

論文

小学校理科教科書における活動を通じた 問題解決の力の育成

——第3学年「物と重さ」を例に——

Developing Problem-solving Abilities through Activity in Elementary School
Science Textbooks: The Case of “Object and Weight”

松原 静郎*・岩間 淳子¹

* 桐蔭横浜大学名誉教授

¹ 川崎市立看護短期大学

(2020年9月10日 受理)

I. はじめに

令和2年度の小学校理科教科書は、平成29年改訂小学校学習指導要領に基づいた最初の教科書である。小学校学習指導要領の理科の目標には、「……自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力」の育成を目指す」と記されている。

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2018）には、第3学年での学習の過程において、「自然の事物・現象の差異点や共通点を基に、問題を見いだすといった問題解決の力を育成することに重点が置かれている」とある。理科学習での問題解決における「問題を見いだす」この過程は、第4学年の「自然の事物・現象から見いだした問題について、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する」過程や、第5学年の「自然の事物・現象から見いだした問題についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想する」過程、第6学年の「自然の事物・現象

から見いだした問題について追究し、より適切な考えをつくりだす」過程に比べ、難しいことが考えられる。問題を見いだす過程では、テーマ全体を見通した上で、これまでの学習内容や自然、生活経験など、広範囲にわたる事象から、児童が主体的に問題を見いだすよう指導することが求められているからである。令和2年度小学校第3学年理科教科書は、これらの目標等に対応し、問題を見いだす過程を重視した形で、制作・編集されている。また、問題解決の力を育成する観点から、理科の学習方法が教科書出版社全6社の教科書の巻頭に「理科の学び方」や「学習の進め方」等として示されている。なお、巻頭での理科の学習方法としては、平成27年度の時点で、すでに5社において先取りしており、現行の教科書と類似した形で問題解決の力が示されている（松原・岩間、2017）。さらに、平成23年度の第3学年理科教科書においても2社に、同年度第6学年では4社の教科書に、理科の学習方法が記載されている。

本稿では、令和2年度の理科教科書4社で

* MATSUBARA Shizuo: Professor Emeritus, Toin University of Yokohama. 1614, Kurogane-cho, Aoba-ku, Yokohama 225-8503, Japan

¹ IWAMA Junko: Lecturer, Kawasaki City College of Nursing

第3学年最後の単元に、その他2社の教科書でも第3学年後半の単元として設定されている「物と重さ」を例に、第3学年の理科教科書において、重点が置かれている問題を見いだす過程の活動をどのように具体化しているのか、平成27年度の理科教科書と比較しながら、明らかにしていく。

II. 方法

1. 学習指導要領の変遷

昭和22年小学校学習指導要領試案から最新の平成29年改訂小学校学習指導要領において、重さ、体積、重さと体積の関係に関連した項目について調査する。

対象：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年改訂及び平成29年改訂の各小学校学習指導要領

調査内容：小学校学習指導要領における、物質の質量（重さ）及び体積（かさ）並びに質量と体積の関係（密度や比体積、浮力）に関連した概念の記述がある項目

2. 小学校理科教科書「物と重さ」の調査

「物と重さ」を調査対象の単元とした理由は次の通りである。第3学年では、自然の事物・現象の差異点や共通点を基に、問題を見いだす過程を重視しており、「物と重さ」は4社の教科書で学年の最後に、残る2社でも学年の後半に扱われる単元であり、その学習方法が児童により定着していることを前提に示されているものと思われる。

対象：令和2年度版教科書（平成29年改訂学習指導要領に基づく教科書、[R02]と略記する）及び、平成27年度版教科書（平成20年改訂学習指導要領に基づく教科書、[H27]）第3学年全社（DN、TS、KR、KS、GT、SK）計12冊

調査内容：小学校第3学年「物と重さ」に関

連する単元で扱われる内容

方法：学習指導要領の「内容」及び「内容の取り扱い」に従い、問題解決の各過程に関する記述などについて調査・分析した。

III. 結果と考察

1. 学習指導要領の変遷

表1は、小学校学習指導要領の項目として、重さ、体積のほか、重さと体積の関係、すなわち、密度や浮力などの概念が含まれる内容の変遷をまとめたものである。

表から、昭和52年改訂及び平成10年改訂では重さと体積に関連する項目は扱われていないことがわかる。また、関連する項目が扱われている際も次のようないろいろな形で扱われていることがわかる。

