

理 科

粒子の保存性に関する思考力を育む理科授業

—第3学年「物の重さ」単元における重さの概念形成を中心に—

升 岡 智 子

1 はじめに

現代を生きる子どもたちにとって理科という教科で何を学ぶのかということや学習指導要領の目標と PISA 調査における科学的リテラシーの定義から考えると、そのどちらもが自然への理解と問題解決の能力を最重要視していることが分かる¹⁾。

矢野(2007)が述べている²⁾ように子どもたちが科学的な見方・考え方を獲得し、更新していくためには問題を見出し、主体的な問題解決学習を行い、科学的な見方・考え方を変容させていくことが必要なのである。

学習指導要領における理科の内容は、学年を越えた学習の積み上げが意識されているといえる³⁾。学習指導要領が改訂された際に、理科がその内容を先行実施する教科とされていることは、系統的な学習を行うことがより意識された結果であるとも考えられる。

ここで、学習指導要領改訂により以前にあった単元が、学習内容として再度組み込まれることとなった第3学年の「物の重さ」に関する内容について考えていく。

まず、全国的な学力調査から粒子の保存性に関する調査問題を取り上げると、第4学年を調査対象とした「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2003)」がある。同じつみ木を、違った3つの向きにして、はかりの上に置いたときの重さを問う設問である。調査時の正答率は66.3%であった。調査時は、平成15年改訂学習指導要領であったため、多くの子どもが物の重さに関する学習を行っていないと推察される。子どもたちは、重さに関する学習を行っていない場合、粒子の保

存性に関する概念形成は十分ではないといえるのではないだろうか。

また、平成24年度全国学力・学習状況調査では、TIMSS2003を類似問題として氷砂糖を砕いた際の重さを問う設問が出題され、正答率は85.9%であった。これは小学校理科の設問の中では上位から3番目の高い正答率である。

現行学習指導要領下の各検定済み教科用図書⁴⁾を調査すると、調査した全ての教科用図書が粘土を使用して上記の問題に類似した実験を行い、重さの保存性に関する概念を養うよう計画されている。現行学習指導要領によって第3学年における粘土等による粒子の保存に関する学習を行い「物の形が変わっても重さは変わらない」という概念を多くの子どもたちが獲得していると考えられる。

一方、学習指導要領によると粒子の保存性の系統に関しては第3学年で「物と重さ」を学習後は、第5学年「物の溶け方」まで学習を行わない。

ここで粒子の保存性に関する前述の設問を含めた平成24年度全国学力・学習状況調査を見ると、表1のような結果となっている。

表1 小学校理科設問別集計結果より抜粋⁵⁾

設問番号	設問の概要	出題の趣旨	正答率
1(1)	氷砂糖を細かく割った時の全体の重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している	85.9%
1(2)	氷砂糖を水に溶かしたときの全体の重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、水に溶けても重さは変わらないことを氷砂糖に適用できる	76.3%
1(3)	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	水に溶けているもの様子について、実験結果を基に自分の考えを改善して、その理由を記述できる	54.7%
1(4)	梅ジュースに溶けている砂糖の濃さについて、適切に説明しているものを選ぶ	物は、水に溶けると液全体に広がることを梅ジュースに適用できる	65.8%

設問番号1(2)「氷砂糖を水に溶かした時の全体の重さ」の正答率は76.3%である。また、氷砂糖の様子について実験結果から適切な図を選ぶ設問番号1(3)の正答率は54.7%となっている。この設問番号1(2)及び(3)の内容は、各教科書会社の単元配列⁶⁾により、ほとんどの子どもが第5学年後半に学習したばかりと推察される。正答率から見ると学習した時期から近いにもかかわらず十分に理解しているとは、言い難い。

なぜ十分な理解にいたらなかったのか、予想される原因を2点挙げる。教科内の系統性、問題解決学習の質的な体験不足である。

教科内の系統性とは、学習指導要領の目標に沿うならば、第3学年において「物は、形が変わっても重さは変わらないこと。」「物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。」を学習後、第5学年「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。」になる。第3学年と第5学年の大きな違いは、子どもにとって見えているものが、実験後もそのまま見えているかどうかということであろう。つまりは見た目の姿がどうであろうと質量の移動がない限り質量は保存されるということが理解できているかということが問題となる。

