

客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成する理科指導の工夫 — 予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れた授業実践の試み —

吳市立阿賀小学校 小加本 広記

研究の要約

本研究は、予想と結果が不一致となりやすい実験を通して児童が自分の考えを改善する学習活動を行うことにより、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成することができるかを考察したものである。文献研究から、本研究において付けたい力を育成するには、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れることにより、考察の場面において、自分の考えを見直したり、振り返ったりせざるを得ない状況をつくり、より妥当な考えを決定させる授業展開が有効であることが分かった。そこで、第4学年の児童を対象に、「電気のはたらき」の単元において、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れた授業を行い考察させた。その結果、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成することに有効であると考えられた。

キーワード：客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力 予想と結果が不一致となりやすい実験

I 主題設定の理由

中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会（第83回）の配付資料「科学的思考力の戦略的育成について」（平成24年8月、以下「配付資料」とする。）において、これまでの理数教育に関する課題、平成24年度の全国学力・学習状況調査で明らかになった課題、社会と科学技術とのかかわりに関する我が国全体の課題が挙げられており、これらの課題の根底に共通してあるのは、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力の不足であると述べられている。

平成24年度全国学力・学習状況調査（以下、「全国学力」とする。）【小学校】報告書によると、指導改善のポイントとして「観察・実験の結果を基に自分の考えを見直し改善する指導の充実」が挙げられている。自分の授業を振り返ると、予想通りの結果となる実験をさせることが多く、児童が自らの考えと他者の考えを比較し違いを捉えたり、自らの考えを批判的に捉えたりすることが不十分であり、多様な視点から考えさせることができていなかった。

そこで、本研究において、問題解決の過程の中の考察の場面に焦点を当て、児童が実験結果などの客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する必要のある授業実践を試みる。授業実践では、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れ、不一致の原因を、予想や実験方法など、問題解決の過程と

関係付けて振り返らせ、判断させるようにする。このように、予想と結果が不一致となりやすい実験を通して児童が自分の考えを改善する学習活動を行うことにより、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成することができると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力について

「配付資料」において三つの課題が示されている。その三つの課題について、箇条書きにまとめたものを図1に記す。

これらの問題の根底に共通してあるのは、科学的な事柄に対する興味・関心・意欲の低さと客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力（批判的思考力）の不足であると述べられている。

配付資料には、原子力事故において、いわれなき偏見・差別、風評、健康不安に乘じた詐欺的商法の被害といったものが挙げられている。これは情報を疑うことなく受け入れて自分の考えや行動の根拠とすることやそのような判断をしている自分の考え方や行動が正しいのかどうかを振り返る視点が社会の中で定着していないためであると考えられる。

そこで、本研究では、小学生でも客観的根拠に基

づき多様な視点から考え、判断する力を育成することは可能か検証するために授業実践を試みる。

これまでの理数教育に関する課題
・数学、理科の勉強が楽しいと思う生徒の割合等が国際的に見て最低レベル
・学年が高くなるにつれ、算数・数学、理科ともに好きでなくなる傾向
・見通しをもって、自ら観察・実験の方法を考案することに課題
・観察・実験の結果やデータを基にして考察し、結論を導くことに課題
今回の全国学力・学習状況調査で明らかになった課題
・観察・実験の結果などを整理分析した上で、解釈・考察し、説明することに課題
・理科が好きと回答する児童生徒の割合は低くないが、理科の勉強は大切、社会に出た時に役に立つ、理科系の職業に就きたいと回答する児童生徒の割合が低い（特に中学校で低下傾向）
社会の科学技術とのかかわりに関する我が国全体の課題
・国民の科学技術リテラシーや関心度が、諸外国と比べ低いとの指摘
・国民の政策形成過程への参画、リスクコミュニケーションも含めた科学技術コミュニケーション活動の推進が必要との指摘
・震災の教訓として、一人一人が情報を得て、自ら判断・決断し、行動する力が必要との指摘
・原子力事故においても、いわれなき偏見・差別、風評、健康不安に乗じた詐欺的商法の被害などに關し、科学的な根拠に基づく批判的思考の不足等の指摘

図1 配付資料に示された三つの課題

2 客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力とは

(1) 理科教育における客観的根拠とは

広辞苑第六版（2008）によると、客観的とは「特定の個人的主観の考え方や評価から独立して、普遍性をもっていること。」、根拠とは「ある言動のよりどころ。議論などのよりどころ。」と記述されている。