昭和22年試案及び平成元年改訂学習指導要領では、同じ重さの体積を比べており、密度の逆数に当たる比体積として扱われている。昭和33年改訂及び昭和43年改訂では、密度（比重）とともに、浮力が中心的に扱われている。昭和27年試案では、金属を「重さなどで見分けることができる」とあり、ここで重さは単に質量を示しているのではなく、単位体積当たりの質量、すなわち密度での比較が想定されていると思われる。

現行平成29年改訂小学校学習指導要領の「物と重さ」は、平成20年度改訂学習指導要領において新規項目として導入され、平成20年発行及び平成30年発行の小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2008；2018）には粒子の柱の粒子の保存性に関する項目として位置づけられている。平成29年改訂学習指導要領では、小項目(ア)が「物は、形が変わっても重さは変わらないこと」とあり、粒子の保存性に直接関係する項目である。粒子の保存性は、平成10年以前の学習指導要領にはなかった扱いである。一方、小項目(イ)は「物は、体積が同じでも重さは違うことがあること」とあり、粒子の保存性に直接

表1 小学校学習指導要領における「物と重さ」に関連する内容の変遷

改訂年	学年	内容
昭和22年試案	6	単元三 海と船 2. 同じ重さの砂と水との体積を比べてみる。 3. 同じ重さの真水と海水とアルコールの体積を比べてみる。
昭和27年試案	6	1. 比較観察する能力 鉄・銅・アルミニウム・はがね・黄銅・はんだなどを色・堅さ・重さなどで見分けることができる。
昭和33年改訂	4	(5) 簡単な道具や機械のしくみとはたらきや、温度の変化、電流などによる身近に見られる事物・現象やその変化に興味をもち、これらを事実即して確かめるようにするとともに、その初歩的な原理をわからせる。イ 物の浮き沈みについて調べる。(ア) 同じ体積の水より軽いものは水の中に押し沈めても浮き上がり、水より重いものは沈むことを理解する。(イ) 卵などは水の中では沈むけれども、濃い食塩水の中では浮くことに気づく。
昭和43年改訂	4	B 物質とエネルギー (3) 物の重さから、物の質の違いを理解させる。ア 同じ体積の水より重い物は沈み、水より軽い物は浮くこと。イ 水に沈む物でも、食塩水のなかではその濃さによって浮く物があること。
昭和52年改訂	-	(該当する単元なし)
平成元年改訂	4	B 物質とエネルギー (2) てんびんを作りその釣り合いを利用し、物の重さの違いを調べることができるようにする。イ 重さは同じでも、体積の違う物があること。
平成10年改訂	-	(該当する単元なし)
平成20年改訂	3	A 物質・エネルギー (1) 物と重さ 粘土などを使い、物の重さや体積を調べ、物の性質についての考えをもつことができるようにする。ア 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。イ 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。
平成29年改訂	3	A 物質・エネルギー (1) 物と重さ 物の性質について、形や体積に着目して、重さを比較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) 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。(イ) 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。イ 物の形や体積と重さとの関係について追究する中で、差異点や共通点を基に、物の性質についての問題を見だし、表現すること。

注) 物の重さ、体積(かさ)および重さと体積の関係(密度等)に関連した記載がなされている項目を示す。

関係はしないが、重さと体積に関係する密度を扱っていることになる。密度は物質の重要な性質の一つであり、当然のことながら粒子の保存性に関わってくる。

2. 小学校理科教科書「物と重さ」の調査

表2-1及び2-2は、表頭の教科書別、教科書の出版年度が令和2年度[R02]及び平成27年度[H27]の教科書第3学年「物と重さ」の内容を調査し、まとめたものである。

(1) 単元名・ページ数(表側1)

各教科書に示された単元名は、両年度とも学習指導要領の大項目名と同じ「ものと重さ」または「ものの重さ」ないしそれらを含む名称となっていた。また、第3学年教科書の総ページ数については、[H27]が140～180ページ(平均155.3ページ)、[R02]が162～200ページ(平均181.0ページ)と10～52ページ(平均25.7ページ)増えている。一方、「物と重さ」の単元のページ数では、1

表2-1 第3学年「物と重さ」(1)

