

児童が学習課題を捉え探究の過程を経る小学校理科授業の実践 —第5学年「水溶液」単元を例として—

石井 美法*・栢野 彰秀**

Minori ISHII・Akihide KAYANO

A Practical Study on Elementary School Science based on Learning Problem and Inquiry
—Through the 5th Grade Lessons on "Aqueous Solution"—

ABSTRACT

2020年度から小学校学習指導要領が全面実施となった。学習指導要領（理科）が意図する、これからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場を教師が設けた上で、探究の過程を経る小学校理科第5学年「水溶液」単元の単元計画を作成し、単元計画に基づいて授業実践を行い、行われた授業に検討を加えた。

探究の過程を経る単元計画を作成した上、作成した単元計画に基づいて、これからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場を含んだ探究の過程を経る授業実践ができた。特に、「ふしぎの探究」と「ふしぎの解決」を学習課題と結論とした単元計画が計画通り実施できた。

学習前後に児童が書いたイメージマップ（IM）に検討を加えたところ、学習後には日常生活の中で見られる溶解に関連する連想語だけ書き出されたのではない。理科授業で獲得が目指された水溶液の概念を中心として、学習内容である水の量と溶解度との関係、水の温度と溶解度との関係、再結晶に関する連想語も概ね書かれていた。筆者らが行った単元の授業は、科学の知識の獲得の面から妥当であったと考えられる結果が得られた。

【キーワード：探究の過程，学習課題，小学校第5学年，理科】

1. 問題の所在

2018年に出版された『小学校学習指導要領解説理科編』では、「資質・能力を育成する学びの過程についての考え方」において「課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動」という表現で探究の過程に基づく理科学習が強調された¹⁾。さらに教科の目標における「自然に親しみ」においては、「児童に自然の事物・現象を提示したり、…(中略)…する際には、そこから問題意識を醸成し、主体的に追究していくことが出来るように意図的な活動の場を工夫することが必要である。」と記載された²⁾。これらのことから小学校の理科授業においては、これからの学習課題を児童自らが把握できるような意図的な活動の場を教師が設けた上で、探究の過程を経る単元の授業が必要なことが導出できる。

上述した「これからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場」について園山（2018）は、単元の始まるの時間を使って、単元の学習内容に直接関連する自然の事象を子どもに見せた上、子どもが思ったふしぎや調べてみたいこと等を発表させ、それをもとに今後の学習課題を子ども自身に立てさせる取り組みを行っている³⁾。加えて、「探究の過程を経る単元の授業」について島根大学教育学部附属中学校理科部（2016, 2017, 2018）は、単元の学習に先立ち、学習課題と結論を捉え、探究の流れに基づく単元計画を作成して授業を行っている

る^{4, 5, 6)}。附属中学校理科部において取り組まれている文脈での理科学習は、既に栢野、勝部ら（2017）により、公立小学校においても実施可能なことが報告されている⁷⁾。

2020年度から新しい小学校学習指導要領が全面的実施に移された。本研究ではそれに先立って新しい小学校学習指導要領（理科）が意図する、1）これからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場を教師が設けた上で、2）探究の過程を経る小学校理科単元の授業を構想し、実践し、3）行われた授業に検討を加え、4）小学校学習指導要領の本格実施に備えたい、と考えたのが筆者らが本研究に取り組んだ問題意識である。

そこで本稿では、次の3点を報告することを目的とした。第一に、探究の過程を経る小学校授業に必要な単元計画。第二に、児童自らこれからの学習課題が把握できるような意図的な活動の場の実際。第三に、行われた授業の評価。である。

2. 単元計画の構想と授業実践

(1) これからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場の構想

この点については、園山（2018）及び山代・栢野（2020）の先行研究を参考にして構想した⁸⁾。

具体的には園山（2018）の先行研究を参考にして、単元学習の冒頭で、単元の学習内容に直接関連する自然の

* 倉敷市立大高小学校

** 島根大学学術研究院教育学系

2020年10月20日受付

2021年1月6日受理

事象を児童に実験させるよう構想した。物質を水に溶かす実体験を時間をかけて自由試行させるなどの実験を行わせることにした。園山（2018）の報告では、単元の学習内容に直接関連する自然の事象の実体験の後に、あれっと思ったことや不思議に思ったこと、調べてみたいこと等を子どもから出させて、子ども自身の言葉で学習課題を設定させている。本研究では、小学校第5学年を対象とした授業実践ということを考慮した。山代・栢野（2020）が報告しているように、単元の学習内容に直接関連する自然の事象の実体験の後に、あれっと思ったことや不思議に思ったこと、調べてみたいこと等を児童から出させる点までは同一である。だが、子どもに出させた後は教師が主導して学習課題として精選・収斂させることにした。児童には「学習課題」という言葉ではなく、「ふしぎ」という言葉を用いて提示した。

