

要 旨

理科では、自然の事象と既習の内容を関連付けて論理的に説明したり、表現したりする力において課題があるといわれている。そこで、2つの事象を比較させ、変化をもたらす要因に着目して学習問題を設定し、問題を解決させていった。その結果、生徒は、目的意識をもって観察、実験に取り組み、学習問題と実験結果を関連付け、思考した内容を表現することができるようになってきた。

〈キーワード〉 ①科学的な思考・表現 ②目的意識 ③比較を用いた事象提示

1 研究の目標

第1学年、物理領域において、観察、実験の結果を自然の事象と関連付けながら考察する力を育成するために、生徒自ら問題意識や疑問をもつことができるような授業の在り方を探る。

2 目標設定の趣旨

平成20年9月に示された学習指導要領解説では、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。その際、小学校で身に付けた問題解決の力を更に高めるとともに、観察・実験の結果を分析し、解釈するなどの科学的探究の能力の育成に留意する。」¹⁾と中学校理科の改善の具体的事項が述べられている。

本県でも平成23年度4月に行った佐賀県学習状況調査において、自然の事象と既習の内容を関連付けて論理的に説明したり、表現したりする力を問う問題において正答率が低い。本校1年生においても、観察、実験に対しては、大変意欲的に取り組むが、考察の場面になると単に感想を述べたり、学習問題と関連付けて記述できない生徒が多い。その原因として、解決すべき問題が何であるのかを確実に把握していないこと、観察、実験で何を明らかにするのかという目的を明確にもっていないことなどが考えられる。

上記の課題を克服するために、平成22・23年度佐賀県教育センタープロジェクト研究では、小・中学校理科授業の導入場面において、比較可能な事象を提示したり、言語活動を充実させたりすることで成果を上げている。しかし、事象提示については、小学校では多くの実践例があり、その有効性が検証されているが、中学校では事例が少なく、また領域も偏っているため、その有効性については検証の余地が残されている。

そこで本研究では、研究テーマ、研究課題を受け、中学校において事象提示を含む授業の導入を工夫することで、学習問題と関連付けた考察ができるようになることを考え、本目標を設定した。

3 研究の仮説

導入において、比較可能な事象提示を行い、共通点や差異点に着目をして、事象に対する自分の考えを説明させる。さらに、その考えを基に交流を行わせれば、問題意識や目的意識をもった観察、実験ができるようになり、実験結果と学習問題を関連付けながら考察することができるようになるだろう。

4 研究方法

- (1) 文献や先行研究を基にした効果的な事象提示に関する理論研究

- (2) アンケートやワークシートの記述分析による生徒の実態調査と、それを基にした検証授業計画の作成
- (3) 検証授業を行い、導入部分に事象提示を取り入れた指導の検証及び考察

5 研究内容

- (1) 研究紀要や先行研究を基にした効果的な事象提示の方法に関する理論研究を行う。
- (2) 実態に関するアンケートを行い、科学的な思考力を高めるような事象提示及びワークシートを作成する。
- (3) 所属校1年生における単元「音の性質」(3時間)と「力と圧力」(3時間)による検証授業を行い、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

中学校学習指導要領では、「問題を見だし観察、実験を計画する学習活動」、「観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動」、「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」を充実することが述べられている。田代は、この3つの活動のうち、最も難しいのは問題を見だし観察、実験を計画する学習活動であり、生徒が主体的に問題を見だして、それを自らの課題として追究していくことは非常に難しいとした上で、生徒に何が問題か見いださせるためには比較ということ意識して用いていけばよいと述べている。

角屋は、「子どもはその事象と出会う前に、すでにそれに関係する事象と出会ったり、何らかの経験をしているものである。つまり子どもは白紙ではなく、すでに経験に基づいた何らかの考えをもっているといえる。そして目の前の事象について、そうした考えを使って解釈しようとするのである。また子どもの経験や身近な事象を使って解釈できないような事象に対しては、当然子どもは解決の見通しをもつことができず、考えが当てずっぽうになったり、解決への意欲をもてなかつたりすることになる。」²⁾とも述べており、このことから、いかに子どもの経験や考えを引き出すような事象提示を行うかが大切であると考えられる。

以上のことから、比較を取り入れた事象提示により生徒の経験や考えを引き出し、それを基に学習問題を設定し、解決させるような授業を行えば、研究の目標に迫ることができるのではないかと考えた。

