

理 科

身の回りの事象から課題を発見し科学的な考え方を養う理科学習

—第3学年「重さを比べよう」の学習を通して—

升 岡 智 子

1. はじめに

21世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」の時代であるといわれている¹⁾。OECDのPISA学力調査では、科学的リテラシーとして注目されている能力の一つとして「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」²⁾とあげている。PISA学力調査など各種の調査結果を受け、平成20年の中央教育審議会答申における理科の改善の基本方針として「理科の学習において基礎的・基本的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味をもっている。また、科学技術の進展などの中で、理科教育の国際的な運用性が一層問われている」³⁾とある通り、国際的観点からも子どもたちの科学的リテラシーの習得が急務であると考えられる。さらに「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し、考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探求的な学習活動を充実する方向で改善する」⁴⁾とある。科学的リテラシーを習得するためには、理科教育をベースとして科学的な見方・考え方を子どもたちが身につけることが重要であると考えられるのである。

第3学年は第2学年までの生活科の学習を踏まえ理科への学習へと移行する学年である。身近な自然を対象として、体験を通じた自然とのかかわ

りの中で主体的に問題を見出し、科学的な見方・考え方を養うための入門期にあたりと考える。

この時期の子どもたちの様子を見てみると、身の周りにある自然事象や科学的な事象についてかかわったり、考えたりする活動そのものは楽しく意欲的にできているものの、問題解決の過程では自然に対する知識量の差や、今までの体験の差が大きな影響を与えているようであった。例えば、チョウを探しにいく場合において、チョウをあまり見ることがなかった子は、チョウが屋内でも見つかるかもしれないと記述している場合があった。生活体験だけをもとにすることは、自然現象に対する科学的な概念を養う上では不十分であると考えられるのである。

そこで、本研究では3学年という理科学習の入門期に、活動の中で子どもたちが見いだした問題について科学的に探求することで、科学的な見方や考え方を育てていく方法を目的とし、今後の子どもたちの科学的リテラシーの習得に役立てたいと考えるものである。

2. 研究の方法

(1) 対象児

第3学年1クラス39名を対象に調査を行った。

(2) 授業実施時期

平成22年10月～11月

(3) 授業構成

重さに関する事前調査(平成22年9月1日実施38名)の分析を行い、本単元における内容構成や、グループ構成を検討していった。授業計画は次の通りである。

- ・第1次 ものの重さを調べよう（5時間）
- ・第2次 重さくらべをしよう（2時間）

内容については、いろいろなものの重さを測定する中で子どもたちが疑問に感じたものを実験により確かめながら、「形が変わっても物の重さは変わらない」, 「体積が同じでも物の重さが違うことがある」という科学的概念を養っていくように構成を組んだ。

グループは、1グループ4～5人で、事前アンケートにより重さについて異なる考えを持っている者同士が組むように構成した。これは、知識量の差や今までの体験の違いなどを、お互いに補い合い考えを深め合うことができるよう意図したものである。

3. 授業の実際

算数科「重さ」の単元と関連を図って学習を行った。算数科においては単位と測定の意味を理解し、重さの測定を行った。理科では物の重さについて体感や数値化による比較を通して、「形が変わっても物の重さは変わらない」「体積が同じでも物の重さが違うことがある」といったものの性質についての科学的な見方や考え方をもちことができるようにしていった。本単元では、測定の際に出てきた理科学的な疑問を課題とし、活動を行った。

(1) 第1時 算数科

本時では、重さを調べる方法を考えた。

身の回りにある文房具の中から、ホワイトボード消し、ペン（色違いの2種類）、チョークの重さを比べた。持っただけでは分からないため、子どもたちは測定するための道具が必要だと考えた。今までの生活経験をもとに自分たちで、天秤を作って比べるグループや、理科室内にある台ばかり、上皿てんびんなどの道具を使って測定しているグループなど、複数のパターンによる比べ方を行っていた。実験を進めるにつれ台ばかりを使って正確に数値で表したいという子どもが多くなっていった。そこで、次時は台ばかりの使い方を学習することにした。

