

# 小学校理科における足場かけとして発問を用いた 授業デザインに関する研究 —溶解概念の指導に着目して—

## Study on Instructional Design Introducing Teachers' Questions that Work as Scaffolding in Elementary School Science: Focus on Teaching of Dissolution

宮下 蒼\*・内海 志典\*\*

MIYASHITA Aoi\* and UTSUMI Yukinori\*\*

\*岐阜大学大学院教育学研究科・\*\*岐阜大学教育学部

\* Graduate School of Education, Gifu University and \*\* Faculty of Education, Gifu University

### 要約

理科の授業における小学校教師の役割の1つは、児童の概念変化を支援することである。児童の学習の目標を達成させるための支援の1つとして足場かけがあり、足場かけの1つに発問がある。

本研究では、宮下・内海(2020)が導出した児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を導入した小学校理科における授業デザインについて検討することを目的とした。授業デザインについては、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を導入することで、児童の物のとけ方に関する概念変化の支援を図った。

**キーワード:** 発問, 概念変化, 足場かけ, 小学校理科

**Key Words:** teachers' questions, conceptual change, scaffolding, elementary school science

### 1. はじめに—問題の所在と研究の目的—

『小学校学習指導要領解説 理科編』では、児童が、問題解決の過程を通して、あらかじめもっているイメージや素朴な概念などを、より妥当性の高いものに更新し、自然の事物・現象の性質や規則性などを把握することを教科の目標の1つにしている(文部科学省, 2018)。

Pine, Messer & John (2001) は、小学校教師の役割は、子どもの素朴概念をまとまりのある概念へと体系化することであると指摘している。Duit (1999) は、「概念変化」が、子どもの素朴概念を学習すべき科学的概念へ変化させる学習経路であると指摘している。また、Howe, Devine & Tavares (2013) は、概念変化が、学校における理科の授業の中で支援される必要があることを指摘している。

以上のことから、小学校教師の役割として、児童の素朴概念を学習すべき科学的概念へと変化させる概念変

化を支援することであるといえる。

概念変化を支援する方法に関して、沖野・菅河・松本(2018)は、浮力に関する科学的知識を構築する際に、(i)素朴概念の自覚化を促す、(ii)認知的葛藤を喚起する、(iii)科学的概念の汎用性を実感させるという3段階の支援を、授業の場面で設定することが有効であると述べている。また、白敷・小川(2013)は、教師が子どもの生活的概念を呼び起こし、適度な困難さのある発問をし、適切なタイミングを計らって「教材」、「言葉」、「方法」を提示することで、子どもが科学的概念への意識化を図りうることを示唆している。

教師の支援について、黒田・森本(2015)は、授業を成立させる上で、教師が行う支援の中心が足場づくりであることを述べており、また、Kawalkar & Vijapurkar (2013)は、足場かけの重要な構造として、発問と助言があると述べている。

また、Kawalkar & Vijapurkar (2013)は、観察・

実験<sup>1)</sup>の授業における発問の種類分類を行っている。

これらを踏まえ、宮下・内海 (2020) は、概念変化が生じている理科の授業において、どのような場面で、どのような発問が、どのように児童の学習の足場かけとして機能しているかについて、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が指摘した観察・実験の授業における発問の種類分類を用いることで、明らかにしている。しかしながら、小学校理科における授業デザインの具体的な検討は行っていない。

そこで本研究では、概念変化が生じている理科の授業において、宮下・内海 (2020) が導出した、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を導入した、小学校理科における授業デザインについて検討することを目的とした。

これらの知見をもとに、小学校理科における授業デザインに導入する際の児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を表1に示す。

**表1 児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点**

(宮下・内海, 2020 を一部改変)

- ・授業における発問は、児童に必要な実験の結果を認識させ、児童の考えを引き出し、その考えをもとに話し合いを行わせ、児童を正しい科学的な考えに導く授業展開を行う。
- ・認知的要求を高めていくように足場かけとなる発問を行う。
- ・児童の理解状況が芳しくない場合、認知的要求を下げた発問を行う。

## 2. 児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点

宮下・内海 (2020) は、概念変化が生じている理科の授業において、どのような場面で、どのような発問が、どのように児童の学習の足場かけとして機能しているかについて、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が指摘した観察・実験の授業における発問の種類分類を用いることで、次の3点について明らかにしている。

