

要 旨

理科学習においては、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることに課題があると言われている。そこで、結果予想の場面で個人の考えを整理し、付箋紙に記入させ、全体の考えを共有して実験活動を行わせた。このことにより、児童は、個人の考えを基に全体で科学のきまりを見いだそうとする意欲が高まってきた。また、考察の場面においても個人の考えを全体で共有する場面を設定した。このことにより、児童は、全体で科学の規則性を見いだすことに納得をし、思考した内容を表現する力が高まってきた。

〈キーワード〉 ①科学的な思考力・表現力 ②思考の整理と共有 ③交流活動

1 研究の目標

身近な自然の事物・現象を科学的に思考し、表現する力を育成するために、探究する過程において、交流活動を通して互いの思考を高める指導法の在り方を探る。

2 目標設定の趣旨

今年度の全国学力・学習状況調査において、国語、算数に加えて新たに理科が追加された。理科の問題内容において、主として「活用」に関する問題については、理科の学習で学んだことをいかに活用するかが問われており、日頃の理科教育を更に充実させることが必要不可欠なものであると捉えることができる。平成24年度全国学力・学習状況調査の結果についての概要によれば、全体的な状況として、「観察・実験の結果を整理し考察することに課題がある。」「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることに課題がある」¹⁾と現在の理科教育の課題を挙げている。このことを理科教育の評価の4観点に照らし合わせて考えれば、科学的な思考力・表現力を育成することが小学校理科の充実に効果的であると考えられる。この科学的な思考力・表現力の育成を図るには、文部科学省の言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】によると、「結果を整理し、考察し、結論をまとめる場面では、観察、実験の結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関連付けながら考察を言語化し、表現することを一層重視する」²⁾と記されている。こうしたことを鑑みると、この科学的な思考力・表現力の育成には、理科教育における言語活動を充実させることが効果的であると考えられる。その中でも「予想や仮説と関連付けながら考察を言語化し、表現する」ことを重視し、観察・実験において予想や結果などを中心に意見の交流を行わせることが実感を伴った理解となって、科学的な思考力・表現力につながると考える。これは、小学校学習指導要領解説理科編において、実感を伴った理解として①具体的な体験を通して形づくられる理解、②主体的な問題解決を通して得られる理解、③実際の自然や生活との関係への認識を含む理解の3点を挙げており、その中の②に該当することから実感を伴った理解になるといえる。

しかし、所属校4年生においては、観察や実験などの活動に意欲的に取り組むものの、自分の考えを表現することを苦手とする児童が多い。また、これまでの私の実践を振り返ってみても、言語活動を意識的に取り入れた授業は少ない。理科学習においては、どの場面においても言語活動が行われていると考えるが、観察・実験を安全に取り組ませることや科学的な用語の習得などに重点を置いてしまい、言語活動による探究にはあまり取り組んでいなかった。そこで、探究する過程において、交流活動を通して児童が自らの力で問題を解決しようとし、科学的な思考力・表現力を高めることが重要であると考えた。

そこで本研究では、研究テーマ、研究課題を受け、提示された自然事象を見て観察・実験の計画を立て、結果の予想を立てる際や、結果を整理する際の交流活動に重点を置き、予想と関連付けて考察させることで科学的な思考力・表現力を高める指導法を探りたいと考えた。探究する過程の中で、観察・実験における予想の段階を設定し、交流活動を通して自分の考えを表明させ、全体で共有させる。そして、考察の段階を設定し、観察・実験の結果を予想と関連付けながら思考させ、表現させれば、互いの思考が高まり、科学的な思考力・表現力の育成につながると考え、本目標を設定した。

3 研究の仮説

予想では思考の整理のために、考察では思考の共有のために交流活動を仕組み、実感を伴った理解につながり、身近な自然事象に対して科学的に思考し、表現しようとする児童が育つであろう。

4 研究方法

- (1) 文献や先行研究を基にした科学的な思考力、表現力と言語活動に関する指導法の理論研究
- (2) 科学的な思考力・表現力及び言語活動に関するアンケートや、付箋紙、ワークシート記述による児童の実態調査
- (3) 観察・実験結果の予想と結果を関連付けた交流活動による指導の検証及び考察

