

小学校理科教科書における「物の溶け方」の変遷

— 粒子概念の導入に向けて —

Changes of Teaching Material on "Dissolution of Substance" in Elementary School
Science Textbooks — Toward the Introduction of Particle Concept —

松原 静郎¹⁾・岩間 淳子²⁾

(2011 年 3 月 15 日 受理)

"Particle concept" is introduced in the new Course of Study for Elementary School in Japan, which was revised in 2008. Particle concept had been recognized to be a basic concept in lower secondary schools and upper secondary schools so far. So, the introduction will help and systematize formation of particle concept in elementary school science.

Our method of study is to investigate changes in teaching materials on "dissolution of substance" in postwar elementary school science textbooks on the occasion of the introduction of particle concept in the new Course of Study for elementary school science. The textbooks studied were edited by three to six different textbook publishers on the basis of the Course of Study, which were revised in 1958, 1968, 1977, 1989, and 1998. We analyzed the unit of "dissolution of substance" in the textbooks for third to fifth graders in this paper.

The results of the study are as follows: The unit of "dissolution of substance" begins from making "gargle water" with "salt" or "boric acid" for the third graders in the postwar revision in 1958. They learned about "solubility" and "conservation of mass" from revision in 1977. "Salt" is described in textbooks by all six publishers, and "boric acid" and "alum" are described in textbooks by three publishers to compare with "salt" in elementary school science textbooks published in 2002 and 2005. The descriptions about "grain" are seen in all textbooks published in 2005, but the figure of "particle model" is seen in only one textbook.

"Dissolution of substance" is a basic unit for the development of particle concepts. It is expected to provide suitable textbooks and teaching materials on "particle".

Key words : dissolution of substance, particle concept, science textbook, teaching material, elementary school

I はじめに

平成 20 年改訂の小学校学習指導要領理科の解説「A 物質・エネルギー」で新たに「粒子」を柱とした内容の構成が示された。これまで中学、高校では基本概念とされてきた「粒

子概念」の基礎となる考え方を小学校に導入していくことで、児童・生徒の粒子概念の形成に系統性を持たせ、より理解を深めていくためものと考えられる。

粒子概念は、微視的に自然の事物・現象を説明するためには欠かすことのできない基本

¹⁾ MATSUBARA Shizuo : Faculty of Culture and Sport Policy, Toin University of Yokohama, 1614 Kurogane-cho, Aoba-ku, Yokohama, Japan 225-8503

²⁾ IWAMA Junko : Kawasaki City College of Nursing

概念である。その一方、抽象的な「粒子」は、中学生にとっても理解し難いとされる内容でもあるとされる（三輪ほか、2008）。「粒子」を児童に理解させる困難さについての指摘もあり（渡辺、2008）、児童・生徒の粒子概念形成に関する研究もあるが、まだ課題も多い（高野ほか、1991；堀ほか、1998）。葉山ら（2006）は「小学校理科への物質の粒子像導入の可能性—児童のもつ粒子像についての調査—」の中で、児童の持つ粒子像の実態を、諸活動を通して明らかにし、また、「全てのものは小さな粒でできている」という教師の介入で児童の粒子像を引き出す可能性が見られると報告している。また、三輪ら（2008）は、粒子モデルの工夫で粒子概念の形成の可能性を述べており、山下・小野寺（2008）は、小学校5・6年の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果について報告しているが、いくつかの問題点が残ると指摘している。さらに、菊地ら（2008）は「物質概念の位置づけと物質学習カリキュラム」の中で、粒子概念を早期から基礎的科学知識として導入し、小学校では「小さな粒」としての粒子概念を扱い、中学校では「原子、分子、イオン」を学齢に応じて導入する必要性を述べている。現行の学習指導要領にはない「粒子」の概念をいかに児童に理解させていくかということが、今後の課題となると考えられる。

新学習指導要領、小学校理科の「粒子」を柱とした内容は、第3学年「物と重さ」、第4学年「空気と水の性質」「金属、水、空気と温度」、第5学年「物の溶け方」、第6学年「燃焼の仕組み」「水溶液の性質」であり、第3学年、第5学年では「粒子の保存性」、第4学年では「粒子の存在」「粒子のもつエネルギー」、第6学年では「粒子の存在」「粒子の結合」「粒子の保存性」について学習する。

本研究では、今後、小学校からの理科学習において、粒子概念の基礎となる考え方の育成が図られていくなかで、児童が初めて粒子について学ぶ機会となる「物の溶け方」に関する教科書の内容が、戦後どのように変遷し

てきたかを調査すると共に、児童が「粒子」というものをどのように捉えているかを調査し、粒子概念導入に向けた教科書のあり方を考察する。

II 方法

「物の溶け方」に関する教科書の内容が、戦後どのように変遷してきたかを調査する。また、児童に対して「物の溶け方」に関するアンケートを行い、児童の「粒子」の捉え方を調査する。さらに、松原ら（2004）の報告を基に^{注1)}、現行の第5学年「物の溶け方」に関して、平成10年（1998年）に改訂された文部省（現・文部科学省）学習指導要領に基づき編纂されている平成17年度発行の小学校理科教科書が、平成15年（2003年）の学習指導要領の一部改正^{注2)}を受けて平成14年度発行と比較し、どのように記述内容が変わったかを調査し、教科書の記述のあり方を考察する。

1. 戦後の学習指導要領の内容と教科書の調査

対象の教科書：

- ① 小学校理科教科書、昭和36年度版；昭和33年（1958年）に改訂された文部省学習指導要領に基づき編纂された小学校理科教科書、以下、改訂年で示し[S33]で表す。
- ② 以下同、昭和46年度版；昭和43年（1968）改訂、以下同[S43]
- ③ 昭和58年度版；昭和52年（1977）改訂、[S52]
- ④ 平成4年度版；平成元年（1989）改訂、[H01]
- ⑤ 平成17年度版；平成10年（1998）改訂、[H10]

