

科学概念の深化を促す考察場面における子どもの比喩的表現の役割

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 初等教科教育分野 中西 大生

1. はじめに

平成 29 (2017) 年告示の小学校学習指導要領解説理科編には、理科学習における従来の課題を改善するために、「あらかじめ持っている自然の事物・現象についてのイメージや素朴な概念などを、既習の内容や生活経験、観察、実験などの結果から導き出した結論と意味づけたり、関係づけたりして、より妥当性の高いものに更新していく」ことが明記されている。また、これまでに実施された全国学力・学習状況調査の結果からは、「判断の根拠や理由を示しながら自分の考えを述べることについて課題」があることも指摘されている。

しかしながら、「人は一つの判断体系を外言として発し、その根拠を内言として支えている」と森本 (1997) が指摘しているように、理科学習場面においても、子どもが学習問題に対する自身の考えを説明する場合には、その考えの根拠をまったく持ち得ないとは考えにくい。したがって、子どもが学習問題に対して予想や考察等の自分の考えを示すときには、何らかの自分なりの根拠を持つてはいるが、それらを表現することに難しさを感じている可能性がある。小学校理科で学習する自然事象の中には、導線内の電気の流れ (電流) や食塩が水に溶けている様子 (水溶液) のように、マクロな現象としての観察はできるものの、ミクロな部分で何が生じているのかをイメージとしてとらえていく必要がある現象も多く、それらを端的に「言葉 (用語・記号)」で表現することが難しいこともある。そのため、理科学習場面での学習問題に対する予想・仮説を考える場面や、予想や観察・実験の結果をふまえて検証プロセスを振り返る考察場面において、子ども自身が考えの根拠や理由を示して

自分がどのように考えているのかを適切に表現し、説明することが求められている。

2. 思考や表現の自由度を高める理科学習方略

子どもが考察場面において、実験結果が生じた要因に着目し、自身の考えを説明することを促す教授方略はこれまでに検討されてきている。例えば、山本・柳澤・神山 (2019) は小学校第 3 学年単元「風やゴムのはたらき」において、主張・証拠・理由づけの 3 つの要素を含むアーギュメントの手法を導入し、数回繰り返し指導した後にその効果を検証した。すると、分析対象である子ども自身が「証拠」や、「理由づけ」とは何かを明確に区別し、全体の 79% の子どもがアーギュメントを正しく記述できるようになったことを報告している。しかし、継続的にアーギュメントを構成させていくことが必要であることを指摘している。

また、理科学習において、自然事象に対する自らの考えとその根拠を表現する際の自由度を高めようとする時、子どもの比喩的表現を用いた説明を許容し促進させていくことが考えられる。子どもの比喩的表現には、学習者が説明し難い自分の考えの「根拠」や「理由」を他者 (教師、他の子ども) に伝える際の一助となることがこれまでの先行研究において明らかになっているからである。例えば、松尾・樋口・佐藤 (2016) は小学校第 3 学年理科「物と重さ」の学習において、「モデル (イメージ) 図の作成と更新」「話し合い活動」などの活動を取り入れることで、「子どものモデルの作成と共有による更新は、子どもが根拠や自分なりの説明の術をもち、物質の性質を理解する一助になった」と比喩的表現の一つであるモデル構築の利点を説明している。

さらに、比喩的表現には、表現の自由度を高めるだけでなく、理科学習において様々な役割を果たす可能性があることがこれまでの国内外の研究で明らかになっている。例えば、齋藤・黒田・森本（2010）は、科学概念構築過程におけるメタファーの役割を小学校第4学年理科の「空気の熱膨張」の授業分析から明らかにしている。斉藤ら（2010）は、科学概念構築過程におけるメタファー表現には「自分たちが持つ概念や直感的な考えについての自覚を誘起させ、その考えの意図的・随意的な使用」を可能にする役割があると報告している。また、アナロジーについては、佐藤（2017）が、「類似点を複数見いだし、『同様である』と見立てることで、事象に対する理解を早めることを試みることができる」と指摘している。