5 研究内容

- (1) 文献や先行研究を基にした科学的な思考力・表現力の育成と言語活動に関する理論研究を行う。
- (2) 科学的な思考力・表現力及び言語活動に関するアンケート及び付箋紙、ワークシートの記述を基にした児童の思考力・表現力の高まりを調査及び分析する。
- (3) 所属校4年生における単元「すがたをかえる水」（3時間）を用いた検証授業を行い、仮説を検証し、手立ての有効性を示す。

6 研究の実際

(1) 文献等による理論研究

小学校学習指導要領では、理科の目標として、「……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」³⁾とある。この「実感を伴った理解」については、小学校学習指導要領解説理科編において、主体的な問題解決を通して得られる理解が重点の一つとして挙げられている。これを一単位時間の流れにおいて考えてみると、児童が主体的で、見通しをもった観察、実験を行いながら問題を解決していくことが「実感を伴った理解」につながるといえる。

そこで、本研究では、観察、実験における結果の予想を表明させ、全体で共有させることで観察・実験が見通しをもったものとなり、さらに、観察・実験における結果を交流活動によって全体で共有することで意欲的に問題を解決しようとし、互いの思考を高める児童の育成につながると考えた。

(2) 研究の構想

ア 交流活動を通して互いの思考を高める学習モデル

平成22・23年度に作成された佐賀県教育センタープロジェクト研究における主に一単位時間の問題解決の学習モデルに、実験結果を予想する項目を追加した(次頁図1)。まず、事象の提示・説明においては、「比較」の視点を取り入れる。すなわち、2つの事象を提示し、それぞれ事実の確認をする。二つの事象の同じところ、違うところを記述させ、意見を交流させることにより、事象の違いに関係している要因を抽出し、説明させるようにする。そこから問題である点に気付か

せ、学習問題を捉えさせる。この学習問題を解決するために、実験の計画を立てるのだが、計画を立てた後に、観察・実験の結果を予想する項目を追加する。このことにより、児童が自分の考えを表明し、集団の考えを共有することで、意欲的で見通しをもった観察・実験を行うことができるようになる。観察・実験後、結果を交流する際に、共有した全体の結果を見直し、自他の予想と結果の違いを個人の考えを基に、全体で考察して科学的なきまりを見つけることで実感を持った理解につなげるようにする。観察・実験の結果をまとめる活動においては、提示された事象について、学んだ知識を活用し、説明することができるかを見ることで主に一単位時間における思考の変容を見ることができると考える。この学習モデルによる学習を積み重ねることによって、自己の学びの成長として見取れば、科学的な思考力・表現力の変容を捉えることができると考えた。

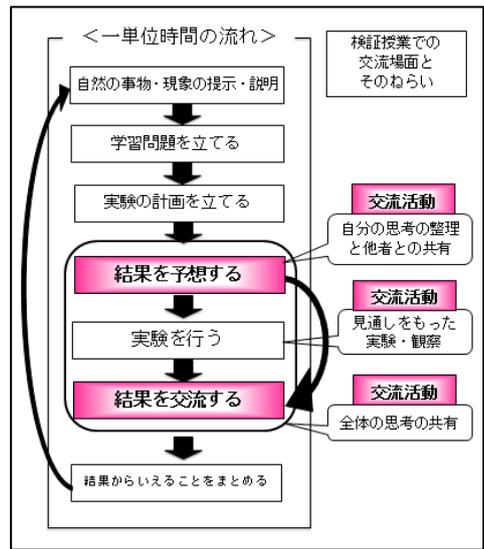


図1 交流活動を通して互いの思考を高める学習モデル

イ 検証の視点と具体的な手立て

(ア) 【検証の視点Ⅰ】結果の予想を付箋紙で明確にした児童の思考力・表現力の高まり

児童全員に実験結果の予想を各自にもたせ、表現させるために、ワークシートに記入させた(図2 a)。さらに、自分の考えによって付箋紙の色を選ばせ、黒板に貼らせた。(予想の違いによって付箋紙の色を変えている)付箋紙には自分の予想とその理由、そして自信の度合いを示すために星印(1~3個)を記入させた。付箋紙を選び、黒板に貼らせることで自分の考えを表明させた。また、そこに理由を書くことで、予想の根拠を一人一人にもたせ、その考えを共有させることで自他の考えの相違を確認させ、結果に対して見通しをもたせて取り組めるようになる。この付箋紙とワークシートの記述から児童の思考の変容を探った。