- (1) 児童の概念変化が生じた授業では、授業の展開は、図1に示す Kawalkar & Vijapurkar (2013) が整理した観察・実験の授業における発問のつながりの順にはほぼ進行していた。
- (2) 教師は意図した授業の目標を達成するために、認知的要求を高めていくように足場かけとなる発問を行っていた。
- (3) 児童の理解状況が芳しくない場合、認知的要求を下げた発問を行う場面も見られた。

## 3. 授業デザイン

### 3.1 単元計画

小学校第5学年で学習する単元「物のとけ方」の授業を事例として、児童が持っていると考えられる「物が水に溶けるとなくなってしまう」という素朴概念が「物が水に溶けても水溶液中に存在している」という科学的な考えに変化する概念変化を支援するために、表1に示した児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を導入した授業をデザインした。その単元計画の概要を表2に示す。単元「物のとけ方」は全10時間で構成する。なお、網掛けで示した授業が、表1に示した児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を導入した授業である。

### 3.2 授業展開

授業展開は、中央教育審議会 (2016) が提示している「自然事象に対する気付き」、「問題の見だし」、「予

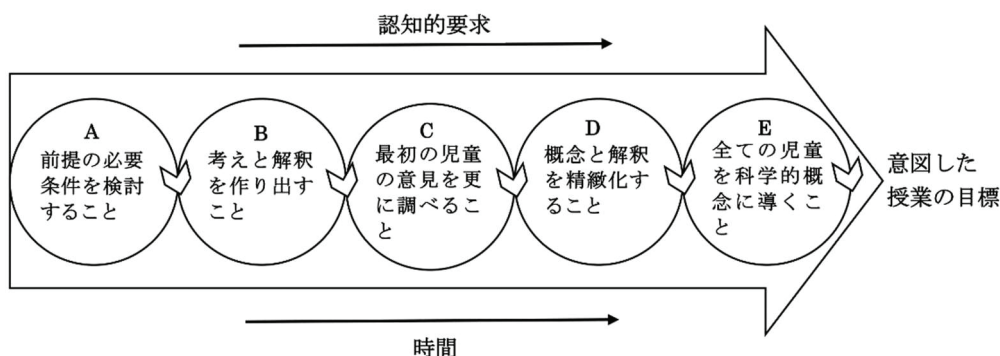


図1 観察・実験の授業における発問のつながり (Kawalkar& Vijapurkar, 2013)

表2 小学校第5学年の単元「物のとけ方」の単元計画 (筆者作成)

小単元	時数	課題	活動内容	まとめ
水にとけるとはどのようなことだろう	1 ・ 2	水に「とける」とは、どのようなことだろう。	・食塩や砂糖などを水に溶かす様子を観察する。	・「とける」とは、とかした物が見えなくなり、液がすき通って見えることである。 ・物が水にとけた液を「水よう液」という。
水にとけた物はなるのだろうか	3	水にとかした食塩は、なくなってしまったのだろうか。	・飽和食塩水を加熱し、水溶液の水のみを蒸発させる実験を行う。	・食塩を水にとかしても、食塩はなくなるらない。 ・物がとけている水よう液を加熱し、水のみをじょう発させると、とけている物を取り出すことができる。
	4	水にとかした食塩は、どうなったのだろうか。	・食塩を溶かす前と食塩を溶かした後の水溶液の重さを量り、比較する実験を行う。	・食塩を水にとかしても、食塩はなくなるらない。 ・食塩は水にとけても、重さは変わらない。
食塩が水にとける量には、かぎりがあるのだろうか	5 ・ 6	食塩を水にかぎりなくとくことはできるのだろうか。	・食塩を溶かす水の量を変える実験を行う。 ・水の温度を変えて、実験を行う。	・食塩をとく水の量をふやすと、食塩のとける量もふえる。 ・水の温度を変えても、食塩のとける量はあまり変わらない。
物によってとけ方はちがうのだろうか	7 ・ 8	ミョウバンを水にかぎりなくとくことはできるのだろうか。	・ミョウバンを溶かす水の量を変える実験を行う。 ・水の温度を変えて、実験を行う。	・ミョウバンをとく水の量をふやすと、ミョウバンのとける量もふえる。 ・水の温度を上げると、ミョウバンのとける量はふえる。
	9 ・ 10	水にとけた物を取り出すには、どのようにしたらいいのだろうか。	・水溶液の温度を下げる実験を行う。 ・水溶液をろ過する実験を行う。	・水よう液の水のみをじょう発させたり、水よう液の温度を下げたりすることで、水にとけた物を取り出すことができる。

