

## 要 旨

理科の学習では、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、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の充実が求められている。そこで、学習したことを活用して思考、表現する学習過程を提案する。1単位時間の終末段階において、生活場面から取り出した事象を提示し、その変化の要因やしくみについて説明させる活動を行った。その結果、児童は提示された事象と学習したことを関係付けて考え、記述できるようになってきた。また、実感を伴った理解となったため、理科に対する有用感が高まってきた。

<キーワード> ①科学的な思考力・表現力 ②終末の事象提示 ③知識の活用

## 1 研究の目標

自然事象を科学的に思考し表現する力を育成するために、目の前の事象について知識を活用して思考、表現できるようになる指導の在り方を探る。

## 2 目標設定の趣旨

学習指導要領の理科の目標には、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、……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。」<sup>1)</sup>と示されている。また、小学校学習指導要領解説理科編の改善の基本方針には、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、……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、……を充実する方向で改善する。」<sup>2)</sup>とある。これらのことから、科学的な思考力や表現力を育成するために、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学習活動を重視することが求められていると考える。

平成24年度全国学力・学習状況調査では、小学校理科において、「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」<sup>3)</sup>について課題が見られた。さらに、平成24年度佐賀県学習状況調査のWeb報告書によると、5年生では「科学的な思考力・表現力」の中で、「活用」に関する問題において、「おおむね達成」の基準を9.4ポイント下回っていた。これらのことから、知識・理解を深めるだけでなく、児童がそれらを活用して考えたり表現したりするような活動を取り入れた指導を行っていく必要があるといえる。

所属校の5年生においては、平成25年度佐賀県学習状況調査の理科の結果を見ると、「自然事象についての知識・理解」については、「おおむね達成」の基準を12.5ポイント上回っていたが、「科学的な思考・表現」については「おおむね達成」の基準を17.5ポイント下回っていた。これにより、知識の獲得は良好であるが、考えたり表現したりすることを、苦手としていることがうかがえる。これまでの私の実践を振り返ってみると、学習の最後に振り返りはしているが、その学習における実験の結果や、それにより何が分かったのかというような、知識の確認に過ぎないものであった。児童が獲得した知識を活用して表現するような活動は、ほとんど取り入れることができていなかった。

そこで本研究では、研究テーマ、研究課題を受け、目の前の事象について、その変化の要因やしくみを説明させることで、児童が獲得した知識を使って考え、表現することができるようになる指導法を探りたいと考えた。このような事象を説明する活動を繰り返すことで、自然事象を科学的に考え表現する力が育成できると考え、本目標を設定した。

### 3 研究の仮説

終末の段階において、教師が提示した事象の変化の要因やしきみについて説明する活動を仕組みば学習したことを基にして考え、表現することができるようになるであろう。

### 4 研究方法

- (1) 文献や先行研究を基にした科学的な思考と言語活動に関する理論研究
- (2) 児童の意識に関するアンケート、ワークシートの作成、実施及びワークシート、テストの分析
- (3) 検証授業を通した、手立ての有効性の考察及び仮説の検証

### 5 研究内容

- (1) 科学的な思考力・表現力の育成を図るための指導法の研究を行い、事象の説明をする活動における有効な手立てを明らかにする。
- (2) 意識調査、ワークシートを基に、児童の意識や根拠を明らかにして、思考、表現する力の変容を調査・分析する。
- (3) 仮説を検証するために所属校の5年生における単元「電磁石の性質」（3時間）、「もののとけ方」（3時間）で授業を行い手立ての有効性を考察する。

### 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解説理科編には、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、科学的な概念を使用して、考えたり説明したりする活動を充実する方向で改善するとある。森田は、学習したことがどの程度身についているのか、どのような場面で活用できるのかという「出力」の姿、授業を通して子どもに「何が定着できたのか」が問われてきていると述べている。また、「確かな学力をつけるためには、自然の事物現象にかかわり、その意味を子ども自身が創り出していける授業にしていきたい。そのためには『説明』という活動を取り入れた授業を構想すべきである」<sup>4)</sup>と主張している。これらのことから、授業の終末段階において、児童が目前の事象のしくみや変化の要因について考え、学習したことを活用して説明する場を設定することで、児童の思考力や表現力を向上させることができると考えた。