上述したように、これまでに理科学習におけるアーギュメント構築や比喩的表現の役割に関する研究は多数行われてきているが、子どもがアーギュメントや比喩的表現等の学習方略を習熟することには継続的な指導が必要であることが指摘されている。同時に、子どもが理由づけ（実験結果が生じた要因）について考え、表現することを支援する教授方略にも依然として課題がある。

3. 予想場面における子どもの考えや表現の自由度を高める理科学習方略

上述した理科学習における課題の改善、すなわち、子どもの科学的な思考や表現の自由度を高める学習方略について検討するために、2019年度は小学校第6学年単元「水溶液の性質とはたらき」の授業実践から、予想や考察における思考・表現にみられる子どもの比喩的表現に関する事例研究を実施した。その結果、予想場面では、自身の考えの根拠をメタファー等の比喩的表現を用いて示すことができた子どもが多いことが改めて明らかとなった。その一方で、考察場面では、実験結果が生じた要因を推論して結論を導いた子どもは、わずか10.2%に留まったことも明らかとなった。

このような結果が生じた要因の一つとして、

考察場面においては、実験結果に基づいて考える必要があり、結果のみを根拠として記載することを優先するあまりに、子ども自身が実験結果の生じた要因について考え、それらを説明する際の思考や表現の自由度が低くなってしまったと推察できた。その他にも、実験結果が生じた要因については必ずしも可視化されているわけではないことや、自分の考えをうまく説明するための科学概念を子どもが持ち合わせていないことも多く、これらの表現上の困難性の軽減も考慮した学習指導方略の必要性も、研究上の課題として明確となった。そのため、2020年度の研究では、考察場面において子どもが実験結果の要因に着目し、科学的な思考や表現の自由度を高める学習方略を検討したいと考えた。

4. 研究目的

本研究では、子どもが実験結果（自然事象）の要因について着目できるような学習指導方略に工夫をした上で、以下の2点を明らかにすることを研究の目的とした。

- 1) 比喩的表現が考察場面において実験結果（自然現象）が生じた要因を推論し表現することを促す手立てとして有効か
- 2) 比喩的表現（モデル図）を用いることは溶解概念の深化（実験結果が生じた要因に言及できるか、中学校での学習に繋がるか）にどのような役割を果たしているか

5. 研究方法

本研究では、上述の研究目的を達成するために、以下の①～⑤の方法で研究を実施した。

- ① 考察場面における子どもの表現の実態把握のために、授業の参与観察を行う。
- ② 実験結果の要因を推論することや、比喩的表現・絵図を用いた考えの表記に慣れるために、既習事項の説明を求める振り返り課題を継続的に行う。（授業者は、振り返り課題での記述内容に対して、記述内容の価値づけやフィードバックを行う。）
- ③ 上記①と②を踏まえて、理科授業に用いる

ためのワークシートを作成し、「物のとけ方」の理科授業デザインを立案・実践する。

- ④ 授業実践に用いたワークシートの記述内容（考察）から、子どもの比喩的表現等の表現が科学概念（溶解現象に関する概念）にどのように寄与するのかを、子どもの表現と発話のプロトコルに着目し、分析する。
- ⑤ モデル図等の比喩的表現を活用して実験結果が生じた要因について表現することに対する子どもの意識を見とるための質問紙調査を実施する。

6. 授業実践概要

（１）授業実践（調査）の対象・期間

本研究における授業実践は、Y 市立 K 小学校第 5 学年 2 クラス 59 名（男 31 名、女 28 名）を対象に、令和 2（2020）年 9 月～10 月に実施した。（調査対象の児童は、ビデオ撮影及びワークシートの記述の分析について、保護者からの了解が得られた児童である。）

（２）授業実践単元について

本研究の授業実践場面で立案した学習指導計画を表 1 に示す。分析対象とした学習場面は、第 4 次「水溶液は冷やすと溶けている物が取り出せるのだろうか（3 時間）」である。本研究においては、研究目的を達成するために、第 1～3 次までの授業においても、子どもが各学習問題の考察場面において、実験結果をおさえた上で、実験結果が生じた要因についても言及するように求めた。

