

小学校理科における粒子概念の形成に関する研究

－「物の溶け方」に焦点を当てて－

A Study on the Construction of Particle Concept in Elementary School Science : Focusing on "Dissolution of Substances"

小林 由季*・中村 琢*・内海 志典*

KOBAYASHI Yuki*, NAKAMURA Taku* and UTSUMI Yukinori*

*岐阜大学教育学部

*Faculty of Education, Gifu University

要約

「平成 24 年度全国学力・学習状況調査」及び「平成 27 年度全国学力・学習状況調査」の小学校理科の調査結果から、単元「物の溶け方」に関する設問の正答率が低く、単元「物の溶け方」で取り扱う学習内容の理解に課題があることが指摘されている。そこで、本研究では、日本で用いられている理科教科書と、イギリスで用いられている科学教科書のうち、『CAMBRIDGE PRIMARY Science』と『NEW STAR SCIENCE Dissolving』における「物の溶け方」に関する学習内容の取り扱いについて比較、分析し、児童が単元「物の溶け方」で取り扱われている学習内容についての理解を図るための指導方略について、示唆を得ることを目的とした。その結果、「物の溶け方」に関する指導方略について、次の 2 点の示唆が得られた。(1) 粒子の存在を意識した指導を行うことで、児童が溶解という現象を微視的に捉えることができる。(2) 日常生活で身近な物質を素材として、実験や観察を行うことで、児童が溶解という現象を日常生活との関連で捉えることができ、児童の興味・関心を高めることができる。しかしながら、本研究で得られた示唆を日本に導入する際、いくつかの課題があると考えられるため、今後、国内の先行研究等を参考にして、その指導方略について検討していきたい。

キーワード：小学校理科，粒子概念，物の溶け方，イギリス

Key Words: elementary school science, particle concept, how to dissolve, England

1. はじめに－問題の所在と研究の目的－

「平成 24 年度全国学力・学習状況調査」の小学校理科の結果において、単元「物の溶け方」に関する「砂糖水に溶けている氷砂糖の様子について、実験結果から適切な図を選び、選んだわけを書く」という設問の正答率は 54.7% であり、「水に溶けている物の様子について、実験結果を基に自分の考えを改善して、その理由を記述することに課題がある」ことが指摘されている（国立教育政策研究所，2012）。

加えて、「平成 27 年度全国学力・学習状況調査」の小学校理科の結果においても、単元「物の溶け方」に関する「水の温度と砂糖が水に溶ける量との関係のグラフから、水の温度が下がったときに出てくる砂糖の量を選び、選んだわけを書く」という設問の正答率は 29.2% であり、「温度変化に伴って変わる析出する量について、グラフを基に考察して分析することに課題がある」と指摘されている（国立教育政策研究所，2015）。

以上の結果から、小学校理科において、単元「物の溶け方」で取り扱われる学習内容について、児童の理解に課題があるといえる。

一方、イギリスでは、教育における各教科の学習計画と達成目標を示した『National curriculum』の具現化は各学校に委ねられているため（吉田，2015），多様な考えのもとに作成された教科書が存在する。「物の溶け方」の取り扱いについても、粒子の存在を明示した教科書と粒子の存在を明示していない教科書がある。

本研究では、イギリスの教科書と、日本の教科書における「物の溶け方」の取り扱いを比較、分析し、その取り扱い内容の違いから、単元「物の溶け方」で取り扱う学習内容についての理解を図る指導方略について、示唆を得ることを目的とした。

2. 日本とイギリスにおける「物の溶け方」の取り扱い

日本における『小学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年6月)』(以下、『新学習指導要領解説 理科編』とする)では、第5学年「A(1)物の溶け方」において、以下のように述べられている(文部科学省, 2017)。

物の溶け方について、溶ける量や様子に着目して、水の温度や量などの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア)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。

(イ)物が水に溶ける量には、限度があること。

(ウ)物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

イ 物の溶け方について追究する中で、物の溶け方の規則性についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

(内容の取扱い)

(2) 内容の「A物質・エネルギー」の(1)については、水溶液の中では、溶けているものが均一に広がることにも触れること。

他方、イギリスの教育における各教科の学習計画と達成目標を示した‘*National curriculum*’において、「物の溶け方」に関する学習については、Year 5 (9～10歳)の単元「物質の性質と変化」の中で、以下のように述べられている (Department for Education, 2013)。