次に問題解決学習の質的な体験不足であるが、一般的な理科の学習において、検定済み教科書を参考にする場合、教科書の流れの多くは問いや実験についてあらかじめ設定されている。理科を不得意と考えている教師の増加が問題になっている現在、このように教科書がマニュアル化している場合、学習を行う子どもたちにとっては、教科書や教師側から投げかけられた課題を解くための学習を非主体的に行ってしまう可能性もあるのではないだろうか。

そこで、本研究において第3学年時に第5学年の内容を見据えて、系統的かつ子どもたち自身が見出した疑問を基に主体的な問題解決学習を行えば、第5学年時に向けての重さの保存性に関する理解を深めることができると仮定し、研究を行う。

2 研究の方法

(1) 研究の方法

単元前と単元終了後に、重さに関する調査を2種類行い本研究の有効性を確認する。

一つは「物には重さがあるか」という観点で検証を行う。

二つ目は、平成24年度全国学力・学習状況調査問題を使用し「物は形が変わっても重さは変わらない」という観点で検証を行う。

三つ目は、「物は水に溶けても重さが変わらない」という観点で検証を行う。

なお、一つ目、二つ目の観点に関しては本稿で述べている内容を学習した第3学年の子どもたちに事前事後で調査を行う。また三つ目の観点は、第5学年の学習内容であることから調査は事後のみとし、本稿の内容を学習していない第4学年の子どもも調査対象に含め検証を行う。

(2) 研究の対象と時期

本研究で対象としたのは、広島県内の小学校第3学年の1クラス(39名)で実施された「物の重さ」の単元である。この授業は、2012年11月～12月に行われ、単元計画は以下の通りであった。

第1次 ものの重さを調べよう 4時間

第2次 重さはどうなる? 2時間

第1次においては、学習指導要領の目標を基本とし「物は、形が変わっても重さは変わらないこと。」「物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。」について身の回りにある物質を扱う。

第2次においては、第1次で理解したことを発展させ、物質を組み合わせ、質量保存についての理解を深めていく。

3 子どもの見方・考え方の事前調査と分析

(1) 「物には重さがあるか」という観点についての事前調査

平成24年9月3日に第3学年の38名で事前調査を実施した。

表2 物には重さがあるかを問う事前調査

設問の概要			設問の趣旨		
重さがあると考えた物質を、項目の中から選ぶ			どんな物にも重さはあることを理解している		
項目	正答人数	正答率	項目	正答人数	正答率
粘土	39	100.0%	シャープペンシルの芯	15	38.5%
筆箱	38	97.4%	風船	13	33.3%
机	38	97.4%	ビニール袋	10	25.6%
つばめ	34	87.2%	羽一枚	9	23.1%
水	31	79.5%	髪の毛1本	8	20.5%
鉛筆	31	79.5%	空気	4	10.3%
紙	18	46.2%			

表2における事前調査結果より、子どもたちが、「この物質には重さがある」と考えにくいものの傾向がみられる。紙などの薄いものも含めれば形が小さいもの、ふわふわと飛ぶこともあるもの、空気や透明なビニール袋などの目に見えにくいものなどである。

(2) 「物は形が変わっても重さは変わらない」という観点についての事前調査と分析

表3 物の形や種類と重さについての事前調査

設問番号	設問の概要	設問の趣旨	正答人数	正答率
(1)	ブロック2個の置き方を変えた時の全体の重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している	11	28.9%
(2)	ブロック7個の置き方を変えた時の全体の重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している	11	28.9%
	上記ブロック2個、7個の設問に対し、どちらも正答		6	15.8%
(3)	水槽の形を変えた同量の水の重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している	12	31.6%
(4)	空き缶をつぶした前後の全体の重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している	11	28.9%
(5)	同体積の木と鉄のブロックの重さについて、当てはまるものを選ぶ	物は、体積が同じでも重さは違うことがあることを理解している	32	84.2%

表3の事前調査では、設問(1)、(2)で、重さが変わると回答した子どもの理由としては、ブロックの間に隙間があったり、はかりの台に近い下の方にブロックが多かったりすると、重さが異なると考えたものが多かった。

また、設問(3)、(4)については、同じものの形を変えただけであるが、ブロックの並べ方同様、形が変わるとその形によって重さに変化がでると考える子どもが学級内で70%前後を占めている。子どもたちは見た目の形に大きく影響されていると考えられる。