項目	DN		TS		KR		
	R02	H27	R02	H27	R02	H27	
教科書の出版年度							
単元名	ものの重さ	ものの重さをしらべよう	物の重さをくらべよう	物の重さをくらべよう	ものと重さ	ものと重さ	
ページ数(単元/教科書)	14/192	12/140	10/176	10/156	10/176	10/160	
導入(原等)	材料	かん電池(大、小)、のり、はさみ、けしゴム、空きかん、スポンジ、コップ、スプーン、ノート、アルミニウムはく	かん電池(大、小)、ホッチキス、のり、はさみ(2種)、けしゴム(2種)、スポンジ(2種)、空きかん(アルミニウム、鉄)、スプーン	ねん土	実験1: のり、消しゴム、えんぴつ、はさみ、色えんぴつ、ペンケース、定規、乾電池ホルダー、コンパス 実験2: 鉄のかんとアルミのかん、紙のコップとガラスのコップ、プラスチックのスプーンと缶ぞくのスプーン	ペットボトル、かん、コップ、ふでばこ、はさみ、えんぴつ、じょうぎ、セロテープ、のり、わゴム(判別可能な物のみ)	消しゴム、えんぴつ、のり、はさみ、ホッチキス
	測定器具	はかり ¹⁾	はかり ¹⁾ 、はかり ²⁾ 、てんびん	はかり ²⁾	台ばかり	はかり ²⁾ 、(体重計)	てんびん、はかり ²⁾
実験1「物の形と重さ」	内容 ア(ア) 物は、形が変わっても重さは変わらないこと						
	材料	ねん土、アルミニウムはく	ねん土	ねん土、アルミニウムはく	ねん土	ねん土、アルミニウムはく	ねん土
	参考材料	—	アルミニウムはく	新聞紙	アルミニウムはく、新聞紙	—	—
	1) 問題を見いだす	問題を見つけてみよう。ものを見たり、持ったりして、重さについて気づいたことを話し合ってみよう。	見たりもったりすることで、重さのちがいがわかるでしょうか。	問題をつかもう。形のちがうねん土の重さをくらべて、どんなことに気づいたでしょうか。	問題をつかもう。ねん土を持って、重さを調べよう。	問題をつかもう。アルミニウムはくを丸める前と、丸めた後では、重さはかわるのでしょうか(吹き出し)。	はてな1: ものは、形がかわると、重さもかわるのだろうか。
	2) 問題	形をかえると、ものの重さはどうなるのでしょうか。	形をかえると重さもかわるのでしょうか。	物は、形をかえると、重さがかわるのだろうか。	物のおき方や形をかえると、重さはかわるのだろうか。	ものの形をかえたとき、重さはかわるのだろうか。	ものは、形がかわると、重さもかわるのだろうか。
	3) 予想する	○	○	—	—	—	○
	4) 計画を立てる	○	—	—	—	○	—
	5) 実験	形をかえたときのものの重さをくらべながら調べる。	いろいろな形にかえたときのものの重さをしらべよう。	ねん土やアルミニウムはくの形をかえて重さがかわるか調べよう。	ねん土のおき方や形をかえて、重さを調べよう。	形をかえたときの重さをくらべ	ものの形をかえたときの重さをくらべ
	6) 結果	○	○	○	○	○	○
	7) 結果から考える	○	—	○	—	—	○
8) まとめ・結論	形がかわっても、ものの重さはかわりません。小さく分けると、全部あつめれば、重さはかわりません。	形がかわっても、ものの重さはかわりません。小さく分けると、ぜんぶをあつめれば、重さはかわりません。	物は、形をかえても、重さはかわりません。	おき方を変えても、形をかえても、物の重さはかわりません。	ものの形をかえても、重さはかわらない。	ものは形をかえたり、小さく分けたりしても、重さは、かわらないことがわかります。	
実験2「物の種類と重さ」	内容 ア(イ) 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること						
	材料	同じ体積のさいころの形(アルミニウム、鉄、プラスチック、木)	同じ体積のさいころの形(アルミニウム、鉄、プラスチック、木)	しお、さとう	しお、さとう	同じ体積のおもり(木、鉄、アルミニウム、ゴム、プラスチック)	同じ体積のおもり(木、鉄、アルミニウム、ゴム、プラスチック)
	参考材料	—	同じ体積の玉(鉄、木、ガラス、プラスチック)	同じ体積の物(ゴム、木、鉄、アルミニウム、プラスチック)	同じ体積の物(ゴム、木、鉄、アルミニウム、プラスチック)	—	—
	1) 問題を見いだす	問題をつかおう。ペットボトルをつぶしたとき、重さはかわっているのかな。細かくした紙を全部集めると、細かくする前とくらべて重さはどうなるのかな。(吹き出し)	—	問題をつかおう。しおとさとうは、見た目がにっています。しおとさとうの重さは同じなのか、考えよう。	問題をつかもう。しおとさとうは、見た目がにっています。しおとさとうの重さは同じなのか、考えよう。	(前節もつと知りた) 形と大きさがにっている鉄の空きかんやアルミニウムの空きかんをくらべたら、重さががうように感じたよ。(吹き出し)	はてな2: 同じ大きさのものは、どんなものでも、同じ重さなのだろうか。
	2) 問題	問題1: 同じ体積でも、ものの種類がちがうと、重さは違うのでしょうか。	同じ体積でも、ものしゅるいのがちがうと、重さはちがうのでしょうか。	体積が同じでも、物によって重さはちがうのだろうか。	体積が同じでも、物によって重さはちがうのだろうか。	同じ体積でも、ものしゅるいのがちがうと重さはちがうのだろうか。	同じ体積のものも、どんなものでも、同じ重さなのだろうか。
	3) 予想する	○	○	—	—	○	○
	4) 計画を立てる	—	—	○	—	—	—
	5) 実験	しゅるいのがちがうものの重さをくらべながら調べる。	同じ体積でも、しゅるいのがちがうものの重さをくらべよう。	しおとさとうの体積を同じにして、重さをくらべよう。	しおとさとうの体積を同じにして、重さをくらべよう。	同じ体積のものも重さをくらべ	同じ体積のものも重さを調べ
	6) 結果	○	○	○	○	○	○
	7) 結果から考える	○	—	○	—	○	○
8) まとめ・結論	同じ体積でも、ものしゅるいのがちがうと、重さがちがいます。	同じ体積でも、ものしゅるいのがちがうと、重さがちがいます。	体積が同じでも、物によって、重さはちがいます。	体積が同じでも、物によって、重さはちがいます。	同じ体積でも、ものしゅるいによって、重さがちがう。	ものは、体積が同じでも、重さはちがうことがわかります。	
5	振り返る	○	○	○	○	○	○
学びを深める	○	○	○	○	○	○	
6	重さに関する学習の開始時期	理科 2月	12月	12月	2月中旬	2月下旬	2月中旬
	算数	1月	11月	11月中旬	11月上旬	9月下旬	11月中旬