注) 網掛けは、「児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点」を導入した授業を示している。

想・仮説の設定」、「検証計画の立案」、「観察・実験の実施」、「結果の整理」、「考察や結論の導出」の7つの段階からなる資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例に沿って展開した。

### 3.3 小学校第5学年の単元「物のとけ方」第3時

表1に示した、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点をもとに、表2に示した小学校第5学年の単元「物のとけ方」の第3時を事例として、デザインした授業の展開を表3に示す。

今回、デザインした小学校第5学年の単元「物のとけ方」第3時の授業では、下線部(ア)では、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が整理した観察・実験の授業における発問のつながりにおける「B 考えと解釈を作り出すこと」に該当する発問を行う。その後、下線部(イ)では、「C 最初の児童の意見を更に調べること」に該当する発問を行う。さらに、下線部(ウ)では、「E 全ての児童を科学的概念に導くこと」に該当する発問を行

い、認知的要求を高めていくように足場かけとなる発問を設定した。

まず、この授業は、導入において、食塩を水に溶かした水溶液を児童に提示し、「食塩は水溶液中に存在する」、「食塩は水溶液中に存在しない」という2つの考えを児童から引き出し、課題を設定させる。次に、展開において、児童に食塩を水に溶かすと食塩がなくなるのか調べる実験方法を考えさせ、飽和食塩水を加熱する実験を行わせ、課題について考えるための情報を収集させる。その後、各班で課題について考察を行い、各班において考察したことを全体で発表し、まとめを行う。この授業展開は、児童に必要な実験の結果を認識させ、児童の考えを引き出し、その考えをもとに話し合いを行わせ、児童を正しい科学的な考えに導くという流れに沿っており、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が整理した観察・実験の授業における教師の発問のつながりの順にはほぼ進行させている。

次に、児童の概念変化を支援する足場かけとして機

表3 小学校第5学年の単元「物のとけ方」第3時の授業の展開 (筆者作成)

過程	主な学習活動	教師の支援・評価規準
導入	<p>【自然事象に対する気付き】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>第1時、第2時で使用した食塩を水に溶かした水溶液を児童に見せる。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>[教師の発問と予想される児童の反応①]</p> <p>T: 今、食塩はどこにありますか？</p> <p>S: 水溶液の中にあると思います。</p> <p>T: (←)他の意見がある人はいますか？</p> <p>S: 食塩はなくなったと思います。</p> </div> <p>【問題の見いだし】</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>(課題)</p> <p>水にとかした食塩は、なくなってしまったのだろうか。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>第1時、第2時で使用した水溶液を児童に見せ、食塩を水に溶かした際に、「食塩は水溶液中に存在する」、「食塩は水溶液中に存在しない」という2つの考えを児童から引き出し、課題を設定させる。</li> </ul>
展開	<p>【予想・仮説の設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食塩を水に溶かすと食塩はなくなるのかどうかについて予想を行う。</li> </ul> <p>【検証計画の立案】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食塩を水に溶かすと食塩がなくなるのか調べる実験方法を考える。             <ol style="list-style-type: none"> <li>1人で実験方法について考える。その後、班で話し合い、各班で考えた実験方法を全体で発表する。</li> </ol> </li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>[教師の発問と予想される児童の反応②]</p> <p>T: どんな実験をしたら、この水溶液の中に食塩があるかどうか確かめられそうか、班ごとに発表してください。</p> <p>S: 私達の班は、水溶液の中の水だけをなくしてみれば、確かめられると思いました。</p> <p>T: どのような方法なら水だけをなくしてみることができるか考えられましたか？</p> <p>S: そこまでは分かりませんでした。</p> <p>T: 他の班で方法まで考えられたという班はありますか？</p> <p>S: 水溶液を温めればいいと思います。</p> <p>T: なるほど。(←)何でそう思いましたか？</p> <p>S: 水は温めると、水蒸気に変化すると、去年、習ったからです。その時、水を温めると、水の量が減っていたからです。</p> </div> <p>【観察・実験の実施】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飽和食塩水を加熱する実験を行い、結果を記述する。             <ul style="list-style-type: none"> <li>飽和食塩水を蒸発皿に取り、加熱し、水溶液中の水のみを蒸発させ、水溶液中に食塩があるかどうか調べる。</li> </ul> </li> </ul> <p>&lt;実験道具&gt;</p> <p>蒸発皿、飽和食塩水、ガスバーナー、三脚、金網、マッチ、ぬれぞうきん</p> <p>【結果の整理】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飽和食塩水を加熱すると、食塩が残り、食塩を取り出すことができた。</li> <li>各班で実験結果をまとめ、課題について考察を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験方法を児童に考えさせ、水溶液の水のみを蒸発させれば、食塩が残ることに気付かせる。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>どのようにしたら、水に溶けていた物を取り出せるかについて考え、実験結果をもとに、溶けていた物が水溶液中に存在することを表現している。【思考力、判断力、表現力等】(ワークシート、授業内での発言内容)</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>ガスバーナーの取り扱いや、加熱後の蒸発皿の取り扱いの際に、火傷に注意するように指導を行う。</li> </ul>