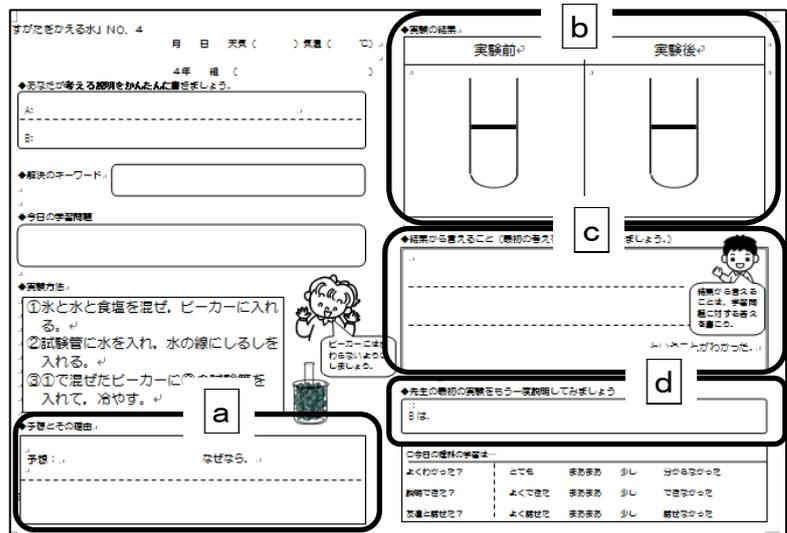


図2 授業で使用した児童用ワークシート

(イ) 【検証の視点Ⅱ】結果の交流による児童の思考力・表現力の高まり

実験終了後に実験結果を各自でワークシート(図2 b)に記録させ意見を交流させた後、もう一度付箋紙を選ばせ、黒板に貼ることで結論を導くための手立てとした。結果の交流(図2 c)においては、観察、実験後に全体の結果を共有したことを受け、自分の予想と結果を関連付けて考察していることを見ることで個々の思考の変容を探った。

(3) 検証授業の実際

仮説の検証に当たって、第4学年の単元「すがたをかえる水」(1月~2月上旬)を検証授業として行った。ここからは、主に単元「すがたをかえる水」の第6時「水の体積変化」(4年生40名、平成25年2月13日実施)についての詳細を述べる。

ア 単元「すがたをかえる水」の第6時の概要

本単元は、水を熱し続けた時や冷やし続けた時の水の状態変化や、それに伴う体積変化を温度と関係付けながら探究していく過程を通して、水は温度の違いによって水蒸気や氷にすがたが変わること、そして、水が凍った場合には、体積が増加することを理解させることがねらいである。本時は、水の体積変化についての学習である。まず、事象の提示として、A：凍らせていないペットボトルとB：凍らせたペットボトルとを比較して提示した(図3)。児童は、凍らせたペットボトルのラベルが剥がれているところや常温のペット

しかし、2学期の単元「ものの体積と温度」の学習で「体積は冷やすと小さくなる」ということを学習していた児童たちの中から「あれ？冷やすと体積が減るはずではなかったらどうか。増えるのはおかしい…」とのつぶやきが聞かれた。そこから、キーワードとして「氷、体積」という言葉を児童と導き出した上で、本時の学習問題「水を氷にすると体積は増えるのだろうか」を立てるようにした。学習問題の提示後、実験に使う装置を見せながら実験の方法を示し、実験の結果がどうなるのかを予想させた。この際に、予想を「体積が増える(赤色)・減る(青色)・変わらない(黄色)」の3つに整理し、ワークシートへの記入と付箋紙を選ぶことで個人の意見を表明させた(図4)。そこに根拠(書けなくてもよい)を書かせ、黒板に貼ることで実験結果に対する見通しをもたせるようにした。観察・実験はグループで行った。寒剤をビーカーに入れ、水を入れた試験管をその中に入れて凍らせた時の様子をワークシートと付箋紙に記録させ、結果を拡大した図にまとめさせた。その後、「結果の交流」として、付箋紙と拡大した図を黒板に貼らせて交流することで結論に導くようにした(図5)。「結果からいえること」として結論を導いた後に、もう一度「事象の提示」で示した事象に戻らせ、再度説明をするように促した。最初の事象に戻らせたのは、本時の学習によって児童達が得た結論を定着させ、活用させるために行ったものである。