小学校学習指導要領理科編（試案）改訂版（昭和27年）によると、「科学が主観的なものでなくして、客観性のあるものだといわれることである。また、条件が同じであれば、常に同じ結果が、どこでも、いつでも得られなくてはならない。これが科学の普遍性といわれるものである。」¹⁾と述べられている。

小学校学習指導要領解説理科編（平成20年）によると、「科学的」ということは、実証性、再現性、客観性などの条件を検討する手続きを重視するという側面からとらえることができる。実証性とは仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件、再現性とは複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件、客観性とは多くの人々によって承認され公認されるという条件であると示されている。

これらのことから、理科教育における客観的根拠とは、一回のみではなく複数回実施するなど信憑性の高い観察・実験の結果と定義する。また、観察・実験などによって結論付けられた科学的な知識も客観的根拠として定義する。

(2) 多様な視点から考えるとは

「全国学力」小学校理科では、問題作成の枠組みとして示した「改善」には次のような記述がある。

「改善」を枠組みとした問題では、身に付けた知識・技能を用いて、自分の考えを証拠や理由に立脚しながら主張したり、他者の考えを認識し、多様な観点からその妥当性や信頼性を吟味したりすることなどにより、批判的に捉え、自分の考えを改善できるかどうかを問うものである。ここでは、自分の考えと他者の考えの違いを捉え、異なる視点から自分の考えを見直したり振り返ったりすることにより、多面的に考察し、より妥当な考え方をつくりだしているかどうかを見る。

「改善」に関する記述

この記述の二文目にある「多面的に考察する」という表現が「多様な視点から考える」と同義であると考えた。二文目に着目すると、多面的に考察するためにはその手段として異なる視点から自分の考えを見直したり振り返ったりすることと、その前提となる条件として自分の考え方と他者の考え方の違いを捉えることが必要だと述べてある。つまり、多様な視点から考えるためには、自分と異なる他者の考え方を基に異なる視点から自分の考え方を見直したり振り返ったりすることが必要だと考えられる。

のことから、多様な視点から考えると、自分と異なる他者の考え方から自分の考え方を見直したり振り返ったりすることだとする。

(3) 判断するとは

池田敏和（2009）は、「判断とは、何らかの躊躇する問題があり、その解決に向けて、その解決策となる複数の選択肢が理解されており、その中でどれがよいかを選択する行為なのである。あるいは、上記の結果として、あるものが選択された時、それで妥当であるかどうかを結論づける行為でもある」²⁾と述べている。

角屋重樹（2012）は、「判断とは、子どもが目標に照らして獲得したいいろいろな情報について重みを付けたり、あるいは、価値を付けたりすることである。」³⁾と述べている。

(4) 客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力とは

これらのことから、本研究では、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を、信憑性の高い観察・実験の結果に基づき、自分と異なる他者の考え方から自分の考え方を見直したり振り返ったりすることにより、より妥当な考え方を決定することのできる力と定義する。

3 客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成するために

図1「配付資料に示された三つの課題」において、「見通しをもって、自ら観察・実験の方法を考案す

ること」「観察・実験の結果やデータを基にして考察し、結論を導くこと」などに課題があると挙げられている。

これらの課題の中の、見通しをもつ、実験方法を考案する、結果を基に考察し、結論を導くことはまさに問題解決の過程であり、これらの課題を解決するためにも問題解決の過程を重視した学習活動を行うことが理科教育において重要なことが読み取れる。

そこで、本研究の土台となる授業展開には、問題解決の過程を取り入れて考えることとする。

(1) 問題解決の過程について

村山（2013）は、問題解決の過程を①自然事象への働きかけ②問題の把握・設定③予想・仮説の設定④検証計画の立案⑤観察、実験の実施⑥結果の処理⑦考察の展開⑧結論の導出の八つのステップで展開していくことを提唱している。

角屋（2012）は、①問題を見いだす場面②仮説を設定する場面③観察・実験方法を立案する場面④観察・実験方法を実行する場面⑤観察・実験結果を考察する場面⑥まとめの六つの過程を一般的な問題解決活動として示している。