以上のことより第5学年で物が水にとけ見えなくなっても重さは保存される内容を学習すること

を視野に入れるならば、単純に物の形を変えて重さを量って理解を促すだけでなく、物の様子や重さが分かりにくい物でも質量保存の法則が成立すると理解していくことに目を向けていく必要があると考える。

4 単元構想と指導方略

(1) 単元構想

「物の重さ」の単元計画は(1)で示した通りであるが、子どもが系統的で主体的な問題解決学習を行うことができるよう、学習の順番や扱う物質について実態に応じて変更を行うこととした。

(2) 指導方略

本研究においては内容の系統性と問題解決学習に重点をおいた指導方略として以下の5点を中心に具体化をはかり、実践を試みた。

- ①身近なものを中心に問題が見出せるよう、身の回りへの子どもの意識を高める。
- ②子どもたちが見出した問題をもとに、子どもたちが主体となって課題を作る。
- ③単元内で系統性と発展性を持たせた学習内容とする。
- ④内容に応じてグループ構成人数、実験の人数を変える。
- ⑤学習過程が子どもたち自身で見渡せるポートフォリオ的なノート記録を行うようにする。

指導方略①については、子どもたちが普段使っているものや、身の回りにあるものから重さに関する問題を見出せるように、教室内に必要な物を置き教室環境を整えたり、子どもたちが学校内にあるものを連想しやすいように時間を確保したりする。さらに、子どもたちが初めて重さというものを意識する算数科の学習時に、扱うものができるだけ多くなるよう配慮し、そこから疑問がでるようにさせたい。

指導方略②については、子どもたち自身が「不思議だな」「どうなっているのかな」と単元に関するつぶやきを取り上げることと、単位時間の終わりに疑問や確認したいこと等を発表する時間を確保したり、ノートによる振り返りにも書いたりする。

指導方略③については、②で出てきたものを子どもたちと検討し、単元での配列を行う。その際には、単元内の系統性と領域内の系統性について留意していく。特に第5学年の学習内容を視野に入れ、発展的な内容も計画する。具体的には、本研究では第3学年の学習内容である粘土などを使った見えるものの様子と重さとの関係性を理解するだけでなく、見たままの様子からは重さも変化していると思いがちな物も意図的に扱い、見える様子と重さとの関係についても子どもたちが考えることができるように仕組んでいくようにする。

指導方略①～③は Wood, D., Bruner, J. s., Ross, J. (1976) が提唱し、森本 (2009) が子どもを科学概念構築へと思考させるための視点の一つとして挙げている「足場づくり (scaffolding)」⁷⁾の考え方に子どもたち自身の主体性を促すための視点を取り入れたものを考えた。

指導方略④については、主に事前アンケートにより構成人数とメンバーを教師側が設定する。また、実験時におけるグループの人数について、相談などを行う基本的なグループ人数として、4人か5人とした。これは佐藤(2006)が協同的な学びの必要条件として述べている⁸⁾ように多様な考えや意見を対等な立場ですり合わせていくための構成人数である。しかし、実験を行うグループ人数は、前述の基本的なグループ人数に限定せず、実験によっては2人で行うものも取り入れる。これは一人ひとりの直接的な体験を増やすことで、問題解決の意識の持続及び、一人ひとりの理解を深めるために行うこととした。