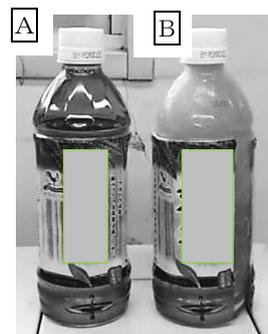


図3 A：常温のペットボトル
B：凍らせたペットボトル



図4 付箋紙に記述している様子



図5 付箋紙を貼る交流

イ 【検証の視点I】 結果予想を付箋紙で明確にした児童の思考力・表現力の高まりについての考察

付箋紙を使用して実験結果の予想を表明させることによる児童の科学的な思考力・表現力の高まりについて、検証授業の様子と3名の抽出児を基に考察を述べる。表1に3名の抽出児の理科の学習に関するプロフィールを記す。また、次頁表2に検証授業の導入から実験結果の予想を交流するまでの授業の詳細を記し、検証の視点Iに関わることを【検I】、検証に関わる教師の発問や児童の発言をゴシック体で表記する。

表1 抽出児のプロフィール

X児(上位群)	Y児(中位群)	Z児(下位群)
事象を見て何を考えればよいかをつかむことができ、学習問題に沿って実験を進めることができる。また、結果からいえることや考えをまとめることができる。	学習問題から何を調べればよいか分かり、実験の様子を詳しく記録することができる。結果からいえることや考えをまとめることができないことがある。	学習問題から何を調べればよいかをつかめないことがある。実験を記録することはできるが、結果からいえることや考えをまとめる時に書けないことが多い。

表2 検証授業(3/3)の授業(実験前)の詳細と抽出児のワークシート、付箋紙の記述

児童の活動と教師の働きかけ、抽出児のワークシート、付箋紙の記述			
① 教師の事象提示を見る。 T1: この2つのペットボトルには、お茶が入っています。Aのペットボトルは、そのままのものです。Bのペットボトルも同じお茶だけど、凍っていて膨らんでいるね。			
② 事象について説明する。 T2: では、Bをワークシートに説明してみましよう。終わったら、友達の意見も聞いてみましょう。			
抽出児の事象の説明の記述			
X児	Y児	Z児	
A: 何もしないの？ 変わらない。 B: こぼらせて(凍めた?) のでふくらんだ。	B: こぼらせて() のでふくらんだ。	B: こぼらせて(あつた) のでふくらんだ。	
③ キーワードを見つける。 T3: では、同じなのは何かな。 C1: お茶。 T4: では、違うところは。 C2: 体積。Bの方が大きいよ。 T5: では、キーワードは水、体積にしておこう。			
<div style="text-align: right;">  <p>予想を交流している様子</p> </div>			
④ 学習問題をつかむ。 T6: キーワードから学習問題を考えてみよう。			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>◆今日の学習問題</p> <p>水は氷になると体積がふえるのだろうか。</p> </div>			
⑤ 実験の方法を知り、結果を予想する。 (実験方法の説明は省略) T7: 実験を始める前に、みんなの予想を聞きます。 体積はどうなると思いますか。 C3: 増えると思うよ。 C4: あれ? 冷やすと体積は減ると習ったよ。 C5: そのぐらいの水じゃ変わらないんじゃないかな。			
抽出児の付箋紙での予想の記述			
X児	Y児	Z児	
へると思う 理由は 水を冷やした 時と同じだと 思っから ☆☆ 35	へる。☆☆☆ 水は氷に なると体積 がなるから。 4番	水は体積が るから 王理由 13と ☆☆☆ 40番	
T8: では、付箋紙に、「増える」と思う人は赤の付箋紙、「へる」と思う人は青の付箋紙。「変わらない」と思う人は黄色の付箋紙を選びなさい。そして、書き終わったら前に貼り、ワークシートにも書きなさい。【検I】			