第 1 次においては、主に「物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと」を学習した。また、水に食塩やミョウバンを混ぜた液と、水に小麦粉を混ぜた液とを比較し、粒が見えなくなって液が透き通って見えるようになることを「水に溶ける」と定義することを確認した（水溶液の透明性）。さらに、コーヒーシュガーを水に溶かし、色が水溶液全体につくことから、溶けた物は水溶液全体に広がっていること（水溶液の均一性）も学習した。

第 2 次においては、「物が水に溶ける量には、限度があること」を学習した。同時に、食塩とミョウバンでは同じ量の水に溶ける量が異なることも確認した。

第 3 次においては、物が水に溶ける量は水の温度や量によって違うことを学習した。具体的には、水の量を増やすと、食塩もミョウバンも溶ける量は増え、水の温度を上げると食塩の溶ける量はほとんど変わらないが、ミョウバンは溶ける量は増えることを学習した。

そして、分析対象である第 4 次 1 時間目では、前時の水の温度を上げてミョウバンを飽和になるまで溶かした液を放置しておくミョウバンが析出していた。このことから、学習問題「水溶液は冷やすと溶けた物が取り出せるのだろうか」を設定し、問題解決を行った。子どもは、「実験場面において、既に析出しているミョウバンをろ過して取り除いた後、ろ過した液体を氷水で冷やした。すると、ミョウバンが析出し、残った液を加熱して蒸発させ

表 1 「物のとけ方」の単元指導計画

授業時数		学習問題	学習内容
第 1 次	5	物が水にとけるとどうなるか	・食塩やミョウバンを水に溶かし、重さを図ることなどを通して、物は溶けると液が透き通って見えなくなることや、重さがなくならないことを学習する。 ・色のついた物質を水に溶かし、液全体に広がることを学習する。
第 2 次	2	物が水に溶ける量には限りがあるのか	・食塩やミョウバンを水にできるだけ溶かし、決まった量の水に溶ける物の量には限りがあることを調べる。
第 3 次	3	物が水に溶ける量を増やすにはどうしたらよいのだろうか	・水の量を増やすと食塩やミョウバンが溶ける量は増えるのか調べる。 ・水の温度を上げると食塩やミョウバンが溶ける量は増えるのか調べる。
第 4 次	3	水溶液は冷やすと溶けている物が取り出せるのだろうか	・水の温度を上げ、食塩やミョウバンをたくさん溶かした水溶液を冷やして、溶けている物が取り出せるのか調べる。

註) 二重線で囲まれた小単元が本研究で分析対象とした授業である。

ると、さらにミョウバンが取り出せた。このことから、ミョウバンを溶かした水溶液を冷却すると、溶けたミョウバンはすべてではないが取り出せることを子どもは理解できた。

2時間目においては、学習のめあて「冷やすとミョウバンは取り出せて、食塩はほとんど取り出せないのはなぜか考えよう」を設定し、前時の問題の考察を行った。まず、子どもは溶解度曲線から「冷やすと、水の温度を上げて溶けた量が出てくる」ことを見出した。その後、授業者の「では、見えない水の中の世界では何が起きているのだろうか」という発問から個人での考察（実験結果が生じた要因についての推論）を行った。そして、モデル図を用いて液中で生じている現象の可視化を試み、冷やすとミョウバンが析出し、食塩がほとんど析出しない理由について、比喩的表現を用いて説明しているものを全体で共有した。さらに、子どもの考察の表現と実験結果とを照合し、矛盾の有無を全体で振り返った。その後、「ミョウバンが一部のみ析出した」ことを説明できるようなモデル図の構築に向けて議論した。最後に、議論を踏まえて、再度考察を行った。

（３）比喩的表現の導入のための工夫

①表現の自由度を高めるワークシート

本研究では、佐藤・松尾・小野瀬（2019）が作成した「学習プロセスシート」を一部改変したワークシートを作成し、単元を通して学習の際に活用した。このワークシートを用いる意図は大きく3つある。1つ目は、子どもが自分の考えを表現する欄を大きく（スペースを十分に）設定し、イメージ図を描くための図を予め用意することである。2つ目は、子どもが他の子どもの表現を自身の説明に取り入れたり、後に参考にしたりできるように友達の表現をメモする欄を設けた。3つ目は、考察場面において、自身の予想を振り返ったり、自身の表現の変容を実感したりし易いように予想と考察の記入欄を上下に設定したことである。