指導方略⑤については、ポートフォリオの利点を生かしているが、ノートを使用し自分の学習の足跡を自分で追えるようにしていく。

以上により、単位時間における指導方略を具体

的な学習場面にあてはめたものが図1である。

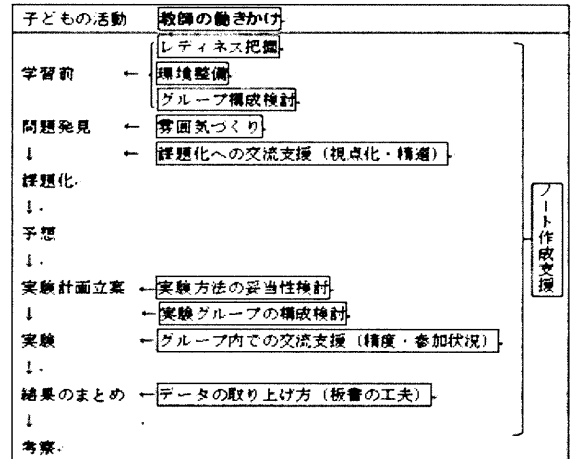


図1 学習場面における指導方略について

5 授業実践の概要

導入は、算数科の単元「重さ」で、いろいろなものの重さを量る活動を行った。子どもたちは身の回りにあるものを台はかりで量っていった。その際には、量りたいものをグループで相談しながら自由に測定していくこととした。この際には指導方略①において単元前から教室内にブロック、粘土、砂、ビー玉なども用意しておいた。また指導方略④として4名を基本とするグループ活動を取り入れることにより、子どもの中からでた疑問を話し合ったり、様々なものの重さに対する意欲をお互いに引き出しあったりすることを意図した。

この時間における子どもたちの理科的な疑問をもとにして、子どもたちと単元計画を作成した。なお、この段階での計画を第1次とした。

疑問	課題
(1) 粘土の形を変えると重さはどうなるか	(1) 100gの粘土の球の形を変えたら重さが変わるか、実験して確かめよう
(2) ブロック1こだと重さはないのに、ふやすと重さがあるのはなぜか。	(2) ブロック1こだと重さはないのにブロックの数をふやすと重さがふえるのかを実験して確かめよう。
(3) ブロックをバラバラにした時と、組み立てた時の重さはどうなっているか。	(3) ブロックをバラバラにした時と、組み立てた時に重さが変わるかどうかを実験して確かめよう。
(4) 材料や大きさを変えたと重さはどうなるか。	(4) 材料や大きさを変えたと重さがどうなるか実験をしていっかを見て考えよう
(5) サラサラの砂(粒小)とざらざらの砂(粒大)のどちらが重いか。	(5) さらさらのすな(つぶ小)とざらざらのすな(つぶ大)を同じ量にしたときに重さが同じかどうかが実験して確かめよう。
(6) さとうとしおを同じ量入れたときにどちらが重いか (課題5の学習中に出た疑問)	(6) さとうとしおは、どちらが重いか実験して確かめよう。

図2 子どもたちと設定した第1次の単元計画

単元計画は図2の通りであるが、課題の順番については、子どもたちの意見も聞きながら教師主導で粘土、ブロックといった分かりやすいものから、砂などの粒が細かいものなど、少し子どもにとっては重さとの関係が見えにくいものへと系統性を配慮し決定した。実験材料については、学校内や家庭にあるものなどから、教師の用意したものを含めて子どもたちの課題に挙げたものである。実験道具については、どのはかりを使用するかが本単元では重要になるので、算数科の学習時にてんびん、台ばかり、電子天秤などの扱いを練習し、子どもたちが選択できるようにした。なお、台ばかりは10g単位のもの、電子天秤は1g単位のものを使用した。

また、指導方略①～③に関わって、第2次では教師側から演示実験による導入を図った。第1時間目の導入の演示実験は図3、第2時間目の導入の演示実験は図4のように行った。



図3 第2次1時間目の導入の演示実験

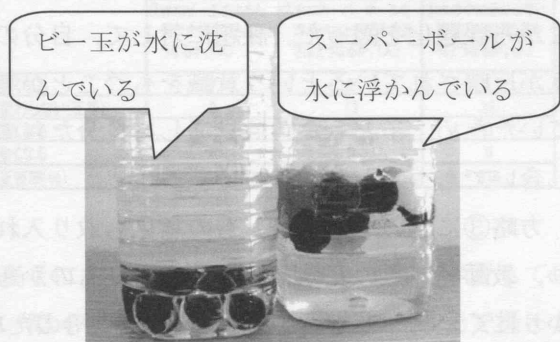


図4 第2次2時間目の導入の演示実験

第2次の1時間目は、重さは軽くなる、または変わらないと予想した子どもで意見が分かれたため

課題化し、実験を行うこととなった。なお、軽くなると考えた子どもの多くは、見た目の体積が減っていることを理由としてあげ、変わらないと考えた子どもは同じものが混ざっただけであることを理由としてあげていた。さらに、重くなると考えた子どもも1名いた。この子どもは隙間に詰まるからということを出発点としてあげていた。

