけに関する研究を見出すことができなかった。木下ら(2016)の研究から観るとメタ認知的な側面と精緻化の側面がこどもの学びから考えるとその違いを明確化することができていない。

そこで、本研究においては小学校理科の問題解決過程におけるこどもの学びの姿を検討し、メタ認知や精緻化を図る学習モデルを見出すことが目的である。

なお、本研究におけるメタ認知や精緻化は以下のようにとらえることにする。

本研究においては、学びの転換を考える一つとしての「深い学び」を検討している。そこで、北尾(2020)の深い学びの観点、方略、具体策で論じている学びを深くする方略の類型としての「精緻化」「メタ認知」<sup>[1]</sup>を取り上げることとする。

## 2. 研究の方法

本研究においてはあらためて、認知心理学や学習科学で注目されているメタ認知や精緻化に焦点をあて、小学校理科の問題解決過程におけるこどもの学びの姿を具現化し、その学びの中で深い学びが見出されるのかを検討することが目的である。目的に迫るために以下のように研究を進めていく。

### 2.1. 理科の問題解決過程における省察や精緻化の関係の先行研究における検討

理科におけるメタ認知、精緻化に関する先行研究を検討し、こどもが行う問題解決の過程におけるメタ認知や精緻化の関係を検討する。そのために、Korthagen(20210)が提唱するALACTモデル検討の際に引用しているKolb(2015)の経験学習サイクルを参考にした。Kolbの経験学習サイクルと問題解決の過程でこどもが展開する学習活動を対応させる。この対応させる過程を通して、問題解決過程に行われるメタ認知的活動や精緻化を検討した。その結果として経験学習サイクルをもとにし

た問題解決の過程のモデル化を図った。

## 2.2. モデル化した問題解決過程におけるメタ認知や精緻化が生じる可能性の検証

メタ認知や精緻化が理科の問題解決過程の中で具体的にみることができるのかを検討した。そのためすでに実践された理科のこども主体の問題解決過程の中で見とることができるのかをこどもの記録をもとに分析を行った。

具体的には、2014年度の東京都内公立K小学校第3,4学年で行った実践記録とこどものノート記録を基に分析を行った。

分析には、こどもがノートに記述した自らが設定した仮説と考察の記述をノートから拾い出し、その記述の文字数や記述内容を分析し、こども自らがもっている考えをモニターしたり、コントロールしたり、精緻化した記録を行っていたりすることが見取ることができる記録の有無によって検討を行った。具体的には、こどもが自覚的に自らのもっている知識を働かせて検索したり、転用したりすること。また、自らがもっている考え(仮説や観察・実験方法)を再度チェックするような考察を行っていることを考察の中で記述しているかを検討した。

精緻化した記録とは、具体的には以下の点から検討した。

前提として、精緻化については北尾(2020)の論に従って以下の点がこどもの記録から読み取れることとした。

- ① こどもがもっている知識を関連付ける:もっている知識を選択して仮説やその根拠を記述している。
- ② 知識の概念化・抽象化を進める
- ③ 表象の二重構造化を図る(言語的表象とイメージ的表象の二重構造化など):事象を仮説・問題文・結論として言語化している。
- ④ 想像や推論を重ねる:新たな考え(解釈)として生み出している。演繹的に方法を検討したり、結果から帰納的に考えを整理したりしている。
- ⑤ 比較・類推・統合という対話的思考を進める
- ⑥ 対立・矛盾を克服する論理的思考を進める:対比、違いの見出しから批判的検討を加え考察を行って次の課題を見出している。

問題解決の過程でこどもが記録する仮説については、仮説の根拠が書かれていることやその根拠

がこどもがもっている経験や知識とこどもの目の前で起こっている事象を結び付けて解釈を行っているかで見とることとした。

また、考察の場面においては、以下の視点に沿った記載がなされているのかを検討した。

- ① 経験と結び付けている
- ② 自ら行った実験方法をクリティカルに検討している
- ③ 結果予想と結果の違いをクリティカルに検討している

## 3. 結果

### 3.1. モデル作成

理科学習における問題解決の過程は、事象との出会い、問題を見出す、問題に対する仮説を設定する、仮説を確かめる観察・実験を企画しその結果予想を設定する、観察・実験を実施する、考察を行う、結論を導出するといった一連の過程を歩んでいる。この過程を図1のように表現することができる。