②表現の自由度を高める授業者の支援

本研究での授業実践では、第1次より、考察

場面において実験結果が生じた要因を自分なりのイメージ（モデル）図等の比喩的表現を用いて説明する子どもが存在した。そこで、学級全体で自他の考えを互いに共有する学習活動を意図的に取り入れた。具体的には、子どもの表現をタブレットやテレビ等のICT機器を活用して提示し、発表できるよう支援した。

また、単元途中において、子どもの中には、他の子どもの表現を積極的に自身の表現に取り入れようとするものの、他の子どもの表現が何を説明しているのかを理解しきれずにうまく取り入れることができない子どもが散見された。そこで、MS-PowerPointのアニメーション機能を用いて子どもの表現をアニメーションによって視覚化し、解説するとともに、その表現によって説明可能である溶解現象があることを価値づけるようにした。

7. 学習場面での子どもの表現とその変容

（１）第1次における子どもの思考と表現

第1次において、子どもは水溶液の透明性、均一性を学習した。表2に示したように、子どもは水溶液の透明性に関する説明の際に、「かくれんぼ説」「一体化説」「とうめい説」「バラバラ説」という考えを絵図を用いて表現した。しかし、考察の共有場面において、「とうめい」になってるだけなら、触ったらざらざらしてる（児童2）」という子どもの発言から「とうめい説」は淘汰された。また、学習問題「見えなくなった食塩はまだ水の中にあるのか？」を理解するために、食塩を溶かした水溶液を加熱し蒸発させる実験を行うと、簡単に食塩が取り出せたことから「一体化して別のものになっているのではなく、かるく手を繋ぐように結びついているのでは（児童12）」という考えが表出し、「一体化説」も淘汰された。

（次時での「手繋ぎ説」という子どもの考えの萌芽となった。）水溶液の均一性を学習した際の学習問題「食塩やミョウバンはどこにあるの？」の考察場面においては、引き続き「かくれんぼ説」「バラバラ説」が表出し、新たに「一体化説」が変容した「手繋ぎ説」も表出した。

表2 単元途中(第1～3次)における主な子どもの思考・表現とその変容・統合(考察場面)

次	学習内容	表出した主な子どもの思考・表現(イメージ(モデル)図)			
	透明性	【かくれんぼ説】 	【一体化説】 	【とうめい説】 	【バラバラ説】
1	均一性	【かくれんぼ説】 	【手繋ぎ説】 	【バラバラ説】 	
2	溶解度	【かくれんぼ説】 	【手繋ぎ説】 	【入れ物説】 	
3	温度による溶解度の違い	【好き嫌い説】 	【かくれんぼ説+好き嫌い説】 	【入れ物説+好き嫌い説】 	

（２）第２次における子どもの思考と表現

第2次では、学習問題「決まった量の水に物が溶ける量には限りがあるのだろうか」の学習を通して溶質の溶解度を学習した。この学習問題の予想場面では「バラバラ説」「かくれんぼ説」「手繋ぎ説」に加え、水を人の腹や箱、乗り物等に見立てて考える「入れ物説」も子どもの考えとして表出した。予想場面では、「入れ物説」が正しい場合、溶ける量に限りがあることが納得できることを確認した。決まった量の水に食塩やミョウバンが溶ける量には限りはあることを実験で確かめた後の考察場面では、決まった量の水に溶ける物質の量に限りがあることについて説明することに限界が生じたため、「バラバラ説」は表出しなかった。