図2 問題解決の過程を構成する八つの過程

これらのことから、村山の論を基にして、角屋の論にあるまとめという表現を最後に取り入れ、本研究における問題解決の過程を図2のように八つの過程で考えた。

(2) 問題解決の過程における考察の場面を重視することについて

矢野英明（2007）は、「考察し、結論を得る」場面では、観察・実験から得たことをもとに自分の考えを明確にもち、他の意見を聞きながらその時点で一番妥当だと思われる結論を導き出すことが求められていると述べている。

この矢野の論は、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力は、考察の場面で育成できることを示している。

角屋（2013）は、考察は、観察・実験結果を仮説

や観察・実験方法と比較することから始まり、「仮説と観察・実験結果が一致した場合」と「仮説と観察・実験結果が一致しない場合」の2種の場合が想定できること述べている。

一方、東京都小学校理科教育研究会（2008、以下「理科研究会」とする。）は、仮説から考えられる「観察・実験の見通し」と「実際の観察・実験結果」を比較し、見通し通りだったのか、見通しと異なっていたのかを判断することを結論と述べている。

これらのことから、考察とは結論を表現することを含む過程であり、予想と結果を比較し、一致したか不一致だったかにより、見つけたままを他へ適用したり、原因を考えたりする過程であると考えられる。

(3) 予想と結果が不一致となる実験の必要性について

角屋（2013）は、仮説と観察・実験結果が一致しない場合は、その原因を仮説、あるいは観察・実験方法や観察・実験技能などと関係付けて、仮説や観察・実験方法などについて検討すると述べている。

この角屋の論から、自分の考えを見直したり、振り返ったりせざるを得ない状況をつくるためには、予想と結果が不一致となりやすい実験を意図的に取り入れることが必要であると考えられる。

(4) 客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成するために

以上のことから、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成するためには、問題解決の過程の中で予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れ、考察の場面において自分の考えを見直したり、振り返ったりせざるを得ない状況をつくり、判断させる授業展開が必要であると考えられる。

4 予想と結果が不一致となりやすい実験について

(1) 予想と結果が不一致となりやすい実験にするために

黒岩督ら（2012）によると、Berlyneは、知的好奇心（認識的な興味・関心）を生み出す主な要因として認知的葛藤を仮定し、それが認識行動につながるプロセスについて、「人がもっている既有知識と新しく得られた情報との間にズレが生じたとき、認知的な不一致や不調和が生じる。そして、この不安定な状態をより安定したものにしようとして、知的好奇心が引き起こされ、これが知識の獲得につながる認識行動を動機づける。」としていると述べている。

土肥弘実（2013）は、教材について、学ぶ対象が子供にとって最も好奇心が沸くような半分わかつていて、半分わからないという半知半解の状態をつくりやすい状況を生む工夫が大切であり、児童のもつ誤概念や先入観を利用した教材にすればよいと述べている。

これらの論から、予想と結果が不一致になりやすい実験にするためには、認知的葛藤や半知半解の考え方を用いて、児童のもつ先入観を利用できる事象を取り入れればよいと考えられる。そのためには、以前見た事象と似ているが、実際には異なる結果となる事象を準備することが有効な方法であると考えられる。

（2）予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れる場合の考察の展開について

予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れるためには、どのような考察を行うことが必要であろうか。

「理科研究会」は、「理科の授業が、学級集団を基本として行われていることから、個が行う結論づけと、学級集団としての結論づけの2段階を踏む必要がある。」⁴⁾と述べている。

八嶋真理子（2010）は、データを並べ、比較検討する過程が考察であるとしており、一人で図や文で表現しながら考える場面と議論を通して相手や自分との違いを意識して考察する場面の二重の過程があるとよいと述べている。

これらの論を基に、本研究では問題解決の過程の考察の場面を、個が行う考察と学級集団としての考察の2段階で展開していくこととする。

ア 個が行う考察とは

先の「理科研究会」や八嶋の論を基に、2段階の考察のうち、個が行う考察とは、自分の予想と実験結果を比較して、そのことからどんな結論が言えるかを表現するまでを指すこととする。

イ 学級集団としての考察とは

学級集団としての考察とは、学級の結果を比較・検討し、整理した後に行う。具体的には、自分の実験結果と学級で整理した結果が異なった場合、自分の予想と学級で整理した結果を比較して一致したか、不一致だったかを述べ、そのことから導き出される結論を加える。そして、客観的な根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を付ける展開とするために、3(3)予想と結果が不一致となる実験の必要性についての考察に関わる角屋の論や次に述べる「理科研究会」の論を基に学級集団としての考察を考えることとする。