注) R02: 令和2年度版教科書、H27: 平成27年度版教科書。DN, TS, KR, KS, GT, SK: 出版社名。1): 電子てんびん、デジタルはかり 2): 台ばかり。○: 記述有り、—: 記述無し

表2-2 第3学年「物と重さ」(2)

1	項目		KS		GT		SK	
	教科書の出版年度		R02	H27	R02	H27	R02	H27
	単元名		ものと重さ	ものと重さ	もの重さを調べよう	もの重さを調べよう	もの重さをくらべよう	もの重さをくらべよう
	ページ数(単元/教科書)		10/200	10/180	9/180	8/140	10/162	10/156
2	導入(原等)	材料	実験1:ねんど	かん電池(大,小), ペットボトル, スポンジ, かん, けしゴム, のり, セロハンテープ, じょうぎ(竹, プラスチック), ねん土, はさみ	実験1:はさみ, ぶんちん, かん電池, 発ほうポリスチレン, 消しゴム, テープ, 空きかん, のり, 目玉クリップ, 油性ペン	文ちん, はさみ, かん電池, 空きかん, のり, 発ほうポリスチレン, 消しゴム, テープ, えんぴつ, 一円玉, 目玉クリップ, 油性ペン, プラスチックじょうぎ	黒板消し, えんぴつ, ボール(大,小), ペンケース, チョーク, かん電池, ゴムじしゃく, 消しゴム, スポンジ, 油性ペン, ガムテープ, 文鎮, ペットボトル, 空きかん, 空きびん, ビー玉, ねん土, 教科書	黒板消し, えんぴつ, ボール(大,小), ペンケース, チョーク, かん電池, ゴムじしゃく, 消しゴム, スポンジ, 油性ペン, ガムテープ, ペットボトル, 空きかん, 空きびん, ビー玉, ねん土, 教科書
			実験2:アルミニウムはくでおおった木と鉄	実験2:さとう, しお				
	測定器具		実験1:キッチンスケール, 実験2:てんびん	はかり ²⁾ , キッチンスケール ¹⁾	台ばかり	台ばかり, 体重計	てんびん, 電子てんびん	てんびん, 電子てんびん
3	実験1「物の形と重さ」	内容 ア(ア)物は、形が変わっても重さは変わらないこと						
		材料	ねんど	ねんど	ねん土	ねん土, アルミニウムの皿, 空きかん	ねん土, アルミニウムはく	ねん土, アルミニウムはく
		参考材料	新聞紙	チラシ(紙)	アルミニウム皿, 紙コップ	—	—	—
		1) 問題を見いだす	見つけよう:元の形のねんどと形をかえたねんどを手に持って、重さをくらべましょう。	やってみよう:形をかえたねんどを手に持って、重さをくらべましょう。	手で持ってくるべたものの重さについて、はかりを使ってたしかめてみましょう。	身のまわりの重さを調べてみましょう。	いろいろなものの重さをくらべてみよう。(じっけん, 身のまわりのものを重さをくらべよう。)	どちらが重いかくらべてみよう。
		2) 問題	形をかえたら、もの重さはかわるのだろうか。	ものは、形をかえたら、重さはかわるのだろうか。	同じもののおき方や形をかえたり、細かく分けたりすると、重さはかわるでしょうか。	もののおき方や形をかえたり細かく分けたりすると、重さはかわるでしょうか。	ものは形がかわると、重さもかわるのだろうか。	ものは形がかわると、重さはどうなるのだろうか。
		3) 予想する	○	○	○	○	—	—
		4) 計画を立てる	○	—	—	—	—	—