①～⑤の教科書を各3社該当学年の計21冊を対象とし、教科書の出版社は、[DN][TS][KR]のように記号で表す^{注3)}。

調査単位：「物の溶け方」を含む単位

対象学年：第3学年～第5学年

調査方法：学習指導要領の「内容」及び「内容の取り扱い」に従い、用語、観察・実験の方法（問いかけ、観察・実験）、結果の

表 1 学習指導要領における「もののとけ方」の変遷

改訂年	学年	内容
昭和22年 試案	6	単元三 海と船 (一) 指導目標 1. 海の水・風・岩・生物について理解する. 2. 浮力や比重について理解する. (二) 指導方法—児童の活動 (7) 海水中の塩分.
昭和27年 試案	4	指導目標6. 身近にある資源が日常生活に役にたつことを理解し, 自然の恩恵に気づく. 海からどんなものをとって, どのように利用しているでしょう. 目標(理解)1. 海水から塩をとって利用している.
昭和33年 改訂	3	内容(3) サ 物の溶け方を調べる. (ア) 食塩やほう酸を使って, うがい水を作り, 食塩は水に溶けやすいが, ほう酸は水に溶けにくいことに気づく. (イ) ほう酸を水や湯に溶かして比べ, その溶け方が水の暖かさによって違うことに気づく. (ウ) 湯に溶けたほう酸の液を冷やすと, 湯がさめるにつれて, 液中にほう酸が小さな粒となって出てくることに気づく. (エ) 濃い食塩水(飽和溶液)を10倍ないし20倍にうすめて, うがい水をつくることができるようになる.
	4	(6) 自然物から, その成分を取り出すことができることを, 操作を通して知らせるとともに, 自然物に含まれている物質の性質に気づくようにする. エ 食塩水を水と食塩とに分ける. (ア) 食塩にごみがまじっているときには, これを水に溶かしてろ過し, 固形物と食塩水に分けることができるようになる. (イ) 食塩水(または海水)を熱して水分を蒸発させ, 食塩を取り出すことができることに気づくとともに, 製塩法を知る. (ウ) 食塩水を熱し, 出てきた水蒸気を集めて冷やし, その水を味わって, 食塩が含まれていないことに気づく
昭和43年 改訂	4	内容 B 物質とエネルギー (1)物が水に溶ける量の限度について理解させる. ア 食塩の粒には, きまった形があること. イ 同じ体積の食塩水は濃さによって重さに違いがあること. ウ 食塩水などの濃さは, 溶けている物の量と溶かす水の量できめられること. エ 水に溶けている物は, 水が少なくなつて溶ける限度をこすと, 水と分かれて出てくること.
昭和52年 改訂	4	内容 B 物質とエネルギー (1) 物が水に溶けるときの様子を調べ, 水の温度による溶け方の違いを理解させる. ア 物が水に溶けると, 物は水の中に広がっていくこと. イ 水の温度を上げると, 溶ける量が増し, その水溶液の温度を下げると, 溶けていた物が水と分かれて出てくること.
	5	内容 B 物質とエネルギー (1) 固体が水に溶ける量を調べ, 水溶液の濃さと重さとの関係を理解させる. ア 物は, 水に溶けてもその重さは変わらないこと. イ 濃さの違う同体積の水溶液は, 重さに違いがあること. ウ 物が水に溶ける量には, 限度があること. エ 水溶液の水が蒸発すると溶けていた物が水と分かれて出てくること.
平成元年 改訂	5	内容 B 物質とエネルギー (1) 物を水に溶かし, 水の温度や量による溶け方の違いを調べることができるようにする. ア 物が水に溶ける量には限度があること. また, 物が水に溶けても, 全体の重さは変わらないこと. イ 物が水に溶ける量は水の温度や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. ウ 水溶液の水を蒸発させると, 溶けていた物が水と分かれて出てくること.
平成10年 改訂	5	内容 B 物質とエネルギー (1) 物を水に溶かし, 水の温度や量による溶け方の違いを調べ, 物の溶け方の規則性についての考えをもつようにする. ア 物が水に溶ける量には限度があること. イ 物が水に溶ける量は水の量や温度, 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. ウ 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.
平成20年 改訂	5	内容 A 物質・エネルギー (1) 物の溶け方 物を水に溶かし, 水の温度や量による溶け方の違いを調べ, 物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする. ア 物が水に溶ける量には限度があること. イ 物が水に溶ける量は水の量や温度, 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. ウ 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.

記述等について調査・分析する。

2. 「粒子」に関するアンケート調査

児童が「粒子」をどのように捉えているかを、アンケートにより調査する。

対象：東京都内 S 小学校第 5 学年、第 6 学年の児童

第 5 学年：「物の溶け方」未習者

第 6 学年：「物の溶け方」既習者

計 218 名（男子 108 名、女子 110 名）

調査単元：第 5 学年「物の溶け方」

内容：①粒子という言葉聞いたことがあるか

②粒と粒子は同じだと思うか

③粒と粒子はちがうと思う人は、どのようにちがうと思うか

実施時期：平成 21 年 12 月

3. 平成 10 年改訂の学習指導要領に基づき編纂された新旧理科教科書の記述内容の調査

対象：平成 14 年度版の小学校理科教科書（以下、平成 14 年度版、旧教科書と記す）

と平成 17 年度版の同教科書（同、平成 17 年度版、新教科書）、各学年 6 社 6 種、計 12 冊。

単元：小学校第 5 学年 B 区分「物の溶け方」

方法：学習指導要領の「内容」及び「内容の取り扱い」に従い、用語、観察・実験の方法、結果の記述等について調査・分析する。

以上の教科書の調査、アンケートの結果を分析し今後の課題を提案する。

Ⅲ 結果と考察

表 1 は、学習指導要領における「物の溶け方」の扱いの変遷を調査したものである。

表 2 は、学習指導要領の内容の変遷を項目別にまとめたものである。

表 3 は、学習指導要領に基づき編纂された理科教科書が、「戦後どのような変遷を遂げてきたか」を調査したものである。

1. 学習指導要領の内容の変遷

昭和 22 年試案では、第 6 学年で「海水中

表 2 学習指導要領の内容の変遷

項目	内容	昭和22年 試案	昭和27年 試案	昭和33年改訂		昭和43年 改訂	昭和52年改訂		平成元年 改訂	平成10年 改訂	平成20年 改訂
		第6学年	第4学年	第3学年	第4学年	第4学年	第4学年	第5学年	第5学年	第5学年	第5学年
1	溶液中の溶質	○									
2	蒸発による溶質の分離		○		イ	エ			ウ		
3	定量的な希釈			エ							
4	結晶形					ア					
5	拡散						ア				
6	ろ過による溶質の分離				ア						
7	蒸留				ウ			エ			
8	比重で濃度を比較					イ		イ			
9	濃度の定義					ウ					
10	溶解度							ウ*	ア	ア	ア
11	溶質による溶解度の違い			ア						イ	イ
12	温度変化による溶解度の違い			イ			イ*		イ	イ	イ
13	温度変化による溶質の分離			ウ			イ*		イ	イ	イ
14	質量保存							ア	ア	ウ	ウ