(2) 探究の過程を経る単元計画の構想

探究の過程を経る授業計画については、島根大学教育学部附属中学校理科部の教育実践（2016, 2017, 2018）及び、栢野、勝aura（2017）の先行研究を参考に構想した。

具体的には、学習課題である「ふしぎ」を児童自ら捉えるような活動の後、「ふしぎ」を探究して「ふしぎ」を解決する授業の流れとした。「ふしぎ」は必ず観察や実験を通して解決する流れとした。実験の前には可能な限り、実験の方法や方針を考えさせる場面を設けた。実験後は、実験結果からいえることを考えた後、「ふしぎ」の解決につながるまとめの活動（ふしぎの解決）を設けた。

(3) 作成した探究の過程を経る単元計画

本章(1), (2)に基づいて構想し作成した単元計画を表1に示した。

表1の見方を説明する。表1において斜体文字で示された箇所が学習課題を児童に把握させる意図的な活動の場である。網掛け白抜き文字で示された部分とそれにはさまれた箇所が、「ふしぎ」を児童自ら捉えるような活動の後、「ふしぎ」を探究して「ふしぎ」を解決する授業の流れとなる。明朝体文字で示された箇所が、実験の方法や方針を考えさせる活動である。**POP体文字**で示された箇所が実験である。「実験する」以降の授業の流れが、実験結果からいえることを考えた後、「ふしぎ」の解決につながるまとめの活動（ふしぎの解決）となる。このようにして、探究の過程を経る学習活動の保証に努めた。

なお、表1に示された「ふしぎの探究Ⅰ～Ⅵ」については、授業者が単元計画作成時に児童がこのような「ふしぎ」を出すであろうという暫定的な「ふしぎ」ではなく、本授業実践において児童から出された「ふしぎ」が記載されている。

(4) 単元計画に基づいて行われた授業の概要

授業実践は松江市内公立A小学校第5学年1クラス27

人を対象に、2019年11月初旬から12月初旬にかけて行われた。授業実践の対象となった単元は「物のとけ方」単元である。使用教科書は、東京書籍版小学校理科教科書『新編新しい理科5』（2019）である。授業時数は東京書籍HPに掲載された標準時間数を1時間下回る14時間であった。

3. これからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場の実践と児童が見いだした学習課題

(1) 意図的な活動の場の実践

表1において斜体文字で示された1, 2時間目「ふしぎの把握」に相当する。

2時間続きの授業の冒頭で、「日常生活で「とける」という言葉はどんなときに使いますか？」と発問した。児童は「氷」「雪」「アイス」「さとう」「しお」「鉄」「プラスチック」等と答えた。児童の発言を「氷、雪、アイス」「さとう、しお」「鉄、プラスチック」と分類して板書した。板書を示しながら、「先生はどうして黑板にこのように分類して書いたのでしょうか？」と発問して児童に考えさせた。すると、児童から「氷、雪、アイスは自然にとける」「さとう、しおは何かとまぜる」「鉄、プラスチックは熱でとける」という発言があった。「とける」という言葉も、さまざまな使い方があることに児童は気づいた場面であった。そこで、本単元で言う「とける」という言葉は、砂糖や塩の場合に当てはまることを児童に伝えた。

「食塩を水に入れて溶かしてみよう」という実験の課題を児童に与え、水の量（300mlビーカーの半分程度）と使用してよい実験器具（ビーカー、食塩、ガラス棒、計量スプーン、葉さじ、スポイト）、実験時間（10分）だけを指示し、水の量や溶かす食塩の量、使用する器具の選択は班の意思に任せた。どの班もビーカーを用いて150mlの水を正確に量り取ろうとしていた。最初はどの班も食塩を少しずつ入れて溶かしていたが、一つの班が全部の食塩を入れると、他の班もそれに倣い全部の食塩を入れて混ぜていた。食塩は150ml程度の水には溶けきれないくらいの多量が配ってあったので、どの班も全部の食塩が溶けきらずに、ビーカーの下にたまっていた。

