

群 教 セ	G04 - 02
	平24.246集

科学的な思考力や表現力を高める 理科学習の工夫

— 問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れて —

長期研修員 諸田 弘美

《研究の概要》

本研究は、小学校理科の学習において、問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れることを通して、科学的な思考力や表現力を高めることを目指したものである。具体的には、二つ以上の事実や考えなどを比較することで、共通点や差異点を明らかにし、それらを基に新しい気付きの中から取り入れたいことを検討することで、自分の考えをもち、その考えを深める活動を行った。

キーワード 【理科ー小 思考力・表現力 自分の考え 比較して検討】

I 主題設定の理由

学習指導要領における理科の基本方針においては、改善の具体的事項として「身近な自然について児童が自ら問題を見いだし、見通しをもった観察・実験などを通して問題解決の能力を育てるとともに、学習内容を実生活と関連付けて実感を伴った理解を図り、自然環境や生命を尊重する態度、科学的に探究する態度をはぐくみ、科学的な見方や考え方を養うこと」が示されている。また、平成24年度群馬県学校教育の指針では、「問題解決の過程の中で、予想では既習の知識や生活経験を根拠に自分の考えを表現させ、考察では結果を予想と照らし合わせて見いだしたことを科学的な言葉やモデルなどを用いて表現させること」が示されている。

協力校の実態を見ると、理科に対する興味・関心は高く、観察・実験などに意欲的に取り組む児童が多い。しかし、問題を見いだし、予想を立てる、考察するなど、自分で考えたり表現したりすることに慣れていない児童も多く見られる。その原因として、問題解決的な学習の仕方が十分には身に付いていなかったり、生活と結び付けて考えることが十分ではなかったりすることが考えられる。

このような児童が科学的な思考力や表現力を高めるためには、まず、問題解決的な学習の仕方を身に付ける必要がある。次に、その各過程において既存の知識（既習の知識や生活経験から得た知識や何となく抱いている考えなど）を基にした自分の考えをもち、それを関連付けていく必要がある。そして、学習内容と自分の生活との繋がりを振り返り、一般化する（学習を生活と結び付ける）必要がある。

そこで、本研究では、事実や考えなどを比較し、共通点や差異点を基に見いだせることや新しい気付きの中から取り入れたいことなどを検討する「比較して検討する活動」を取り入れることとした。この活動により、自分の考えをもち、新たな気付きを基にその考えを深めていくことで、科学的な思考力や表現力を高めることができると考える。

II 研究のねらい

小学校理科学習において、科学的な思考力や表現力を高めるために問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れることの有効性を明らかにする。

III 研究の見通し

- 1 問題解決的な学習の「問題の発見」の場面において、既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象を「比較して検討する活動」を行うことを通して、既存の知識とのずれや矛盾に気付くことで

問題を見いだすことができるであろう。

- 2 問題解決的な学習の「予想」「観察・実験」「考察」の各場面において、既存の知識と学習問題を、予想と観察・実験の結果などを「比較して検討する活動」を行うことを通して、新たな気付きから思考を関連付け、科学的な根拠に基づく筋道立てた自分の考えをもつことができるであろう。
- 3 問題解決的な学習の「一般化」の場面において、単元の学習と自分の生活を「比較して検討する活動」を行うことを通して、自然の事物や現象の一般化が図られ、科学的な思考力や表現力を高めることができるであろう。

IV 研究の内容

1 科学的な思考力や表現力を高める理科学習について

科学的な思考力や表現力とは、自然の事物や現象を客観的にとらえ、科学的な根拠に基づく筋道立った自分の考えをもち、考えたことを整理して文章や図表などで表現したり言葉で説明したりできる力である。科学的な思考力や表現力が高まった児童とは、自ら問題を見だし、筋道立てた自分の考えに沿って観察・実験を行い、積極的に自分の考えを広め新たな気付きを基に思考を関連付けたり、学習したことを一般化したりし、文章や図表などで表現できる児童である。具体的には、問題解決的な学習の各場面において、表1のような姿が見られると考える。