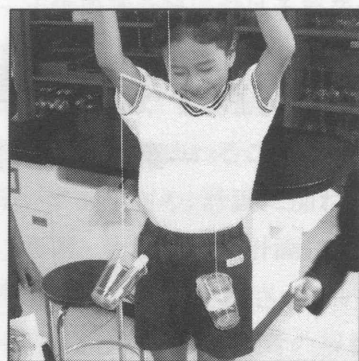


図1 自作の天秤で比べた

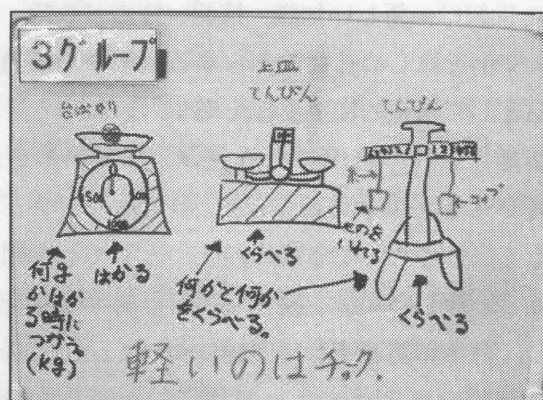


図2 理科室にある道具を使って比べた

また、誤ってチョークを割ってしまったグループが割れたチョークと新しいチョークの重さの比較をしていたのを見て、他のグループの子どもが「割れたチョークと元のチョークはどちらが重いのか?」という疑問をもった。この疑問に対する子どもたちの予想が分かれたため、このことについては、後日実験を行うことになった。

(2) 第2時 算数科

本時では、はかりの目盛りの読み方や単位について学習した。

(3) 第3時 算数科

本時では、はかりを使って様々なものの重さを測定した。

身の回りにあるものを測定していく活動の中で、みんなで考えてみたいことや重さに関係する疑問をあげる子どもがでてきた。例えば、木の玉を持っていた子どものグループから「玉がぐるぐる回って台ばかりの皿の真ん中にいかないから正確に測れない。どうしたらいいか。」というみんなへの

相談や、その木の玉を見た子どもから「生活科で使った鉛の玉は重かったよ。木は軽いよね。」というものの種類による重さの違いについて関連する言葉が出た。また、教室に置いてあった粘土を測ったグループからは、「形を変えて測ってみたい。」、「ちぎってばらばらにして測ったらどうなるか確かめてみたい。」という意見も出た。そこで、ものの置き方や粘土の形を変えたら重さがどうなるかということと、木の玉や鉛の玉など原料の違いによる重さの差があるのか確かめることを、今後の学習課題とすることにした。

(4) 第4時 理科

本時では、第3時の課題を受けて、おもりを置く位置が重さに対して影響を与えるかを確かめる実験を行った。

実験は、50gのおもりを使った。実験前の予想では、おもりを置く位置によって重さが変わると考えていた子どもは、その根拠として、「端に置くと傾くから」「真ん中が一番重いから」などという意見をあげていた。

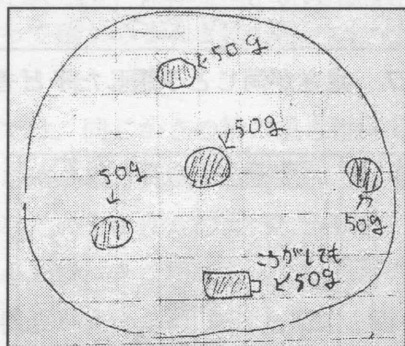


図3 実験結果より

実験中、50gにならない場所がでてきたグループは、何箇所か調べていくうちに他の場所が50gになることから、50gにならなかった場所でも50gになるはずだという予測のもとに実験をやり直していた。学習後のふりかえりでは「どこにおもりを置いても50gになることが分かってよかったです。」という記述が多く見られた。