10分間の後、各班に「（食塩は）とけましたか？」と尋ねた。するとどの班も「溶けていない」と返答した。もう一度最初から実験したいという希望がほとんどの班から出されたので、「どうしたら食塩を残さずに溶かすことができるか」について班で話し合いを行わせた。話し合いの後10分間の時間を与えて、再実験を行わせた。再実験終了後に、第1回目の実験と第2回目の実験結果を各班に発表させた。

自分の班の実験結果と他の班の実験結果を踏まえて、「不思議に思ったこと」や「分かったこと」「やってみみたいこと」をノートに書くように指示した（*）。十分に時間を取った後、ノートに書いたことを発表させた。児童の発表の中に「とけるとはどういうこと？水になるの？」という発表があったため、「全部とけたと言った

表1 単元計画

次	時間	授業の流れ	授業展開の概要		
1	1, 2	ふしぎの把握	考え・発表する	日常生活の中で「とける」という言葉をどんな場面で使うのか考え・発表する	
			実験の課題を聞く	食塩を水に入れて溶かす実験の説明を聞く(実験方法の指定はしない・使う器具の指示だけ行う)	
			実験する	食塩を水に入れて溶かす実験を行う	
			発表する	実験結果を発表する(食塩は全部とけずに下に残った)	
			実験計画を考える	どうすれば食塩を全部とけさせるのか班で考える	
			実験する	各班で考えた実験を行う	
			発表する	各班で考えた実験の結果を発表する	
			考え・発表する	不思議に思ったこと・分かったこと・やってみたいことを考え・発表する	
			実験の説明を聞く	コーヒーシュガーを水に入れてとけず実験の説明を聞く	
			実験する	コーヒーシュガーを水に入れてとけず実験を行う	
			発表する	実験結果を発表する(コーヒーシュガーが見えなくなった・水に色がついた)	
			教えてもらう	「とける」とはどういうこと(透明・均一・質量保存)か教えてもらう・「水よう液」という科学の知識	
3	ふしぎの探究 I	ふしぎを捉える	前時書きだした不思議に思ったことなどを先生がまとめた結果(6つのパターン)を聞く(**)		
		学習課題を捉える	物(食塩)の溶解(透明・均一)に関する学習課題(ふしぎ)を捉える		
		どうやって食塩はとけていく?、食塩を混ぜたときに見えたもやもやは何だろうか?、どうしてももやもやはできるの?			
		演習を見る	シュリーレン現象を観察する		
		発表し・まとめる	観察結果を発表し、まとめる(食塩のつぶが水の中で見えなくなるほど小さくなって、液全体に広がりながらとけてすきとおった)		
		学習課題を捉える	物(食塩)の溶解(質量保存)に関する学習課題(ふしぎ)を捉える		
		食塩を混ぜると水になる?、食塩をたくさん入れると水の量がふえる?			
		考え・発表する	ふしぎを解決するためには何を調べれば(重さ)いいのか班で考え・発表する		
		ふり返る	前時行った、ふしぎを解決するためには何を調べれば(重さ)いいのかについてふり返る		
		実験の説明を聞く	食塩を水に入れてとけず実験の前で実験器具を含んだ全体の質量を測る実験の説明を聞く		
		実験する	実験の前で水溶液の質量を測る実験を行う		
		発表する	実験結果(実験前Og、実験後Δg)を発表する		
考え・発表する	実験結果からいえることを考え・発表する(実験前と実験後の重さは同じ)				
確認する	実験の目的(水にとけず前と水にとけた後の食塩の重さを比べよう)に照って確認する				
4	ふしぎの探究 II	考え・発表する	水にとけず前と水にとけた後の食塩の重さは変わらない		
		演習を見る	物(食塩・ミウパン)をとけず前後の水よう液の質量を測る再度の演習実験を見る		
		確認する	水にとけず前と水にとけた後の食塩やミウパンの重さは変わらない		
		まとめる	物は水に投げて見えなくなっても重さが変わっていないことから、なくなっていない		
		考える	まとめたことを粒のモデルで考える		
		ふしぎの探究 III	どれくらい水にとける?、少しずつ入れると食塩は全部とける?		
		予想する	物が水にとける量には限りがあるのか、予想する		
		実験の方針を考える	教科書を見ながら、何を調べて何を調べない実験をすればいいのか班で考える		
		発表する	班で考えた実験方法(水の量は50mlで変えない、溶かす物の量を変える)を発表する		
		実験の説明を聞く	水の量を変えずにとけず物(食塩・ミウパン)の量を変える実験の説明を聞く		
		実験する	水の量を捉えずにとけず物の量を捉える実験を行う		
		発表する	実験結果(食塩O杯とけた、ミウパンΔ杯とけた)を発表する		
考え・発表する	実験結果からいえることを考え・発表する(食塩やミウパンはとける量に限りがある・食塩とミウパンではとける量に違いがある)				