<p>展開</p>	<p>[教師の発問と予想される児童の反応③]                  T: 実験の結果は、どうになりましたか?                  S: 水が蒸発して、食塩が出てきました。</p> <p>【考察や結論の導出】                  ・各班において考察したことを発表し、本時のまとめを行う。</p> <p>[教師の発問と予想される児童の反応④]                  T: 各班の考えを教えてください。                  S: 水溶液を加熱すると、水がなくなって、食塩が出てきたので、水に溶かした食塩はなくなっていないと思います。                  T: (め)みんな、〇〇さんの班の意見についてどう思いますか?                  S: いいと思います。                  S: 同じ意見です。                  T: なら、同じ意見でもいいので、自分の言葉で発表できる人はいませんか?</p>	<p>・「水溶液を加熱すると食塩が残った」という実験結果を、「食塩は水溶液中に存在する」という科学的な考えに結びつけられるように、机間支援を行う。</p>
<p>まとめ</p>	<p>(まとめ)                  ・食塩を水にとかしても、食塩はなくなる。                  ・物がとけている水よう液を加熱し、水のみをじょう発させると、とけている物を取り出すことができる。</p> <p>・本時の振り返りを行う。</p>	

注) Tは教師, Sは児童を示している。

能する教師の発問について述べる。教師の発問と予想される児童の反応①の場面は、教師が児童の素朴概念を引き出している場面である。この場面では、下線部(ア)の発問は、1つ前の発問において、「食塩はなくなった」という回答を期待したが、児童からの応答が得られないと考えられるため、他の児童の解釈を問う発問を行うことで、児童に素朴概念について認識させるための足場かけとして機能させている。教師の発問と予想される児童の反応②の場面は、児童に実験方法を考えさせている場面である。この場面では、下線部(イ)の発問は、児童に実験方法を考えた理由を問うことで、児童に、水は加熱すると蒸発するため、水溶液から水のみを取り除くことができることを認識させるための足場かけとして機能させている。教師の発問と予想される児童の反応④の場面は、教師が児童を科学的な考えに導いている場面である。この場面では、下線部(ウ)の発問は、1つ前の発問において児童から「物は水に溶けても水溶液中に存在している」という考えを引き出したため、他の児童にその考えについてどう考えるか問う発問を行うことで、児童を正しい科学的な考えに

導く足場かけとして機能させている。

### 3.4 小学校第5学年の単元「物のとけ方」第4時

表1に示した、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点をもとに、表2に示した小学校第5学年の単元「物のとけ方」の第4時を事例として、デザインした授業の展開を表4に示す。