(5) 第5・6時 理科

本時でも、第3時の課題を受け、粘土の形を変えると重さがどうなるかを確かめる実験を行った。

予想で重さが変わると考えた子どもは、「大きさの違い、ほこり、手の油、中に含まれている空気など」が原因になると考えていた。一方、重さは変わらないと予想していた子どもはその理由として、「同じ物だから形が変わっても減ったり増えたりしない。」と考えをあげていた。実験では、100gの粘土を使用した。図6から見られるように、自分たちで考えた形の測定を行うことにより、様々な形を検証することができていた。

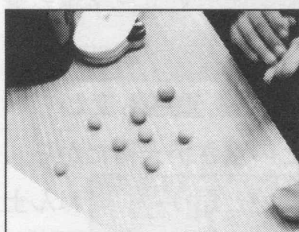


図4 割った粘土

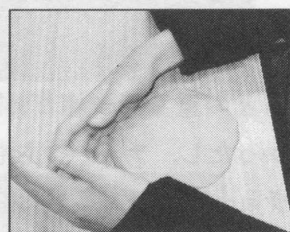


図5 平たい粘土

7グループ		8グループ	
形	重さ	形	重さ
○○ 13:00 のののののの	80g	□	100g
空とう	100g	あなあき	100g
○○	100g	△	100g
—	100g	平たい10	100g

図6 グループごとの実験結果例

しかし、ここで問題になったのが、誤差である。一人ずつ測定していく中で、100gにならなかったと主張する子どもがいた場合、ほとんどはグループ内でお互いに形や台ばかりの使い方を確かめていく中で、解決をしていった。しかし、中にはお互いの実験結果への違和感をもちず発表に至ったグループもいた。38例中3例が100gではない実験結果を出し、その結果に対する話し合いが行われた。子どもたちの考えた解決方法としては、話し合いや協力体制が上手くいっていたグループのように、100gにならなかった形について実験を試みるというものであった。他のグループも同じ

形を作り実験することにより、子どもたちは形を変えても重さは変わらないという結論にたどり着くことができた。

振り返りでは「どんな形にしても、ねん土は、付け足したり減らしたりしてないから、重さは変わらないと思います。」という記述が見られた。

(6) 第7時 理科

本時では、第1時を受けて「割れたチョークと元のチョークはどちらが重いのか？」という疑問を解決するための実験を行った。

このころより、今までの実験をもとに予想を書く子どもが増えてきた。予想例として「粘土も、もとの重さが一緒だったから、重さも変わらなかったし、チョークももとの重さが一緒だから、チョークの重さも変わらないと思う。」「ねん土と一緒に形を変えても重さは変わらなかったからチョークを割っても重さは変わらないと思います。」といった内容が多かった。「チョークを割った時にチョークの粉やかけらが落ちるから変わると思う。」という予想を書いた子どもは、実験時にグループ内で割ったときに出たチョークの粉まで乗せるよう相談をしながら実験を行っていた。また「チョークの中の空気がぬけて軽くなると思います。」と予想した子どももいた。この子どもの実験後の振り返りでは「今日は、チョークを測ったんだけど、なにをしても重さは変わらないということが分かりました。不思議だなあ。」と書かれていた。チョークの中に含まれていると考えていた空気がどうなったのかの疑問が解消されていないとも考えられる。

またチョークの実験で教室にあった紙を使っていた子どもがいたため、折り紙を折ったらどうなるかと問いかけたところ「粘土やチョークと同じで、全部乗せるなら折っても切っても重さはかわらない」という意見が多く、実験によって確かめた。

(7) 第8時 算数

本時では、1 kgの単位の学習を行った。

(8) 第9時 理科

本時では、体重計の上でいろいろなポーズをと

り体重の変化がどうなるかを実験した。

予想で重さが変わらないと考えている子どもは「あげているほうの足の体重は（体重計に）のっている足の体重といっしょになると思ったから。」「同じ人がのっているから。」といった記述から、今までの粘土の実験などを思い出し形（ポーズ）が、変わっても同じものが乗っているかぎり重さが変わらないと考えていることが分かった。一方、変わると考えている子どもは「両足が乗っかっていないから」「座ると重くなる」「力を入れるから」といったことを理由にあげていた。体が全部乗っていないことを根拠に考えた子どもは、折り紙の実験で、折り紙が上皿てんびんの皿からはみ出していたことと、体重計の問題が結びついていないと考えられた。また「力を入れるから」ということを根拠に考えた子どもに対しては、実際に実験を行えば問題が解消すると考えた。