「理科研究会」は、観察・実験結果が見通しと異なった場合は、その原因を「実験の精度や誤差」「対象の多様性」「実験方法の見直し」「仮説の再検討」に着目して見直すようにすればよいと述べている。一方、観察・実験結果が見通し通りだった場合には、「日常生活への適用」「類似の事象との関係づけ」「一般化」に着目して考えるようにすればよいと述べている。

このことから、考察の場面において、予想と結果が不一致だった場合、①予想の振り返り、②新しい予想の設定、③実験方法の振り返り、④実験の振り返りという四つの事柄に着目して考えさせるようとする。また、予想と結果が一致した場合は、①日常生活の適用、②類似の事象との関係づけ、③一般化という三つの事柄に着目して考えさせるようとする。

以上のことから、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れる場合の考察の展開を図3に示す。

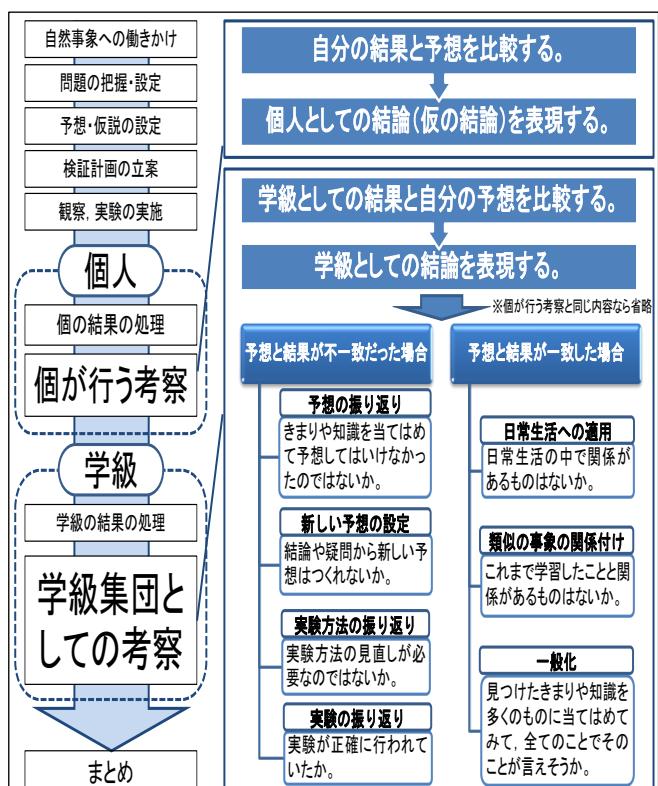


図3 予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れる場合の考察の展開

図3に示すように考察を2段階で展開すれば、まず個で考えることで自分の考えを明確にすことができ、次に学級集団で考えることで自分と異なる他の者の考えを基にして自分の考えを見直すことができる。このような考察を教師が授業展開の中で想定し

ておくことが、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れることを可能にし、主題で示す付けたい力を育成する上で有効であると考えられる。

予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れた場合、予想と結果が一致した児童は、図3の学級集団としての考察の場面において、予想と結果が不一致だった児童の原因について考えさせるようする。そうすることで話し合いを焦点化し全体で話し合うことができると考えられる。

III 研究授業について

1 研究の仮説と検証の視点と方法

文献研究を基に次のような研究の仮説を立て、その検証の視点と方法を表1に示す。

表1 研究の仮説及び検証の視点と方法

研究の仮説	検証の視点		検証の方法
	問題解決の過程において	(1) 客観的根拠に基づいて述べているか。 (2) 自分の考えを振り返ったり、見直したりすることにより、より妥当な考えを決定しているか。	
		ワークシート プレテスト ポストテスト 行動観察	