児童は、以下のことを教えらるべきである：

- ・硬度、溶解度、透明度、電気伝導率、熱伝導率、および磁石に対する反応性を含む特性に基づき日常の物質を比較したり、グループ分けをしたりすること。
- ・いくつかの物質は液体に溶け溶液になることを知り、水溶液から物質をどのように取り出すか記述すること。
- ・固体、液体、気体の知識を使ってろ過やふるいで分けられること、蒸発などにより混合物をどのようにに分けるのか判断できること。
- ・溶解、混合、状態の変化が物理的な変化であることを証明すること。

《留意事項と指導方法》(法的拘束力はない)

蒸発、ろ過、ふるいで分けられること、溶解、融解を含めた物理的な変化を探究するべきであり、融解と溶解は異なる過程であることを認識すること。

「物の溶け方」を取り扱う学年は、日本では小学校第5学年であるが、イギリスではYear 5 (9～10歳)で取り扱うことが‘*National curriculum*’に示されている。しかし、後述するイギリスの教科書では、Year 6 (10～11歳)で取り扱っていることが多く、実際には、主に日本と同様の小学校第5学年に相当する年齢で取り扱われている。

その内容を比較すると、‘*National curriculum*’における「いくつかの物質は液体に溶け溶液になること」のうちの、特に水溶液については、日本の『新学習指導要領解説 理科編』には明示されていないが、教科書において取り扱われていたことから、日本と同様の学習内容であることがわかる。また、「水溶液から物質をどのように取り出すか」という析出については、日本の『新学習指導要領解説 理科編』に「溶けているものを取り出すことができる」という記述がされており、教科書でも取り扱われていたため、日本と同様の学習内容であることがわかる。

『新学習指導要領解説 理科編』は、『小学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年8月)』(以下、『現行学習指導要領解説 理科編』とする)の内容に、観察や実験の技能である「物の溶け方について追究する中で、物の溶け方の規則性についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること」と、内容の取扱いに示される「水溶液の中では、溶けているものが均一に広がることにも触れること」が加わった内容であり、取り扱う学習内容に関する記述は順序が変更したのみで指導する内容に変化はない。そのため、『現行学習指導要領解説 理科編』との比較においても同様に、上記の2点が共通点であると考えられる。

3. 日本の理科教科書における単元「物の溶け方」の取扱い

教科書における、単元「物の溶け方」の具体的な取り扱いとして、A社の第5学年理科教科書における単元「物の溶け方」の取り扱いの事例を表1に示す。表1では、「物は水にとけるとなくなってしまうのだろうか」という問題に対し、水に溶かす前と水に溶かした後の食塩の重さを比べる実験を行い、物は、水に溶けても重さは変わらないことと、物は水に溶けて見えなくなっても、なくなっていないという学習内容を取り扱う展開となっている。このような食塩を溶かす前後で重さが変わらないという現象は、山口(2017)が指摘している目に見

表1 A社の第5学年理科教科書における単元「物の溶け方」の取り扱いの事例1（筆者作成）

<p>〈問題〉物は、水にとけると、なくなってしまうのだろうか 〈予想しよう〉物が水にとけると、とけた物の重さはどうなるか、考えましょう。 〈実験1〉水にとかす前と水にとかした後の食塩の重さを比べましょう。 ①食塩をとかす前の全体の重さをはかる。 ②食塩を水に入れてふたをし、よく振って食塩をとかす。 ③食塩をとかした後の全体の重さをはかる。 〈結果〉食塩を水にとかす前と食塩を水にとかした後とでは全体の重さは変わりませんでした。 〈まとめ〉・物は、水にとけても、重さは変わりません。 ・物は、水にとけて見えなくなっても、なくなっていません。</p>
--

える現象であり、物質に対する巨視的な見方に該当している。

また、別の小單元における単元「物の溶け方」の取り扱いの事例を表2に示す。表2では、「水の温度をさらに上げると、物が水にとける量は、どうなるのだろうか」という問題に対し、水の温度を変えて、食塩とミョウバンが水に溶ける量を調べる実験を行い、水の温度を上げた場合の、物が溶ける量は溶かすものによって違うという学習内容について取り扱っていく展開となっている。このような水に溶ける量が食塩とミョウバンとで異なるという現象は、山口（2017）が指摘している目に見える現象であり、物質に対する巨視的な見方に該当している。