5	ふしぎの解決 I	まとめる	物によって、水にとける量には違いがある		
		ふしぎを捉える	今以上、物を水にとけず方法(水の量をふやす・お湯で実験する)を考え・発表する。		
		食塩のとけ方は水の量と関係してる?、水の量を増やして食塩をとけてみたい			
		実験の方針を考える	水の量を変える実験に着目して、何を調べて何を観察して何を測るのか班で考える		
		発表する	水の量が100mlと150mlのときの食塩とミウパンがとける量を測る		
		実験する	水の量が100mlと150mlのときの食塩とミウパンがとける量を測る実験を行う		
		発表する	実験結果(食塩は水の量をふやすととける量も増えたけど、ミウパンはあまり増えなかった)を発表する		
		考え・発表する	実験結果からいえることを考え・発表する(食塩やミウパンはとける量に限りがある・食塩やミウパンではとける量に違いがある)		
		6	ふしぎの解決 II	まとめる	水の量をふやすと、物が水にとける量も増える
				ふしぎをふり返る	今以上、物を水にとけず方法(水の量をふやす・お湯で実験する)のお湯で実験する考え
				お湯でとけたい!	
				実験の説明を聞く	水の温度を上げて食塩やミウパンがどれだけとけるか確かめる実験の説明を聞く
実験する	水の温度を上げて食塩やミウパンがどれだけとけるか確かめる実験を行う				
発表する	実験結果(食塩は温度を上げてあまり変わらない・ミウパンは温度を上げるととける量はすごく増えた)を発表する				
まとめる	水の温度を上げたときの物が水にとける量の変化は、とけずのものによってちがう				
7, 8	ふしぎの探究 III			観察する	実験後に放置して水温が下がったビーカーを観察する
				観察する	実験後に放置して水温が下がったビーカーを再度観察する
				発表する	観察結果(食塩がとけたビーカーには食塩のつぶつぶが出ていた・ミウパンがとけたビーカーにはミウパンの大きなつぶつぶが出ていた)を発表する。
				考え・発表する	とり出せた物の上にある水よう液にはもう何もとけていないのか?何かある
				実験の方針を考える	水よう液を冷やす実験を行えば良いことに気付く
		実験の説明を聞く	水溶液を冷やしてビーカーを冷やす実験の説明を聞く		
		実験する	水よう液を冷やしてビーカーを冷やす実験を行う		
		発表する	実験結果(食塩の水よう液を冷やしても食塩はほとんどとり出せない・ミウパンの水よう液を冷やすととけていたミウパンをとり出せた)を発表する		
		考える	食塩の水よう液にはもう食塩が入っていないのか、考える		
		実験の方針を考える	食塩の水よう液に食塩が入っていることを確かめる実験の方法を考える		
		9, 10, 11, 12	ふしぎの探究 IV	食塩水をつぶとうさせて、食塩は残る?	
				実験の説明を聞く	食塩またはミウパンがとけた水よう液を加熱する実験の説明を聞く
実験する	水よう液を加熱する実験を行う				
発表する	実験結果(加熱すると食塩水からもミウパンの水よう液からも食塩やミウパンがとり出せた)を発表する				
まとめる	水よう液の水をじょうろでとけると水にとけていた物をとり出すことができる				
13, 14	ふしぎの探究 V			観察する	実験後に放置して水温が下がったビーカーを観察する
				発表する	観察結果(食塩がとけたビーカーには食塩のつぶつぶが出ていた・ミウパンがとけたビーカーにはミウパンの大きなつぶつぶが出ていた)を発表する。
				考え・発表する	とり出せた物の上にある水よう液にはもう何もとけていないのか?何かある
				実験の方針を考える	水よう液を冷やす実験を行えば良いことに気付く
				実験の説明を聞く	水溶液を冷やしてビーカーを冷やす実験の説明を聞く
				実験する	水よう液を冷やしてビーカーを冷やす実験を行う
				発表する	実験結果(食塩の水よう液を冷やしても食塩はほとんどとり出せない・ミウパンの水よう液を冷やすととけていたミウパンをとり出せた)を発表する
		考える	食塩の水よう液にはもう食塩が入っていないのか、考える		
		実験の方針を考える	食塩の水よう液に食塩が入っていることを確かめる実験の方法を考える		
		食塩水をつぶとうさせて、食塩は残る?			
		実験の説明を聞く	食塩またはミウパンがとけた水よう液を加熱する実験の説明を聞く		
		実験する	水よう液を加熱する実験を行う		
発表する	実験結果(加熱すると食塩水からもミウパンの水よう液からも食塩やミウパンがとり出せた)を発表する				
まとめる	水よう液の水をじょうろでとけると水にとけていた物をとり出すことができる				