第2時間目の導入では、ビー玉を入れたペットボトルとスーパーボールを入れたペットボトルに、それぞれ水を注ぎ入れる様子を演示実験として見せた。ビー玉が水に沈んでいる様子とスーパーボールが水に浮かんでいる様子を見て、子どもたちの中から、「重くなっている」「軽くなっている」「変わらないよ」の発言があった。子どもたちは、「同じものを入れているから重さは同じだよ」、「ビー玉は沈んでいるから重くなっているはずだよ」と意見が分かれたため、課題化し学習を進めた。

指導方略④に関わるグループ構成については、事前調査によりできるだけ多様な考え方をもちメンバーになるよう教師側が設定した。前述のように相談しあう基本的な人数は4～5人であるが、実験を行う人数については、実験によって2人で行った。直接体験が増え、自分なりの意見をもつことが発言につながっていた。

表4 グループ構成と測定道具

	課題	実験グループ人数	使用した道具
第1次	(1) 100gの粘土の球の形を変えたら重さが変わるか、実験して確かめよう。	4	台ばかり
	(2) ブロック1こだと重さはないのにブロックの数をふやすと重さがふえるのかを実験して確かめよう。	2	電子てんびん
	(3) ブロックをバラバラにした時と、組み立てた時に重さが変わるかどうか実験して確かめよう。	2	電子てんびん
	(4) 材料や大きさを変えると重さがどうなるか実験をしてきっかけを見て考えよう。	4	電子てんびん
	(5) さらさらのすな(つぶ小)とざらざらのすな(つぶ大)を同じ量にしたときに重さが同じかちがうかを実験して確かめよう。	4	電子てんびん
	(6) さとうとおは、どちらが重いか実験して確かめよう。	4	電子てんびん
第2次	(1) 水を形がちがう入れ物に入れた時、重さが変わるか変わらないか実験して確かめよう。	2	電子てんびん
	(2) スーパーボールと砂とペットボトルとふくろとゴムの入れ方を変えると重さが変わるか変わらないか実験して確かめよう。	2	電子てんびん

指導方略⑤については、一時間の流れを把握できるようなノート作りを意識した。課題、予想、実験方法、結果、まとめを基本とするパターンを使用し、ノートに必要な項目を書きながら、自分なりの気づきも書き込めるよう指導を行った。

表6 全国学力・学習状況調査問題を使った調査

設問番号	設問の概要	設問の趣旨	
(1)	氷砂糖を細かく割ったときの全体の重さについて、当てるはまるものを選ぶ	物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している (学習指導要領第3学年内容)	正答率
	6年(平成24年4月17日全国抽出率30%)		85.9%
	4年(平成24年12月19日39名実施)		76.9%
	3年(平成24年度12月21日37名実施)		94.6%
(2)	氷砂糖を水に溶かしたときの全体の重さについて、当てるはまるものを選ぶ	物は、水に溶けても重さは変わらないことを氷砂糖に適用できる (学習指導要領第5学年内容)	正答率
	6年(平成24年4月17日全国抽出率30%)		76.3%
	4年(平成24年12月19日39名実施)		38.5%
	3年(平成24年度12月21日37名実施)		59.5%

6 考察

以下に調査結果を元とした本研究に対する考察を行う。

表5 物には重さがあるかを問う事前事後調査

項目	正答率		比較
	平成24年11月6日実施	平成24年12月21日実施	
粘土	100%	100%	→
筆箱	97%	100%	↗
机	97%	100%	↗
つばめ	87%	100%	↗
鉛筆	79%	100%	↗
水	79%	100%	↗
紙	46%	97%	↗
シャープペンシルの芯	38%	100%	↗
風船	33%	92%	↗
ビニール袋	26%	97%	↗
羽一枚	23%	92%	↗
髪の毛1本	21%	86%	↗
空気	10%	46%	↗

表5で見られるように全ての項目において、物質の種類ごとに対する重さの概念が形成されているといえる。

しかし、空気に重さがあるかどうかについては誤概念のままである子どもが半数以上である。小さいなど何からの形で見えるものについては、子どもたちは重さがあると認識できたものの、目に全く見えないものについては重さがあると考えにくいのではないかと推察される。よって、形あるものを扱う本単元構成では、空気に対する概念を変えることが難しいと考えられる。空気に関するこの調査結果は、子どもにとっての見えないものに対する扱いをどうするかを今後検討すべき必要があることを示唆している。子どものメタ認知の発達段階を考えた時、見えるものの様子や姿の変化を中心に概念形成を図った第3学年で扱うことが適当かどうか、上級学年で扱うかも含めて検討していくべきであると考えられる。