- (2) 研究の構想

ア 学習したことを活用して思考、表現する学習過程

佐賀県教育センターの平成24年度理科授業改善サートチームが提案する1単位時間の学習の流れを基本とし、終末段階に新たな事象について説明する活動を追加した(図1)。

導入段階において、本時の学習問題につながるような事象を提示し説明させる。結果から言えることをまとめた後に、導入で提示された事象について学習したことを基にどう説明できるかを、学級全体で確認する。

終末段階において、学習したことと関連する新たな事象の説明をさせることで、学習したことを活用して考えたり表現したりする力が高まると考える。

このような学習過程を繰り返し行うことで、科学的に

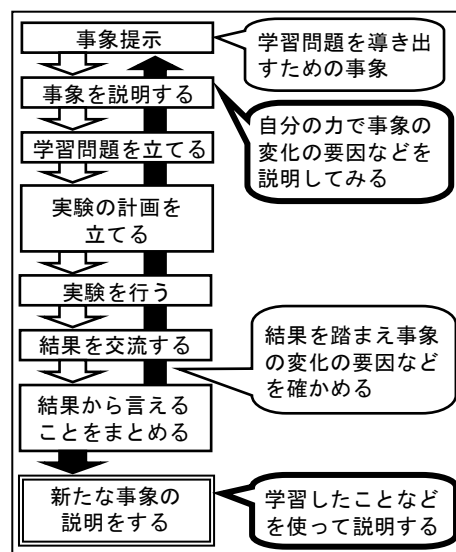


図1 学習したことを活用して思考、表現する学習過程

思考し表現する力の育成を図っていく。

#### イ 検証の視点と具体的な手立て

【検証の視点】事象の変化の要因やしくみについて、考えたり表現したりする力の高まり

終末段階において、1単位時間に学習したことを活用すれば説明できるような、生活場面からの事象を提示し、その事象の変化の要因やしくみについて説明させる。また、説明をさせる際にはキーワードを提示し、できるだけキーワードを使用して記述させるようにする。このような説明活動を繰り返し行うことで、児童が学習したことを振り返り、教師が提示した事象と学習したことを関係付けて考えるようになるとともに、学習したことを活用しながら事象の説明をすることができるようになる。と考える。

### (3) 検証授業の実際

#### ア 単元「もののとけ方」(全13時間)の概要

本単元は、物の溶け方について興味・関心をもって追究する活動を通して、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、物の溶け方の規則性についての見方や考え方をもちることができるようにすることがねらいである。

仮説の検証に当たり、第5学年の単元「もののとけ方」では、2時間を一続きとした問題解決の授業を設定し、検証授業を行った。第6・7時では「食塩が水に溶ける量」、第9・10時では「溶け残りを溶かす方法」、第11・12時では「ホウ酸のとり出し方」についての学習を行った。

#### イ 単元「もののとけ方」における終末段階の事象提示について

終末段階の事象提示では、できるだけ生活場面からの事象を取り扱うことと、導入段階の事象提示や児童が行った実験と関連する事象を取り扱うことに配慮した。そうすることで、理科の学習と生活場面を関係付けて考えたり、終末段階の事象と学習したことを関係付けて考えたりすることができるようになる。と考えた。実際に単元「もののとけ方」で行った終末段階の事象提示と、そのねらいを以下に示す(表1)。

表1 終末段階の事象提示

	ねらい	終末段階の事象提示
6・7時	溶かした物の量の推測	量が分からない食塩A、食塩Bを準備し、それぞれ水50mLに入れてかき混ぜる。Aは全て溶け、Bは溶け残る。
9・10時	溶かした物の性質の推測	ゼラチンを水50mLとお湯50mLに入れてかき混ぜる。水では溶けないが、お湯では溶ける。
11・12時	生活との関連	海水をしばらく熱すると、水が蒸発して水量が減り、塩が出てくる。