抽出児3名の付箋紙の記述から、予想の段階で、3名とも直前の他の児童の発言により、「氷にすると体積が減る」と答え、体積が減ることを示す青の付箋紙を選んでいった。X児は、既習事項の「ものは冷やすと体積が減る」という根拠を基に理由を述べていたが、自信の度合いを示す星印が1つであり、自信のなさがうかがえた(表2)。これは、事象提示で凍ったペットボトルを見たという事実と既習事項とのズレがあることを認識していたためと考えられる。また、Y児も既習事項から根拠を述べていたが、星印を3つ付けており、ペットボトルの中身が「お茶だから体積が大きくなった」と推測したために、水であれば冷やすと体積が小さくなるだろうと表現したと考えられる。Z児についても同様に星印を3つ付けていたが、全体の予想で「増える」19名、「減る」18名と意見が半分になったこともあり、同じグループの児童との交流によってこの考えに至ったのではと考えられる。「増える」と答えた児童を見ると、「水は減るけど、氷になったら増える」と答えた児童もいたが、星印を見ると、2つか1つを付けている児童が多く、既習事項と目の前の事象の違いに戸惑いがあることが見受けられた。さらに、意見が半

分に分かれたことで、より「実験をして確かめよう」とする意識は高まったものと考えられる。この実験結果を求めようとする意識の高まりについてワークシートの記述を分析してみると、本時の授業では、全ての児童が結果を記述し、うち54%(20名)の児童が結果に対する表現を図のみでなく、気付いたことを表現できるようになってきた。

ウ 【検証の視点Ⅱ】 結果の交流による児童の思考力・表現力の高まりについての考察

結果の交流による児童の科学的な思考力・表現力の高まりについて、イと同様に、検証授業の様子と3名の抽出児を基に考察を述べる。表3に検証授業の実験開始から考察までの授業の詳細を記し、検証の視点Ⅱに関わることを【検Ⅱ】、検証に関わる教師の発問や児童の発言をゴシック体で表記する。

表3 検証授業(3/3)の授業(実験以降)の詳細と抽出児のワークシート、付箋紙の記述

<p>⑥ 結果を意識して実験を行う。 T8: 実験した結果をワークシートに記録しなさい。みんなの結果から付箋紙を選んで黒板に貼りなさい。</p>		
抽出児の付箋紙による結果の記録及び観察記録		
X児	Y児	Z児
<p>⑦ 結果を交流する T9: では、みんなの絵を見てみよう。グループごとに発表しましょう。 C6: 実験の結果、体積がちょっと増えました。 T10: 他に。 C7: 他の班と同じで、体積がちょっと増えました。【検Ⅱ】</p>		
<p>⑧ 結果から言えることをまとめる。 T11: じゃあ、結果から言えることが書けるね。ワークシートに書いてみよう。</p>		結果の交流の様子
抽出児の結論の記述		
X児	Y児	Z児
水は氷になると体積がふえる	水は氷になると体積がふえる	水は氷になると体積がふえる
<p>⑨ 導入段階での事象提示を再度説明する。 T12: 最初の実験に何がか関係しているのか、もう一度説明してみよう。</p>		
抽出児の事象の再説明の記述		
X児	Y児	Z児
Bは、体積がふえた	Bは、体積がふえた	Bは、体積がふえたから

3名の抽出児は、予想では青色の「減る」を選択していたが、実験後、実験の結果と全体で意見を交流したことで付箋紙も青色の「減る」ではなく、赤色の「増える」を選択し、黒板に貼った。実験した結果を基に選択していたが、それに加えて他のグループとの意見交流をしたり、同じグループで結果を共有したりすることで、実験した結果が予想と違っていたことを受け入れることができたと考えられる。予想と違っていた抽出児3名の児童のうち、X児は、星印は記入しなかったものの、ワークシートの結果の欄に「予想と違い」と記入しており、付箋紙には「冷やすのと違って固めるときに