2 研究授業の計画

- 期 間 平成26年6月18日～平成26年6月26日
- 対 象 所属校第4学年（1学級31人）
- 単元名 電気のはたらき
- 指導計画

次	時	学習活動	1めあて
			2期待される予想の例
			3まとめ
①・②		「プロペラ台」を作成し、プロペラ飛ばしをする。 <small>予想と結果が不一致になりやすい実験</small>	1プロペラを飛ばすにはどうしたらよいのか調べよう。
			23年生の電気の勉強で回路をつくった時に、豆電球のあかりがついたので、同じように回路をつくってモーターを回せばプロペラが飛ぶと思います。
			3乾電池の向きを考えて、回路をつければプロペラを飛ばすことができます。
③		乾電池の向きとモーターの回る向きとの関係を調べる。	1乾電池の向きが変わるとモーターの回る向きは変わるのか調べよう。
			2乾電池の向きを変えるとプロペラは反対に回っていたので、乾電池の向きを変えるとモーターの向きは変わると思います。
			3乾電池の向きが変わると、電流の向きが変わるので、モーターの回る向きが変わります。

④・⑤	乾電池の直列つなぎ、並列つなぎについて理解する。	1 2個の乾電池をどのようにつなぐと、プロペラを高く飛ばすことができるか調べよう。
		2 (授業⑥につながる知識習得の時間であり予想をしていない。)
		3 2個の乾電池を直列つなぎにすれば、プロペラを高く飛ばすことができます。
		直列つなぎ へい列つなぎ 回らないつなぎ方
⑥	乾電池の向きや位置を変えてつなぐと、プロペラの飛び方はどのようになるのか調べよう。	1 乾電池が向かい合ってつながっているので、プロペラは動かないと思います。
		2 乾電池が向き合っていても、乾電池1個分や乾電池の並列つなぎのときと同じぐらいの高さまでプロペラを飛ばすことができます。プロペラが飛ぶかどうかは、+極や-極がどことどのようにつながっているかを見ることが大切です。
		3 授業⑥で提示した乾電池のつなぎ方
⑦・⑧	乾電池の直列つなぎや並列つなぎと電流の強さにはどのような関係があるのか調べよう。	1 プロペラの飛ぶ高さが直列つなぎの方が高くて、並列つなぎの方は乾電池1個の時の高さとあまり変わらなかったので、直列つなぎが一番電流が強くて、並列つなぎは乾電池1個分ぐらいの電流の強さになると思います。
		2 2個の乾電池の直列つなぎでは、回路に流れる電流が、乾電池1個のときよりも強くなります。2個の乾電池の並列つなぎでは、回路に流れる電流は、乾電池1個のときと変わりません。
		3 プロペラの飛ぶ高さが変わるのは、回路に流れる電流の強さが変わり、モーターの回る速さが変わるからです。

IV 研究授業の分析と考察

1 客観的根拠に基づいて述べているか

(1) プレテスト・ポストテストによる分析

ア プレテストとポストテスト

実施したプレテストとポストテストの問題文を図4、図5に示す。

◇ 右のようにじ石の近くに糸でむすんだクリップを近づけます。クリップをつまんでいる指をはなすと、クリップはどうなると思いますか。次の中から選び、その理由を答えなさい。	
①クリップは落ちると思う。 ②クリップは磁石にくっつくと思う。 ③クリップは空中で止まると思う。	
【事前の実験で、この磁石は4cmはなれたクリップを引き付けることを確認済。】	
(最初の個人の予想と理由)	
(人の意見を聞いた後の予想と理由)	

図4 プレテストの問題文

空気の一種（ヘリウム）を入れたかん	もとのかん	空気を入れたかん
もとのかんの重さは126gです。空気を詰めると126.5gになりました。もとのかんに空気の一種（ヘリウム）を入れるとかんの重さはどうなると思いますか。次の中から選び、その理由を答えなさい。	①重くなる。 ②軽くなる。 ③変わらない。	
【児童に予想させる前に、ヘリウムをビニール袋へ入れて、ビニール袋が浮くことを見せてている。】		
(最初の個人の予想と理由)		
(人の意見を聞いた後の予想と理由)		

図5 ポストテストの問題文

プレテスト・ポストテストは、児童に客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力が付いているかどうかを見取ることをねらいとして作成した。そのため、まず客観的根拠となる事象提示（磁石は4cmはなしたクリップを引き付けること、空気の重さとヘリウムを入れたビニール袋が浮くこと）を行った後、テスト問題を示し、予想の場面における児童の記述を検証した。予想の場面では事象提示の事実を根拠として考える必要があり、本研究において付けたい力を見取りやすいと考えた。そこで、問題を提示した後に、まず個人の予想と理由を書かせることで、客観的根拠に基づいて述べている力が付いているかを見取ることとした。続いて他者の考えを聞いた後、再度予想と理由を書かせたり、テスト問題に対する教師の説明後に感想を書かせたりすることで、より妥当な考えに見直しているかどうかを見取ることとした。