#### ウ 単元「もののとけ方」の第11・12時の概要

本時では、溶け残りがあるホウ酸の水溶液をろ過し、そのろ液の温度を下げたり、熱して水を蒸発させたりすることで、水溶液の温度や水の量を変えると、溶けている物を取り出すことができるということを理解させることがねらいである。

授業では、導入段階において、水に溶けない花紙と水をペットボトルに入れて混ぜた物をろ過する事象を見せ、それを基にろ過について学習をすることから始めた。その後、前時に使用した溶け残りがあるホウ酸の水溶液のろ過を児童に行わせることを、事象提示とした。そして、透明なろ液にはホウ酸が含まれているかどうかを考えさせ、「水溶液のろ液には溶かした物が含まれているのか」という学習問題を立てた。実験については、氷水でろ液の温度を下げる【実験Ⅰ】と、ろ液をアルコールランプで加熱し水を蒸発させる【実験Ⅱ】の2つを行った。実験結果については、絵や言葉で自由に記録させた。結果の交流では、【実験Ⅰ】と【実験Ⅱ】のそれぞれについて、どのような結果になったのか学級全体で確認した。そして、学習問題に対応するように結果から言えるこ

とをまとめさせた後、学級全体で確認をした。さらに、最初の事象を振り返り、どうしてろ液は透明だったのかについて再確認をした。最後に、海水をしばらく熱すると水が蒸発して水量が減り、塩が出てくるという事象を見せた。そして、本時における実験や分かったこと、キーワード等を活用すれば説明できることを示し、事象について自分の考えを表現させた。

エ 事象の変化の要因やしくみについて考えたり表現したりする力の高まりについての考察

(ア) 第11・12時の授業の様子と、抽出児のワークシートの記述を基にした考察

事象の変化の要因やしくみについて考えたり表現したりする力の高まりについて、第11・12時における授業の様子と、3名の抽出児のワークシートの記述を基に考察を行う。3名の抽出児の理科の学習に関するプロフィールを表2に示す。また、第11・12時における授業の詳細を表3に示し、児童のワークシートの記述の中で、実験結果や結果から言えること等の学習したことを基にした記述については\_\_\_, 教師が提示したキーワードについては□で表記する。また、表中の□は導入段階の事象提示を、□は終末段階の事象提示を表し、既習事項を基にした児童の発言や記述を\_\_\_で表している。

表2 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)
理科の学習や実験が好きで、意欲的に観察、実験に取り組むことができる。結果を図や言葉で記録することができ、結果から言えることを自分の言葉でまとめることができる。学習内容を理解できている。	理科の学習や実験が好きで、意欲的に観察、実験に取り組むことができる。結果を記録することができるが、結果から言えることを自分の言葉でまとめるのは苦手としている。学習内容は概ね理解できている。	理科の学習や実験は好まないが、実験には取り組む。結果を記録することはできるが、結果から言えることを自分の言葉でまとめるのは苦手としている。学習内容を理解できていないことがある。