体積が増えたのでは？」と考えを変えている様子うかがえた(前頁表3)。また、Y児も、星印はなかったものの「少し増えた」という結果のみを付箋紙に記し、結果を受け入れている。Z児は、星印を3つ付けており、結果の交流によって自分の考えを変えたものの納得することができたようである。結果を記した付箋紙を黒板に貼り、その色と分布などを全員で共有すると、全員が同じ結果になったことを確認することになった。これらのことから、みんなで見つけた科学のきまりに納得しているため、「結果からいえること」をスムーズにまとめることができるようになったと考えられる。また、学級全体でも89%(33名)が「水は氷になると体積が増える」と結論を導くことができていたことから、結果を交流させるということが有効に働いたと考えられる(前頁表3)。

エ 学級全体の傾向にみる科学的な思考力・表現力の高まりについての考察

児童の意識と付箋紙による実験結果の予想の記述内容の関係性を探った(事前1月、事後2月調査実施)。「理科の学習でなるほどと思ったときに楽しいと思うか」という質問と、1/3授業時と3/3授業時の予想の記述を重ねたところ、予想に根拠を記述している児童の方がより「なるほど」と思いやすいという傾向が表れていた。つまり、児童は、結果の予想として自分の考えをはっきりともつほど科学のきまりを見つけることに対して納得する傾向にあると考えられる(図6)。付箋紙を使用して予想を記述する活動を取り入れたことで、児童が自分の考えをはっきりともつようになり、その結果として「なるほど」と納得するようになった児童が増えてきたと考えられる。

授業の初めに提示された事象を再度説明する時間を設けて、本時の授業で学んだことを活用しているかを探ることで、思考力・表現力の高まりについて分析した。検証授業については、回を重ねるごとに再説明の記述において学んだ知識を根拠にした記述がなされていることがうかがえた(図7)。このことから、児童が本時の授業で学んだことを活用し、提示された事象を説明することができるようになった。

また、児童への意識アンケート(図8)では、「結果からきまりを見付けることができるか」の問いに対し、検証授業を行う前後に行ったアンケートで事後には89%(33名)の児童が「できる・ときどきできる」といった回答をした。児童が、自然事象に対するきまりを見いだすことに自信をもつようになったことは、今回の検証授業において取り組んだことによ

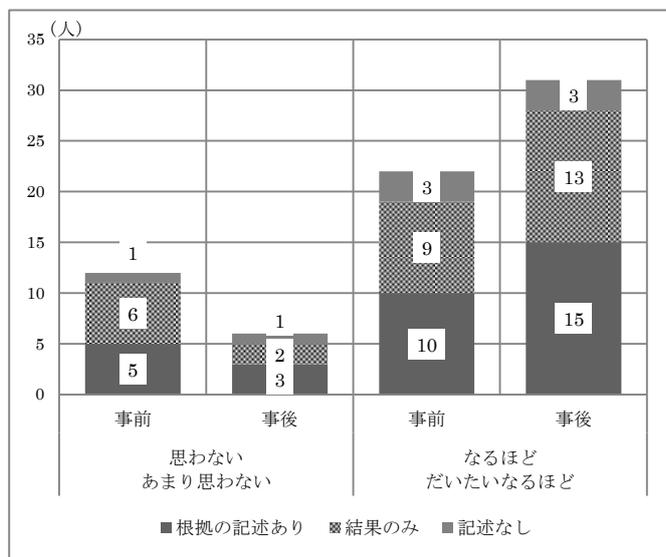


図6 予想の記述と検証前後の意識調査との関係

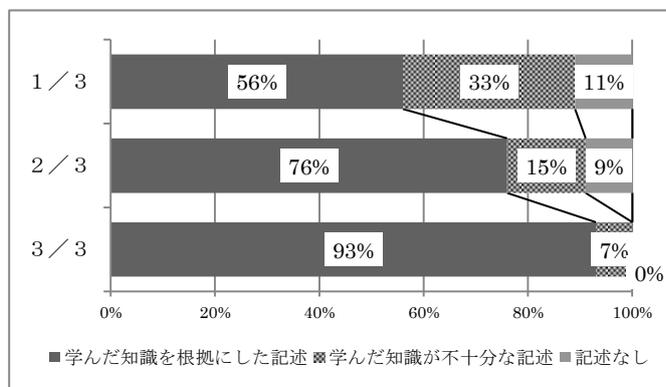


図7 ワークシートの記述(事象の再説明)