表1 科学的な思考力や表現力が高まった児童の姿

場面	児童の姿
問題の発見	既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象とのずれや矛盾に気付き、単元の学習に関係する疑問や調べたいことを見いだすことができ、文章や言葉で表現できる。
予想	単元の既習事項を含む既存の知識を基に、自分の考えの根拠をもつことができ、文章や言葉で表現できる。
観察・実験	自ら立てた計画に基づいて観察・実験を行い、結果の共通点や差異点をとらえられるよう表やグラフなどにまとめることができる。
考察	結果を予想と照らし合わせて結論を導き出し、新たな気付きを基に思考を関連付け、科学的な言葉を用いて文章や言葉などで表現できる。
一般化	単元の学習事項と生活とのかわりについて考え、生活の中の事物や現象を学習事項と関連付けてとらえることができる。

2 問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れることについて

(1) 「比較して検討する活動」とは

「比較して検討する活動」とは、図1のように二つ以上の事実や考えなどを比較して共通点や差異点を明らかにし、新しい気付きの中から取り入れたいことは何かを検討して自分の考えをもち、新たな気付きを基にその考えを深めていく活動である。

この活動には個人と集団の二つがある。個人の「比較して検討する活動」とは、事実や考えなどを既存の知識と比較したり、観察・実験の結果を予想と比較したりすることで、共通点や差異点を明らかにする。それらを基に新たな気付きから取り入れたいことは何かを検討し、自分の考えをもつ活動である。

集団の「比較して検討する活動」とは、意見を交流して自他の考えを比較することで、共通点や差異点を明らかにする。それらを基に新しい気付きから取り入れたいことは何かを検討することで、自分の考えを強めたり他者の考えを取り入れたりするなど、自分の考えを深めていく活動である。

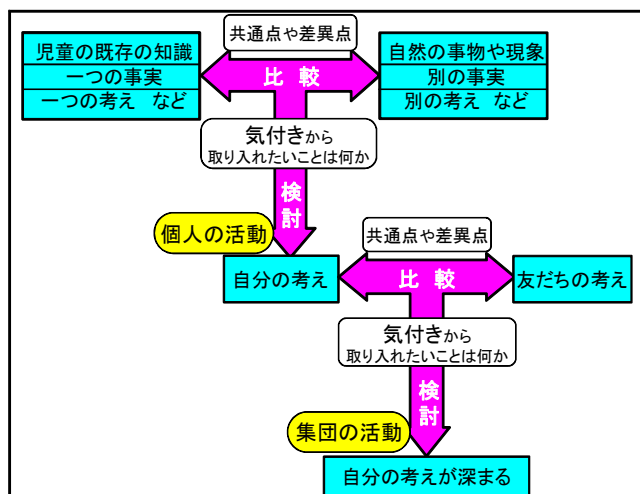


図1 比較して検討する活動

(2) 問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れる利点について

問題解決的な学習の各場面における「比較して検討する活動」を表2に示す。

まず、「問題の発見」の場面では、個人での「比較して検討する活動」により、既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象を比較し、既存の知識とのずれや矛盾から、疑問や興味をもったことを見いだすことができる。その後、集団での「比較して検討する活動」を行うことにより自分の考えを深めることができると考える。

次に、「予想」「観察・実験」「考察」の各場面では、個人での「比較して検討する活動」により、既存の知識と学習問題を、予想と結果などを比較し、どの知識が使えるか、結果から分かることは何かなどを検討して、自分の考えをもつことができる。その後、集団での「比較して検討する活動」を行うことにより、新たな気付きを基に自分の考えを深めることができる。そして、追究を繰り返す中で、その深まった考えを相互に関連付け、科学的な根拠に基づく筋道立った自分の考えをもつことができると考える。

最後に、「一般化」の場面では、個人での「比較して検討する活動」により単元の学習と自分の生活を比較し、学習と生活とのかかわりは何かを検討することにより、自分の考えをもつことで学習と生活を繋ぐことができると考える。