表3 第11・12時の詳細と抽出児のワークシートの記述

① 提示された事象について考える		
赤い花紙を混ぜた水をろ過すると、透明なる液が出てくる		
T 赤い花紙を混ぜた水をろ紙の上に流すとどうなるでしょう。		
C 透明な水が出てきたぞ。		
T このように、水に混ざった物をろ紙でこすことをろ過といいます。		
② 学習問題につながる事象について考える		
T そのホウ酸の水溶液は、この前の授業のときに、お湯で温めて溶かしたものです。何か変わりはありませんか。		
C ホウ酸が見えるぞ。		
T この前全て溶かしたのに、どうして見えるようになったのでしょうか。		
C 温度が下がったからだと思う。		
T この前は温かったのに、冷えて温度が下がったからだということだね。では、ろ過しましょう。		
溶け残りがあるホウ酸の水溶液をろ過すると、透明なる液が出てくる		
T 溶け残りがあるホウ酸の水溶液をろ過するとどうなりましたか。		
C 透明なる液が出てきました。		
T ろ液は透明だけど、その中に、ホウ酸は入っていると思いますか。		
③ ホウ酸は含まれているかどうか、自分の考えを書く		
X児の導入時の記述	Y児の導入時の記述	Z児の導入時の記述
ろ紙でホウ酸という固体を取り除いたから、含まれていない。	<u>お湯で温めて全部溶けたけど、水が冷たくなってホウ酸が出てきたから</u> 、含まれている。	ろ紙がホウ酸をためているから、含まれていない。



- C ろ紙でホウ酸が取り除かれたから、ホウ酸は含まれていないと思います。
- C ろ液の中のホウ酸が見えないだけで、ホウ酸は含まれていると思います。
- T 先生は、食塩水をろ過してみたら、ろ液は透明になりました。



④ 学習問題を立てる

水溶液のろ液には、溶かした物は含まれているのか

⑤ 実験の計画を立てる  
(省略)

⑥ 実験を行う

【実験Ⅰ】ろ液の温度を下げる

○ろ液が入ったビーカーを氷水に浸け、ろ液の温度を下げる

⑦ 実験結果の交流

- C 上の方に白い粒が浮いていた。
- C かき混ぜると透明だったのが白く濁った。
- C ホウ酸が下に沈んでいた。

【実験Ⅱ】水を蒸発させる（水の量を減らす）

○ろ液を蒸発皿に入れ、アルコールランプで加熱し、水を蒸発させる



- C 白い粉が出てきた。
- T この白い粉は何でしょう。
- C ホウ酸だと思います。

⑧ 結果から言えることをまとめる

- C 水溶液のろ液には、溶かした物は含まれるとしました。
- C 温度を下げたり、水を蒸発させたりしたら、溶けている物が出てくるとしました。

水溶液のろ液には、溶かした物は含まれている。  
水溶液の温度を下げたり、蒸発させて水の量を減らしたりすれば、溶けている物が出てくる。

- T では、最初のホウ酸のろ液は透明だったけど、どうしてでしょうか。
- C ホウ酸が溶けているけど、見えなかっただけだと思います。

⑨ 提示された事象について考える

海水をしばらく熱すると、水が蒸発して水量が減り、塩が出てくる

- T 海水を熱するとどうなりましたか。
- C 海水が減って白くなった。
- C 塩が出てきた。



鍋の底に塩が析出してきたもの

⑩ 提示された事象について説明を書く

○キーワード「水の量」

- T 今日の実験のことや、結果から言えることを使ったら、説明ができますね。  
キーワードは「水の量」です。できるだけ使しましょう。

X児の終末時の記述	Y児の終末時の記述	Z児の終末時の記述
熱すると蒸発して水の量が減り、含まれていた塩が出てきた。	【実験Ⅱ】では、ホウ酸が含まれている水を蒸発させると白い粉が出てきた。それと同じように、海水も塩が入っていて、蒸発させると水の量がなくなって白い粉が出てきた。	実験Ⅱのように蒸発したから。

導入段階におけるホウ酸をろ過した事象の説明(前頁表3 導入時の記述)では、X児とZ児は、ろ紙によりホウ酸が取り除かれていることを根拠に挙げ、ろ液にはホウ酸が含まれていないと記述していた。どちらの児童も、目に見えることを根拠として挙げており、事象とこれまでに学習したことを関係付けて考えることができていなかったことがうかがえる。Y児は、温度を上げて1度溶かしたホウ酸が、温度が下がったことで析出してきたことを根拠に挙げ、ろ液にはホウ酸が含まれていると記述していた。根拠として適切ではなかったが、常温の水にもホウ酸が溶けて透明になったことを想起したのではないかとと思われる。検証授業では、学習問題に直接つながるような事象を導入段階で提示してきたが、Y児のように、目の前で起きたことだけではなく、それまでに学習したことを根拠に挙げながら事象の説明をする児童が、少しずつ増えてきた。このことから、導入段階の事象と既習事項を関係付けて考えることができるようになってきたことがうかがえる。