また、「入れ物説」は溶解度だけでなく、水溶液の透明性、均一性をも説明できることを確認した。（「かくれんぼ説」「手繋ぎ説」についても、同様な視点で確認した。）

(3) 第3次における子どもの思考と表現

第3次では、水の温度による溶解度の違いを学習するために、学習問題「水の温度を上げると溶ける量は増えるのか」の解決を行った。すると予想場面においては、多くの子どもが第4学年の「ものの温度と体積」で学習した命題「水はあたためると体積が大きくなる」を「かくれんぼ説」「手繋ぎ説」「入れ物説」に適用して、水を温めれば食塩もミョウバンも溶ける量は増えると考えていた。ほとんどの子

どもが食塩とミョウバンとを分けて考えることはなかった。しかし、実験後、「水の温度を上げるとミョウバンの溶ける量は増えるが、食塩はほとんど増えない」という結果を得た考察場面においては、食塩とミョウバンの違いを説明する必要が生じた。そこで、考察場面に入る前に、学級全体で意見の交流（議論）をすることにした。ここでは、ある児童が発した「サウナとか好きな人も嫌いな人もいる」という物質を擬人化する考え方や、それらを発展させた「好き嫌い説」（水を入れ物に、溶質を人に見立てた際の相性）も、子どもの考えとして表出した。

8. 第4次での子どもの思考と表現の分析

本研究で分析対象とした授業について、子どもの表現の分類から、子どもの科学概念の構築過程を述べていく。「考察場面において、子どもが実験結果の要因に着目し、比喩的表現を用いて推論・説明する」ことが出来たか否かを分析するために、第4次の考察場面における子どもの記述内容を、表3のⅠ～Ⅴのように5つの類型に分類した。各類型の子どもの表現から読み取れる子どもの科学的思考は以下の通りである。

類型Ⅰに該当する子どもは、「2種類の溶質（ミョウバン・食塩）が溶けた水溶液を冷却すると、ミョウバンは析出し、食塩はほぼ析出しない」という結果は理解できている。さらに、「食塩は冷たいのが平気だけど、ミョウバンは冷たいのが嫌いだから、隠れられなくなる」というように実験結果の要因について着目し、そのプロセスを説明するために比喩的表現を用いた表現をすることができていた。

類型Ⅱに該当する子どもは、類型Ⅰに該当する子どもと同様に、実験の結果は理解できている。しかし、実験結果が生じた要因ではなく、明らかになった事実（実験結果）のみに関心があり、事実を補足する絵図を書き入れて、自分の考えの根拠を示した表現をしていた。

類型Ⅲに該当する子どもは、類型Ⅰに該当する子どもに近い考えではあるが、自分の考

えを表現する際に必要な情報を欠いているために、言葉による説明が不足していた。また、類型Ⅳに該当する子どもは、類型Ⅱに該当する子どもに近い考えではあるが、自分の考えを表現する際に必要な情報を欠いており、言葉による説明が不足していた。

類型Ⅴの子どもは、類型Ⅰ～Ⅳに該当しない表現や無記入の子どもであり、実験結果の理解が不十分となっている可能性もある。

第1次より、子どもに各学習問題の考察場面において、実験結果の記述だけでなく、実験結果が生じたプロセスについても考えてみるように求めてきた。同時に、子どもの比喩的表現の意味を共有するようにしてきた。その結果、第4次の考察場面では、81.4%（48人）の子どもが実験結果の要因に着目し、それらについて推論し、説明することができた。また、類型Ⅲの15.3%（9人）の子どもも説明不足ではあったが、実験結果が生じた要因に着目し、それを推論・説明しようとする意思を読み取ることができた。さらに、この類型Ⅰに該当する子どもがどのような表現によって実験結果の要因を説明したかを分類した。表4は、表3の類型Ⅰに該当する子どもの表現を8つの類型（表4の類型A～G）に分類した。

表4から分かるように、最終的（考察議論後）に類型A～F（全体の78.0%; 類型Ⅰの95.8%）の表現をした子どもは、実験結果が生じた要因を説明するために、第3次までに表出していた「かくれんぼ説」「手繋ぎ説」等のモデル図（比喩的表現）を用いていた。そして、かくれんぼ説、手繋ぎ説に好き嫌い説を統合し表現した子どもの中でも、類型A、C（計39.0%）の子どもの表現は、冷却後にもミョウバンの一部は溶解したままである要因を自分なりに推論し説明できていた。