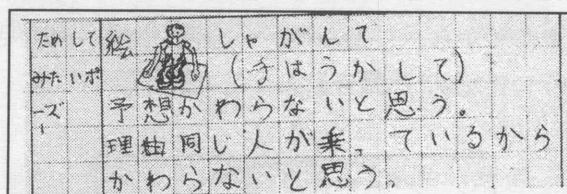


図7 重さが同じと予想した子ども

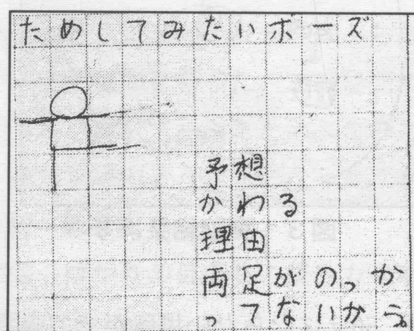


図8 重さが変わると予想した子ども

実験では、一人1ポーズで全員が測定した。39通りの実験結果が得られたため、当初「重さがかわる」と回答した子どもたちが問題にしていた力や姿勢によっては、重さの変化が見られないということが確認できた。

振り返りでは、「もとの体重とポーズをとった体重は同じということが分かった。」という記述

内容が多く見られた。

(9) 第10時 理科

本時では、第3時を受けて、木の玉と鉛の玉などの原料の違いによる重さの違いに対する疑問を木や鉄、アルミ、プラスチックの同体積の立方体を使って実験し確かめた。

予想では「木の積木はとても軽くて、プラスチックのお皿も軽く、アルミは少し重く、鉄はとても重いという体験がある。」と今までの体験を根拠としてあげている子どもがいた。鉄や木など身近にある素材のため、いろいろな経験から予想に結びつけている子どもがほとんどであった。

測定を行った結果、すべてのグループが重い順から鉄、アルミ、木、プラスチックとなった。振り返りで、「今日は、鉄、アルミ、木、プラスチック、どれが一番重いか調べました。どの班も、同じ順番でした。ふしぎです。」と記述がある通り、同体積のものでも、何で作られているかによって重さが異なることを確認することができた。

また、この時に同体積の粉ではどうなのかなと投げかけたところ、意見が分かれたため次時に実験を行って確かめることにした。

(10) 第11時 理科

本時では、同じかさの粉の重さは同じなのか違うのかを確かめる実験を行った。子どもたちが確かめてみたいとあげたのは、見た目が似ている塩、砂糖、小麦粉、きな粉であった。これらは普段目にする機会が多いため、あげたものと考えられる。

予想では「おばあちゃんちのきな粉の袋を持ったらとても重いけど、塩、砂糖、小麦粉はきな粉より軽かったから。」という生活体験を根拠にしたものと「小麦はさらさらしていて風にふかれたらすぐ飛ぶけど、塩と砂糖はつぶつぶだから。」といった見た目などを根拠にした意見がほとんどであった。

また、この実験では、粉の入れ方などによって誤差がしやすい。子どもたちと、ふたをした時や入れるときに少し差がでるかもしれないので、だいたいの重さでグループを作って考えようということを確認した。ただし、その場合でも全グルー