終末段階における事象の説明(前頁表3 終末時の記述)では、X児は、キーワードである「水の量」と、結果から言えることを活用して、事象について適切に説明することができていた。また、「含まれていた塩」と記述していることから、溶けている物は目に見えないだけで水溶液に含まれているという、学習したことと終末段階の事象を関係付けて考えることができていたことがうかがえる。Y児は、「【実験Ⅱ】では、ホウ酸が含まれている水を蒸発させると白い粉が出てきた」と、【実験Ⅱ】の様子を振り返る記述をしていた。また、「海水も塩が入っていて」と記述していることから、溶けている物は目に見えないだけで水溶液に含まれているという、学習したことと終末段階の事象を関係付けて考えたことがうかがえる。Z児は、事象の説明としては不十分であるものの、「実験Ⅱのように…」という記述をしていた。このことから、Z児が、終末段階の事象と、自分が体験した実験を関係付けて考えたことがうかがえる。

(イ) 検証授業を通しての、抽出児のワークシートの記述の変容を基にした考察

検証授業においては、表4のような事象を終末段階で提示し説明させた。検証授業を通じた、Y児とZ児の記述を表5に示す。記述の中で、実験結果や結果から言えること等の学習したことを基にした記述については\_\_\_\_, 教師が提示したキーワードについては□で表記する。

Y児は、第6・7時ではキーワードを用いてはいないものの、学習したことを基にする記述は見られなかった。しかし、第9・10時や第11・12時では、キーワードを用いるとともに、学習したことを基にした記述をしていた。このことから、事象と学習したことを関係付けて考えるようになってきたことがうかがえる。

Z児は、第6・7時ではキーワードを用いてはいないものの、学習したことを基にする記述は見られなかった。しかし、第9・10時と第11・12時では、キーワードは用いていないものの、学習したことを振り返る記述をしていた。このことから、事象と学習したことを関係付けて考えるようになってきたことがうかがえる。

以上のことから、終末段階において、新しい事象を提示しその変化の要因やしぐみについて説明させることで、児童は教師が提示した事象と学習したことを関係付けて考えるようになり、学習したことを活用して説明することができるようになると言える。

(ウ) 学級全体のワークシートの記述を基にした考察

検証授業の終末段階における事象を説明する記述を分析し、事象の変化の要因やしぐみについて説明する力の高まりについて考察を述べる。

表4 検証授業における終末段階での事象提示

6・7時	量が分らないA、B2つの食塩を水50mLにに入れてかき混ぜる。Aは全て溶け、Bは溶け残った。
9・10時	ゼラチンを水50mLとお湯50mLに入れてかき混ぜる。水では溶けないが、お湯では溶ける。
11・12時	海水をしばらく熱すると、水が蒸発して水量が減り、塩が出てくる。

表5 終末段階の事象の説明

Y児の記述	
6・7時	Bは食塩の量が多かったから溶け残った。
9・10時	水の温度が上がると溶ける量が増えるから溶けた。
11・12時	実験Ⅱでは、ホウ酸が含まれている水を蒸発させると白い粉が出てきた。それと同じように、海水も塩が入っていて、蒸発させると水の量がなくなって白い粉が出てきた。
Z児の記述	
6・7時	Bは食塩の量が多かったから溶け残った。
9・10時	ゼリーのもとにはホウ酸と似ていてお湯で溶けた。
11・12時	実験Ⅱのように蒸発したから。

表6 説明の評価基準

点	評価基準
3	事象の変化の要因を捉え、適切に記述している。
2	事象の変化の要因を捉えているが、説明として十分ではない。
1	事象の変化の要因について捉えることができていない。説明が不十分。