		5) 実験	もの形をかえて、重さを調べよう。	ねんどの形をかえて、重さを調べよう。	ねん土のおき方や形をかえて、重さを調べる。	ねん土のおき方や形をかえて、重さを調べる。	1. ねん土は形がかわると、重さもかわるのか調べよう。2. アルミニウムはくは、形がかわると重さもかわるのか調べよう。3. ねん土やアルミニウムはくは、細かくぎると重さがかわるのか調べよう。	じっけん1(課題文なし), じっけん2(課題文なし)
		6) 結果	○	○	○	○	○	○
		7) 結果から考える	○	—	○	—	—	—
8) まとめ・結論	形をかえても、もの重さはかわらない。	ものは、形をかえても、重さはかわらない。	同じもののおき方や形をかえたり、細かく分けたりしても、重さはかわりません。	同じもののおき方や形をかえたり、細かく分けたりしても、重さはかわりません。	ものは形がかわっても、もの重さはかわらないことがわかります。	ものは形がかわっても、もの重さはかわらないことがわかります。		
4	実験2「物の種類と重さ」	内容 ア(イ)物は、体積が同じでも重さは違うことがあること						
		材料	同じ体積のもの(鉄, アルミニウム, ゴム, 木, プラスチック)	ねんど, はっほうポリスチレン	同じ体積のもの(木, ゴム, アルミニウム, 鉄, プラスチック)	同じ体積のもの(木, ゴム, アルミニウム, 鉄, プラスチック)	すな, 食えん; プラスチック球, 鉄球	すな, 食えん; プラスチック球, 鉄球
		参考材料	さとう, しお	同じ体積のもの(鉄, アルミニウム, ゴム, 木, プラスチック)	水, 油	さとうとしお, 同じ体積の丸い玉4種類(図のみ)	アルミニウム, プラスチック	アルミニウム, プラスチック
		1) 問題を見いだす	見つけよう:①②③の重さについて話し合みましょう。	やってみよう:たての長さ, よこの長さ, 高さをそろえた。ねんどとはっほうポリスチレンを手に持って、重さをくらべてみよう。	さとうとしお:どちらが重いですでしょうか。	—	—	—
		2) 問題	体積が同じで、しゅるいがちがうと、もの重さはちがうのだろうか。	体積が同じで、ものしゅるいがちがうとき、もの重さはちがうのだろうか。	同じ体積にしたとき、しゅるいがちがうものの重さはちがうでしょうか。	木や鉄, アルミニウムなど、しゅるいがちがうものでは重さがちがうのでしょうか。	同じ体積のものでも重さにちがいがあろうのだろうか。	同じ体積のものでも重さにちがうのだろうか。
		3) 予想する	○	—	○	—	—	—
		4) 計画を立てる	○	—	○	—	—	—
		5) 実験	体積が同じで、しゅるいがちがうもの重さを調べよう。	体積が同じもの重さを調べよう。	ものを同じ体積にして、重さをくらべる。	同じ体積のもの重さをはかる。	1. 同じ体積にしたものの重さをくらべよう。2. 同じ体積の鉄とプラスチックの重さをくらべよう。	じっけん1(課題文なし), じっけん2(課題文なし)
		6) 結果	○	○	○	—	○	○
		7) 結果から考える	○	—	—	—	—	—
8) まとめ・結論	体積が同じでも、しゅるいがちがうと、もの重さはちがう。	体積が同じで、ものしゅるいがちがうとき、もの重さはちがう。	同じ体積にしたとき、しゅるいがちがうものの重さはちがいます。	ものは形がちがっても重さはかわりません。また、ものには、体積が同じでも、重さがちがうものがあります。	体積が同じでも、ものによっての重さがちがうことがわかります。	体積が同じでも、ものによっての重さがちがうことがわかります。		
5	振り返る	○	○	○	○	○	○	
	学びを深める	○	○	○	○	○	○	
6	重さに関する学習の開始時期	理科	12月	12月	2月中旬	2月中旬	2月下旬	2月上旬
		算数	10月下旬	10月下旬	2月上旬	1月下旬	—	—