- (2) 生徒の実態把握

所属校1年生の事前意識調査において「理科の授業でその日何をするか、予測がついている」と答えた生徒は、当てはまる、どちらかといえば当てはまるを含めても46%(14名)だった。また、「今日の実験は何のために行うのか(実験の目的)が分かっている」と答えた生徒は、66%(20名)だった。このことから、生徒は何のために実験を行うのかという目的をもたないまま実験を行っていると考えられる。また「友達と協力して実験や観察をすることは好きだ」と答えた生徒が83%(25名)であったことから、観察や実験は好きだが、目的意識や見通しをもたないで授業を進めている状況が分かった。

- (3) 検証授業について

ア 1 単位時間の学習過程

平成22・23年度佐賀県教育センタープロジェクト研究で提案された学習過程に、交流と事象の再説明を加えた9つの場面を1単位時間の学習過程として設定する(次頁図1)。

事前アンケートから得た生徒の実態を踏まえて、目的意識をもたせて学習活動を行わせるために、導入として行う図1の1～4までを工夫した。事象提示を行う際には、比較の視点³⁾(図2)を参考にしながら中学校第1学年物理分野において適切な事象提示を考えた。

まず、本時の目標に関係する2つの事象を提示し比較させる。次に、共通点や相違点に注目させ、事象に対する自分の考えを説明させる。このとき、自分で説明できる生徒、説明できない生徒が出てくるので、クラス全体で交流を行い、自分の考えをもたせるようにする。その後、事象の変化に影響を及ぼす要因を、生徒の説明から抽出して解決のキーワードとして設定する。このような流れの中で目的を焦点化していく。

さらに、解決のキーワードを使い学習問題を設定することで、生徒の中に、今日の授業はどういうことを明らかにしていくかを明確に意識させるようにする。導入後、実験計画を立て、班で実験を行わせる。実験結果は、全体での交流を通して整理し、結果からいえることを学習問題に対応する形で考察させる。最後に、授業で学んだことを基に、最初の事象を再説明させるようにする。

イ 検証の視点と具体的な手立て

(7) 【検証の視点I】事象提示から始まる導入を工夫することで、問題意識や目的意識をもった観察、実験ができるようになったか

事象提示は、物理領域の特性を考え、比較の視点(図2)アとウを中心に行うようにする。また、日常生活で使う生活用品や、実際見せることのできる事象提示を心掛ける。さらに、生徒の実態に即して、要因に着目しやすい事象、実感を伴った理解が得られるような事象を心掛けるようにする。

事象提示から始まる学習に見通しをもたせるために、電子黒板を使って本時の学習過程を示し(図3)、今どの活動を行っているのか、この後にどのような活動を行うのかが分かるようにする。

最初の説明の交流では、クラス全体で自由に交流を行い、自分と同じ考えの人、違う考えの人を見付けて、考えを互いに紹介させる。自分が参考になった他人の考えは朱書きで加筆させ、事象の説明ができなかった生徒でも、交流を行うことで自分の意見をもつことができるようにする。

その後、事象の説明の中から、変化の要因を解決のキーワードとして発表させる。教師は生徒から出た様々な解決のキーワードを整理し、2つか3つに精選し、生徒が出した解決のキーワードを

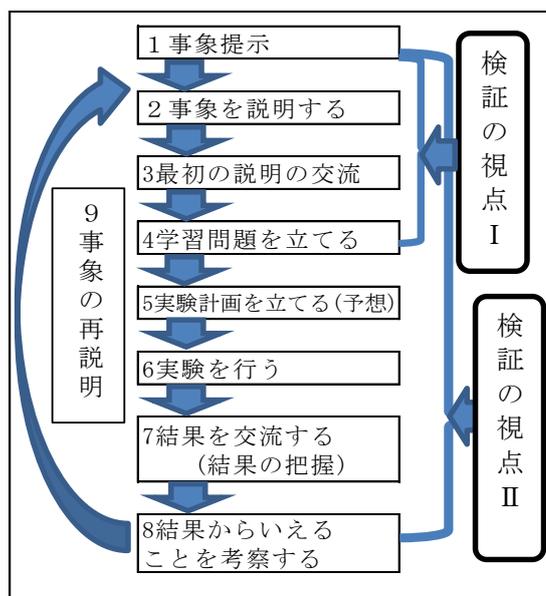


図1 事象提示を再説明させる学習過程

- ア 素朴概念(イメージ)と科学的な概念を比較させる事象提示
- イ 操作を加える事象と加えない事象を比較させる事象提示
- ウ 既習事項と未習事項を比較させる事象提示
- エ 異なる物質に同じ操作を加えて比較させる事象提示