全児童のワークシートの記述内容を分析し、「十分に到達している」を3点、「おおむね到達している」を2点、「到達していない」を1点と評価し(前頁表6), 上位群(9名), 中位群(16名), 下位群(5名)の群別に平均点を算出した(表7)。

学級全体の「十分に到達している」「おおむね到達している」を合わせた割合は, 第6・7時では60%(18名), 第9・10時では77%(23名), 第11・12時では67%(20名)であった(図2)。また, 学級全体の平均点を見ると, 第6・7時では1.9点, 第9・10時で2.1点, 第11・12時で2.1点であった。これらのことから, 少しずつではあるが記述が向上してきている。

中位群の平均点は, 第6・7時で1.7点, 第9・10時で2.0点, 第11・12時で2.1点と, 徐々に伸びていた。また, 中位群内の「十分に到達している」の割合は, 第6・7時で19%(3名), 第9・10時で25%(4名), 第11・12時で44%(7名)となっており, 割合が大きくなっていった(図3)。これは, 他の群に比べると大きな変化であった。

下位群の平均点は, どの時間においても1点台であり, 「十分に到達している」の児童は一人もいなかった。しかし, Z児のように, 説明が不十分ではあるものの, 実験を振り返る記述や, 分かったことを基にした記述は見られるようになってきた。

これらのことから, 終末段階の事象の説明活動が, 児童の思考力や表現力を向上させるのに有効であり, 特に中位群の児童にとって効果的であったと考えられる。また, 下位群の児童の思考力, 表現力を向上させるためには, 他にも手立てが必要であると考えられる。

#### イ 学級全体の理科の有用性に対する意識の変容

検証授業前(11月上旬)と検証授業後(2月上旬)の理科に関するアンケートを基に考察を述べる。

「理科は生活に役立つ」という項目で, 「あてはまる」と「ややあてはまる」と回答した児童の合計は, 検証授業前は76%(23名)であったが, 検証授業後は93%(28名)となっており, 17%(5名)の増加が見られた(図4)。また, 「あてはまらない」と回答した児童は, 検証授業前は7%(2名)であったが, 検証授業後は0%であった。これらのことから, 終末段階における事象提示において, できるだけ生活場面から取り出したものを提示するようにしたこと, 児童が理科の授業で学習したことと生活場面とを関係付けて考えるようになってきたことがうかが

表7 各時間の記述の平均点

	6・7時	9・10時	11・12時
上位群	2.8	2.6	2.6
中位群	1.7	2.0	2.1
下位群	1.0	1.4	1.2
学級全体	1.9	2.1	2.1