しかし、類型B、Dのように、かくれんぼ説、手繋ぎ説に好き嫌い説を統合して表現した子どもの中でも、「ミョウバンは冷水が嫌い、取り囲む水から出ていく」という説明に留まり、冷却した際に一部のミョウバンは析出せずに溶解したままであることを説明できない

表3 第4次の考察場面における子どもの思考と表現

類型	子どもの表現方法	割合(人数)	
		2019 年(49)	2020 年(59)
I	実験結果から明らかにした事実を説明するとともに、実験結果が生じた要因について推論し、説明している	10.2%(5)	81.4%(48)
II	実験結果を考えた根拠として説明している	73.5%(36)	—
III	実験結果が生じた要因について推論し、説明しようとしている	4.1%(2)	15.3%(9)
IV	実験結果を考えた根拠として説明しようとしている	10.2%(5)	—
V	その他	2.0%(1)	3.3%(2)

註) Vは問題に対する回答になっていないもの、無回答が含まれる

表4 第4次考察場面における子どもの思考・表現内容の類型と類型別割合(59名)

類型	子どもの思考と表現		割合(人数)	
			議論前	議論後
A	かくれんぼ説と好き嫌い説の統合	冷水と相性の悪いミョウバンは、徐々に取り囲む水から出てくる。しかし、出遅れたミョウバンは余った水にさらに取り囲まれて出ることができない。	—	30.5%(18)
B		冷水と相性の悪いミョウバンは、取り囲む水から出てくる。	37.2%(22)	15.3%(9)
C	手繋ぎ説と好き嫌い説の統合	冷水と相性の悪いミョウバンは、徐々に水との結合を解いて出てくる。しかし、分離遅れたミョウバンは余った水にさらに結合されて出ることができない。	—	8.5%(5)
D		冷水と相性の悪いミョウバンは、水との結合を解いて出る。	6.8%(4)	3.4%(2)
E	入れ物説と好き嫌い説の統合	冷たい入れ物(水)と相性の悪いミョウバンは入れ物(水)から出てくる。	25.4%(15)	16.9%(10)
F	好き嫌い説	冷水と相性の悪いミョウバンは水から出てくる。	22.0%(13)	3.4%(2)
G	冷却による水の体積の減少	冷却による水の体積の減少で、溶けきれなくなった分が出てくる	—	3.4%(2)
H	その他	無記入等	8.6%(5)	18.6%(11)

表現もあった。また、類型Eのように入れ物説に好き嫌い説を統合した表現や類型Fの表現は、冷却した際に食塩がほぼ析出せず、ミョウバンは析出することを説明することができるが、すべてのミョウバンが析出することになるため、実験結果の説明に限界が生じていた。類型Gでは、食塩とミョウバンとの再結晶の量の違いを説明できないことや、冷却による水の体積の減少は極めて小さいため、実験結果(すり切り8杯溶かしたうち6杯が析出したこと)を説明するには限界があった。

子どもが、類型B、Dにあるモデル図(比喩的表現)を共有し、実験結果と照合し、冷却後にもミョウバンは一部溶け残ることが説明できるように議論した。その結果、考察での議論後には表現を変容させ、議論の前にはなかった類型A、Cのような考えが表出した。

9. 比喩的表現の活用に関する子どもの意識

本研究の授業実践で表現の自由度を高めるために用いた比喩的表現に関する子どもの意識を把握するために、授業実践の3カ月後に表5のような質問内容で質問紙調査を実施した。この調査結果の一部を表6に示す。

表6に示したように、実験結果の要因を説明する際や他者の考えを聞く際に比喩的表現(モデル図)を活用することについて、子どもは肯定的に捉えていることが明らかとなった。

表5 質問紙の調査内容

質問	調査内容
1	モデル図を用いて自身の考えを表現することに関する質問(4件法と自由記述)
2	モデル図を活用した考えの発表を聞くことに関する質問(4件法)
3	〇〇説(比喩的表現)を活用して自身の考えを表現したことへの感想(自由記述)