イ プレテスト・ポストテストによる結果の分析

自分の意見を客観的根拠に基づいて述べているかを検証するために実施したプレテスト・ポストテストの結果を図6に示す。

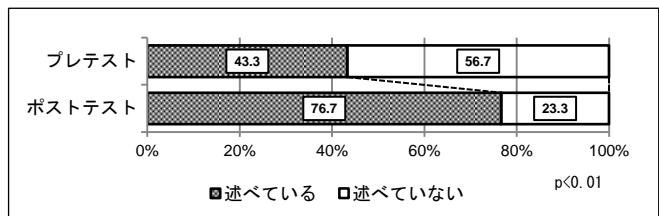


図6 プレテスト・ポストテストにおいて実験結果に基づいて述べている児童の割合の変化

プレテストでは、実験結果に基づいて述べている児童が13人（43.3%）であった。一方、ポストテストでは、実験結果に基づいて述べている児童が23人（76.7%）と増加した。このことから、客観的根拠に基づいて自分の考えを書く力が身に付いた児童が増加したと考えられる。児童の記述において、変容が見られた代表的な例を表2に示す。

表2 プレテスト・ポストテストにおける児童の予想の記述

	プレテスト	ポストテスト
A児	磁石の力でクリップが浮く。	重くなる。空気を入れたかんも126.5gだったからヘリウムを入れたら重くなる。
B児	磁石の力でクリップが磁石に近づくと思う。	ヘリウムは実験で空気中に浮いたので、もとのかんより軽くなると思います。
C児	クリップが落ちる。 わけは鉄だけ色が塗ってあるから。	重くなる。理由はもとのかんの次に空気を入れたかんをはかつたら、増えていたから、重くなると思います。
D児	落ちると思います。 理由は磁石でクリップが種類によつてくっつくものとくっつかないものがある	ヘリウムを入れた袋が上に上がつたから、軽くなると思う。 か変わるからです。

A児とB児は、プレテストにおいて実験結果に基づく記述がなかった。また、C児とD児は、プレテストにおいて「クリップは鉄だけ色が塗ってあるから磁石にくっつかない」「クリップは種類によつてくっつくものとくっつかないものがある」という主旨の記述をしていることにより、個人の直感的な意見（素朴概念）を理由として用いていた。しかしながら、ポストテストにおいては4人とも実験結果に基づく記述をしていることにより、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れた授業を通して、客観的根拠に基づく記述ができるようになったと考えられる。

(2) ワークシートによる分析

客観的根拠に基づいて述べているかどうかについて、不一致となりやすい実験を取り入れた授業①・②と授業⑥に着目し、ワークシートに書かれたE児、F児、C児の考察の記述から判断した。児童の考察の記述を表3に示す。

表3 ワークシートにおける児童の考察の記述

	授業①・②	授業⑥
めあて	プロペラを飛ばすには、どうしたらよいのか調べよう。	乾電池の向きや位置を変えてつなぐと、プロペラの飛び方はどのようになるのか調べよう。
E児	予想と同じで、電池で回っていた。	結果は予想どちがって乾電池1個分や乾電池の並列つなぎのときと同じぐらいの高さということが分かりました。
F児	結果は予想どちがって、もっとゆっくり飛ぶと思ったけど、すぐ落ちると思いました。	結果は予想どちがって乾電池1個分の高さでした。
C児	結果は予想どちがって、金属と金属がくっついていたらプロペラは飛ばないことが分かりました。	結果は予想どちがって導線のつなぎ方や乾電池の向きを見たらよかったです。高く飛んだ。

授業⑥において、E児はどのぐらいの高さだったのか自分が見た結果が具体的に分かる書き方ができている。F児は、授業①・②ではめあてに対してずれのある記述をしているが、授業⑥ではどのぐらいの高さだったのか自分が見た結果が具体的に分かる書き方をしている。C児は、授業⑥の考察の記述において、導線のつなぎ方や乾電池の向きなど過去の実験結果を想起している。これらのことから実験結果に基づいて述べようとしている姿勢が見られる。