ビーカーの中には食塩があるのですか？」と発問した。一人の児童が「なくなってはないと思う。」と発言したので、「確かめるにはどうやって調べればいいですか？」と発問した。児童からの発言はなかった。

色つきのコーヒーシュガーを児童に見せ、計量スプーンでコーヒーシュガーを量り取り、水に溶かした時の変化を観察するよう指示し、実験を行わせた。実験終了後に結果を発表させた。「コーヒーシュガーは見えなくなった。」「水に色がついた」等の結果が発表された。そこで、「ビーカーの中のコーヒーシュガーはどうなりましたか？」と発問したが、児童は自信を持って答えることはできなかった。そのため、次の時間にはこのことを調べると伝え、次回の授業の学習課題を捉えさせた。

その後、今日の授業で使っていた「とける」という言葉はどういう意味を持つのか教科書の記述から探すように指示した。その後、水溶液に関する3つの定義を教科書を参照させながら児童に説明した。

(2) 児童が見いだした学習課題

第1, 2時間目に行った食塩を水に溶かす二度目の実験が終わった後、児童に「不思議に思ったこと」や「分かったこと」、「やってみたいこと」をノートに書かせた(本節(1)において(*)印が付された箇所)。クラスの児童全員のノートに書き出された文章記述を授業者が読み、本単元の学習課題等に相当する文章を選び出し、分類を加えた。表2には、児童が書きだした学習課題等に相当する「ふしぎ」等とその分類、学習内容との関連が示されている。

表2のように分類された「ふしぎ」等を第3時間目の授業の冒頭(表1中に**)が示された箇所)で児童に示した。なお、児童にはI~VIに分類された「ふしぎ」が書き込まれた色つきの画用紙で提示した。そして、これ以降の授業ではI~VIの「ふしぎ」等を解き明かしていくことを子どもに伝えた。表1の網掛け白抜き文字で

示された部分とそれには含まれた授業の流れ(ふしぎの探究~ふしぎの解決)に相当する。

4. 行われた授業の評価

(1) 授業評価方法

授業評価は、学習前後に児童に書かせたイメージマップ(以降、IMと略)に検討を加えて行った。IMはマップに書き出された連想語に検討を加えることで、学習の目標となることからや学習内容を表している言葉が出ているか否か、それらの言葉の関係づけが適切に行われているか等、学習の目標が達成されているかどうかを評価できる⁹⁾。

図1には、IMの例が示されている。

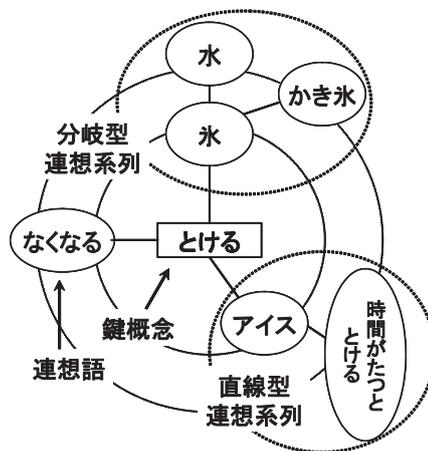


図1 IMの例

図1中に示された「とける」は鍵概念という。児童は鍵概念「とける」からイメージしたり連想したりした言葉を同心円上に書く。鍵概念からイメージしたり連想したりして書き出した言葉は連想語という。書きだした連想語はだ円で囲み、鍵概念と連想語及び、連想語どうしは実線で結ぶ。点線で囲まれた部分は連想系列という。