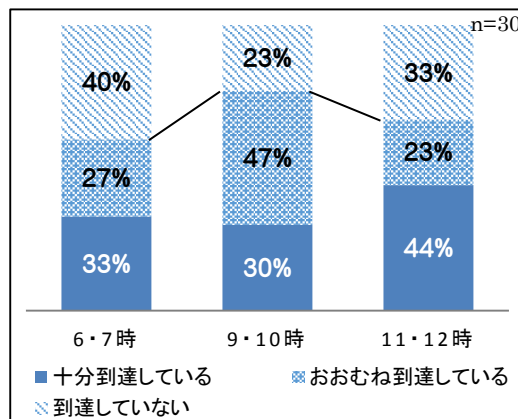


図2 学級全体の評価の割合

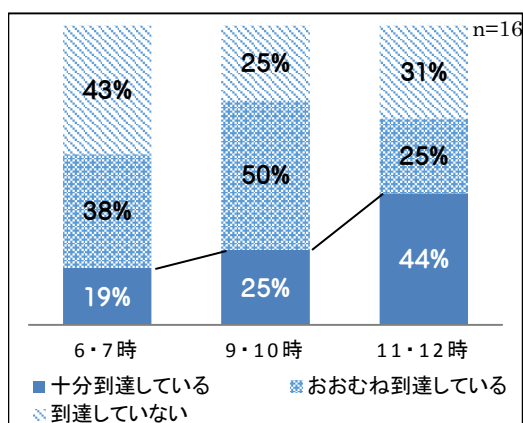


図3 中位群内の評価の割合

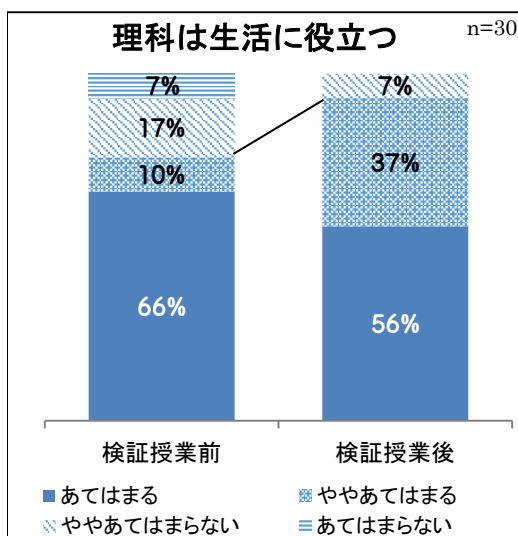


図4 理科の有用性の変容

がえる。

また、児童のワークシートの感想には、「塩の作り方を知ることができてよかった」「家でもやってみよう」などの記述が多く見られた。このことから、終末段階の事象と自分の生活を結び付け、自分の生活に生かされていることを実感したり、自分の生活に生かそうとしたりしていることがうかがえる。

以上のことから、生活場面から取り出した事象を提示し、変化の要因やしくみについて説明させることで、理科の学習と自分自身の生活とを、より関係付けて考えることができるようになる。また、生活場面から取り出した事象について説明させる活動が、理科に対する有用感を高めることに有効であったと考える。

## 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、佐賀県教育センター理科授業改善サポートチームが提案する学習モデルに、終末段階における事象の説明活動を取り入れて行った。このような学習過程で理科の学習を行うことで、以下のような児童が見られるようになってきた。

- ・ 導入段階において、既習事項を根拠に挙げ、事象の変化の要因やしくみを説明する児童
- ・ 終末段階において、その時間に学習したことや実験時の様子を活用して、事象の変化の要因やしくみを説明する児童
- ・ 理科の学習と生活場面とを関係付けて考える児童
- ・ 理科の学習が生活に役立つと感じている児童

今回の研究で行ったような学習活動を繰り返すことで、理科学習と日常生活とを関係付けて思考したり表現したりする力の育成と、理科に対する有用感の向上が期待できると考える。

### (2) 今後の課題

- ・ 終末段階の事象提示の観点の整理
- ・ 児童一人一人の考察活動の充実のさせ方

### 《引用文献・URL》

- 1) 文部科学省 『小学校学習指導要領』 平成20年7月 東京書籍 p. 61
- 2) 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 大日本図書 p. 3
- 3) 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(概要)』 2012年8月  
[http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/01gaiyou/24\\_chousanokekkanitsuite.pdf](http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/01gaiyou/24_chousanokekkanitsuite.pdf)  
(2013年10月)
- 4) 森田 和良 『「わかったつもり」に自ら気づく科学的な説明活動』 2004年学事出版 p. 29

### 《参考文献・URL》

- ・ 日本初等理科教育研究会編著 『初等理科教育8月号』
- ・ 佐賀県教育センター 『平成24年度 佐賀県小・中学校学習状況調査及び全国学力・学習状況調査を活用した調査Web報告書』 2012年10月  
[http://www.saga-.jp/kenkyu/scholastic\\_attainments\\_analysis/H24\\_Webreport\\_center/index.html](http://www.saga-.jp/kenkyu/scholastic_attainments_analysis/H24_Webreport_center/index.html) (2013年10月)