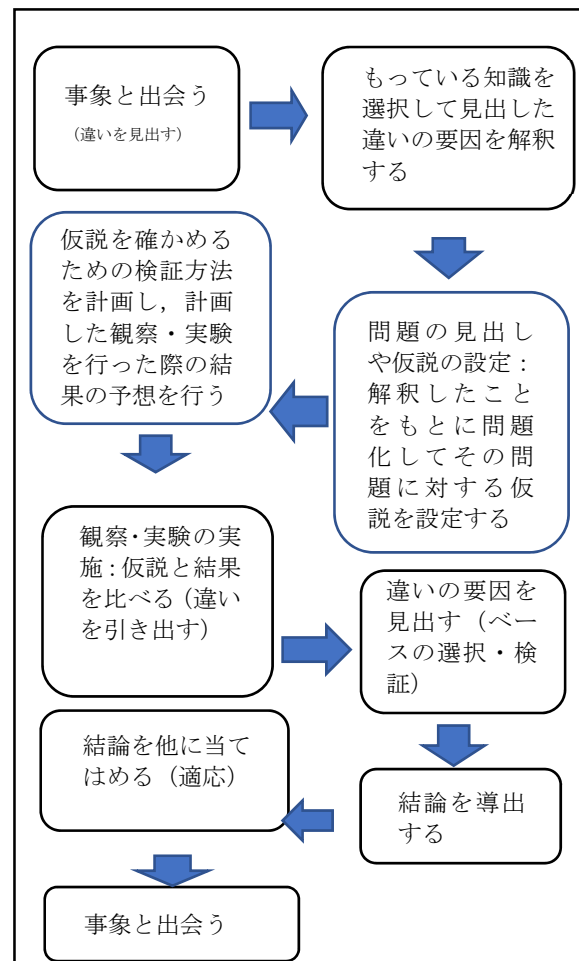


図1 問題解決の過程

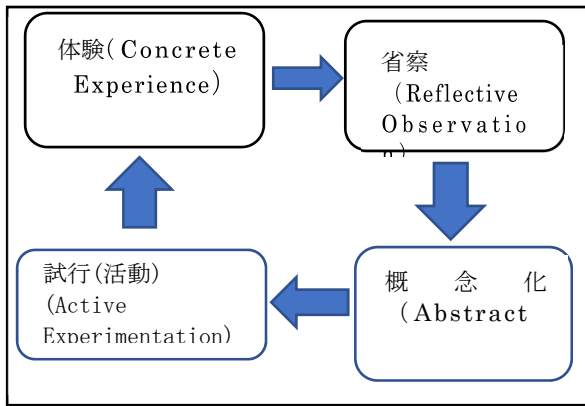


図 2 コルブの経験学習サイクル図

問題解決の過程を図式化して、図 2 に示したコルブの経験学習サイクルを対応させると以下の表 1 のようになる。

表 1 から以下の点が明らかになる。

1 点目は、コルブの経験学習と問題解決の過程は対応して考えることができること。

また、2 点目として、省察 (Reflection) を行っているのは、仮説設定と考察の場面に該当することがいえる。また、精緻化に関しては北尾(2020)に基づき設定した①から⑥のいずれかが問題解決の過程の中に入っていることが想定できる。

表 1 問題解決の過程と経験学習サイクル並びに精緻化との対応

問題解決の過程	コルブの経験学習サイクル	精緻化	
事象との出会い・違いの見出し	体験	⑤	⑥
違いの要因の抽出	省察	①②③④	
問題の設定・仮説設定	概念化		
仮説検証計画・結果予想の設定	試行	④	
観察・実験の実施・結果と結果予想の対比	体験	⑤	⑥
考察：結果と結果予想の違いの見出しとその要因の検討	省察	②③	
結論の導出	概念化		
他への適応・新たな課題の見出し	試行	④	

そこで、こどもの主体的な問題解決過程をあゆんだ実践の中でこどもが記述した仮説とその根拠や考察の場面で記載した考察の中に、精緻化やこどもが省察してメタ認知を働かせた記載がなされているのかをみた。

### 3.2. モデルの妥当性の検討

#### 3.2.1. 仮説とその根拠の記載内容の変化

こどもが書いた仮説の根拠の記載内容を、問題解決の過程を取り上げた単元を繰り返す中でいかに変化しているのかをこどもの記録から見取った。こどもの仮説の根拠の記録は、以下のような視点から検討していった。

- ①経験と結び付けたものを根拠に挙げている
- ②経験したことを抽象化したり、概念化したものになっている

以上の結果を示したのが表 2 である。

表 2 第 3 学年の単元ごとの仮説とその根拠を記載した人数

単元	風とゴム	光とかがみ	電気の働き	日なたと日陰	磁石の不思議
根拠ない	3	2	4	2	4
なんとなくや仮説と根拠が同じ	12	13	12	9	16
既習事項・経験が根拠となっている	34	59	60	28	41