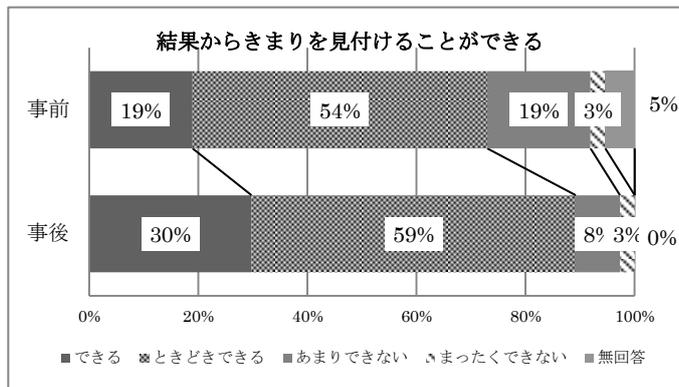


図8 児童の意識の変容

るものだと考えられる。つまり、全体の前で自分の考えを表明させ、それを共有させることと、結果を交流し、共有することで児童の多くが納得のいく理解をすることができたと考えられる。

以上のことから、実験結果を付箋紙の色と記述を使って予想を整理させ、自分の考えを表明し、全体で共有することで見通しをもった観察、実験を行うことができた。そして、結果について全体で交流を行い共有することで、より納得できる科学的なきまりを見つけることができた。このことにより、実感を伴った理解を得ることができていることがうかがえた。

7 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

今回の研究では、教育センターによる理科教育のプロジェクト研究の学習モデルの中に本研究の仮説を取り入れて行った。そのことにより、児童が見通しをもって観察、実験に取り組むことができた。また、全員で科学のきまりを見つけ、納得した理解をすることで実感を伴った理解へとつながり、科学的な思考力・表現力を育む学習活動の在り方が見えてきた。このような学習活動を行ったことで、理科の授業の各場面において、以下のような児童の姿が見られるようになってきた。

- ・ 既習事項や生活経験上知っていることなどと目の前の事象とを比べて説明しようとする児童が増えた
- ・ 結果を予想することで見通しをもった実験を行う児童が増えた
- ・ 結果と考察を区別して説明できるようになった児童が増えた
- ・ 学んだことを活用して説明しようとする児童が増えた

こうした学習活動を繰り返すことにより、理科学習において自然事象を解き明かすための思考する力と、実験結果に基づき思考したことを表現する力の育成が期待できる。

(2) 今後の課題

- ・ 付箋紙とワークシートを使った効果的な利用方法の研究
- ・ 観察・実験の予想と結果を更に関連付けて考察するための指導法の研究

《引用文献・URL》

- 1) 文部科学省 『平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について』 (2012年8月)
http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/01gaiyou/24_chousanokekkanitsuite.pdf
- 2) 文部科学省 『言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】』 2010年12月 p.13
- 3) 文部科学省 『小学校学習指導要領解説 理科編』 平成20年8月 pp.7-11

《参考文献・URL》

- ・ 日置 光久編著 『「見えないきまりや法則」を「見える化」する理科授業』 2010年11月 明治図書
- ・ 文部科学省 『全国的な学力調査の在り方等の検討に関する専門家会議』
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/074/toushin/1304351.htm (2011年3月)
- ・ 佐賀県教育センター 『科学的な思考力・表現力の育成を目指した理科学習指導の在り方』
http://www.saga-ed.jp/kenkyu/kenkyu_chousa/h23/05%20rika/gaiyou.htm (2012年6月)