学習指導要領の中で、第3学年から第6学年で重視されている問題解決の能力は、比較、関係付け、条件制御（比べる条件以外の条件をそろえること）、推論（事実を基に予想すること）の四つである。これらの中で比較する力は最初に身に付ける力である。そのほかの力はどれも比較する中ではぐくまれることから、比較する力はそのほかの力をはぐくむ基礎となり欠くことができないものである。また、比較することでそれぞれの自然の事物や現象、考えなどの特徴が明確になると考える。

以上のことから本研究では、図2に示すように問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れた。

表2 各場面における「比較して検討する活動」

過程	場面	比較すること	検討すること	形態
つかむ	問題の発見	・児童の既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象	単元の学習事項に関する疑問や興味をもったことは何か	個人
		・自分の疑問など 他者の疑問など	新しい気付きから取り入れたいことは何か	集団
追究する	予想	・児童の既存の知識と学習問題	予想の根拠としてどの知識が使えるか	個人
		・自分の予想と他者の予想	新しい気付きから取り入れたいことは何か	集団
	観察・実験	・児童の既存の知識と観察・実験	計画づくりにどの知識が使えるか	個人
		・自分の計画と他者の計画	新しい気付きから取り入れたいことは何か	集団
	考察	・予想と結果 ・一つの結果と別の結果	結果から分かることは何か	個人
		・自分の考察と他者の考察	新しい気付きから取り入れたいことは何か	集団
実感する	一般化	・単元の学習と自分の生活	学習事項と生活とのかかわりは何か	個人

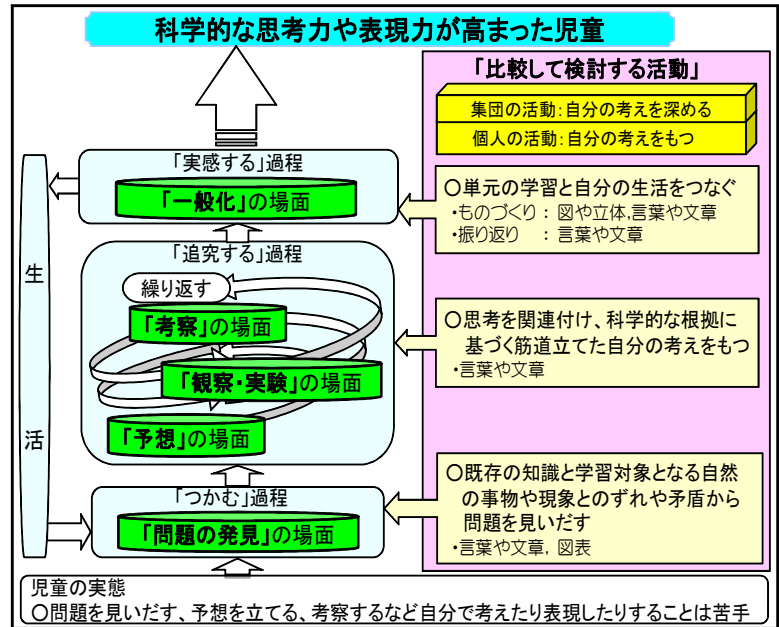


図2 研究構想図

V 研究の計画と方法

1 実践計画

対象	研究協力校 小学校第6学年 25名
期間	平成24年10月3日～11月2日 15時間
単元名	「電気とわたしたちの暮らし」

2 抽出児童

A	話をよく聞き、まじめに学習に取り組むが、予想の根拠を考えたり、観察・実験の結果から予想と照らし合わせて考察したりする力が十分ではない。「比較して検討する活動」を行い、友達の考えを参考にしながら自分の考えをもち、思考を関連付けていけるようにし、科学的な思考力・表現力を高められるようにする。
B	自然の事物や現象に興味・関心があり、予想を立てたり進んで観察・実験を行ったりできるが、結果を予想と照らし合わせて考察する力が十分ではない。また、自ら進んで発表することを好まない。「比較して検討する活動」を行い友達と意見を交流して思考を関連付けていけるようにし、科学的な思考力・表現力を高められるようにする。