プができるだけ同じように入れる必要があることは共通理解とした。

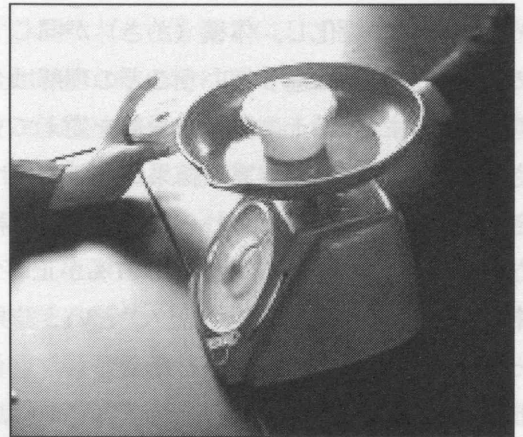


図9 塩を容器に入れて測定

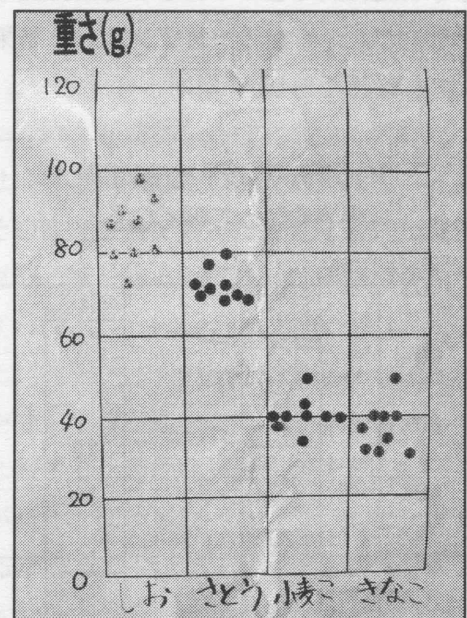


図10 実験結果

実験結果に多少のばらつきはあるものの、シールがかたまっている大体の重さのところで、粉の種類を比べていけば良いという意見がでたため、塩、砂糖、小麦粉、きな粉の順になるというまとめとなった。振り返りでは「塩が一番重いということが分かって、二番目に砂糖、三番目に小麦粉が重い。四番目にきな粉が重いということが分かりました。粉は、粉でも重さがちがうんだなあと思いました。」「同じ量でも塩、砂糖、小麦粉、きな粉では重さがかわるということが分かりました。」といった記述が見られた。

4. 結果と考察

事後の学習調査より、塩と砂糖の重さを比べるデータを元に一般化し、体積（かさ）が同じでもものによって重さは違うということの理解は全員できていた。また、粘土の置き方や形を変えても、重さはかわらないという実験結果から「ものは、置き方を変えても重さはかわらない」という科学的な概念へと結び付ける問題では97%が正答（39名中38名正答、残る1名は無記入）という結果となった。また「ものは置き方を変えても、重さはかわらない」という問題では全員正答していた。これらのことより、実験結果から、科学的な概念へと思考の流れができつつあることが推測される。

またそのことが事前・事後アンケート結果の比較分析でも確認できる。

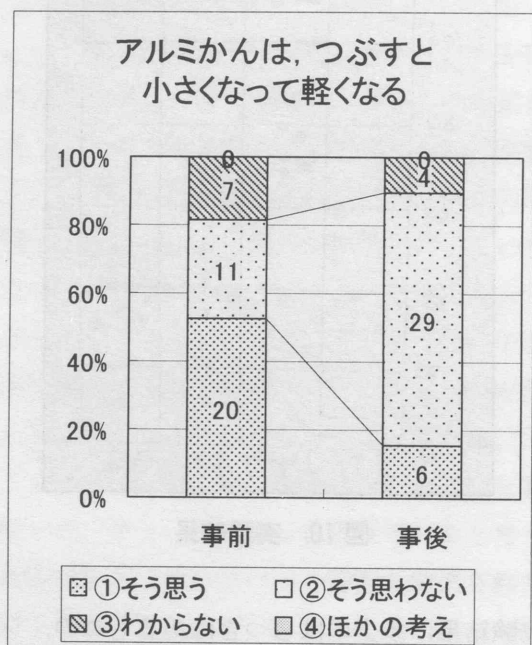


図11 事前・事後アンケート1の結果

事前と事後アンケート1「アルミかんは、つぶすと小さくなって軽くなる」では数値の変化のほか、根拠の内容に変化が見られた。事前アンケートでは、「そう思う」「そう思わない」と答えたグループどちらにも、その根拠として「形が重さに関係している」「中に入っている空気が重さに関係している」「経験がないことや、知らないことなので分からない」といったことをあげていた。