図2 事象提示を行う上での比較の視点

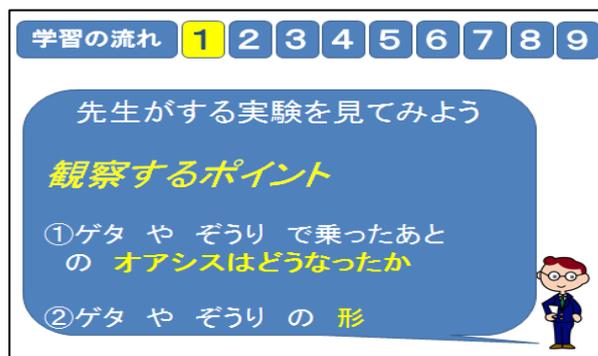


図3 電子黒板に示した授業の流れ

使って学習問題を設定する。このように、導入に比較可能な事象提示を用いて授業を展開し、学習問題を設定することにより、生徒に目的意識をもたせ学習を進めていくことができると考えた。

(イ) 【検証の視点Ⅱ】実験結果と学習問題を関連付けながら考察することができたか

実験結果を交流させる場面では、ワークシートの結果記入の部分拡大した紙に、班の結果を記入させ、黒板にまとめて貼ることで、他の班の実験結果も見ることができるようにする。また、実験結果が何を意味するのか、独立変数と従属変数の関係はどうなっているのかなどの視点を与えながら交流させていく。その上で、実験結果からいえることを、解決のキーワードを使って考察させるようにする。さらに授業の最後には、導入で提示した事象を学習で明らかにしたことを基に再説明させる。

ウ 授業の実際

(ア) 第1学年「力と圧力」(全13時間)の概要

本単元は、力や圧力に関する実験を行い、結果を分析して解釈することを通して規則性を見いださせ、力や圧力に関する基礎的な性質やその働きを理解させ、力の量的な見方の基礎を養うとともに、力や圧力に関して科学的にみる見方や考え方を養うことが主なねらいである。以下では第4時について授業の詳細を述べる。

(イ) 単元「力と圧力」(4/13)の授業の実際

本時の目標は、圧力についての実験を行い、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだすことである。事象提示では、生花用吸水スポンジに下駄を履いて乗る事象をAとし、生花用吸水スポンジに草履を履いて乗る事象をBとして比較させた。まず個人で事象の説明を行い、交流を行った後、何が関係しているのかを考えさせ、変化の要因を解決のキーワードとして挙げさせていった。生徒から出た「力のかかりやすさ」、「力の大きさ」等の言葉は「力の加わり方」という言葉に整理し、また「靴底の形」、「とがっている」、「平べったい」などの言葉はオアシスの変形した形と関連させて「力を受ける面積」という言葉に整理した。その後、本時の学習問題を解決のキーワードを用いて「加える力と力を受ける面積はどのような関係があるだろうか」に設定した。実験に入る前に、実験道具を確認し、実験結果の予想を個人で立ててワークシートに記入させた。実験では、力を加えるものとしてレンガを、力を受けるものとしてスポンジを使って行った(図6)。まずレンガの質量を量り、レンガがスポンジに触れる面積を求め、レンガの置き方を変えてスポンジの上に置き、スポンジのへこみの深さを測定させた。実験結果は、各班に配ったホワイトボードに記入させ、黒板に提示することで結果の交流を行った(図7)。3種類のレンガで実験を行わせ、結果の交流では種類が違っていても傾向は同じになることを確認した。その後、結果からいえること、事象の再説明をワークシート



図4 下駄で乗った場面



図5 草履で乗った場面



図6 生徒実験の場面



図7 結果の交流の場面

に記述させた。

エ 考察

(ア) 【検証の視点Ⅰ】授業の導入における抽出生徒の様子と事後アンケートの分析

導入において、目的意識をもつことができたかを、第4時における3名の抽出生徒の様子を基に分析する。1学期の評価において科学的な思考・表現がA評価の生徒を生徒E、B評価の生徒を生徒F、C評価の生徒を生徒Gとして抽出した。以下に3名の抽出生徒の理科に関するプロフィールを記す(表1)。また、表2は検証授業の導入から学習問題を設定するまでの授業の詳細であり、検証の視点Ⅰに関わることを【検Ⅰ】、検証の視点に関わる教師の発問や手立て、生徒の発言をゴシック体で表記している。