3 検証計画

検証項目	検証の観点	検証の方法
見通し 1	問題解決的な学習の「問題の発見」の場面において、既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象を「比較して検討する活動」を行うことは、既存の知識とのずれや矛盾から問題を見いだす上で有効であったか。	・ワークシート ・観察 ・記録ビデオ ・ノート ・事前アンケート
見通し 2	問題解決的な学習の「予想」「観察・実験」「考察」の各場面において、既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象、及び、予想と観察・実験の結果を「比較して検討する活動」を行うことは、新たな気づきを基に思考を関連付け、科学的な根拠に基づく筋道立てた自分の考えをもつ上で有効であったか。	・観察 ・ノート ・記録ビデオ ・実態調査
見通し 3	問題解決的な学習の「一般化」の場面において、単元の学習と自分の生活を「比較して検討する活動」を行うことは、自然の事物や現象の一般化が図られ、科学的な思考力や表現力を高める上で有効であったか。	・ワークシート ・観察 ・記録ビデオ ・ノート ・事後アンケート ・製作物

4 単元の目標及び評価規準

(1) 単元の目標

生活に見られる電気の利用について興味・関心をもって追究する活動を通して、電気の性質やはたらきについて推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、電気はつくったり蓄えたり変換したりできるという見方や考え方をもちつことができるようにする。

(2) 評価規準

関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	知識・理解
○電気の利用の仕方に興味・関心をもち、自ら電気の性質や働きを調べようとしている。 ○電気の性質や働きを適用してものづくりをしたり、生活と学習内容との繋がりから、生活を見直したりしようとしている。	○電気の性質や働きとその利用について予想や仮説をもち、推論しながら追究し表現している。 ○電気の性質や働きとその利用について自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し自分の考えを表現している。	○電気の性質や働きとその利用の仕方を調べる工夫をし、手回し発電機などを適切に使って安全に実験をしている。 ○電気の性質や働きを調べその過程や結果を定量的に記録している。	○電気はつくりだしたり蓄えたりすることができることや器具によって使う量がちがうこと、光や音、熱などに変えることができることを理解している。 ○電熱線の発熱はその太さによって変わることを理解している。 ○身のまわりには、電気の性質や働きを利用した道具があることを理解している。

5 指導計画

過程 時間	学習活動	研究上の手だて
つかむ	1 ガイダンス ○学習の進め方について話を聞く。 ○学習の進め方とノートの記録の仕方のプリントの説明を聞きノートに貼る。	○主体的な問題解決ができるよう、問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れて学習を進めることを説明する。
	2 問題の発見 第1次 問題を見いだそう ○自然の事物や現象との出会いから疑問や調べたいことをワークシートに書く。 ○電気についての考え、電気の働きに関するものを書く。既習内容を振り返る。	○既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象を比較してずれや矛盾を見だし、疑問や興味をもったことは何かを検討し、学習問題を見いだせるようにする。 ○自他の考えを比較して共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。
追	3 予想・実験の計画 第2次 電気はつくり出すことができるのか ○電気をつくる方法を考え、つくった電気をいろいろな器具に流し、どんな現象が起こるかを調べる計画をノートに書く。	○既存の知識と学習問題を比較して共通点や差異点を見だし予想の根拠として既存の知識のどの知識を用いることができるかを検討し、自分の考えをもてるようにする。 ○自他の考えを比較し、共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。 ○既存の知識と観察・実験を比較して共通点や差異点を見だし、観察・実験の計画づくりに既存の知識のどの知識を用いることができるかを検討し自分の考えをもてるようにする。
究	4 実験・考察 ○電気をつくり出す方法やつくった電気はどのようなものに変えることができるかについてノートにまとめる。	○一つの結果と別の結果、予想と結果を比較して共通点や差異点を見だし、結果から分かることを検討し、根拠に基づいた考察ができるようにする。 ○自他の考えを比較し、共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。