今回、デザインした小学校第5学年の単元「物のとけ方」第4時の授業では、下線部(エ)では、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が整理した観察・実験の授業における発問のつながりにおける「A 前提の必要条件を検討すること」に該当する発問を行い、次に下線部(オ)では、「B 考えと解釈を作り出すこと」に該当する発問を行う。その後、下線部(カ)では、「C 最初の児童の意見を更に調べること」に該当する発問を行う。さらに、下線部(ク)では、「E 全ての児童を科学的概念に導くこと」に該当する発問を行い、認知的要求を高めていくように足場かけとなる発問を設定した。他方で、下線部(キ)の発問は、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が整理した観察・実験の授業における発問のつながりに

表4 小学校第5学年の単元「物のとけ方」第4時の授業の展開 (筆者作成)

過程	主な学習活動	教師の支援・評価規準
導入	<p><b>【自然事象に対する気付き】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>第3時の学習を振り返る。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>[教師の発問と予想される児童の反応⑤]</p> <p>T: (a)水に溶かした食塩は、水溶液の中にありましたか?</p> <p>S: 食塩はありました。</p> </div> <p><b>【問題の見だし】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>量を決めた食塩を、同じく量を決めた水に溶かす様子を児童に見せる。</li> <li>20gの食塩を100gの水に溶かし、水溶液をつくる。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>[教師の発問と予想される児童の反応⑥]</p> <p>T: (a)今、20gの食塩を100gの水に溶かしましたが、食塩は少しもなくなっていないと思いますか?</p> <p>S: なくなっていないと思います。</p> <p>T: どうしてそう思いましたか?</p> <p>S: この前の授業で水だけを蒸発させたら、食塩だけが残ったからです。</p> <p>T: 他の意見がある人はいますか?</p> <p>S: もしかしたら食塩は減っているかもしれないと思いました。</p> <p>T: 何でそう思いましたか?</p> <p>S: 食塩が少しなくなっているかわからないからです。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>(課題)</p> <p>水にとかした食塩は、どうなったのだろうか。</p> </div>	<p>教師の支援・評価規準</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>重さに触れることで、児童に食塩や水、水溶液の重さを意識させる。</li> <li>結果について、「水に溶けた食塩は少しもなくならなかったか。」と児童に発問することで、課題を設定させる。</li> </ul>
展開	<p><b>【予想・仮説の設定】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食塩を水に溶かすとどうなるかについて予想を行う。</li> </ul> <p><b>【検証計画の立案】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食塩を水に溶かすとどうなるか調べる実験方法を考える。             <ul style="list-style-type: none"> <li>1人で実験方法について考える。その後、班で話し合い、各班で考えた実験方法を全体で発表する。</li> </ul> </li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>[教師の発問と予想される児童の反応⑦]</p> <p>T: どんな実験をしたら、水に溶かした食塩が少しもなくなっていないか確かめられそうか、班ごとに発表してください。</p> <p>S: 私達の班は、重さを量ってみればよいと思いました。</p> <p>T: (a)何で重さを量ると食塩が少しもなくなっていないか確かめられると考えましたか?</p> <p>S: 溶かした後に重さが変わっていなかったら、そこに食塩があるということになると思うからです。</p> <p>T: (a)溶かした後にだけ重さを量ればよいですか?</p> <p>S: 溶かす前と溶かした後に量らなければいけないと思います。</p> <p>S: 溶かす前に食塩と水の重さを量って、溶かした後に水溶液の重さを量ればよいと思います。</p> </div> <p><b>【観察・実験の実施】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食塩を水に溶かす前と溶かした後の重さを比較する実験を行い、結果を記述する。             <ul style="list-style-type: none"> <li>蓋付き容器に食塩と水を入れ、よくふって、食塩を水に溶かす。溶かす前に食塩と水の重さを量り、溶かした後に水溶液の重さを量り、2つの重さを比較する。</li> </ul> </li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>物が水に溶けても、物がなくならないことを調べる実験方法について考え、実験結果をもとに、溶けていた物のすべてが水溶液中に存在すると判断できることを表現している。</p> <p><b>【思考力、判断力、表現力等】</b> (ワークシート、授業内での発言内容)</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>実験方法を児童に考えさせることで、本時の内容に見通しを持たせる。</li> <li>いつ、重さを量るかについて、児童に考えさせる。</li> <li>電子天秤の取り扱いや、容器等の重さの扱い方に注意するように指導を行う。</li> </ul>