4. イギリスの科学教科書における「物の溶け方」の取り扱い

4.1 'CAMBRIDGE PRIMARY Science' の事例

科学教科書 'CAMBRIDGE PRIMARY Science' における構成について分析する。

教科書における各小単元の構成は、はじめに、各小単


元の学習内容への「導入」が設定されており、内容は日常生活に関するものや、科学的な概念の説明がされている。次に、「活動 (Activity)」が設定されており、実験・観察の内容が記載されている。「活動」の後には、「問題 (Question)」があり、「活動」の結果や操作についての問いが設定されている。「科学的な概念に関する説明」は、「活動」の前に設定されている場合と、「活動」と「問題」に取り組んだ後に設定されている場合がある。小単元の最後には、まとめの内容を示した「学んだこと (What you have learnt)」が示され、その後、「話してみよう (Talk about it !)」や「挑戦 (Challenge !)」が設定されている。ここでは小単元で学んだ学習内容について学びを深めたり、学習内容を異なる視点から見たりするような設問が設定されている。

教科書における「物の溶け方」に関する内容の取り扱いについて分析する。具体的な小單元における取り扱いの事例として、まず Year6 3.6 節「どうしたら固体をより速く溶かすことができるのか (How can we make solids dissolve faster?)」の内容を図1に示す。3.6 節では、どうしたら固体をより速く溶かすことができるのかと

表2 A社の第5学年理科教科書における単元「物の溶け方」の取り扱いの事例2（筆者作成）

<p>〈問題〉水の温度をさらに上げると、物が水にとける量は、どうなるのだろうか 〈予想しよう〉水の温度をさらに上げると、食塩とミョウバンのとける量はどうなるか、予想しましょう。 〈実験5〉60℃の水に食塩とミョウバンがどれくらいとけるか調べましょう。 ①メスシリンダーではかりとった水を60℃まで温めて、食塩のとける様子を調べ、記録する。 ②①と同じようにして、水の温度が60℃のときの、ミョウバンのとける量を調べ、記録する。 〈考えよう〉実験4と実験5の結果をもとに水の温度と物がとける量にはどのような関係があるか、考えましょう。 〈まとめ〉・食塩は、水の温度を上げても、とける量はほとんど変わりません。 ・ミョウバンは、水の温度を上げると、とける量が増えます。 ・水の温度を上げたときの、物が水にとける量の変化は、とかす物によって違います。</p>
--

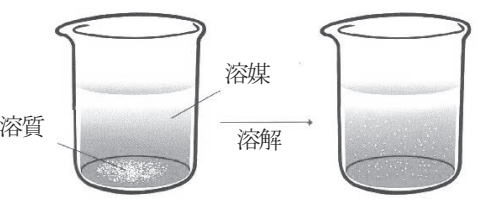
3.6 どうしたら固体をより速く溶かすことができるのか。



学習する単語
・割合
・結論付ける

なぜコーヒーが苦かったのだと思いますか。どのようにしたら少年は砂糖をこれ以上加えることなくコーヒーを甘くすることができるのでしょうか。

コーヒーと砂糖は溶液を作っています。砂糖は少年が溶液をかき混ぜるとより速く溶けるでしょう。かき混ぜることは固体の溶質をより速く溶かす方法の1つです。かき混ぜることで溶質の粒子が溶媒の粒子の間にある空間により速く広がります。かき混ぜると溶質の粒子が溶解する速度を高めることができます。



溶質を溶解させると粒子は溶媒中に広がります。これはかき混ぜることでより速くなります。

溶質を速く溶解させるほかの要因があります。あなたは冷蔵庫から出した水でコーヒーを作ろうとしたことがありますか。なぜ私たちは温かい水を使うのでしょうか。

活動 (Activity) 3.6
砂糖が温かい水か冷たい水のどちらでより速く溶けるのだろうか。

砂糖が温かい水か冷たい水のどちらでより速く溶けるのだろうか。予想してみましょう。

ガラスのビンに 100 mL の冷たい水とスプーン 1 杯の砂糖を入れかき混ぜましょう。

ガラスのビンに 100 mL の温かい水とスプーン 1 杯の砂糖を入れかき混ぜましょう。

両方のビンに砂糖が溶けるのにかかった時間を計り、表に結果を記録しましょう。

問題 (Question)