しかし、事後アンケートでは、「そう思わない」と答えた子どもはその理由として「つぶしても同じものだから重さが変わらない」という内容を全員の子どものが答えていた。粘土やチョークのように注釈をつけている子どももあり、今まで行った実験からアルミ缶へ予想として科学的な見方ができていると考えられる。しかし、「そう思う」と考えた子どもの理由は3名が中の空気を問題とし、1名が実験したことがあるという生活体験、2名が小さくなるから軽くなると考えていた。粘土の実験では、中に空気を入れるボールのようなもの、形を変化させるものの測定を行ったが、空き缶を同じように考えることは難しかったことが考えられる。



図12 中を空洞にした粘土（第5時）

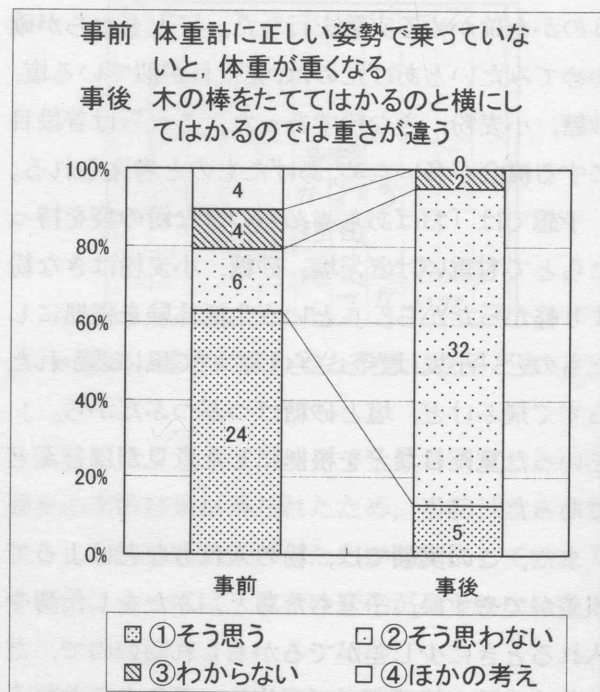


図13 事前・事後アンケート2の結果

事前アンケートでは「体重計に正しい姿勢で乗っていないときにはかると、体重が重くなる」事後アンケートでは「木の棒をたててはかると横にしてはかるとでは重さが違う」とした。質問項目を変えたのは体重計の実験を実際に行っているためである。事前調査では姿勢（形）が重さに関係していると考えているグループ、体験的に考えたグループ、体重計の機能に問題があると考えた子どもがいた。事後のアンケートでは、「そう思わない」と答えた子どもは「同じものだからどう置いても重さはかわらない」とすべての子どもが答えていた。「そう思う」と答えた子どものうち、「横にするとみだしてしまうから」とはかりの上に乗りにくい部分を問題にしていた子どもが2名、「縦に置くとぐらぐらするから」と振れを問題にした子どもが1名、その他が2名とであった。体重計での実験の際には、様々なポーズをとって測定した際に、はかりから出ている部分があっても他に重さがかかっている限り、重さの変化はないということが、木の棒になると同じことと考えるのが難しかったものと考えられる。

事前アンケート「同じ大きさの木と鉄は鉄のほうが重い」とし、どちらも同じ体積である木と鉄の塊の重さを問う内容とした。事後アンケートでは「つぶの大きさを同じにして同じ大きさの容器に入れた砂と鉄の粉は重さが違う」とし、砂と鉄を使い体積は同じだが粉状になっているものの重さを問う内容とした。どちらのアンケートも、同じ体積であっても、ものの種類が異なれば重さが異なることがあるということを確認する内容とした。事前アンケートの回答では、今までの体験で判断しているものが多かった。「そう思わない」と回答した子どもも生活体験による理由を記述していた。事後アンケートでは、鉄と砂の重さが違うという調査項目に「そう思う」と回答したほとんどの子どもは、「鉄とすなもとの重さが違うから」という回答と同様の内容で答えている。「そう思わない」と回答した子どもは4名いた。その内分けは「量が同じだから」と考えた子どもが3名、その他が1名であった。量に着目した子どもは、塩や砂糖を使った実験とは結びつかなかったと考えられる。