この表 2 からこども主体の問題解決を繰り返す中で、根拠をともない既習事項や経験を仮説の根拠を記載した子供の人数が増えていることがわかる。

#### 3.2.2. 考察の記述内容を見取る

こどもが書いた考察の記録には、以下の点が含まれているのかを検討した。

- ①経験を引き出し、経験と今回の問題解決過程で追究していることを結び付けたことを記載している
- ②自ら行った実験方法の見直しを図ったことを記載している
- ③結果予想と結果の違いをクリティカルに検討していることを記載している

以上の記載が見られた考察の例は以下の通り



であった。

①の経験を引き出し、経験と今回の問題解決を結び付けた記述として、以下の「(問題) 天気によって気温や気温の変化の仕方に違いはあるのか」の追究活動を行ったこどもの記録があげられる。

(問題) 水を温めた時、水はどのように変化するか

(結論) 実験結果から、水を温めると体積がへり、90~100度近くになると水は沸騰して水の中からゆげや泡が出てくる。

《考察》

水を温めて水の量が減ったのは、湯気のせいだと思う。なぜなら前にサウナに入った時、天井から水滴が落ちてきたから、上を見たら水が天井に着いていたから、それはサウナの湯気のせいだと思った。湯気のせいで水が減ったんだと思う。これを確かめるには、まず今回と同じようにして、ピーカーの上にラップとおもりをのせて、水がたまったらついた水をピーカーにもどして、水の量が実験前と同じだったら、湯気は水が変化したものだと考えられる。

次に、②の自ら行った実験方法の見直しを図ったこどもの記録として以下の「(問題) 月の形は、日によって変わるのか」の追究活動を行ったこどもの記録があげられる。

(問題) 月の形は、日によって変わるのか  
(結論) 月の形は、日によって変わると考えられる

《考察》

僕は、何回もやりなおさなきゃできなかったのは、天気が原因だと思います。なぜなら、雲が月にかかって見えない日が多かったからです。週間天気予報等で一週間をとして天気がいい日に実験をしたり、時間をずらしたりすれば、実験が1回でできると思います。

さらに、③の結果予想と結果の違いをクリティカルに検討していることを記載しているこども

の記録として以下の「(問題) 天気によって気温や気温の変化の仕方に違いはあるのか。」の追究活動を行ったこどもの記録があげられる。

(問題) 天気によって気温や気温の変化の仕方に違いはあるのか

(結論) 天気によって気温や気温の変化の仕方に違いはある

《考察》

僕の班は、クラスの結果と少し違っていました。合っているところもあったけど、間違っているところが多かったです。僕は直射日光が当たっていたり風通しの悪いところでやっていたり、正面から見ないで温度を見間違えたりしたんだと思います。僕は、日光が当たるのを防ぐには、ノートや下敷きなどの日光を隠せるようなものを持って行って、それを日光が温度計に当たらないように隠したり、なるべく風通しのよいところでやったりすれば、正確に測れると思うので今度はこのような温度を測る実験があったらそうしたいとおもいました。

自らの記録を見直すことは第4学の段階では難しく、他の班やクラス全体のおおよその傾向としてでてきた結果との違いから、自分たちの班の結果をクリティカルに見直し、その違いの要因を実験方法の手順に問題があったのではないかと考察を記述している。

以上の考察の記録例のように、第3学年から第4学にかけてこどもが記録した考察を分析した。

- a. 導き出された結論が他へ適用できるのかについて
- b. 次の問題解決につながる事
- c. 操作活動の見直しにつながる事
- d. 考え(仮説)の見直し