- a 最も早く砂糖が溶けたのはどのビンだろうか。理由も考えよう。
- b あなたの予想は正しかったですか。
- 実験が正しかったことをどのように説明しますか。
- 溶質の溶解への温度の影響についての結論を書きましょう。

物質中の粒子は常に動いています。物質の温度を上げると、熱が物質の粒子にエネルギーを与えます。このエネルギーにより粒子は速く動きます。

温められた溶媒の中では、溶質の粒子が冷たい溶媒の時よりも速く動きます。これにより粒子は溶液の中に容易に広がります。よくなるため、より速く溶けることができます。

話してみよう!
(Talk about it!)

すべての溶質が温かい水の中でより速く溶けるのだろうか。

学んだこと (What you have learnt)

- 溶液を温めると固体の溶質はより速く溶けます。これは熱が粒子の速さを大きくし、溶質が溶液中に容易に広がるためです。
- 溶液を温めると固体の溶質はより速く溶けます。これは熱が粒子の速さを大きくし、溶質が溶液中に広がるためです。

図 1 'CAMBRIDGE PRIMARY Science' Year 6 3.6 節

「どうしたら固体をより速く溶かすことができるのか」

いう問題について、かき混ぜるという日常での経験を取り上げ、かき混ぜることで溶質の粒子が溶媒の粒子の間に広がるため、速く溶けるという説明がされている。また、温度の異なる溶媒において溶質が溶解するまでの時間を計る活動を行い、この結果について温度を上げた時、粒子が熱からエネルギーを得て速く動くため、容易に溶液中に広がり、速く溶けるという説明がされている。このように、教科書では、実験や観察の結果に対し、粒子の存在を明示した説明がされている。

次に、Year 6 3.7 節「粒の大きさはどのように溶解に関係しているのだろうか? (How does grain size affect dissolving?)」の内容を図 2 示す。3.7 節では、「粒の大きさはどのように溶解に関係しているのだろうか?」という問題について、粒の大きさが異なる食塩を溶解させる実験を行い、この結果について、粒の大きな溶質は、粒が小さな溶質より粒子の数が多いため、すべての粒子が溶媒に接し、溶解するには時間がかかるという説明がされている。ここでも、同様に、実験や観察の結果に対し、粒子の存在を明示した説明がされている。

4.2 'NEW STAR SCIENCE Dissolving' の事例


科学教科書 'NEW STAR SCIENCE Dissolving' (以下、'NEW STAR SCIENCE' とする)における構成について分析する。

教科書の構成は、ほとんどが「課題 (Task)」への導入と、「課題」や考察に関する内容となっている。そして、児童が身に付ける技能や学習内容についてが、教科書の最終ページに「要約 (summary)」として取り扱われている。

次に、「物の溶け方」に関する内容の取り扱いについて分析する。具体的な「課題」の取り扱いの事例として、課題 1 「溶解とは何か? (What is dissolving?)」の内容を図 3 に示す。課題 1 では、溶解とは何か、という「課題」について、はじめに児童に溶解について知っていることを書き出させ、溶解について考えさせる。次に日常生活で身近な食塩、砂、黒砂糖などを水に入れかき混ぜたときの様子を観察させ、「溶ける」、「溶けない」、「わからない」の 3 つに分類する活動を行い、最後に溶解という現象を、問いを通して確認するという展開で「課題」が設定されている。このように、観察に砂糖や小麦粉などの

3.7 粒の大きさはどのように溶解に関係しているのだろう

コーヒーに砂糖を入れるのを忘れましたか。かき混ぜましたが、甘くないままです。



いいえ、おばあさん。私は角砂糖を2つ入れました。

問題 (Question)

1. 得られた証拠が予想を証明しましたか。またどのように？
2. 結果からどんな結論を書くことができますか。
3. 結論が正しいことを証明する方法を示しましょう。
4. 細かい粉を使用すると、粒子の溶解に要する時間がどのように変化するかを予測しましょう。