表1 抽出生徒のプロフィール

生徒E	生徒F	生徒G
学習問題を把握してこの実験でどんな問題を解決すべきか分かって実験を行っている。考察の場面では、結果から分かったことをまとめることができる。	学習問題から何を調べるのか分かり実験を積極的に行うことができる。考察では、結果の規則性などが表せないことがある。	学習問題をよく把握しないまま、実験を行うことがある。実験を行った後、考察をどう書けば良いか悩むことが多い。

表2 検証授業(2/3)の実験の様子と抽出生徒のワークシート記述

①教師の事象提示を見る。

(前に生徒を集めて、演示実験を行う。)

- A 下駄を履いて生花用吸水スポンジの上に乗る。
B 草履を履いて生花用吸水スポンジの上に乗る。

着目する視点は、
・下駄や草履で生花用吸水スポンジに乗った後、生花用吸水スポンジはどうなったか。
・下駄と草履の形。



事象提示の様子

②事象を説明する。

T1：壊れやすい生花用吸水スポンジですが、AはへこんでBはへこまなかったのはなぜでしょう。

(1分間 自分一人でじっくり考えさせる)

生徒Eの事象の説明

生花用吸水スポンジに触れる面積がAの方が少ないから一部に重さがかかったから。

生徒Fの事象の説明

下駄と草履の裏の形が下駄の方が大きいからげたの方の生花用吸水スポンジがへこんだと思う。

生徒Gの事象の説明

乗る物の裏の形で生花用吸水スポンジが変化する

T2：はい。では書くのを止めてください。書けた人、書けなかった人、まだ途中の人(挙手をさせ、書いている人を確認させる)。それでは、同じ考えの人、違う考えの人を一人ずつ見つけて交流しましょう。なるほどと思った意見があったらいただきます。じゃ 赤ペンを持って。では交流始め。

③考えを交流させる。

T3：生花用吸水スポンジの表面はなぜ変化したと思いますか？

S1：下駄と草履の裏の形が違うから。

生徒F：下駄の底の部分が大きく出っ張っている。

T4：生花用吸水スポンジと接している部分は怎么样了？

S2：下駄は小さい、草履は大きい。



交流をしている生徒Fの様子

T 5 : 小さい, 大きいって…何のことを言っているのかな? 【検 I】

生徒 F : あっ, 分かった。面積だ。

T 6 : さすが。良く気付きましたね。「面積」は今日の勉強で大切なものになりそうだね。

(交流後に生徒が加筆した記述)

生徒 E の交流後の加筆

加筆なし(主に分からない
生徒に解説をしていた)

生徒 F の交流後の加筆

生花用吸水スポンジについて
いるげたの面積が違うから

生徒 F の交流後の加筆

生花用吸水スポンジに触れ
ている部分がげたは少なく
て, ぞうりは多いから

④学習問題を設定する。

T 7 : では, 生花用吸水スポンジの表面に変化があらわれた理由を発表してください。

S 3 : はい。下駄は 2 カ所しか力が加わらないからへこんだ。草履は平らな面全体に力が分散されるからへこまなかった。

T 8 : へこむへこまないは, 下駄と草履の力の加わり方に関係ありそうですね。

要因抽出 (板書 力の加わり方) 【検 I】

T 9 : 他の意見はありませんか。

S 4 : はい。下駄は力が入る面積が小さくて, 草履は力が入る面積が広いように力が入り方が違うから。

T 10 : そうですか。下駄と草履の力が入る面積が違うと考えたのですね。

T 11 : もしどれぐらい力が加わったかを調べるためにはどこを見ればいいですか?