注) R02:令和2年度版教科書, H27:平成27年度版教科書。DN, TS, KR, KS, GT, SK:出版社名。1):電子てんびん, デジタルはかり 2):台ばかり。—:記述無し

社で12から14ページ、もう1社で8から9ページと増えていたが、半数以上の4社では両年度とも10ページと変化がなかった。

(2) 導入(扉等)(表側2)

導入では、単元の扉部分から実験に至るまでに記された活動に関して示している。いずれの教科書も、導入では重さに着目させるための活動が写真等で示されている。測定する材料は、かん電池、ペットボトル、スポンジなど身近で多様な物が挙げられているが、[R02]では2社が粘土を材料としており、問題解決の過程を考慮したものと思われる。

測定器具に関しては、学習指導要領解説にあるとおり、6社とも手で重さを比較する活動から入っている。その後使用する測定器具は、「てんびん」「自動上皿はかり(電子てんびん、キッチンスケール、デジタルはかり)」のほか、「はかり(台ばかり)」もあり、教科書により異なる。なお、KRの「体重計」は学びの見通し及び振り返り用として設定された問いかけでのみ使われている。

(3) 実験1「物の形と重さ」(表側3)

表2における実験1は、学習指導要領の小項目(7)「物は、形が変わっても重さは変わらないこと」に対応している実験について記しており、一部教科書順に対応していない。

ここでは、重さを測る材料と参考として示された材料、及び、問題解決の過程に従って「1) 問題を見いだす」から「8) まとめ・結論」のうち「1) 問題を見いだす」「2) 問題」「5) 観察・実験」「8) まとめ・結論」についてはその記述内容を、その他の過程については対応した表示(文字やマーク等)の有無を示した。なお、[R02]は全6社に、[H27]では5社に問題解決の過程に従って、それぞれに対応する表示が紙面に記されている。

重さを測る材料としては、「粘土」が両年度全6社で扱われ、重さを数値化しての比較が行われていた。粘土以外の変形可能な材料として、学習指導要領解説にも示され、日常生活でよく使われる「アルミニウムはく」が[H27]の1社から[R02]の4社に増えていた。

問題解決の過程は、理科学習の過程に対応しており、この単元でも多くの過程が文字等で表示されている。特に、「1) 問題を見いだす」「2) 問題」「5) 実験」「6) 結果」「8) まとめ・結論」は、[R02]の全6社で記載されている。

(4) 実験2「物の種類と重さ」(表側4)