注) 昭和33年改訂以降に記された記号 ア、イ、ウ は、各改訂年の学習指導要領の内容の項目の記号。

* は、第4学年、第5学年で学習の順序が他の指導要領と異なる。

の塩分」すなわち「溶液中の溶質」について学習している（表2、項目1）。

昭和27年試案では、第4学年「海からとれるもの食塩」で「蒸発による溶質の分離」を学習している（表2以下略、項目2）。

a. 昭和33年改訂

〔第3学年〕各学年の目標、内容が現行の学習指導要領と同様の形式で表されている。「溶質による溶解度の違い」「温度変化による溶解度の違い」「温度変化による溶質の分離」「定量的な希釈」を学習する（項目3、11、12、13）。

〔第4学年〕「ろ過による溶質の分離」「蒸発による溶質の分離」「蒸留」を学習する（項目2、6、7）。

b. 昭和43年改訂

内容が3区分に整理され、「物の溶け方」はB区分に分類された。

〔第4学年〕「蒸発による溶質の分離」は[S33]と同様であるが、他の内容は削除され、「結晶形」「比重で濃度を比較」「濃度の定義」が新たに加わった（項目2、4、8、9）。

c. 昭和52年改訂

〔第4学年〕[S33]の内容「温度変化による溶解度の違い」「温度変化による溶質の分離」が復し、「拡散」が新たに加わった（項目5、12、13）。

〔第5学年〕「質量保存」「比重で濃度を比較」「溶解度」「蒸留」を学習する（項目7、8、10、14）。ここでの「質量保存」は「物は水に溶けてもその重さは変わらないこと」であるが、「水の重さ+食塩の重さ=食塩水の重さ」という式の記述が3社共に見られる。この式の記述は平成元年改訂の「物が水に溶けても、『全体の重さ』は変わらないこと」（現行のウの内容に相当する）に反映されたと考えられる。

また、「濃さの違う同体積の水溶液は、重さに違いがあること」すなわち「比重」についての記述も3社共に見られる。

溶解度に関しては、第5学年で学習する「溶解度（項目12、13のイ*）」より先に、第4

学年で「温度変化による溶解度の違い（項目10のウ*）」「温度変化による溶質の分離」を学習しており、学習順序が他の学習指導要領の順序と異なっていた。

d. 平成元年改訂

〔第5学年〕[S52]で削除された「蒸発による溶質の分離」が復活し、[S52]同様「質量保存」「溶解度」「温度変化による溶解度の違い」「温度変化による溶質の分離」を学習する（項目2、10、12、13、14）。「蒸留」及び「濃さの違う同体積の水溶液は、重さに違いがあること」という「比重」についての内容は削除された。なお、「比重」と関連する「密度」も中学校で軽減された。

e. 平成10年改訂

〔第5学年〕「蒸発による溶質の分離」が削除され、[S33]の「溶質による溶解度の違い」が復活した。「溶解度」「温度変化による溶解度の違い」「温度変化による溶質の分離」「質量保存」は[H01]と同様である（項目10、11、12、13、14）。

f. 平成20年改訂

〔第5学年〕学習指導要領の内容が改めて整理され、「旧B区分」は「A区分」に分類された。内容はア「溶解度」、イ「溶質による溶解度の違い」「温度変化による溶解度の違い」「温度変化による溶質の分離」、ウ「質量保存」、共に[H10]と変わらない（項目10、11、12、13、14）。文言の一部が、「・・・考えをもつようにする」から「考えをもつことができるようにする」と改訂されている。学習指導要領解説、第1章総説には、『エネルギー』や『粒子』といった科学の基本的な見方や概念を柱として内容が系統性をもつように留意する」と明記され、ここで粒子概念の導入が示されている。

2. 学習指導要領の改訂と教科書の記述の変遷

戦後、「物の溶け方」に関する学習は、小学校学習指導要領の昭和22年試案に始まり、第6学年「海と船」で「海水中の塩分」につ

いて学習する。また、昭和 27 年試案では、「自然の保護と利用、第 4 学年」で、「海からとれるもの食塩」を学習している（表 1）。

昭和 33 年改訂の「物の溶け方」は、第 3 学年で「食塩」と「ホウ酸」を用い「うがい水」を作ることから学習が始まる。当時の生活の中で身近だった、「うがい水」を作り、実際に「うがい」をする。

以下、昭和 33 年改訂の学習指導要領から、現在に至るまでの流れを、教科書の記述と比較して示す（表 3）。

a. 昭和 33 年改訂

〔第 3 学年〕単元名は 3 社共「うがい水」であり、単元のページ数は、3 社共に A 5 版、4 ページである（表 3、項目 1、2）。実験で扱われている物質は、3 社共「食塩」と「ホウ酸」であり（表 3 以下略、項目 3）、実験は現行学習指導要領の A、イに相当するものが、3 社共に各 1 例ある（項目 4）。使用する器具（容器）はコップ、ビーカー、試験管と各社で異なり、水の量は 1 社で「ビーカーの 3 分の 1」と指定がある（項目 5、～8）。

現行学習指導要領のイの実験に関するまとめの記述が 2 社に見られる（項目 14）。3 社共に飽和した水溶液を作り、できた水溶液を 10 倍から 20 倍にうすめ、「うがい水」を作り「うがい」をするため、「食塩の味」に関する記述が見られる（項目 17）。

〔第 4 学年〕単元名は「食塩水」「食塩のとり出し方」「食塩」で、単元のページ数は A 5 版、平均 6 ページである（項目 1、2）。実験で扱われている物質は 3 社共「食塩」であり（項目 3）、実験は現行学習指導要領のイの後半の内容に相当するものが、3 社共に各 1 例ある（項目 4）。

実験に使用する器具は 3 社共にビーカーで、1 社には水の量「100 cc」と指定がある（項目 7、8）

実験方法は 3 社共に「海水」または「よごれた食塩水」をろ過し、その水溶液をなめて「味を確かめ」、その水溶液を煮詰め、出てきた物質「食塩」の色、形、味などの特徴を調

べている。また、「水溶液の濃さ」も、味で調べている。その他、「食塩水を熱し、出てきた水蒸気を集めて冷やし、その水を味わって、食塩が含まれていないことに気づく」という、蒸留に関する実験が 3 社共に各 1 例あった（項目 11）。現行学習指導要領のイの実験に関するまとめの記述が 2 社に見られる（項目 14）。「味」に関する記述は、3 社すべてで見られた（項目 17）。

b. 昭和 43 年改訂

〔第 4 学年〕単元名は「食塩水」が 2 社、「食塩」が 1 社で、単元のページ数は、A 5 版、平均 10 ページである（項目 1、2）。扱う物質は、3 社とも「食塩」であり（項目 3）、現行学習指導要領の A に相当する実験が 3 社共に 1 例、イに相当する実験は 1 例、2 例、3 例が各 1 社、ウに相当するものが 1 社に 1 例ある（項目 4）。