(実験で使ったへこんでない生花用吸水スポンジとへこんだ生花用吸水スポンジを見せる。)

S 4 : あっ 生花用吸水スポンジがどれぐらいへこんだか。

T 12 : そうです。生花用吸水スポンジがへこんだ部分の面積を見たらいいですね。

要因抽出 (板書 力を受けた面積) 【検 I】

T 13 : それでは, 「力を加えた面積」と「力を受けた面積」という言葉を使って学習問題を設定しましょう。

学習問題 力の加わり方は, 力を受ける面積とどのような関係があるだろうか

表 2 の②の記述を見ると, 生徒 E は, 最初の事象提示により下駄の底の部分が触れる面積に着目していることが分かる。生徒 F は, 下駄の底が大きいと表現している。生徒 G は乗るものの裏の形で違うと表現しているが, 靴底の形は見たことをそのまま表現しているだけで, この時点では生徒 F, 生徒 G は要因に着目できているとは限らず生徒 E と比べ, この状態では学習問題につなげにくいと考えられる。

表 2 の③では, 生徒 F は下駄の底の形にばかりとらわれていたが, 教師の発問「生花用吸水スポンジに接している部分はどうかしているかな」(T 4)から始まり, 生花用吸水スポンジに接している下駄と草履の部分に着目させ, 面積が関係しているのではないかと考え始めた。このことから, 交流活動によって最初の考えを比較検討することにより, 目的意識をもちつつあることがうかがえる。

アンケートによる意識調査の分析結果から目的意識をもって学習を進めることができたかについて述べる。検証授業後(H25年2月実

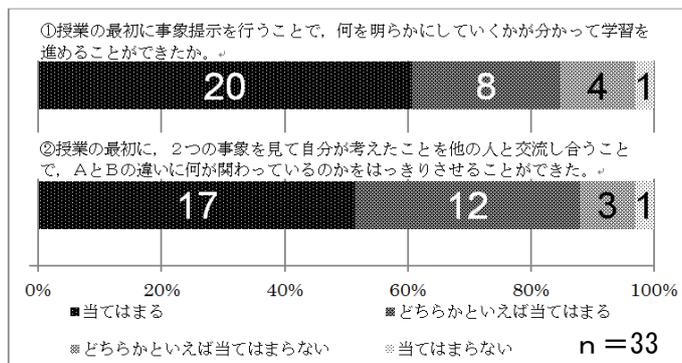


図 8 検証授業後の生徒の意識調査

施)に事象提示と交流に対してアンケートを行った(図8)。項目①では、事象提示からの導入によって、何を明らかにすればよいか分かったと感じている生徒は、当てはまる、どちらかといえば当てはまると合わせると85%(28名)いた。項目②では、交流がAとBの違いをはっきりさせることができたと感じている生徒は、当てはまる、どちらかといえば当てはまると合わせると88%(29名)いた。このことから、事象提示から始まる導入と、交流という手立てが、目的意識を持って学習を進めることに有効にはたらいたのではないかと考える。

(4) 【検証の視点Ⅱ】抽出生徒におけるワークシートの記述の分析と事後アンケートの分析

実験結果からいえることを、実験結果を基に解決のキーワードを使って考察することができていたか、また再説明をすることができていたかを抽出生徒の記述を基に考察を行う。

単元名		生徒E	生徒F	生徒G
「音の性質」 (検証授業前)	【考察】	音は音源から近い所から遠い所へ順に伝わっていく。	音源から近い所から伝わっていく。	どんどん伝わっていく。
	【事象の再説明】	ホースが短かったら音は早く伝わり、ホースが長いと遅く伝わる。	ホースの長さが短いほど聞こえる速度は速く長さが長いと聞こえる速度は遅い。	ホースの長さが関係ある。
↓				
「力と圧力」 (検証授業)	【考察】	力を受ける面積が小さい方が力の加わり方が大きい。	スポンジと触れ合うレンガの面積が大きいほどスポンジのへこみが小さい。	あたる面積が小さいとへこみが大きい。
	【事象の再説明】	げたと生花用吸水スポンジの触れ合う面積がせまかったから、力の加わり方が大きくて、生花用吸水スポンジがへこんだ。ぞうりは、触れ合う面積が広くて、力の加わり方が小さかったからへこまなかった。	げたが生花用吸水スポンジに触れている面積が小さかったからへこんだ。ぞうりは面積が小さいからへこまなかった。	ぞうりとげたの面積は、げたの方が小さいからへこんだ。

資料1 検証授業の前後における記述の変容

検証授業をする前の考察の記述と、検証授業での考察の記述を比較してみた(資料1)。生徒Eは、検証授業前も考察は書けていたが、検証授業では、解決のキーワードをすべて使い事象の再説明まで論理的な文章で表現するようになってきている。生徒Fの検証授業前の記述では、速さ、時間、距離の関係を間違えて捉えている。検証後は、すべての解決のキーワードを使ってはいるものの、面積と力の関係を関連付けて考察を述べる事ができている。生徒Gは検証授業前では、結果と考察を区別できていないため、考察や再説明ができていない。しかし、検証授業後は、結果を踏まえて、考察や再説明をしている。これらの記述の変容から、個人差はあるものの、実験結果と学習問題を関連付けながら考察ができるようになりつつある。