表6 調査結果(質問1・質問2)

番号	質問	割合(人数)	
		肯定的	否定的
1 (1)	自分の考えを書くとき絵も書きましたがどうでしたか(大変か否か)	73.3% (44)	26.7% (16)
1 (2)	文だけで書くのと比べて絵も書くと説明しやすいですか	88.3% (53)	11.7% (7)
2 (1)	絵を見せながら説明してくれたことについてどう思いますか	98.3% (59)	1.7% (1)
2 (3)	〇〇説を使って説明してくれたことについてどう思いますか	96.6% (58)	3.4% (2)

一方でモデル図を作成することに大変さを感じている子どもも少なからず(26.7%)存在することも明らかとなった。

10. 成果と課題

(1) 研究目的1に関する成果と課題

表4から「2種類の溶質(ミョウバン・食塩)が溶けた水溶液を冷却すると、ミョウバンは一部析出し、食塩はほぼ析出しない」ことを説明する際に、モデル図(比喩的表現)を活用した子どもは78.0%存在した。また、質問紙調査の結果から88.3%の子どもがモデル図(比喩的表現)を活用した表現に肯定的に捉えていることが明らかとなった。以上のことから、モデル図(比喩的表現)の活用を促すことは、考察場面において実験結果(自然現象)が生じた要因を推論し表現するための手立てとして有効であったと考える。

一方で、26.7%の子どもが表現することが大変だったと回答していることから、比喩的表現(モデル図)の活用について継続的な指導を行うことや、モデル構築の際の留意点(絵を上手に書くことが重要なのではなく、他者に伝わりやすいように書くこと)を指導することが課題である。

(2) 研究目的2に関する成果と課題

小学校では「自然の事物・現象の性質や規則性などを把握する」ことを目指している。すなわち、現象面の理解を目指している。しかし、本研究において子どもたちは、モデル図(比喩

的表現)を活用することで、実験結果(自然現象)が生じた要因に着目し、推論することが出来た。また、子どもの表現と実験結果とを照合し、より妥当性の高い(ミョウバンが「一部のみ」析出することを説明できる)ものに変容させていくことが出来た。また、水溶液概念の深化について、子どもたちは「かくれんぼ説」等のモデル図を構築する過程で溶質と溶媒の関係を見出しており、中学校で学習する、溶質・溶媒概念の萌芽を見ることが出来た。しかし、他者のモデル図(比喩的表現)の意味を汲み取ることが出来ない子どもも、授業実践中に散見されたため、子どもが互いの表現の意図を共有できるような指導に課題が残った。

参考・引用文献

- レイコフ・ジョンソン(1986)『レトリックと人生』(渡部昇一・楠瀬淳三・下谷和幸監訳)、3-17、大修館書店。
- 松尾健一・樋口麻美・佐藤寛之(2016)「モデル作成と更新にみる子どもの物質概念の萌芽に関する考察」日本科学教育学会研究報告、30(4)、15-18。
- 文部科学省・国立教育政策研究所(2015)「平成27年度 全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」、https://www.nier.go.jp/15chousakekkahou_koku/hilights.pdf(accessed 2019.04.21)
- 文部科学省(2017)『小学校学習指導要領解説理科編』、12-19、東洋館出版社。
- 森本信也・尾崎幸哉(1996)「子どもの自然認識におけるメタファー表現の意味するもの」日本理科教育学会研究紀要、35(3)、1-7。
- 森本信也(1993)『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』、東洋館出版社、111-121。
- 齋藤祐一郎・黒田篤志・森本信也(2010)「科学概念構築における自覚性と随意性に寄与するメタファーの機能」日本科学教育学会研究会研究報告、24(3)、35-40。
- 佐藤寛之(2017)「子どもの表現(モデル図)から小中理科の接続を考える」教科研究理科、204、6-7。
- 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を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。
- 山本智一・柳澤真・神山真一(2019)「小学校中学年におけるアーギュメント構成能力の育成：『風やゴムのはたらき』の実践を通して」理科教育学研究、60(1)、71-84。