実験に使用する器具は 3 社共にビーカーで、A に関する実験での水の量は「100 cm³」「50 cm³」「ビーカーの 3 分の 1」、イの水の量は「100 cm³」「50 cm³」「100 cc」、ウは 1 社で水の量「100 cc」と指定がある（項目 5～10）。「同じ体積の食塩水は濃さによって重さに違いがあること」の実験は、3 社共に見られる（項目 12）。[S33]は「味」で調べていた「濃度」を、[S43]では「同体積の水溶液の重さ」すなわち「比重」で比較するようになる。「食塩の味」に関する記述も、3 社すべてで見られる（項目 17）。

c. 昭和 52 年改訂

〔第 4 学年〕単元名は「ものをとかそう」が 1 社、「物のとけ方」が 2 社で、単元のページ数は、A 5 版、平均 11.3 ページである（項目 1、2）。扱われる物質は、ホウ酸、砂糖、氷砂糖、食塩、食紅などが挙げられているが、実際の実験例では 3 社共に「ホウ酸」を扱っている（項目 3）。現行学習指導要領の A に相当する実験が 2 社に 1 例、イに相当する実験は、2 例、3 例、4 例が各 1 社にある（項目 4）。

実験に使用する器具は 3 社共にビーカー

表3 小学校理科「もののとけ方」の変遷

項目	DN					TS					KR				
	昭和33年	昭和46年	昭和58年	平成7年	平成17年	昭和33年	昭和46年	昭和58年	平成7年	平成17年	昭和33年	昭和46年	昭和58年	平成7年	平成17年
学習指導要領 改訂年	昭和33年	昭和46年	昭和58年	平成7年	平成17年	昭和33年	昭和46年	昭和58年	平成7年	平成17年	昭和33年	昭和46年	昭和58年	平成7年	平成17年
学年	第3学年	第4学年	第5学年	第5学年	第5学年	第3学年	第4学年	第5学年	第5学年	第5学年	第3学年	第4学年	第5学年	第5学年	第5学年
単元	うがい水	食塩水	水のとけ方	水のとけ方	もののとけ方	うがい水	食塩水	水のとけ方	水のとけ方	もののとけ方	うがい水	食塩水	水のとけ方	物のとけ方	物のとけ方
2 単元のページ数 *	4	8	10	12	16	4	4	12	14	14	4	6	8	10	14
3 実験を通して いる物質	食塩、水 食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)	食塩、水、砂 コーヒ、 シュガー、 入浴剤、食 塩、(砂糖)
4 実験の順序 (Oの数字:実 験回数)	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①	ア① ② イ ①
5 実験A:水の量	×	×	100g	50ml	50ml	×	×	50cm ³	50cm ³	100cm ³	×	×	50cm ³	50cm ³	50ml、 100ml
6 実験A:容器	コップ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
7 実験I:水の量	×	×	100cm ³	50cm ³	50cm ³	×	×	50cm ³	50cm ³	100cm ³	×	×	×	×	×
8 実験I:容器	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
9 実験II:水の量	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10 実験II:容器	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
11 (1)ア まじか は数の手数	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 (1)イ まじか は数の手数	67	28	168	0	167	0	0	0	0	0	69	83	47	90	150
13 (1)ウ まじか は数の手数	0	0	0	87	90	61	0	0	0	46	0	0	0	0	43
14 実験に 関する	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
15 同様の 実験を して	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
16 実験の式															
17 味を調べる	○うがい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18 数値の ページ数	104	126	76	68	74	64	72	68	66	70	68	100	80	64	72
19 *	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下

注) DN、TS、KRは出版年。Oは記述あり。×は記述なし。* 教科書の版:昭和33年、昭和46年改訂版は「A5版」、平成7年改訂版は「B5版」、平成17年改訂版は「B5版」。

ア:物が水に溶ける量は温度によって異なること。イ:物が水に溶ける量は水の量や温度、溶ける物によって異なること。ウ:物が水に溶ける量と水の量は関係ないこと。

で、水の量は1社で「1 dl」、他の1社で「ビーカーの半分」と指定がある（項目5～10）。「食塩の味」の記述は、1社で見られた（項目17）。

〔第5学年〕単元名は「水よう液とこさ」が1社、「食塩水のこさと重さ」が2社で、単元のページ数は、A 5版、平均14.6ページである（項目1、2）。

実験で扱う物質は3社とも「食塩」であり（項目3）、現行のA、イ、ウに相当する実験例が、3社ともに各1例ある（項目4）。[S52]では、第4学年で「ホウ酸」、第5学年で「食塩」を扱っている。

実験に使用する器具は、ビーカー、コップの他1社では「ふたつきびん」を使用する。水の量は、「100 g」「50 cm³」「コップ半分」と各社により異なる（項目5～10）。

「物は、水に溶けてもその重さは変わらないこと」の学習で、「水の重さ+食塩の重さ=食塩水の重さ」という式の記述が、3社共に見られる（項目16）。

「味」に関する記述は、「とけるときのようす」を観察する際、食塩、砂糖の「水溶液の上下の味」を確かめさせる実験が1社にある（項目17）。

d. 平成元年改訂

〔第5学年〕単元名は「ものをとかそう」が1社、「物のとけ方」が2社で、単元のページ数は、B 5版、平均13.6ページである（表3項目1、2参照）。

挙げられている物質は、食塩、ホウ酸、ミョウバン、砂糖、コーヒースーガーなどであるが、実際の実験で扱うのは、「食塩」「ホウ酸」が2社、「食塩」「ミョウバン」が1社であり（項目3）、実験数は、現行学習指導要領のAとウに関するものは各社とも1例、イは4例が2社、6例が1社である（項目4）。

実験に使用する器具は、ふたつき容器が1社、ビーカーが2社であり、水の量は、50 cm³（50 g）から200 cm³と各社により異なる（項目5～10）。

e. 平成10年改訂

〔第5学年〕単元名は3社共「ものをとけ方」

で、単元のページ数は、B 5版、平均16.7ページであり、[H01]より平均約3ページ増えている（項目1、2）。実験で扱う物質は、3社共「食塩」「ホウ酸」であり（項目3）、実験数は、現行のAとウに関するものは各社とも1例、イは2例、3例、4例が各1社である（項目4）。[H10]に関しては、第4節で詳述する。