展 開	<p>[教師の発問と予想される児童の反応⑧]</p> <p>T: 食塩が入っていたビーカーの内側に食塩がついたままだけ大丈夫ですか?</p> <p>S: 全部取らなければいけないのか分かりません。</p> <p>T: ビーカーの内側についている食塩は量ることはできませんか?</p> <p>S: ビーカーも一緒に重さを量るから、ビーカーの内側についている食塩も量ることができると思います。</p> <p>T: なら、もともとの食塩の重さは、水に溶かした食塩とビーカーの内側についてしまった食塩を合わせた重さになりますね。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・食塩をこぼしてしまうと、正確な実験が行えないことについて指導を行う。</li> <li>・食塩を水に入れる際に、ビーカーに付着している食塩は、無理矢理、蓋付き容器に移そうとしないように指導を行う。</li> </ul>							
	溶かす前	溶かした後							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">量った物</td> <td style="width: 25%;">食塩 + ビーカー1</td> <td style="width: 25%;">水 + ビーカー2</td> <td style="width: 25%;">蓋付き容器</td> </tr> <tr> <td>重さ (g)</td> <td>120.0</td> <td>200.0</td> <td>100.0</td> </tr> </table>	量った物	食塩 + ビーカー1	水 + ビーカー2	蓋付き容器	重さ (g)	120.0	200.0	100.0
量った物	食塩 + ビーカー1	水 + ビーカー2	蓋付き容器						
重さ (g)	120.0	200.0	100.0						
<p>(実験道具) 蓋付き容器, ビーカー, 電子天秤, 食塩, 水</p> <p><b>【結果の整理】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・溶かす前の食塩と水を合わせた重さと、溶かした後の水溶液の重さは同じだった。</li> <li>・各班で実験結果をまとめ、課題について考察を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験結果について、表にまとめさせる。</li> <li>・「溶かす前の食塩と水を合わせた重さと、溶かした後の水溶液の重さは同じだった」という実験結果を、「食塩はすべて水溶液中に存在する」という科学的な考えに結びつけられるように、机間支援を行う。</li> </ul>								
<p>[教師の発問と予想される児童の反応⑨]</p> <p>T: 実験の結果はどうになりましたか?</p> <p>S: 溶かす前と溶かした後で、重さは同じになりました。</p>									
<p><b>【考察や結論の導出】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各班において考察したことを発表し、本時のまとめを行う。</li> </ul>									
<p>[教師の発問と予想される児童の反応⑩]</p> <p>T: 各班の考えを教えてください。</p> <p>S: 溶かす前の食塩と水を合わせた重さと、溶かした後の水溶液の重さは同じだったので、水に溶かした食塩はすべて水溶液の中にあると思います。</p> <p>T: <u>みんな、〇〇さんの班の意見についてどう思いますか?</u></p> <p>S: いいと思います。</p> <p>S: 同じ意見です。</p> <p>T: なら、同じ意見でもいいので、自分の言葉で発表できる人はいませんか?</p>									
ま と め	<p>(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・食塩を水にとかしても、食塩はなくなる。</li> <li>・食塩は水にとけても、重さは変わらない。</li> </ul> <p>・本時の振り返りを行う。</p>								

注) Tは教師, Sは児童を示している。

おける「B 考えと解釈を作り出すこと」に該当する発問、つまり認知的要求を下げた発問として設定した。

まず、この授業は、導入において、児童に重さを意識させる実験を提示し、課題を設定させる。次に、展開において、児童に食塩を水に溶かすとどうなるか調べる実験方法を考えさせ、食塩を水に溶かす前と溶かした後の重さを比較する実験を行わせ、課題について考えるための情報を収集させる。その後、各班で課題について考察を行い、各班において考察したことを全体で発表し、まとめを行う。この授業展開は、児童に必要な実験の結果を認識させ、児童の考えを引き出し、その考えをもとに話し合いを行わせ、児童を正しい科学的な考えに導くという流れに沿っており、Kawalkar & Vijapurkar (2013) が整理した観察・実験の授業における教師の発問のつながりの順にほぼ進行させている。