実験2は、学習指導要領の小項目(4)「物は、体積が同じでも重さは違うことがあること」に対応した実験について示している。

材料は、同じ体積の木や金属などを扱っているのが5社、砂糖や食塩などの粉状のものを扱っているのが2社(1社は両方の例あり)であった。どちらの材料も一長一短がある。同体積の木や金属を使った場合、物質による密度の違いが大きく、測定する質量(重さ)の違いが顕著であるが、児童自ら体積を同じにする活動はできない。一方、粉体の場合、児童自ら体積を同じにする活動はできるが、かさ密度を測定することになり、容器への詰め込み方によって同じ物質でも測定した質量が異なってくる可能性がある。

問題解決の過程に関しては、(3)の実験1とほぼ同様であり、表中1)、2)、5)、6)、8)の過程については、[R02]の5社で記載されている。

(5) 振り返る、学びを深める(表側5)

「振り返る」は単元としての振り返りが示されており、「まとめノート」や「できるようになった」など思い出して話し合う場面を設定している場合や、「たしかめ」といった確認問題としている場合があった。

「学びを深める」は「学びを生かして深めよう」や「もっと知りたい」、「学びを広げよう」など、全社に記載が見られた。

いずれも全6社の教科書に記載があった。深い学びにつながる重要な項目であり、それぞれに工夫が凝らされていることがわかる。

(6) 学習の開始時期(表側6)

学習指導要領解説には、「機器の使用や重さの単位については、算数の学習との関連を図るようにする」と記されており、理科と算

数の「重さ」に関連する単元の学習開始時期を対比したところ、同一出版社の教科書を使用する限り、算数で「重さ」を先に学習する。理科と算数で異なる出版社の教科書を使用する場合は配慮が必要となるが、理科教科書の多くは学年最後に配置されていた。

一方、体積に関しては、「体積」という用語が全社で使われており、5社では「かさのことを体積というよ」「もの大きさ（かさ）のことを体積といいます」などの説明が

あったが、体積とかさの関係に言及していない例もあった。残りの1社では初出のときに「体積（かさ）」としていた。なお、算数では、第2学年で「かさ」を学習している。

3. 「問題を見いだす」過程の記載

DNの[R02]及び[H27]を例に、単元の扉から「物の形と重さ」の実験に至る、本文とキャラクターの吹き出しによる流れを資料1に示す。

資料1 令和2年度及び平成27年度教科書(DN)の単元の扉から「物の形と重さ」の実験に至る流れの比較

<p>令和2年度 第12単元 もの重さ 問題を見つけよう；ものには重さがあります。ものによって重さはちがいます。ものを見たり、持ったりして、重さについて気づいたことを話し合いましょ。</p> <p>児童1；おおきいものは重くて、小さいものは軽いね。 児童2；空き缶は、アルミニウムも鉄も同じ金ぞくだから、同じ重さじゃないかな。 児童3；見たり持ったりしただけでは、どちらが重いかわからないな。 先生のキャラクター；ものを両手に持って、どちらが重いかくらべてみよう。 (1章前半略) <児童；持つだけではわからないから、はかりではかってみよう。> <[はかりを使って、身の回りのものの重さを調べましょ]> (1章後半略)</p> <p>2章 もの形と重さ 問題を見つけよう；</p> <p>児童1；ペットボトルをつぶしたとき、重さはかわっているのかな。 児童2；細かくした紙を全部集めると、細かくする前とくらべて重さはどうなるのかな。 問題；形をかえると、ものの重さはどうなるのでしょうか。 予想しよう；ものの形をかえたときのことから予想ましょ。 児童1；ものがふえたりへったりしていないから、重さは… 児童2；小さくわかるほど重さは軽くなるから、全部集めても重さは… 計画を立てよう；どのように調べればよいでしょうか。 児童1；ねん土をいろいろな形にかえてみたらどうかな。 児童2；じっけん1のようにはかりを使って調べればよいと思う。 じっけん2；形をかえたときのものの重さをくらべながら調べる。</p>	<p>平成27年度 第8単元 もの重さをしらべよう ものには重さがあります。ものによって重さには、ちがいががあります。見たりもったりすることで、重さのちがいがわかるでしょか。</p> <p>指導者のキャラクター；大きなかん電池と小さなかん電池をくらべると… 指導者のキャラクター；(アルミニウムと鉄の空きかんで)どちらが重いかな。</p> <p>1章 もの重さと形 <もの重さをくらべるとき、見たりもったりしただけでは、重さのちがいや、どれくらい重いかがわかりにくいことがあります。はかりやてんびんをつかうと、ものの重さをくらべることができます。> <○ はかりを使って、身の回りのものの重さをしらべましょ。> ものにはいろいろな形があります。 ？(問題のマーク)；形をかえると、ものの重さかわるのでしょうか。 よそうしよう；ねん土であそんだときのことなどを思い出してよそうましょ。 児童1；ねん土をまるい形からたいらにしたらかるくなった感じがした。だから…。 児童2；小さく分けるほど、重さはかるくなるから、ぜんぶあつめても重さは…。 児童3；ものがふえたりへったりしていないから、ものの重さは…。 じっけん1；いろいろな形にかえたときのものの重さをしらべる。</p>
---	--