以上のaからdの視点で書いたこどもの人数を算出して、その人数の時間経過に伴う変化を図3に示した。

なお、図3で示したaからdの視点を、本論で示した①から③に当てはめると以下ようになる。

①がbに該当する

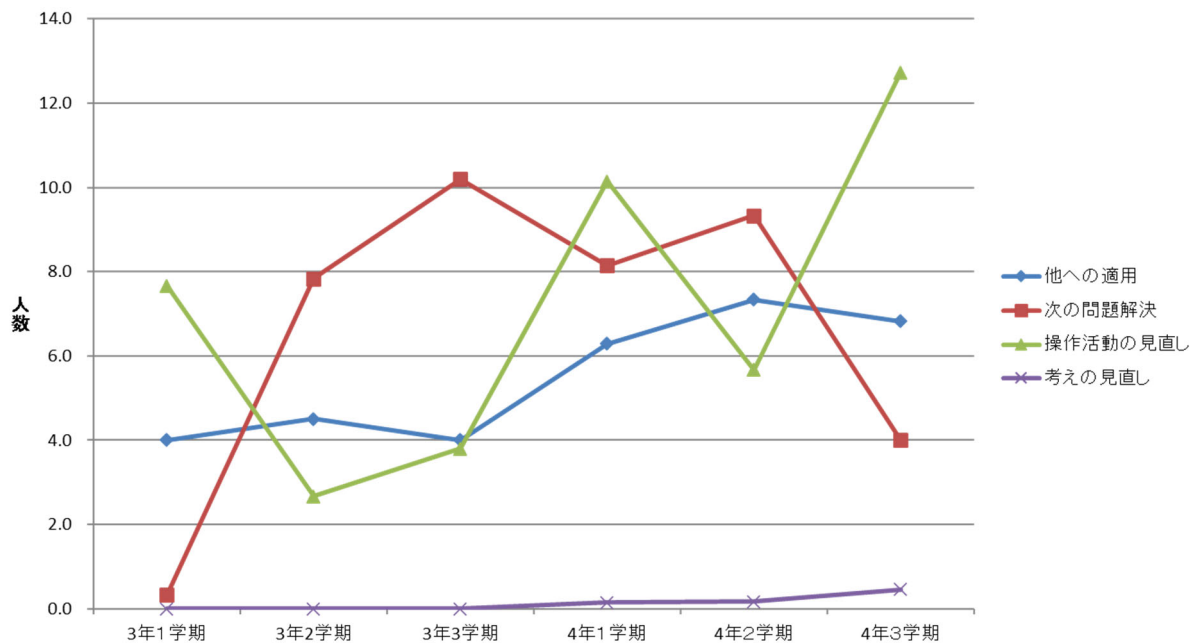


図3 第3学年から第4学年にかけて複数の単元の展開の中で子どもが書いた考察の視点別記載人数の変化

②がcに該当する

③がaやdに該当する

と考えた。そこで、図3から子どもが主体の問題解決の過程を繰り返す中で、①から③の視点をもって考察を記述する子どもの人数が増加傾向にあることがわかる。ただし、すべての視点が右肩上がり的人数が増加していくとは必ずしも言えず、時には視点によっては減少する場面も見られている。

#### 4. 結果とその含意

本研究においては小学校理科の問題解決過程における子どもの学びの姿を検討し、メタ認知や精緻化を図る学習モデルを見出すことが目的である。

そこで、子どもが主体的に問題解決を行う姿を想定し、その姿をKolb(2015)が示した経験学習サイクルにあてはめた。経験学習サイクルが示す省察や概念化の過程に着目し、その過程と問題解決の過程のいずれの場面がそれに該当するのかを検討した。

また、精緻化に関しては北尾(2020)が示した精緻化の6つの視点が、問題解決のいずれの場面で見られるのかを検討した。

以上の検討を行った結果、省察や概念化は、仮説の設定や考察を行う場面で顕著に見られた。

また、精緻化に関しては、問題解決のすべての過程で見出すことができた。

そこで、子どもが主体の問題解決の過程を繰り返してきている子どもの仮説とその根拠の記述内容並びに考察の記述内容の学年進行に伴う変化を見ていった。その結果、仮説は記載内容を型として示すことによって書けるようになる。また、その仮説の根拠の記述内容は、経験や既習事項と結び付けて書くことができるようになっていることがわかる。このことから、子どもは仮説設定を行う場面において目の前で見られた事象と経験や既習事項などの自分がもっている知識を検索して最も妥当と考えられる経験や既習事項を導き出していることが想定できる。

さらに、考察を行う場面においては、経験を引き出し、経験と今回の問題解決過程で追究していることを結び付けたり、自ら行った観察・実験方法の見直しを図ったり、結果予想と結果の違いをクリティカルに検討することができた結果としての考察を書いていることが推測できた。

以上の点から、Kolbが示した経験学習モデルの課程の一つである省察や概念化の過程を問題解決の過程で働かせながら、学習を展開するモデルが小学校理科における主体的な問題解決の過程の中で見出すことができると言える。この過程において子どもは自らがもっている知識をモニタリン

グしてどのもっている知識が目の前にある事象を解釈するうえで妥当であるのかをコントロールして活用するといったいわゆるメタ認知的な活動を働かせていると想定できる。

また、北尾(2020)が示した精緻化についても小学校理科のこどもが主体的に問題解決を行う全ての過程の中で働かせていることが想定できた。

今後、本研究で明らかになった学習のモデルに沿った学びを行う中で、こどものメタ認知的な知識の習得状況を図るテストを学習の前後で行い、その前後でそれらの力の変化を見取ることによって学習モデルの効果の検証を図る必要がある。

### 引用文献

- [1]北尾倫彦. “「深い学び」の科学」精緻化, メタ認知, 主体的な学び”. 図書文化. 2020, p.142-143.
- [2] David, Kolb. “Experiential Learning”. 2nd ed. Pearson Education,2015, p.32.  
(デヴィッド,コルブほか. “最強の経験学習”. 辰巳出版. 2018, p.36.)