表2 児童が書きだした「ふしぎ」等

分類	児童から出された「ふしぎ」等	学習内容
I	どうやって食塩はとけていく？	水溶液の概念
	どうしてもやもやはできるの？	
	食塩を混ぜたときに見えたもやもやは何だろう？	
II	食塩を混ぜると水になる？	
	食塩をたくさん入れると水の量がふえる？	
III	どれくらい水にとける？	
	少しずつ入れると食塩は全部とける？	
IV	食塩のとけ方は水と関係してる？	水の温度と溶解度
	水の量を増やして食塩をとかしてみたい	
V	お湯でとかしたい！	再結晶
VI	食塩水をふつとさせて、食塩は残る？	

(2) IMの検討

① 連想語とその数及び連想語のまとまりの特徴

26人の児童が学習前後に鍵概念「とける」から連想した連想語数とその変化を図2に示した¹⁰⁾。

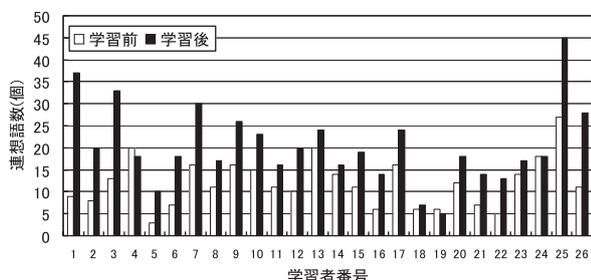


図2 児童毎の学習前後に書き出した連想語数

図2をもとに、児童一人が学習前後に書きだした連想語数の平均値を計算した。学習前12.0、学習後20.4であった。これらの値に *t* 検定を加えたところ、学習後には有意に増加した ($t(25) = 6.2, p < 0.01$)¹¹⁾。

学習前後のIMに書き出された連想語が、表2に示された単元の学習内容の4つのまとまり(「水溶液の概念」, 「水の量と溶解度」, 「水の温度と溶解度」, 「再結晶」)のうち、どれに分類されるか検討を加えた。連想語の分類に当たっては、単元で学習する科学の知識だけではなく、実験の際に使用した器具やノートへの書き込みなどの単元の授業に関連する言葉も児童の学習経験と捉え、学習内容に分類した。これ以降、学習内容のまとまりは「サブカテゴリー」と記載する。さらに、4つのサブカテゴリーはまとめて主カテゴリー「学習内容」と名付けた。主カテゴリーに分類されなかった連想語は、主カテゴリー「学習内容外」として分類した。表3には、各カテゴリーに含まれる主な連想語が示されている。

児童が授業前後に書き出した連想語が、主カテゴリー「学習内容」を構成する4つのサブカテゴリーと主カテゴリー「学習内容外」のどれに属するか数え上げ、図3に示した。

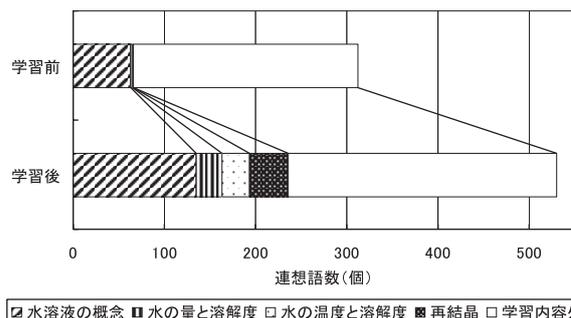


図3 学習前後に各カテゴリーに書き出された連想語数

図3より、学習前は主カテゴリー「学習内容」に含まれる連想語数は66であり、全体の21.2%を占めていたが、学習後には236となり、全体の44.5%を占めたことが分かる(以降、66→236, 21.2%→44.5%と表記する)。同様に、主カテゴリー「学習内容外」に含まれる連想語数は246→294, 78.8%→55.5%であることが分かる。

主カテゴリー「学習内容」に含まれる連想語について、児童一人当たりが書きだした個数の平均値を計算したところ、学習前2.5、学習後9.1であった。これらの値に *t* 検定を加えたところ、学習後には有意に増加した ($t(25) = 5.3, p < 0.01$)。

これらのことから次の2点がいえる。第一に、学習前には、児童は単元学習には直接関連しない連想語を多く書き出していた。第二に、学習後にも単元学習に直接関連しない連想語を多く書き出す傾向は依然として残されるが、主カテゴリー「学習内容」に関する連想語も多く書き出した。