す る	5	予想・実験の計画	第3次 器具によって電気を使う量はちがうか ○電気を使う量は器具によって違いがあるか予想し、調べる計画をノートに書く。	○既存の知識と学習問題を比較して共通点や差異点を見だし予想の根拠として既存の知識のどの知識を用いることができるかを検討し、自分の考えをもてるようにする。 ○自他の考えを比較し、共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。 ○既存の知識と観察・実験を比較して共通点や差異点を見だし、観察・実験の計画づくりに既存の知識のどの知識を用いることができるかを検討し自分の考えをもてるようにする。
	6	実験	○自分の班の計画に沿って、器具により電気を使う量が違うか調べる。 ○うまくいかなかったことを発表し、原因を考える。	○自他の班のうまくいかなかったことを比較して共通点や差異点を明らかにし、新しい気づきから取り入れたいことは何かを検討し、自分の班の計画を見直せるようにする。
	7	実験・考察	○自分の班の計画を見直し、再び調べる。 ○電気はコンデンサなどに蓄えて使うことができること、電気を使う量は、器具によって違いがあることをノートに書く。	○一つの結果と別の結果、予想と結果を比較して共通点や差異点を見だし、結果から分かることを検討し、根拠に基づいた考察ができるようにする。 ○自他の考えを比較し、共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。
	8	調べ学習	○資料を使って発光ダイオードの特徴や利用されているものを調べ、分かったことをノートにまとめる。 ○単元の最初に抱いた疑問を調べる。	○豆電球と発光ダイオードの特徴を比較して、環境保全やエネルギー資源の有効利用の観点から発光ダイオードのよさに気付くことができるようにする。
	9	予想・実験の計画	第4次 電熱線の太さを変えると、発熱のしかたは変わるか ○太さにより発熱の仕方に違いがあるかを予想し、調べる計画をノートに書く。	○既存の知識と学習問題を比較して共通点や差異点を見だし予想の根拠として既存の知識のどの知識を用いることができるかを検討し、自分の考えをもてるようにする。 ○自他の考えを比較し、共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。 ○既存の知識と観察・実験を比較して共通点や差異点を見だし、観察・実験の計画づくりに既存の知識のどの知識を用いることができるかを検討し自分の考えをもてるようにする。
実 感 す る	10	実験・考察	○電熱線の太さによる発熱の違いを調べ、発熱の仕方の違いを電熱線に流れる電流と関係付けて考察する。	○一つの結果と別の結果、予想と結果を比較して共通点や差異点を見だし、結果から分かることを検討し、根拠に基づいた考察ができるようにする。 ○自他の考えを比較し、共通点や差異点からどの考えを取り入れるかを検討し、自分の考えを深められるようにする。
	11	一般化	第5次 電気を利用したものをつくろう ○電気の性質を利用したおもちゃを作る。	○単元の学習と自分の生活を比較して共通点や差異点を明らかにし、生活の中で用いられているものとの繋がりを検討し、学習をものづくりに生かすことができるようにする。
	12		第6次 電気のはたらきや生活とのつながりについて考えよう ○学習したことをまとめ、生活を見直す。	○単元の学習と自分の生活を比較して共通点や差異点を明らかにし、学習と生活とのかかわりは何かを検討し、学習により獲得した知識を生活に生かせるようにする。
	13			
	14			
	15			

VI 研究の結果と考察

1 「問題の発見」の場面での既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象を「比較して検討する活動」の有効性について

(1) 結果

第1次では、既存の知識（乾電池に豆電球を繋ぐと明かりがつくこと）と学習対象となる自然の事物や現象（モーターに豆電球を繋いでモーターの軸を回すと明かりがつく）を比較できる演示実験を教師が行った。モーターに繋いだ場合は、約90%の児童が「乾電池がないから」などの理由から「明かりがつかない」と予想した。このほかに、児童の意識を単元の学習に方向付けることができるよう、電気の有効利用に繋がる電球と発光ダイオードの信号機の写真、発電に関する火力発電と太陽光発電の写真を教師が提示した。これらの演示実験や資料を基に、疑問や興味をもったことは何かを検討する、個人での「比較して検討する活動」を行った。その結果、76%の児童が、図3に示すとおり、発電や蓄電など、単元の学習に関係する適切な疑問や調べてみたいことを自力で記述できた。その後、自分の考えと他者の考えを比較し、新しい気づきから取り入れたいことは何かを検討する、集団での「比較して検