3. 「粒子の捉え方」に関する調査

表4-①、表4-②は、「粒子という言葉聞いたことがあるか」「粒と粒子は同じだと思うか」に対する回答を表にまとめたものである。

表4-① 粒と粒子に関する調査
S小学校第5学年（未習者）（N=105）

		同じ	違う	わからない	計
ある	人数	9	31	28	68
	割合	8.6	29.5	26.7	64.8
ない	人数	3	3	15	21
	割合	2.9	2.9	14.2	21.0
わからない	人数	1	0	15	16
	割合	0.9	0.0	14.3	15.2
計	人数	13	34	58	105
	割合	12.4	32.4	55.2	100.0

注) 表例:「粒子という言葉聞いたことがあるか」
表頭:「粒と粒子は同じだと思うか」に対する回答
数値:上段は人数、下段は総計に対する割合(%)

表4-② 粒と粒子に関する調査
S小学校第6学年（既習者）（N=113）

		同じ	違う	わからない	計
ある	人数	20	49	36	105
	割合	17.7	43.3	31.8	92.8
ない	人数	1	3	1	4
	割合	0.9	2.7	0.9	4.5
わからない	人数	0	0	3	3
	割合	0	0	2.7	2.7
計	人数	21	52	40	113
	割合	18.6	46.0	35.4	100.0

注) 表例:「粒子という言葉聞いたことがあるか」
表頭:「粒と粒子は同じだと思うか」に対する回答
数値:上段は人数、下段は総計に対する割合(%)

表5は。「粒と粒子はちがうと思う人は。どのようにちがうと思うか」に対する記述の代表例を挙げたものある。

「原子はそれ以上分割できない小さな粒である」とされるように「粒」、「粒子」はいずれも化学用語として限定的には扱われていない。ただし、原子物理学では素粒子と呼ばれていた粒子や基本粒子について「粒子」と呼んでいる。

「粒子という言葉を知ったことがある」と回答したのは、第5学年では105名中68名(約65%)、第6学年113名中105名(以下同約、93%)であり、「粒子と粒は同じ」と回答した児童は、第5学年では13名(12%)、第6学年で21名(19%)であった。「粒子と粒は違う」と回答した児童は、第5学年で34名(32%)、第6学年で52名(46%)、「わからない」と回答した児童は、第5学年で58名(55%)、第6学年で40名(35%)であり、第5学年で約9割、第6学年で約8割の児童が、「粒子と粒は化学的には区別されていない」と理解していないことがわかった。

「粒子と粒は違う」と回答した児童に対する、「粒と粒子は、どのように違うか」というアンケートの記述には、「粒子の方が粒より小さいと思う」(表5、児童No.1)、「粒は目に見えるが粒子は見えない」(表5、以下表番号、児童、を略す、No.9)、「粒子は「子」という漢字がついているから粒よりも小さいと思うから」(No.14)、「粒は粒子よりかなり大きく、粒子はナノサイズの粒」(No.21)、「粒は米などの1つ1つのこと。粒子はこの世の中にある一番小さい物体で世の中の全部をつくっているもの」(No.26)、「粒を例えば、1mmだとしたら、粒子は0.9mm以下、つまり大きさのちがいが」(No.33)などのように「粒子は粒より小さい」という回答が多く見られた。また「粒子はもう少し小さいが、一番最初にできるもの」(No.15)、「粒をつくっているのが粒子だと思う」(No.36)というように、「粒子」を「原子」と同一視した回答も見られた。

このように児童は、粒子と粒は同じではなく、「粒子は粒より小さい」「粒と粒子は大きさが違う」と考えている割合が多く、また「粒子」を「原子」と考えている場合もあると考えられる。

4. 平成10年改訂の学習指導要領に基づき編纂された新旧教科書の記述内容の調査

表6-①、表6-②は、平成10年改訂の学習指導要領の「内容」「内容の取り扱い」に従い、平成14年度版と平成17年度版の教科書の記載を比較調査したものである。

単元名は新旧の教科書6社共に「もののとけ方」で、単元のページ数は平均し、平成17年度版はB5版16.3ページ、平成14年度版は同14.7ページで、平均約1.6ページ(約1割)増えている(表6-①、項目1、2)。物質は、1社では、砂糖、コーヒースーガーなども取り上げているが、実際に実験で扱っている物質は「食塩」「ホウ酸」が3社、「食塩」「ミョウバン」が3社で新旧共に変わりがない(表6-①以下略、項目3、4)。

「物の溶け方」で扱われる「食塩」は、溶媒である水の温度の変化による溶解度に大差はないが、「ホウ酸」「ミョウバン」は水の温度により溶解度に顕著な差が見られる。「ホウ酸」「ミョウバン」は昭和30～50年代では家庭でもごく普通に扱われる物質であった。現在では家庭であまり見られなくなったが、「ホウ酸」の水溶液は消毒薬として用いられている。「ミョウバン」は食品加工用にも用いられ、安全性の面から、また、食塩との溶解度の比較において、教材としては適切であると考えられる^{注4)}。

「つぶ」という記述は、新旧共に6社全てで見られた(項目5)。ものが溶け出す様子(シュリーレン現象)を示す写真は、平成14年度版の1社では見られなかったが、平成17年度版では6社、すべてで見られた(項目6)。「つぶ」が広がっていく様子を示す「粒子」の考え方を示唆する図は、平成17年度版の1社のみに見られたが、その図の中に「つ