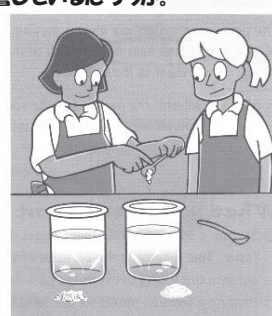
溶質の粒子の大きさは液体に溶ける速度に影響します。小さな粒は大きな粒より少ない粒子で成り立っています。粒の外側の粒子は液体と接するため速く溶けます。その外側の粒子が溶けたら、粒の中の他の粒子が液体に接し溶解します。多くの粒子からなる大きな粒は、すべての粒子が液体に接し、溶解するのに時間はかかりません。

活動 (Activity) 3.7

粒の大きさは溶ける速さに影響しているだろうか。


大きな粒は小さな粒より溶けるのが速いだろうか。予想を書き、明らかにするための実験を計画し、実施しましょう。

必要とするすべての物質や道具のリストを作成し、変えるであろう要因を明らかにしましょう。また同じにする要因はすべてリストにしましょう。妥当な実験を行うための方法を書き、結果を表に書きましょう。結果の棒グラフを書きましょう。



大粒の粗い食塩 小粒の細かい食塩

雨水は、様々な種類の岩を溶解します。雨水が洞窟に流れ落ちる際、岩石の粒子の一部が溶け、しょう乳どうに入ると溶けたものが析出してこのような岩を形成することがあります。



話してみよう! (Talk about it!)

なぜあなたはアスピリンじょう剤のような薬を溶解すると思いますか。

学んだこと (What you have learnt)

- 溶質の粒の大きさは液体に溶ける速度に影響します。
- 小さな粒は大きな粒より速く溶けます。

3 Material changes 55

図 2 'CAMBRIDGE PRIMARY Science' Year6 3.7 節「粒の大きさはどのように溶解に関係しているのだろう」

課題1 溶解とは何か?

★溶解について、すでに何を知っているか考えてみましょう。

「物が溶けた時、何が起きているのだろう。私はそのことについて何も知らないんだ。教えてくれない?」と人に言われることを想像してみましょう。

- あなたは何を言いますか。
- あなたの知っていることを書いたり、絵に描いたりしてみましょう。

★同じ量の各物質を異なるビーカーに入れましょう。

★温かい水を加え、混ぜます。何か起こるか観察しましょう。

★この表を写し、完成させましょう。

物質	温かい水に混ぜた時、何が起こったか
砂	
食塩	
黒砂糖	
コーヒーの粒	
小麦粉	
ゼリー	

砂, 食塩, 黒砂糖, コーヒーの粒, 小麦粉, ゼリー

★これらの見出しを用紙の上に置きましょう。

溶ける 溶けない わからない

★物質をこれらの3つのセットに分類しましょう。

★ほかの児童のリストと自分のリストを比較しましょう。

★グループで溶解について話し合しましょう。そして溶解とはどのような現象なのか考えましょう。

★グループで決定したことを書きましょう。

★以下の文を写し、完成させましょう。

- 私のグループは、_____のとき、物質が水に溶けたと思う。

★クラスの中で、自分の文と他のグループの文を比較しましょう。

★溶解が何を意味しているか決定するため一緒に活動しましょう。

図 3 'NEW STAR SCIENCE' 課題1「溶解とは何か?」(一部抜粋)

課題8 溶解した物を取り出す

6組は食塩水を数日間放置したら何が起こるのか明らかにするために実験を行いました。彼ら書いたものとグラフがこれです。

【6組の実験】

- 空のビーカーの重さを量ります。その重さは **90 g** でした。いくらかの水を入れ、 **5 g** の食塩を溶かします。
- ビーカーと水溶液の重さを量り、水溶液の重さを出します。
- ビーカーと水溶液の重さ - ビーカーの重さ = 水溶液の重さ
 $195 - 90 = 105$
- ビーカーを放置し、毎日重さを測り、ビーカーの中の水溶液の重さを明らかにして、グラフを作りました。

★以下の問いの答えを考え、ノートを作りましょう。

1. グラフを見てください。ここから何が言えますか。上がっていますか、下がっていますか。いつも同じ傾きですか。直線ですか（グラフに定規を当ててみましょう）。それは平らになっていますか。
2. はじめの 11 日間、水溶液は多くなりましたか、少なくなりましたか。なぜそれが起こったと思いましたか。
3. 最後の 3 日間に重さに何が起こりましたか。これをどう考えますか。
4. ビーカーから何がなくなったのですか。何が残ったのですか。
5. 下がっているラインを見てください。直線ではありません。なぜこうなったと思いませんか。