以上(1)(2)のことから、客観的根拠に基づいて述べることについては、予想と結果が不一致となりやすい実験を行うことによって概ね成果があつたと考えられる。

2 自分の考えを振り返ったり、見直したりすることにより、より妥当な考えを決定しているか

(1) ポストテストによる分析

プレテスト・ポストテストにおいて「予想と結果が一致した人数」「不一致となった人数」「より妥当な考えに見直した児童の人数」を表4に示す。

プレテストにおいて、26人(86.7%)の児童がクリップが宙に浮くと正解を予想しており、自分の考えを見直す必要はない児童が大部分であった。これは、「浮いたのを見たことがある。」という児童のつぶやきが周りの児童を正答に導いたためと考えられる。

一方、ポストテストにおいては、ヘリウムを入れた缶の重さが軽くなるなど予想と結果が不一致となる考えを記述した児童は25人(80.6%)であり、そのうち、正解を答えた児童6人(19.4%)の意見を聞くなどして、最終的により妥当な考えに見直した児童は11人(35.5%)であった。

本研究の授業実践に関して、プレテストの結果からは事前の児童の姿を見取ることはできなかったが、ポストテストの結果から、予想と結果が不一致とな

りやすい実験を取り入れた授業は、自分の考えを振り返ったり、見直したりすることにおいて、一定の成果があったと考えられる。

表4 プレテスト・ポストテストにおける、予想と結果の一一致・不一致、より妥当な考えに見直した児童の人数

	予想と結果が一致した児童	予想と結果が不一致だった児童	より妥当な考えに見直した児童
プレテスト (1人欠席)	26人(86.7%)	4人(13.3%)	0人
ポストテスト	6人(19.4%)	25人(80.6%)	11人(35.5%)

さらに、ポストテストにおける個々の児童の記述を詳細に検討した。児童の記述を表5に示す。

表5 ポストテストにおける児童の記述

G児	予想① 軽くなる。理由は、軽くなったから、袋が浮いたと思うから。 予想② ○○さんと同じで、軽くなると思います。 感想 ヘリウムは空気の一種で、空気には重さがあるということを忘れていたのがいけなかった。
H児	予想① 軽くなる。(理由) 空気を入れたら袋も落ちたし重さも重くなったけど袋はヘリウムで浮いたから。 予想② (上記と同じ) 感想 ヘリウムも空気だから重くなつたんだと分かりました。
I児	予想① 空気も重くなるから、だから重くなるはず。 予想② (上記と同じ) 感想 ヘリウムは空気の一種だから重くなるのがよく分かった。 予想①: 最初の個人の予想と理由 予想②: 人の意見を聞いた後の予想と理由

G児、H児ともに、予想の段階においては間違った解答をしている。ヘリウムが入ったビニール袋が宙に浮いたという事象を見たことから、「ヘリウムは上昇する性質を持っている」という誤概念をもつたことが分かる。しかしながら、ポストテストの問題に対する教師の説明や児童同士の話合いの結果、自らの考えを変更し、「ヘリウムも空気と同様に重さがある」という正しい概念を獲得することができたことが見取れる。

I児は、最初から実験結果を基に正しい考えを記述しており、「ヘリウムは空気の一種だから重くなる。」と他の考えを自らの考えに付け加えて記述していることが見取れる。

以上のことから、自分の考えを見直したり振り返ったりして、より妥当な考えを決定できている児童の姿を見取ることができた。

(2) ワークシートによる分析

ワークシートの記述によると、授業①・②では自分の考えを見直したり振り返ったりすることにより、より妥当な考えを決定することができた児童はいなかつた。しかしながら、授業⑥においては変容が見られた児童が7人(22.6%)いた。そのうちの3人の児童の記述を表6に示す。

表6 3人の児童の考察における発言・記述

授業①・②		授業⑥
め あ て	プロペラを飛ばすには、 どうしたらよいか調べ よう。	乾電池の向きや位置を変えてつなぐと、プロペラの飛び方はどのようになるのか調べよう。
H 児	どうして回る方向が変わるのか。	発言 回らないつなぎ方は、プラスとプラスで、マイナスはモーターにいっているけど、今の実験のつなぎ方だとプラスもモーターにいっていて、マイナスもモーターにいっているから、だから並列つなぎみたいになっているから、プラス極どうし、マイナス極どうしで②の結果になると思いました。
I 児	この実験は、学校ではやらなかつたけど押すスイッチと電池ボックス（時間がなかつたため、途中までの記述となつている。）	記述 予想といっしょになるには、回路があるか道がどうあるかをよく見ることがいいと思う。どうつながついても、+極と+極、-極と-極がつながつていると並列つなぎと同じになり、1個分の高さが飛ぶ。 ちがつた人は、電池の向きに目を向けた人もいた。
K 児	予想は回路のことしか書いてなくともう少し考えたらいいと思った。	記述 -極と+極がまとめてつないのであるからもう少し導線を見ればよかつた。