学習指導要領解説では、「物と重さ」の単元に「物の形や体積に着目して、重さを比較しながら（略）問題を見いだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成」とある。

資料1の[R02]と[H27]の教科書の流れを比較すると次の点が見いだされた。

- 単元の扉（導入部分）にある記述内容は両年度の教科書で同じであるが、[R02]は「重さについて気づいたことを話し合しましょう」とあり、それに対して児童三人が意見を出し合い、先生が重さを比べる活動を促している。ここでの児童の話し合いは主体的・対話的な学びと考えられ、また、先生の発言中に「くらべ」の文字が入っていることは、学習指導要領解説にある「重さを比較しながら調べ」に対応している。[H27]は「重さのちがいがわかるでしょうか」と問いかけがされ、指導者が考えるヒントを与えている。
- 扉部分に関連して、[R02]の扉の右上には「問題を見つけよう」の表示が加わった。
- はかりの使用に入っていく部分（資料1では< >で示す）も、[R02]は児童が気づいて意見を出す形になっているが、[H27]は本文での説明になっている。
- 「物の形と重さ」の章に入ると、[R02]には「問題を見つけよう」の表示があり、児童二人の形と重さに関する疑問が示されている。[H27]は本文で「ものにはいろいろな形があります」という説明となっている。
- 「問題」の表示は、[H27]が「？」で問題のマークを使っているが、[R02]は「問題」と文字でも表記されている。
- 「予想しよう」では[H27]にも児童三人の意見が示され、[R02]より多く、予想に重点が置かれていた一例と思われる（松原・岩間、2017）。
- 「計画を立てよう」の表示は[R02]で新たに加わり、調べ方も児童が提案している。
- 「じっけん」は両年度ほぼ同じであるが、[R02]にはここでも「くらべ」の文字が入り、学習指導要領解説に対応している。

IV. まとめ

今回、理科学習は問題解決の過程により則した形で進めることに重点が置かれ、どの過程もシンボルマークとともに「文字」で表記されるようになった。「物と重さ」の単元では、問題を見いだす、問題、実験、結果、まとめ・結論の各過程について、ほぼ全社でその表示が見いだされた。

問題解決の過程の中でも第3学年で重点が置かれている「問題を見いだす」過程の具体化について、DNを例に見ると、[H27]で本文として示した内容を、[R02]では話し合いでの児童の意見として示し、その意見を続く問題や予想、計画の過程につなげており、主体的に問題解決しようとする態度の育成としても位置付けられるよう工夫されていた。学習材として、また、教員が授業を構想する際の教材として適した具体化と考えられる。

【文献】

- 松原静郎・岩間淳子（2017）「理科教育における体験を通した問題解決能力の育成—第6学年「水溶液の性質」を例に—」『桐蔭論叢』, Vol.36, 95-105.
- 文部科学省（2008）『小学校学習指導要領解説, 理科編』, 大日本図書.
- 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.
- 〔小学校学習指導要領〕
- 昭和22年試案（1947）, 昭和27年試案（1952）, 昭和33年改訂（1958）, 昭和43年改訂（1968）, 昭和52年改訂（1977）, 平成元年改訂（1989）, 平成10年改訂（1998）以上, 文部省. 平成20年改訂（2008）, 平成29年改訂（2017）以上, 文部科学省.
- 〔小学校理科教科書〕
- 『小学校理科教科書, 第3学年』（2015, 2020）, 大日本図書, 東京書籍, 啓林館, 教育出版, 学校図書, 信州教育出版社.