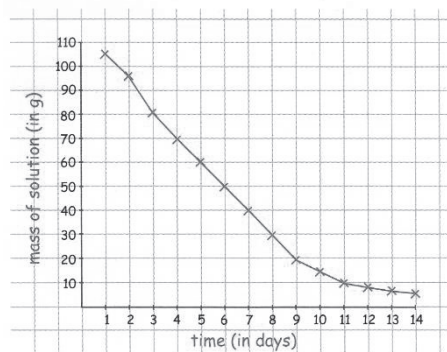


図 4 ‘NEW STAR SCIENCE’ 課題8 「溶解した物を取り出す」(一部抜粋)

日常生活で身近な物質を用いて、いろいろな物が溶ける様子を観察するといった目に見える現象から、溶解とはどのような現象なのかという学習内容について取り扱っている。

課題8「溶解した物を取り出す (Getting the dissolved stuff back)」の内容を図4に示す。課題8では、「溶解した物を取り出す」という課題について、食塩水を自然蒸発させ、蒸発させた日数と、その日の食塩水の質量を量り、結果をグラフに表したのから何が言えるのか、問いを通して考える活動が設定されている。この問いについて考えていくことで、水が蒸発し、溶解していた食塩が残る(水溶液から食塩が析出する)ということを取り扱う展開になっている。ここでも課題1と同様に、食塩という日常生活で身近な物質を用いて、食塩水の重さが日を追うごとに減少しているというような目に見える現象から、食塩水の重さが減ったのは、水が蒸発したためであり、食塩が残った(水溶液から食塩が析出する)、という学習内容について取り扱っている。

5. 考察

日本における単元「物の溶け方」の学習では、物質を構成している原子や分子といった粒子は肉眼では見ることができず、子供たちにとっては実感することが難し

いため(玉木, 2017), 溶解する前後の水と食塩の質量を量ったり、溶解させたものを蒸発により取り出したりするなど、目に見える現象を取り扱うことで、溶けたものはなくなっていないなどの目に見えない現象を含んだ学習内容を取り扱う構成になっている。

一方、‘CAMBRIDGE PRIMARY Science’における「物の溶け方」に関する学習では、目に見える現象から学習内容を取り扱っている点は日本と類似しているが、実験の結果に対して、粒子の存在を明示した説明がされている点は、日本とは異なる点である。日本のように、目に見える現象からのみでも、学習内容を取り扱うことはできるが、それに加えて、‘CAMBRIDGE PRIMARY Science’での取り扱いのように、目に見えない粒子の存在を意識させることは、溶解という現象を微視的に捉えることができるため、単元「物の溶け方」で取り扱う学習内容への理解は深まっていくのではないかと考えられる。

‘NEW STAR SCIENCE’においては、「物の溶け方」に関して、日本と類似しており、基本的に目に見える現象から、「物の溶け方」に関する学習内容について取り扱っており、粒子の存在は教科書に明示されていない。しかし、実験や観察などに用いる物質が、日本では日常生活で身近な食塩が用いられている一方、ミョウバンなど、

あまり日常生活で身近ではない物質も多く用いられているが、‘*NEWSTARSCIENCE*’では、ほとんどが砂糖や小麦粉といった、児童の日常生活で身近な物質が用いられている点は異なる点である。このように、日常生活で身近な物質を実験や観察などに用いることで、児童は日常生活でみられる溶解という現象から、単元「物の溶け方」で取り扱う学習内容について学習していくという場面が設定される。これにより、児童が溶解という現象を日常生活との関連で捉えることができ、児童の興味・関心を高めることができると考えられる。

6. 日本の理科教育への示唆

イギリスの科学教科書の分析の結果、単元「物の溶け方」の指導方略として、以下の2点が示唆される。

- ・粒子の存在を意識した指導を行うことで、児童が溶解という現象を微視的に捉えることができる。
- ・日常生活で身近な物質を素材として、実験や観察を行うことで、児童が溶解という現象を日常生活との関連で捉えることができ、児童の興味・関心を高めることができる。