表6に示した設問で使用されている氷砂糖は本研究授業では扱っていない。設問(1)に関しては、第3学年の学習内容であるので、子どもたちが見えるものの物質に対して十分納得できるまで学習が行われたかどうか重要であるといえる。限られた時間数の中、効率的で効果的な学習が行われることが求められている学校現場で、今回設定した方略5点がある程度の有効性を示したといえるのではないだろうか。

まず方略①について、第1次において子どもたちは、自分たちで重さについての疑問を身近なものや体験から見出した。一人の子どもの疑問を全体に広げたり、グループで話し合っているところに別のグループの子どもたちが話に加わって考えていたりするものを取り上げるようにした。その結果、子どもたちの疑問のみで単元第一次の構成に必要なものは出すことができた。

方略②については、本単元ではどの内容に対しても子どもたち同士の認識のずれを知覚させ、そこから課題化を図った。課題に対して、自分の考えが反映されているという意識をもつことができたため、子どもたちは見通しを自分たちの話し合いでもつことができていた。

方略③については、子どもの意見も取り入れつつ、教師側が形の変化が分かりやすいものから分かりにくい物へと学習の配列を並べた。そのため、学習中の発言の中では、前時までの既習事項を元に考えているものが多く見られたため、役立っていることが分かった。段階を踏んだ学習ができたと考えられる。

方略④については、4人から5人グループで相談するときには、いろいろな考えをもとにしていたので、実験中の数値を確認しながら再実験を行っていたグループもあった。また、2人で実験を行った場合、2人ペアによっては数組ほど実験の正確さに課題が残った。しかしながら、学級での話し合いやグループの友だちとの話し合いによって解決することができたためグループ構成を行うことは有効であると考ええる。

方略⑤については、子どもたちによって自分の気がついたことまでノートに書き込むことができた子はまだ半数にも満たず、決まった言葉をもとにしながらかいていた子もいる状態であった。今回は全員が一斉に予想、実験方法を考える、実験、まとめという内容で進めていたが、一人ずつの問題解決能力をあげていくために、仮説をたてる方法も徐々に取り入れていきたい。ノート作りについては引き続き検討していくことが必要である。

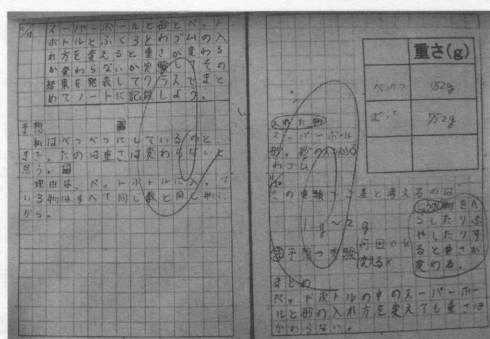


図5 ノート記録

表7 本単元内容の質問紙調査

	4年		3年
	①水にビー玉を沈めた時に全体のおもさはどうなるか。(人)	②水にスーパーボールを浮かべたとき全体の重さはどうなるか。(人)	①水の中に浮かんでいるものの全体の重さはどうなるか。(人)
軽くなる	7	2	1
変わらない(正答)	0	13	38
重くなる	32	24	0
なくなる	0	0	0
正答率(%)	0%	33%	97%

表7において、本研究対象の内容で学習していない第4学年の子どもたちに、この単元で扱った内容の質問紙調査を行った。第4学年の子どもたちは、水とビー玉、もしくは水とスーパーボールという二つの物質を混ぜて質量保存が成立すると考えている子どもは少ないと判断できる。一方、

本研究内容を学習した第3学年のほとんどの子どもたちは、浮かんでいる物に対しても質量保存の法則が成り立つことを理解していると考えられる。ここで、表6の水砂糖を溶かした際の問題の正答率を、本単元を学習した第3学年の子どもたちと比較すると、明らかな差が見られる。よって第5学年の物質が溶けてなくなっているように見える学習を行う前に、見かけの姿に惑わされず質量保存の法則を考えることができるようになることが重要であると考えられる。