② 主カテゴリー「学習内容」に書き出された連想語の特徴

図2に基づいて表4には、主カテゴリー「学習内容」を構成する4つのサブカテゴリーに学習前後に書き出された連想語数が示されている。

表4より、学習前、児童はほぼ「水溶液の概念」に含まれる連想語だけを書き出していたことが分かる。学習後は、「水溶液の概念」に関連する連想語を中心に、概ね4つの学習内容に関連するサブカテゴリーに属する連想語を書き出したことがわかる。

表3 カテゴリーと含まれる主な連想語

カテゴリー		含まれる主な連想語
主	サブ	
学習内容	水溶液の概念	えき体 食塩 しお さとう 物 シュリーレンげんしょう どうめい色がある 水よう液 すきとおる 見えなくなる 体積 まざる まぜる
	水の量と溶解度	ミョウバン 水の量をふやす 限りがある
	水の温度と溶解度	あたためる 60℃ お湯 とける量ふえる 温度
	再結晶	じょう発 はじける ろ過 かたまり つぶ けっしょう
学習内容外		アイス 氷 雪 プラスチック 金属 てっ かたい 火

表4 主カテゴリー「学習内容」を構成する4つのサブカテゴリーに学習前後に書き出された連想語数

学習内容 \ 時期	学習前	学習後
水溶液の概念	63	135
水の量との関係	2	28
水の温度との関係	1	30
再結晶	0	43

そこで、主カテゴリー「学習内容」を構成する4つのサブカテゴリーのうち、幾つのサブカテゴリーに属する連想語を児童が学習前後に書き出したかについて検討を加えた。一人の児童が書き出した学習内容に関連する連想語が、幾つのサブカテゴリーに含まれているのか数え上げ、その平均値を計算した。学習前は1.0、学習後は2.5であった。これらの値に t 検定を加えたところ、学習後は有意に増加した ($t(25) = 6.5, p < 0.01$)。

これらのことから、学習前は「水溶液の概念」を中心とする連想語で鍵概念「とける」を捉えていた。学習後においては、「水溶液の概念」に加えて、概ね全員の児童が「再結晶」に関連する連想語を書き出したとともに、「水の量と溶解度」または「水の温度と溶解度」のいずれかのサブカテゴリーに関連する連想語がつけ加えられたと捉えられる。

③ 主カテゴリー「学習内容外」に分類された連想語の特徴

1) 固体が融けるイメージの連想語

本節①において、児童は学習前後とも主カテゴリー「学習内容外」に関連する連想語を多く書き出していたことを述べた。では、児童は学習前後に主カテゴリー「学習内容外」にどのような特徴を有する連想語を書き出していたのであろうか。この点に検討を加える。

IMを作成する際には、鍵概念から直接連想した言葉を最も内側の同心円上に連想語として書きだした後、それ以降の同心円上に書き出す連想語をイメージする。すなわち、鍵概念から一番近い最も内側の同心円上に、鍵概念として書かれた言葉に最も依存するイメージの連想語が書き出される。

最も内側の同心円上に書き出された連想語（学習前91、学習後117）に詳細に検討を加えると、学習前のIMには、「氷」という言葉が26みられた（以降、(26)と略）、「アイス」(6)、「プラスチック」(5)、「雪」(4)等の固体または固体状の物が“融け”て液体または液体状になるとイメージしたと考えられる連想語が少なからず見られた。加えて、学習前のIMには、「しお」(3)、「さとう」(3)等の水に固体が“溶け”るとイメージしたと考えられる連想語が少ない。

この点を確かめるために、固体が融けるイメージの連想語を学習前後で数え上げた。学習前は児童一人当たり平均2.2書きだしていた。学習後は1.7であった。これら

の値に t 検定を加えたところ、学習後は有意傾向が認められる程度に減少した ($t(25) = 1.9, p < 0.1$)。同様に、水に固体が溶けるイメージの連想語は、学習前は0.7、学習後は2.7であった。これらの値に t 検定を加えたところ、学習後は有意に増加していた ($t(25) = 4.6, p < 0.01$)。

これらのことから、学習前の児童は鍵概念「とける」から水に固体が溶けるイメージよりもむしろ、固体が融けて液体になるイメージを有していたといえる。学習後は、学習内容である水に固体が溶けるイメージの連想語がふえる傾向を示すといえる。