しかしながら、本研究で得られた示唆を日本の教育に導入する際、いくつかの課題があると考えられる。

例えば、粒子の存在を意識した取り扱いを行う際、‘*CAMBRIDGE PRIMARY Science*’では、Year 4で取り扱っている状態変化に関する学習内容から粒子という用語が用いられており、溶解に関しても、Year 6で学習する前に、Year 5の単元「物質の性質」の小単元「溶液からの蒸発」で水溶液や析出について学習している。しかし、日本は単元「物の溶け方」までに粒子という用語は用いられておらず、溶解については単元「物の溶け方」ではじめて学習する。また、‘*CAMBRIDGE PRIMARY Science*’においては、熱エネルギーの話にも触れられているが、日本ではこれほど高度な内容を取り扱うことは難しい。そのため、粒子の存在を意識させるにしても、粒子についてどこまで取り扱うのか、どのような方法で取り扱うのか、ということを再度、検討していく必要がある。加えて、日常生活で身近な物質を用いて実験や観察を行うことに関しては、小学校理科で用いられている物質は、意図があって用いられている物質であると考えられる。例えば、ミョウバンは水の温度による溶解度の差が大きく、食塩は小さいため、この2つの物質の同じ温度における水に溶解する量を比較することで、温度を上げたときの物質が水に溶解する量の変

化は溶質によって違う、ということを児童に理解させやすいため、用いられていると考えられる。そのため、ミョウバンのような、日常生活であまり身近ではない物質を、日常生活で身近な他の物質でも代用することができるのか、または、現在、用いられている物質とあわせて取り扱っていくのか、などについて検討していく必要がある。

7. おわりに

本研究では、日本とイギリスの教科書における「物の溶け方」に関する学習の取り扱いについて比較、分析し、その取り扱いについて検討した。その結果、指導方略について、2点の示唆が得られた。今後は、本研究で得られた知見から、単元「物の溶け方」の取り扱いについて、国内の先行研究等を参考にしつつ、児童が単元「物の溶け方」で取り扱う学習内容の理解を図ることができるようなカリキュラムを開発していきたい。

注

- 1) 指導する学年が‘*National curriculum*’に定められている年齢と、実際の教科書で取り扱われている年齢が異なるのは、以下のためである。(国立教育政策研究所, 2009)

どのような教科書・教材を使うのか、またどのような教育方法を導入するかについては、基本的には各教師に任されている。すなわち、ナショナル・カリキュラムに直接的に準拠していない教科書であっても、ナショナル・カリキュラムの定める到達目標や学習プログラムに沿うかたちの授業が実践されればそれでよい。

参考文献・引用文献

- Department for Education : *National curriculum for England Science programmes of study key stage 1 and 2*, 2013. <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study> (2017年6月9日アクセス)
- Feasey, R. Goldsworthy, A. Stringer, J. and Phipps, R. : *New Star Science Yr6/P7: Dissolving Pupil's Book: Dissolving Year 6 (STAR SCIENCE NEW EDITION)*, Ginn, 2001
- Fiona, B. , Liz, D. and Jon, B. : *CAMBRIDGE PRIMARY Science Stage 5・6 Learner's book*, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 2014.

- 国立教育政策研究所：『第3期科学技術基本計画のフォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究〔理数教科書に関する国際比較調査結果報告〕』『教科書制度と教育事情』，2009. https://www.nier.go.jp/Seika_kaihatsu_2/ (2017年11月29日アクセス)
- 国立教育政策研究所：『平成24年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書』，2012. https://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/03shou_houkokusho.htm (2017年11月29日アクセス)
- 国立教育政策研究所：『平成27年度 全国学力・学習状況調査 報告書 小学校理科』，2015.
- 文部科学省：『小学校学習指導要領解説 理科編』，大日本図書，2008.
- 文部科学省：『小学校学習指導要領解説 理科編』，2017. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm (2017年8月31日アクセス)
- 毛利衛・黒田玲子ほか：『新編 新しい理科5』，東京書籍，2014.
- 玉木昌知：「小学校における理科の『見方・考え方』を働かせた授業とは」，『理科の教育』，第784号，pp. 9-12，2017.
- 山口晃弘：「『粒子』に関わる様々な『見方・考え方』について—小・中・高等学校を見通した指導の在り方—」，『理科の教育』，第784号，pp.13-16，2017.
- 吉田多美子：「イギリス教育改革の変遷—ナショナルカリキュラムを中心に—」，『レファレンス』，55(11)，pp. 99-112，国立国会図書館調査及び立法考査局，2015. <http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/refer2005.html> (2017年11月29日アクセス)