次に、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問について述べる。教師の発問と予想される児童の反応⑤の場面は、教師が児童に前時の内容を振り返えさせている場面である。この場面では、下線部(エ)の発問は、前時に学習した内容について問う発問を行うことで、本時の内容に入る際に必要な知識を認識させるための足場かけとして機能させている。教師の発問と予想される児童の反応⑥の場面は、教師が児童を課題設定に導いている場面である。この場面では、下線部(オ)の発問は、重さについての発問を行うことで、児童が考える際に重さという部分に注意を向けさせるための足場かけとして機能させている。教師の発問と予想される児童の反応⑦の場面は、児童に実験方法を考えさせている場面である。この場面では、下線部(カ)の発問は、児童に実験方法を考えた理由を問うことで、食塩を水に溶かす前と溶かした後の重さを量り、比較する実験を行うことで、水に溶かした食塩はすべて水溶液中に存在することを確かめられることを児童に認識させるための足場かけとして機能させている。また、下線部(キ)の発問は、下線部(カ)の発問において、いつ重さを量るのかについての回答を期待したが、児童からの応答が得られないと考えられるため、「いつ」という部分に注意を向けさせる発問を行うことで、食塩を水に溶かす前と溶かした後の重さを量り、比較する実験を行うことで、水に溶かした食塩はすべて水溶液中に存在することを確かめられることを児童に認識させるための足場かけとして機能させている。教師の発問と予想される児童の反応⑩の場面は、教

師が児童を科学的な考えに導いている場面である。この場面では、下線部(ク)の発問は、1つ前の発問において児童から「物が水に溶けても、物はすべて水溶液中に存在する」という考えを引き出せたため、他の児童にその考えについてどう考えるか問う発問を行うことで、児童を正しい科学的な考えに導く足場かけとして機能させている。

#### 4. おわりに

本研究では、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を、授業デザインに導入することで、児童の物のとけ方に関する概念変化を支援することができると考えられる。今後、本研究で検討した授業デザインによる授業実践の効果について検証していく必要がある。

また、本研究で設計した授業デザインの単元以外の単元においても、児童の概念変化を支援する足場かけとして機能する教師の発問の視点を導入した授業デザインを設計し、実践していく必要がある。

#### 註

1) 本研究では、探究 (inquiry) とは、観察・実験と捉えた。

#### 引用文献

- 中央教育審議会 (2016) 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申) 別添資料 (2/3)』 Retrieved from [http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_3\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf) (accessed 2020. 12. 14)
- Duit, R. (1999). Conceptual Change Approaches in Science Education, *New Perspectives on Conceptual Change*, (Edited by: Schnotz, W., Vosniadou, S., & Carretero, M.), 263-282.
- Howe, C., Devine, A., & Tavares, J. T. (2013). Supporting Conceptual Change in School Science: A Possible Role for Tacit Understanding, *International Journal of Science Education*, 35 (5), 864-883.
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding Science Talk: The Role of Teachers' Questions in the Inquiry Classroom, *International Journal of Science Education*, 35 (12), 2004-2027.



- 黒田篤志・森本信也 (2015) 「対話的な理科授業における足場づくりの機能の分析」『日本教科教育学会誌』第37巻, 第4号, 25-36.
- 宮下蒼・内海志典 (2020) 「小学校理科における教師の発問に関する研究—概念変化に着目して—」『岐阜大学カリキュラム開発研究』第37巻, 第1号, 31-39.
- 文部科学省 (2018) 『小学校学習指導要領解説 理科編』, 東洋館出版社.
- 沖野信一・菅河晃太郎・松本伸示 (2018) 「素朴概念を科学的概念へ転換させるための指導法に関する実践的研究—高等学校の『浮力』の指導に着目して—」『兵庫教育大学学校教育学研究』第31巻, 47-56.
- Pine, K., Messer, D., & St. John, K. (2001). Children's Misconceptions in Primary Science: A Survey of Teacher's View, *Research in Science & Technological Education*, 19 (1), 79-96.
- 白敷哲久・小川哲男 (2013) 「『科学的探究』学習による科学的概念の構築を図るための理科授業デザイン—第3学年『じ石』を事例として—」『理科教育学研究』第54巻, 第1号, 37-49.