表5 粒と粒子の捉え方に関する調査

S小学校第5学年（未習者）、第6学年（既習者）

平成21年12月調査

第5学年			第6学年		
男子	1	粒子の方が粒より小さいと思う。	男子	21	粒は粒子よりかなり大きく、粒子はナノサイズの粒。
	2	細かさのレベルがちがうと思いました		22	粒は固体とか示すけど粒子は理科的にいわない。
	3	粒子というつぶじょう最も小さいばんだと思う。		23	粒と粒子は大きさがちがう。粒は目に見える物、たとえば米など。粒子は目に見えない物、たとえばインフルエンザ菌など。
	4	粒とはまだ分けられる物質だが、粒子とはもう分けられない物質。		24	粒は細かくしたものだ。理科的にはいわない。粒子はもう細かくできない、分子のようなもの。
	5	粒子は粒の元		25	粒は目に見えるものもあるが粒子は見えない。
	6	粒と粒子では粒子の方が細かい。		26	粒は米などの1つ1つのこと。粒子はこの世の中にある一番小さい物体で世の中の全部をつくっているもの。
	7	粒は大きく粒子は粒より小さい。		27	粒子はさらに細かい。
	8	粒と粒子は大きさがちがう。		28	粒は肉眼で見えて粒子は見えない。
	9	粒は目に見えるが粒子は見えない		29	粒子は元素みたいな感じだと思う。
	10	粒と粒子だと粒子の方がマイクロ単位で小さい。		30	粒は幅が広いが、粒子は科学の世界で使われる(ある)具体的なものだと思うから。
女子	11	大きさがびみょうにちがう。	女子	31	粒は細かくしたもので、粒子は細かいもの。
	12	なんとなく		32	粒の方が大きくて、粒子の方が小さい。
	13	粒は小さい粒も大きい粒も同じで、粒子は小さい粒だけ。		33	粒を例えば、1mmだとしたら、粒子は0.9mm以下、つまり大きさのちがいがい。
	14	粒子は「子」という漢字がついているから粒より小さいと思うから。		34	素粒子などは、湯川秀きさんが見つけたことで知っているけれど、しっかりとわかりません。
	15	粒子はもう少し小さいが、一番最初にできるもの。		35	粒は米粒のように目に見えると思います。でも、粒子は粒よりも小さいと思う。
	16	粒と粒子の大きさがちがう。		36	粒をつくっているのが粒子だと思う。
	17	粒子の方が小さい。		37	粒子は粒よりも小さい。
	18	粒なら米粒のように食品でも使われるが、○の粒子と、食品で使うと、ひどくいわ観がある。		38	粒は、例えば米の粒とか豆の粒といったただの小さな豆のようなもの。粒子は理科的な物。
	19	さらにちっちゃいやつ		39	粒より粒子は小さい。見えないー粒子
	20	粒より粒子の方がちいさい。		40	粒は目に見えるけど、粒子は目で見えない。

注) 回答の記述は、第5学年、第6学年共に男子10名、女子10名の代表例を挙げた。表の番号は便宜上の児童番号。記述は原文のまま。

表6-① 小学校理科第5学年 B物質とエネルギー (1)「物の溶け方」

項目	内容	DN		TS		KR		KS		GT		SK	
		平成14年 もののとけ方	平成17年 もののとけ方	平成14年 もののとけ方	平成17年 もののとけ方	平成14年 もののとけ方	平成17年 もののとけ方	平成14年 もののとけ方	平成17年 もののとけ方	平成14年 もののとけ方	平成17年 もののとけ方	平成14年 もののとけ方	平成17年 もののとけ方
1	単元												
2	単元のページ数	14	16	18	14	16	18	18	18	12	14	14	16
3	「もののとけ方」でとり上げられている物質	食塩、ホウ酸、さとう、米、さとう、水、ミョウバン	食塩、ホウ酸、さとう、米、さとう、水、ミョウバン	食塩、ホウ酸	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ホウ酸	食塩、ホウ酸
4	実験で扱っている物質	食塩、ホウ酸	食塩、ホウ酸	食塩、ホウ酸	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ミョウバン	食塩、ホウ酸	食塩、ホウ酸
5	「つぶ」という記述	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	物が溶けていくようす(写真)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
7	「つぶ」が広がっていくようす(図)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8	「水より液」という用語の説明	食塩やさとうなど、ものがとけている水のことで水より液という	食塩やさとうなど、ものがとけている水のことで水より液という	ものが氷に溶けて全体に広がり、すきとおった液を、水より液という	水にものが溶けて、水にのびて、すきとおった液を、水より液という	ものが氷に溶けて全体に広がり、すきとおった液を、水より液という	ものが氷に溶けて全体に広がり、すきとおった液を、水より液という	ものが氷に溶けて全体に広がり、すきとおった液を、水より液という	ものが氷に溶けて全体に広がり、すきとおった液を、水より液という	食塩など、ものが水に溶けて、水より液になることを、水より液といいます	ものが氷に溶けて、水より液になることを、水より液といいます	ホウ酸水や食塩水のように、物が水に溶けてできた液を、水より液といいます	ホウ酸水や食塩水のように、物が水に溶けてできた液を、水より液といいます
9	実験の項数(○の数、○は実験総数)	ウーアーアーイーイ⑤	ウーアーアーイーイ⑤	ウーアーアーイーイ⑤	ウーアーアーイーイ④	ウーアーアーイーイ④	ウーアーアーイーイ④	ウーアーアーイーイ④	ウーアーアーイーイ④	ウーアーアーイーイ⑤	ウーアーアーイーイ⑤	ウーアーアーイーイ⑤	ウーアーアーイーイ⑤
10	実験ア 水の量	50ml	50ml	50ml, 100ml	25ml, 50ml	50ml, 100ml	50ml, 100ml	50ml, 100ml	50ml, 100ml	50ml	50ml	150ml	150ml
	実験ア 容器	ふたつき容器	ふたつき容器	大きいビーカー	100mlビーカー	200mlビーカー	200mlビーカー	ビーカー	200mlビーカー(写真)	ビーカー	100mlビーカー(写真)	ビーカー	ビーカー
	実験イ 水の量	50ml+50ml	90ml+50ml	50ml	50ml	50ml	50ml	50ml	50ml	50ml+20ml	50ml+20ml	150ml	150ml
11	実験イ 容器	ふたつき容器	ふたつき容器	100mlビーカー	100mlビーカー	ビーカー	ビーカー	ビーカー	ビーカー	ビーカー	ビーカー	ビーカー	ビーカー
	実験ウ 水、食塩等の量	50g、5g(水:食塩)	50g、5g(水:食塩)	×	×	×	×	×	×	50g、5g(水:食塩、食塩)	×	水50g:食塩5g、10g、15g	50g:5g(水:食塩、食塩)
12	実験ウ 容器	ふたつき容器	ふたつき容器	ふたつき容器	ふたつき容器	ふたつき容器	ふたつき容器	ふたつき容器	ふたつき容器	プラスチックのコップ	ふたつき容器	ビーカー	ふたつき容器

注) 「平成14年」は平成14年度版の教科書、「平成17年」は平成17年度版の教科書。TS, DN, KR, KS, GT, SKは出版社。○は記述あり、×は記述なし。
ア 物が水に溶ける量には誤差があること、イ 物が水に溶ける量は水の温度、溶ける物によって異なること、またこの質量を取り出すことができること、ウ 物が水に溶けても、水と物を混ぜた量は変わらないこと