以上のことから、本稿で対象とした第3学年時の子どもたちに第5学年の内容を見据えて、系統的かつ子どもたち自身が見出した疑問を元に問題解決学習を行えば、第5学年時に向けての重さの保存性に関する理解を深めることに有効性が見られたと考える。

7 終わりに

本研究では、第3学年時に第5学年の内容を見据えて、系統的かつ子どもたち自身が見出した疑問を基に問題解決学習を行い、第5学年時に向けての重さの保存性に関する理解を深めていくことを目的とし一定の成果が見られた。

一方で、空気などの見えないものに対する、今後の継続学習に向け子どもたちのメタ認知の発達段階を考慮した学習内容を考えていく必要性も出てきた。今回は、粒子のイメージ化については重点的な指導を行わなかった。これは、見えないものに対する内容であったためである。学年が上がることによって本研究単元第2次で学習したことから、自然に粒子などの形にイメージできるようになった方が効果的ではないかと考えたためである。

そこで、二つの学習計画案を今後は検討していきたいと考える。

一つは、現行の学習指導要領で第4学年において粒子の存在を理解するために設定されている「空気と水の性質」と、粒子のもつエネルギーを理解するために設定されている単元「金属、水、空気と温度」¹¹⁾における学習への付加である。具

体的には「空気と水の性質」にて空気の質量を、「金属、水、空気と温度」にて水から状態変化した氷の質量まで扱えば、学習を無理のない範囲で継続させることが可能である。この方法は第5学年と第3学年での間で学習できる利点があるが、水を使うことで数値に変動が起きやすく、子どもが確実に実験できる方法を開発していく必要がある。

二つ目としては、第5学年「物の溶け方」の学習前に本研究第2次で行った重さについて見えたままではない結果がでるものの学習を行うことも有効ではないかと考えられる。表6と表7の結果から子どもの誤概念が見たままの姿に影響されていると考えるならば、その概念を修正することができれば「物の溶け方」の学習結果も改善する可能性があると言える。この方法は、学習の流れはスムーズであるが、第3学年の学習時から期間が空いてしまうことが課題となる。

また、本研究では、今回、ポートフォリオ的なノートを作成することを子どもの学びへの方略として導入した。これは、考察で子どもによる差が大きかったという課題が挙げられた。そこで、その課題を改善するためには、今後オーセンティックマネジメントと協同的な学びを組み合わせる導入することが有効ではないかと考える。オーセンティックマネジメントでは教師側と子ども側の双方向から学習中でも評価活動を行い活動に反映させやすい。オーセンティックマネジメントと協同的な学びを同時に行うことで、活動に対する評価をより多くの人数が関わって繰り返し、子どもたちにとって機会を逃さない学習を継続させることができるのではないだろうか。

本研究においては、粒子の保存性に着目して系統性や問題解決学習を中心に扱ったが、子どもたちの科学的な学びの仕方については、他の単元でも応用可能なことも多い。成果の出たところは取り入れながら、課題を改善しつつ今後の研究を続けていく。

<注および引用・参考文献>

- 1) 小学校学習指導要領において理科の目標は「自然に親しみ、見通しをもって観察・実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」とされている。また、PISAにおける科学的リテラシーの定義で注目されている能力の一つに「疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とその活用」がある。
- 2) 矢野英明：「理科における問題解決」、日置光久、矢野英明編著、「シリーズ日本型理科教育 第3巻 理科でどんな「力」が育つか—わかりやすい問題解決論」、p. 14, 2007, 東洋館出版社。
- 4) 調査した検定済教科書は以下の通りである。
「新しい理科 3年」東京書籍
「たのしい理科 3年」大日本図書
「小学校理科 3年」教育出版
「小学校理科 3年」学校図書
「わくわく理科 3年」啓林館
- 5) 文部科学省：「平成24年度 全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」、p. 17, 2012.
- 6) 前出4)
- 7) 森本信也、横浜国立大学理科教育学研究会：「子どもの科学的リテラシー形成を目指した生活科・理科授業の開発—メタ認知的アプローチによる科学的概念形成を目指した授業開発」、pp. 15-18, 2009, 東洋館出版社。
- 8) 佐藤学：「学校の挑戦—学びの共同体をつくる」、pp. 40-43, 2006, 小学館。