次に、アンケートによる意識調査の分析結果(H25年2月実施)から、実験結果と学習問題を関連付けながら考察するこ

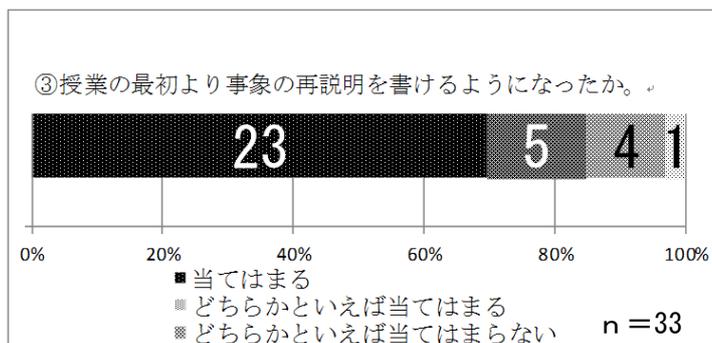


図9 検証授業後の生徒の意識調査

とができたかについて述べる
(前頁図9)。

項目③で、授業の最初より事象の再説明を書けるようになったと感じている生徒は、85%(28名)であり、多くの生徒が、事象の再説明を書けるようになったと感じている。

また、検証授業前の3時間と検証授業3時間の全生徒のワー

クシートの記述を分析したところ(図10)、検証授業後には、実験結果を踏まえて考察できている生徒が17%(5.8名)から86%(25.3名)になっており、多くの生徒が実験結果を踏まえて事象の再説明を記述することができていた。このことから実験結果と学習問題を関連付けながら考察ができるようになってきていると考えられる。

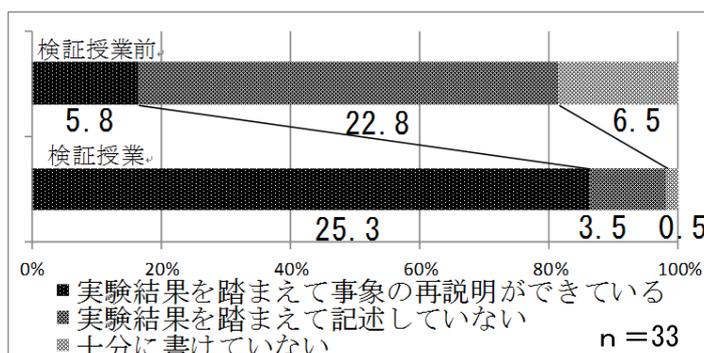


図10 生徒の記述内容の変容

7 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

今回の研究を通して、次のような成果を得ることができた。

- ・ 導入時に、比較を用いた事象提示を用いることにより、生徒が目的意識をもって学習を進めるようになった。
- ・ 学習問題と実験結果を踏まえて考察を書くことができる生徒が増えた。
- ・ 学習してきたことを生かして、授業の最初の事象を、より科学的に表現して説明できる生徒が増えた。

このような授業を繰り返すことで、理科学習において生徒自ら目的意識をもって観察、実験に取り組み、実験から得られる結果を自然の事象と関連付けながら考察する力の高まりが期待できる。

(2) 今後の課題

- ・ 1分野物理領域以外での事象提示の効果的な示し方と事象の再説明をする授業方法の研究
- ・ 要因抽出の際の教師のつなぐ言葉、また交流の効果的な進め方の研究

《引用文献・URL》

- 1) 文部科学省 『中学校学習指導要領解説 理科編』 平成20年9月
- 2) 角屋重樹編著 『理科の学ばせ方・教え方事典』 教育出版 2005年 p78
- 3) 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の在り方」
http://www.saga-ed.jp/kenkyu/kenkyu_chousa/h23/05%20rika/index.html (2012年6月)

《参考文献・URL》

- ・ 田代直幸 「問題の発見と実験の計画を行う」『内外教育』 時事通信社
2012年10月 p4
- ・ 佐賀県教育センター 「平成23年度佐賀県小・中学校学習状況調査 Web 報告書」
http://www.saga-ed.jp/kenkyu/scholastic_attainments_analysis/web_report_H23/index.html
(2011年10月)