H児の記述は、授業①・②において自分の考えを見直す記述となっていない。しかし、授業⑥における発言内容は、最初は並列つなぎだと思わなかったH児が、他の児童の考えを聞く中で並列つなぎだと気づいた発言であり、自分の考えを他者の考え方から振り返ったり見直したりした結果であると考えられる。

I 児の記述は、授業①・②において自分の考えを見直す記述とはなっていない。しかし、授業⑥においては「乾電池の向きで判断しており、導線がどのようにつながっているかをよく見ることが大切」という主旨の、予想と結果が不一致となった原因について触れ、どのように改善していくかを示す記述となっている。

K児の記述は、授業①・②において自分の考えを見直そうとしているが、何を見直したらよいのか具体的になっていない。授業⑥においては、何を見直したらよいのかが分かる記述となっている。

このように、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れることで、自分の考えを見直したり振り返ったりすることやより妥当な考えを決定することができるようになった児童がいることを見取ることができた。

V 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れた授業実践を行うことで、客観的な根拠を基に、児童が自分の考えを見直したり振り返ったりして、より妥当な考えを決定することができるようになるこ

とが見取れた。このことから、予想と結果が不一致となりやすい実験を取り入れた授業実践は、客観的根拠に基づき多様な視点から考え、判断する力を育成することに有効であると考えられる。

2 今後の課題

- 問題解決の過程の考察の場面において、予想と結果が不一致だった場合、四つの事柄（予想の振り返り、新しい予想の設定、実験方法の振り返り、実験の振り返り）に着目して考えさせが必要だと整理することができたが、本研究における検証のための授業は、そのうちの一つの事柄（予想の振り返り）に焦点化した内容であった。そのため、今後、他の三つの事柄について考えさせる授業を実践し、検証していく必要がある。
 - 本研究の対象は第4学年であり、また「電気のはたらき」という一つの単元について検証したものであるため、他の学年や単元においても予想と結果が不一致となりやすい実験を考案したり、効果的な単元構成を開発したりして研究をさらに進めていく必要がある。

【引用文献】

- 1) 文部省(昭和27年):『小学校学習指導要領理科編(試案)改訂版』
 - 2) 池田敏和(2009):「算数科における判断力とその指導」『楽しい算数の授業』No. 295 明治図書 p. 5
 - 3) 角屋重樹(2012):「見えやすい学力・見えにくい学力」『今こそ理科の学力を問う』東洋館出版社 p. 203
 - 4) 東京都小学校理科研究会(2008):「授業編(1)授業の創り方」『小学校理科の学ばせ方・教え方事典改訂新装版』教育出版 p. 101

【参考文献】

- 山村哲也 (2013) :『小学校理科「問題解決」の8つのステップ—これからの中の理科教育と授業論—』東洋館出版社

角屋重樹 (2012) :『小学校理科 これでバッちり! 観察・実験の指導』文溪堂

矢野英明 (2007) :『理科でどんな「力」が育つか』東洋館出版社

角屋重樹 (2013) :『なぜ、理科を教えるのか—理科教育がわかる教科書—』文溪堂

黒岩督・中谷博 (2012) :『認知的動機づけが知的興味と学習成果に及ぼす効果—『ルール・事例・例外』構造をもつ教材による検討』『学校教育学研究 2012 第24巻』 http://www.ceser.hyogo-u.ac.jp/ceser/ceser24ronbun/12_kuroiwa.pdf

土肥弘美 (2013) :『知的好奇心を高める小学校理科授業の創造—指導計画の工夫と教材の開発を通して—』熊本県立教育センター http://www.higo.ed.jp/center/?action=common_download_main&upload_id=1004

荻須正義, 他2名 (昭和54年) :『小学校学年別 理科の観察・実験—第4学年編』みずうみ書房