表6-② 小学校理科第5学年 B 物質とエネルギー (1)「物の溶け方」

項目	内容	DN	TS	KR	KS	GT	SK
		平成14年	平成17年	平成14年	平成17年	平成14年	平成17年
	問 い か け 実 験	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
	実 験	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
13	(1)ア 物が水に 溶ける量は限 度があること	決められた量の水 50mlにとける 食塩の量は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
	実 験	決められた量の水 50mlにとける 食塩の量は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
	ま と め						
14	(1) イ、物が水 に溶ける量は水 の温度、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	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
	問 い か け 実 験	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
	実 験	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	②水にとけるもの の量。水は、 水にかき混ぜると 溶けるだろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか	食塩は、水にいくら いれたいとけるの だろうか
	ま と め						
15	(1)ア まとめ・結果 の表	0	24	36	31	32	35
	(1)イ まとめ・結果 の表	0	141	45	88	161	148
	(1)ウ まとめ・結果 の表	61	0	34	73	36	87
16	まとめの表、式、グラフ の数	4	6	7	11	5	9
17	確認(吹き出し)の数	26	19	24	25	13	16
18	上 小中学校理科5年 ページ数	54	66	70	56	56	54
	下	56	42	56	66	56	54

注)「平成14年」は平成14年度版の教科書、「平成17年」は平成17年度版の教科書。TS, DN, KR, KS, GT, SKは出版社名。○は記述なし。

ア、物が水に溶ける量は限度があること。イ、物が水に溶ける量は水の温度、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。ウ、物が水に溶けても、水と物を合わせた量は変わらないこと。

ぶ」という記述は見られなかった（項目 7、図 1）。「水溶液」という用語の説明は新旧共に 6 社に見られた（項目 8）。実験数は、ウに関するものは新旧各社共に 1 例、平成 17 年度版の実験総数は 4 例、5 例、6 例共、各 2 社であり、1 社でイに関するものが平成 14 年度版より 2 例増えていた。実験の順序は、「ア→イ→ウ」の順が 3 社、「ウ→ア→イ」が 2 社、「いずれか選択」が 1 社であり、新旧に変わりはない（項目 9）。

実験ア、及びイで使用する器具（容器）は、ビーカーが 5 社、ふたつき容器が 1 社であり、入れる水の量は 25 ml から 150 ml で、各社で異なる（項目 10～11）。実験ウで使用する容器は、平成 17 年度版ではすべて「ふたつき容器」であり、入れる水および溶かすものの量は、平成 14 年度版では「水（または水＋容器）50 g：食塩 5 g」が 3 社、指定なしが 3 社であったが、平成 17 年度版では 2 社で「水（または水＋容器）50 g：食塩 5 g」、4 社では指定がない（項目 12）。

学習指導要領の内容に関する実験のまとめの記述で、「ア」の項目の記述が増えているのは、TS 社、KS 社、「イ」の項目の記述が増えているのは、TS 社、KR 社、GT 社、同様に「ウ」の項目に関しては、TS 社、KR 社、GT 社である（表 6－②以下略、項目 15）。また、まとめの「表や式、グラフの数」が増えているのは DN 社、KR 社、SK 社（項目 16）、「吹

き出しによる確認」の数が増えているのは、TS 社、KS 社、GT 社、SK 社である（項目 17）。

実験の「まとめの記述」を平均すると、記述量が増えているのは 3 社、「表や式、グラフ」が増えているのは 3 社、また「吹き出しによる確認」が増えているのは 4 社であり、「発展的内容」として取り上げられている、「岩塩」あるいは「海水から取り出す塩」、「結晶」などに関する記述は全社で増えている。

平成 17 年度版では、教科書の内容の詳しくなっている箇所が、「実験の方法や数」「まとめの記述」「結果の表やグラフ・式」またそれに対する「説明」など多岐にわたっており、教科書会社により重点の置き方が異なっていた、といえる。

次に、実験内容を学習指導要領の内容のア、イ、ウに当てはめ区別したところ、内容のア、イに関して、明確に区別ができない部分が見られた（項目 13、14）。表 6－②の「網掛」の部分は、内容のアとイに明確な区別できない部分を示す。

たとえば、平成 17 年度版 DN 社、実験 2 の「水にとけるものの量」では、一つの実験の中で、初めに「食塩は、水にかぎりなくとけるだろうか」、次に「食塩以外のものも、水にとける量にはかぎりがあるのだろうか」と内容の「ア」に続けて「イの前半部分」を問いかけている。同様に TS 社の「実験 1」では、「食塩は、水にどれくらいとけるのだろうか」とあり、同様に一つの実験の中で、初めは 50 ml の水に溶ける食塩の量をはかり、次に水の量を 2 倍にして調べている。これらは 1 実験の中で、指導要領の内容の「ア」と「イの前半部分」が融合した問いかけの形になっており、同様な形の問いかけの記述が 6 社全社に見られた。

IV 結論

戦後「物の溶け方」の学習は、第 3 学年で「食塩」「ホウ酸」を用い「うがい水」を作るこ

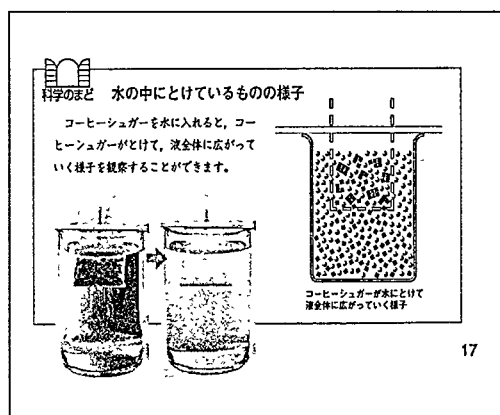


図 1 水の中にとけているものの様子 [KS 社]

とから始まる。昭和 43 年改訂では、濃度を「同体積の水溶液の重さ」で比較するようになるが、「味」に関する記述も見られる。「口に含むこと」または「食塩の味」に関する記述は、昭和 52 年改訂まで見られた。

現行の学習指導要領のイの内容「温度変化による溶解度の違い」「温度変化による溶質の分離」は、昭和 33 年改訂から学習し、アの内容「溶解度」、ウの内容「質量保存」は、昭和 52 年改訂から学習していた。

昭和 52 年改訂の第 5 学年アの内容は「物は、水に溶けてもその重さは変わらないこと」であるが、3 社共に「水の重さ + 食塩の重さ = 食塩水の重さ」という「質量保存」の式を扱っており、この事実も、「物が水に溶けても、全体の重さは変わらないこと」という平成元年改訂の小項目アに反映されたと考えられる。