2) 連想ゲームのようなイメージの連想語

学習前後に児童が書いたIMを詳細に見ていると、鍵概念または前に書きだした連想語から次々とイメージした連想語を連続的に書き出したと思われる連想語の並び、すなわち連想ゲームのような感覚で書きだされたと思われる連想語の並びが少なからずみられた。そこで、主カテゴリー「学習内容外」に分類された連想語が4つ以上直線的に並んでいる箇所とそこに書き出された連想語数を数え上げた。学習前は11箇所60（学習前に書き出された連想語総数の24.4%）、学習後は14箇所116（学習後に書き出された連想語総数の39.5%）みられた。

このことから、学習前に書き出された連想語総数の約1/4は、連想ゲームのような感覚で書き出された連想語と考えられ、学習後もその数、割合とも増加していることが分かる。

5. おわりに

単元計画を作成した上、作成した単元計画に基づいてこれからの学習課題を児童自ら把握できるような意図的な活動の場を含んだ、探究の過程を経る授業が実践ができた。特に、学習課題（ふしぎの探究）と結論（ふしぎの解決）をセットにした単元計画が計画通り実施できた。この面からは、筆者らが設定した第一及び第二の目的は達成できたと考えられる。

学習前後に児童が書いたIMに検討を加えたところ、学習後には日常生活の中で見られる溶解に関連する連想語だけが書き出されたのではない。単元の授業で獲得が目指された水溶液の概念を中心として、学習内容である水の量と溶解度との関係、水の温度と溶解度との関係、再結晶に関する連想語も概ね書かれていた。この面から筆者らが行った単元の授業は、科学の知識の獲得の面から第三の目的を達成したと考えられる。

これらの面からは、筆者らが設定した本研究の目的を十全に達成できたと考えられる。本稿で提案した文脈での理科授業を学年と対象単元を広げて今後も行っていく価値があると考えられる。

しかし、第二の目的については今後検討を加えるべき課題が残された。なぜならば、本授業実践では先行研究である山代・栢野（2020）の段階に留まっており、園山（2017）の取り組みにまで至っていないからである。本研究では、意図的な活動の場を設けて、単元の学習内容

に直接関連する自然の事象の実体験の後に、あれっと思ったことや不思議に思ったこと、調べてみたいこと等を児童から出させて、発表させて全体で共有まではさせている。だが、その後は教師が主導して学習課題として児童に提示する流れとした。単元学習の導入すなわち2時間の「ふしぎの把握」の時間配分に工夫を加えて、児童から出されたふしぎを取り上げて、児童同士で互いに話し、何を思い、考えているのか共有させる時間を持ちたい。この活動が導入できれば、今回の授業実践よりもさらに児童が自ら課題を捉えることができるようになることが期待される。小学生という段階を考慮しながら、この点の授業展開の検討が課題として残された。

謝辞 授業実践の際に多方面からご支援をいただいた松江市立古志原小学校の喜多川昭博先生に感謝いたします。

註

- 1) 文部科学省:『小学校学習指導要領解説理科編』,p.6, 2017,東洋館出版社.
- 2) 同上書,p.12,2017.
- 3) 園山裕之:「生徒自身が科学的に探究するための課題を設定する理科学習」,『理科の教育』,2018年10月号,pp.31-33,東洋館出版社.
- 4) 島根大学教育学部附属中学校理科部:『実践事例集～平成27年度の取組～』,2016.
- 5) 島根大学教育学部附属中学校理科部:『理科実践事例集～平成28年度の取組～』,2017.
- 6) 島根大学教育学部附属中学校理科部:『理科実践事例集～平成29年度の取組～』,2018.
- 7) 栢野彰秀, 勝部翔太郎, 野崎朝之, 大山朋江, 園山裕之:「子どもが課題を捉え探究の結果としての結論が見える小学校理科授業の試行」,『島根大学教育学部紀要』,Vol.51,pp.13-22,2017.
- 8) 山代一成, 栢野彰秀:「学習課題を把握させる単元学習の導入」,『学校教育実践研究』,Vol.3,pp.13-22,2020.
- 9) 栢野彰秀, 山王憲雄, 柴一実, 田中春彦:「エネルギー・環境教育的アプローチを導入した高等学校化学に関する実践的研究」,『科学教育研究』,Vol.24,No.1,pp.40-48,2000.
- 10) 欠席が1名いたため、学習前後にIMを書いた児童は26名となる。
- 11) 検定にはjs-STAR (<http://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/freq/2x2.htm#>) に記載されたソフトウェアを用いた。