また、アンケートの記述に見られるように、単元途中でも学習が進むにつれ、子どもたちの中で重さに対する基礎的な知識の定着が高まっていき、それが新たな問題発見へとつながったり、実験に対する予想の根拠となったりしている様子が、ノートや発言からも確認できた。

5. 結論と今後の課題

本単元においては、学校生活の中で子どもたちが抱いた重さについての科学的事象に関する疑問を、実験によって確かめていくことを繰り返しながら、科学的な概念を養い、科学的な見方、考え方を育成していった。算数科の導入時に身の回りにある文房具の重さを比べようと投げかけてから以降に本単元で行ったことは、子どもたち自身が感じた疑問や必要感がもとになっている。また、扱った題材は子どもたちにとって普段から身近にあるものばかりである。そのため、学習に対する

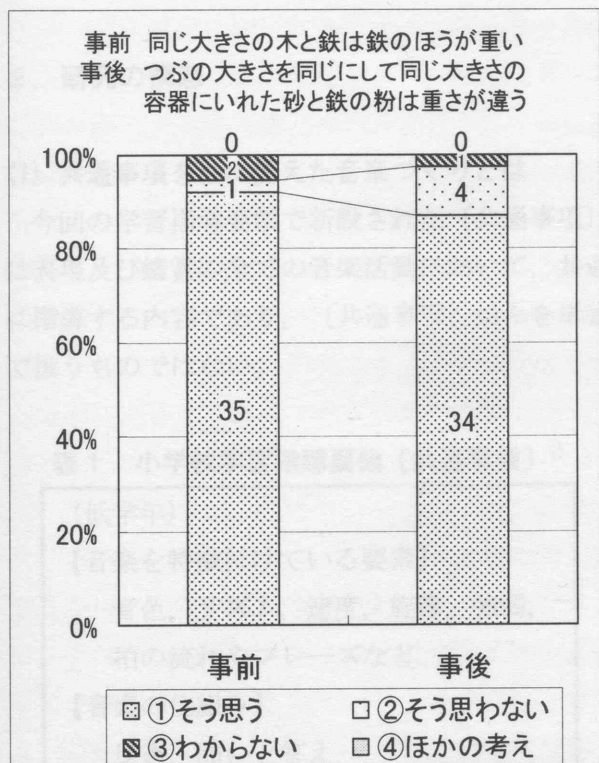


図 14 事前・事後アンケート3の結果

高い意欲を持続することができた。この関心の高さが実験中にさらなる疑問が生まれたことにもつながっていたと考えられる。また子どもたちにとって身近な素材だけを扱っていたため、生活体験などから、こうしたらこうなるという予想がたてやすかったものの、その予想が友だちと違っていたり、実験を行うと予想と違ったりということから、その予想が次第にあやふやな生活体験ではなく類似した実験から得た科学的根拠をともなった内容へと変化していった。結果として、実験したことから科学的概念を養い、それをもとにして考え、他のものの結果も類推することができるようになった子どもは80%を超えた。しかし、科学的概念を根拠とした推測が難しい子どももまだいる。その原因は、一つ一つの実験での結果は理解しているものの、そこで理解したことが一つ一つの点の状態では、科学的な概念へ結びついていかない状況であると事後調査とアンケート結果より推測される。

そこで、今後の課題としては子どもたちが発見した課題をもとに体験活動をしながら育んだ科学的概念を組み合わせ、直接体験をしていないことへも応用できる力を養うことが、科学的な見方や考え方を養う上で必要であると考えられる。

<引用文献>

- 1) 文部科学省：「小学校学習指導要領解説 理科編」， p. 1, 2008, 大日本図書.
- 2) 国立教育政策研究所「生きるための知識と技能④－OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2009 調査国際結果報告書－」, p. 19, 2010, 明石書店.
- 3) 前掲書 1), p. 3
- 4) 前掲書 1), p. 3