現行の平成 17 年度版小学校理科教科書は、平成 14 年度版の教科書と比較し全体として記述量が増えており、詳しくなっている箇所は、実験の方法やまとめの記述、結果の表やグラフの説明など多岐にわたっており、出版社により重点の置き方が異なっていた。

なお現行の学習指導要領同様、平成 20 年改訂の学習指導要領理科第 5 学年「物の溶け方」の内容のア、イは、

ア 物が水に溶ける量には限度があること。

イ 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。

であるが、現行の理科教科書第 5 学年「物の溶け方」における内容の節立は、以下のようになっている。

ア 物が水に溶ける量には限度があり、水の量や温度、溶ける物によって違うこと。

イ アの性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

これは、現行学習指導要領の内容「B 物質とエネルギー」(1)の小項目で示された内

容の組み合わせが、教科書では実験活動に合わせて、イの前半部分がアに組み込まれた形となっていると考えられ、現行学習指導要領の文言もこの組み合わせの方が、教科書の観察・実験を構成しやすいと考えられる。

・アンケートにより児童の多くは、粒子と粒は同じではなく、「粒と粒子は大きさが違う」「粒は目に見えるが、粒子は目に見えない小さなもの」と考えており、また「粒子」を「原子」と考えている場合もあることがわかった。

・「つぶ」に関する記述は平成 17 年度版の教科書では全社で見られたが、「つぶ」が広がっていく様子を示す図は 1 社にのみ見られた。

・「物の溶け方」で扱われている物質の多くは「つぶ」から成っており、「粒子」について学習するための基礎となる教材となると考えられる。なお「結晶形」に関する学習指導要領の内容は、昭和 43 年改訂に限り見られ、その後は削除されているが、「結晶」に関する内容は「つぶ」を認識させるためには効果があると考えられる。

「物の溶け方」は粒子概念形成の基礎となる単元であり、児童が十分に理解できる内容を検討していく必要があると考えられる。粒子概念形成のためのより適切な教科書、教材の開発が期待される。

謝辞

本稿を執筆するに当たり御協力くださった、下條隆嗣先生（東京学芸大学名誉教授）、堀井孝彦先生（東京学芸大学附属小金井小学校）に、心より謝意を表する。

注釈

1) 松原ら (2004) は、「教科書の記述量の多寡」に関する調査報告における「物の溶け方」の単元に関する調査で、「児童・生徒はより詳しい書き方を好む」と報告している（藤村ほか、2004）。

2) 平成 15 年の学習指導要領の一部改正は、「発展的な学習内容」など「学校において特に

必要がある場合には、この事項にかかわらず指導することができる」ことが明記されている。平成 17 年度発行の教科書は平成 15 年の学習指導要領の一部改正後に編纂されている。

- 3) 教科書の調査内容は、学会報告（岩間ほか、2006；2007）、及び教科書研究センター報告書（松原ほか、2010）の内容を一部引用している。
- 4) ミョウバンの結晶は結晶水を含んでいる。小学校理科では簡略化し、結晶水を含めて示してあるが、一般の科学書では無水和物の溶解度の数値を示しており、溶解度の数値が異なるので注意が必要である。

引用文献

- 藤村和男（代表）：小・中学校の教科書の読みやすさ・わかりやすさに関する調査研究，科学研究費研究成果報告書（課題番号 12800005），2004。
- 葉山優・下條隆嗣ほか：小学校理科への物質の粒子像導入の可能性—児童のもつ粒子像についての調査—，東京学芸大学紀要 自然科学系，58，15-39，2006。
- 堀哲夫・松森靖夫・浜田清彦：水溶液概念の理解に関する基礎的研究—水溶液を二分したときの濃さを中心として—，理科教育学会研究紀要，38（3），189-203，1998。
- 岩間淳子・松原静郎・下條隆嗣：児童の学習意欲と理科教科書における記述量の多寡—「物の溶け方」を例にして—，日本理科教育学会第 45 回関東支部大会研究発表要旨集，44，2006。
- 岩間淳子・下條隆嗣・鳩貝太郎・松原静郎：学習指導要領に基づき編纂された理科教科書の変遷・今後—小学校理科「物の溶け方」を例にして—，平成 19 年度日本理科教育学会北陸支部大会講演要旨集，7，2007。
- 菊地洋一・武井隆明・三田正巳・高橋治・村上祐：粒子概念の位置づけと物質学習カリキュラム，理科教育学研究，49（1），35-51，2008。
- 三輪俊一・山本勝博・利安義雄：中学校理科における生徒の粒子概念形成に関する研究，茨城大学教育学部紀要，57，55-65，2008。
- 文部省：学習指導要領試案，理科編，1947。
- 文部省：学習指導要領試案，理科編，1952。
- 文部省：小学校学習指導要領，第 4 節理科，1958，1968，1977，1989，1998。
- 文部省（現・文部科学省）：小学校学習指導要領解説，理科編，東洋館出版社，1999，2005。
- 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。
- 松原静郎・岩間淳子・下條隆司：初等中等教育用理科教科書の学習材機能の向上に関する調査研究（下條隆嗣；代表），233-249，（財）教科書研究センター委託研究，2010。
- 高野圭世・堀哲夫・平田邦男：粒子概念の理解に関する研究—空気の温度による体積の変化—，理科教育学会研究紀要，32（2），91-100，1991。
- 渡辺正：粒子のイメージは化学の命，理科の教育，10，5-9，2008。
- 山下修一・小野寺千恵：小学校 5・6 年の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果，理科教育学研究，50（1），85-91，2009。
- 〔教科書〕
- 小学校理科教科書，大日本図書，第 3 学年，1963，第 4 学年，1963，1971，1983，第 5 学年，1983，1992，2002，2005。
- 小学校理科教科書，啓林館，第 3 学年，1963，第 4 学年，1963，1971，1983，第 5 学年，1983，1992，2002，2005。
- 小学校理科教科書，東京書籍，第 3 学年，1963，第 4 学年，1963，1971，1983，第 5 学年，1983，1992，2002，2005。
- 小学校理科教科書，学校図書，第 5 学年，2002，2005。
- 小学校理科教科書，教育出版，第 5 学年，2002，2005。
- 小学校理科教科書，信濃教育会出版部，第 5 学年，2002，2005。

〔問い合わせ先〕

〒 225-8503 神奈川県横浜市青葉区鉄町 1614

桐蔭横浜大学

松原 静郎

E-mail: matsubaras@cc.toin.ac.jp