### 参考文献

- [1] 李禧承. アクティブ・ラーニングにおける「深い学び」のための「学習目標」の設定について—ブルームの「改訂版タキソノミー」を手掛かりに—. 桐蔭論叢, 第 42 号, 2020,p.93-99.
- [2] 金西計英. 反転授業における深い学びの検討. 徳島大学開放実践センター紀要, 第 28 巻, 2019,p.25-33.
- [3]皆川直凡. 21 世紀の新しい学びに係わる理論と実践を結ぶ研究, 教育心理学年報, 第 54 集, 2015,p.57-70.
- [4]後藤賢一ほか. 主体的・協働的な学びを育成する理科授業研究の在り方に関する一考察～カリキュラムマネジメントに基づく理科授業研究モデルの構想～. 理科教育学研究, 第 56 巻,No.1,2015,p.17-32.
- [5]和田一郎他. 理科における主体的・対話的で深い学びの具現化に関する研究—学習論からの考察—. 横浜国立大学教育学部紀要. 教育科学,2018,p.224-233.
- [6]野原博人ほか. 主体的・対話的で深い学びを実現するための理科授業デザイン試論とその実践.

- 理科教育学研究, 第 58 巻,No.3,2015,p.293-309.
- [7]猪口達也ほか. メタ認知機能を促進する応答的教授に基づく理科授業デザインに関する研究. 理科教育学研究, 第 60 巻,No.1,2019,p.3-13.
- [8]新タ義典ほか. 遊びと学びの融合による, 資質・能力の育成を志向した理科の授業実践に関する事例研究. 富山大学人間発達科学部紀要. 第 14 巻第 1 号 2019,p.43-61.
- [9] Fred,Korthagen et al. (訳 武田信子ほか). “教師教育学”. 学文社., 2010.
- [10]鈴木誠. 理科教育における学習意欲の構造に関する研究(4)-児童や生徒の自己効力感, 認知的方略のメタ認知, 及び社会的関係-. 日本理科教育学会研究紀要. 第 38 巻第 1 号,1997,p.11-21.
- [11] 鈴木誠. 理科の学習場面における自己効力感,学習方略,学業成績に関する基礎的研究. 日本理科教育学会研究紀要. 第 40 巻第 1 号,1999,p.11-23.
- [12]手塚基子. メタ認知能力の視点から探るイオン概念獲得に関する研究--「化学変化とイオン」の学習にみられる個々の中学生の変容過程を事例に. 日本理科教育学会研究紀要. 第 44 巻第 1 号,2003,p.29-37.
- [13]松浦拓也. 理科教育におけるメタ認知能力育成に関する研究: 観察・実験活動を中心にして. 広島大学博士論文,2013.
- [14]木下博義. 観察・実験活動における小学生のメタ認知育成に関する実践的研究--第 5 学年「もののとけ方」を例に. 日本理科教育学研究. 第 48 巻 第 1 号,2007, p.21-33.
- [15]和田一郎. 子どもの科学概念構築における表象の変換過程の分析とその教授論的展開に関する研究: 高等学校 化学「化学反応と熱」の単元を事例に. 理科教育学研究. 51 (1),2010,p.117-127.
- [16]小林寛子. 知識操作と説明活動を取り入れた授業による理解の促進. 東京未来大学研究紀要. 11 (0),2017,p.77-86.
- [17]木下博義ほか. 中学校理科におけるアーギュメントを用いた考察の精緻化に関する研究. 広島大学大学院教育学研究科紀要 第二部. 第 65 号, 2016,p.1-7.

### 付記

令和 3 年度大妻女子大学戦略的個人研究費 (S2104)から研究費を受けて研究を進めてきたものである。

(受付日：2022年8月17日，受理日：2022年9月5日)

**石井 雅幸 (いしい まさゆき)**

現職：大妻女子大学家政学部児童学科

日本体育大学大学院教育学研究科博士後期課程修了。

専門は理科教育，教科教育。現在は，特に小学校理科教育の方法並びに教科教育に焦点を当てた研究を行っている。

主な著書：小学校 理科授業実践ハンドブック（共著，教育出版，2022）