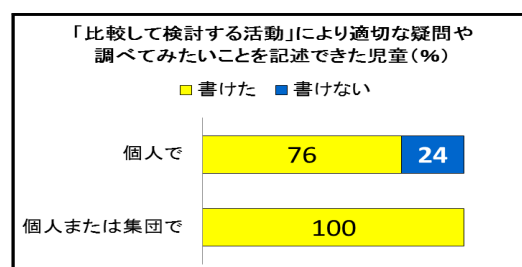


図3 疑問や調べてみたいこと

討する活動」を行った。その結果、全員が適切な疑問や調べてみたいことを記述できた。表3のように、抽出児童A・Bは、個人での「比較して検討する活動」で発電や電気の特徴に関する内容を記述し、集団での「比較して検討する活動」で蓄電、エネルギーの変換などに関する他者の考えを取り入れた。

(2) 考察

全員が適切な問題を見いだすことができたのは、以下のような三つの理由が考えられる。一つ目は、約90%の児童がモーターに豆電球を繋いでも明かりがつか

ないと予想したことから分かるのとおり、演示実験や提示された資料と児童の既存の知識との間にはずれがあったためだと考える。このずれに気づき、疑問や調べてみたいことを個人の「比較して検討する活動」で記述できたと考える。二つ目は、提示された資料や演示実験が、単元の学習へと児童の意識を方向付けることができる内容であったためだと考える。三つ目は、表3に示す抽出児童A・Bは、個人での「比較して検討する活動」で適切な疑問や調べてみたいことを記述できたにもかかわらず他者の考えを取り入れたことから、集団での「比較して検討する活動」により新しい気づきがあり、自分の考えを深めることができたためだと考える。

これらのことから、既存の知識と学習対象となる自然の事物や現象を「比較して検討する活動」を行うことは、既存の知識とのずれや矛盾に気づき問題を見いだすことに有効であったと考える。

表3 抽出児童の記述（疑問や調べたいこと）

	ノートの記述（★は取り入れた考え）
抽出児童A	○電気の特ちょうを知りたい ○自分で電気は作れるのか ○電気を利用している物を作ってみたい ★なぜモーターを回すと電気がつくか ★発電所で電気はどのように作られているか
抽出児童B	○電気はどのようなものになるか ○電気がない生活は？ ○身近なもので電気は作れるか ★電気は永久にためられるか ★なぜテレビ画面は近くで見るとつぶつぶに見えるか

2 「予想」「観察・実験」「考察」の場面での既存の知識と学習問題を、予想と結果などを「比較して検討する活動」の有効性について

(1) 結果

① 「予想」の場面について

第2次から第4次では学習対象となる自然の事物や現象についての学習問題に対して既存の知識のどの知識を予想の根拠として使えるか考える、個人での「比較して検討する活動」を行い、各自がノートに記述した。その後、自他の考えを比較し、新しい気づきから取り入れたいことは何かを検討する、集団での「比較して検討する活動」を行った。個人で予想を立てる際、既存の知識を基に根拠を考えることができるよう、事前に既存の知識を整理したり、前時の学習での気づきを根拠として用いることができるような学習問題を設定したりした。具体的には、以下のとおりである。

第2次の発電実験では、教師が第1次で発電に関する資料や演示実験を示したり、児童がワークシートに電気のはたらきに関する既習事項や生活の中での電気に関する知識などを整理したりした。第3次の電気の消費量の実験は、第2次での手回し発電機を回したときの手ごたえの違いを予想の根拠として用いることができるよう、「電気を使う量は器具によってちがいがあるか」という学習問題を設定した。第4次の発熱の実験は、電流と発熱を関係付けて予想の根拠として用いることができるよう、第3次で豆電球が発熱したことから電気を熱に変えられるかという本時の学習へ繋ぎ、事前に第1次で電気のはたらきに関するものを書いておいた付箋紙の中から電気を熱に変え利用しているものを各自が分類した。なお、第4次では、太さの異なる電熱線で発泡ポリスチレンを切るのにかかる時間を比べることで、発熱の仕方に違いがあるか調べる実験を教師が演示し、「太い方が早く切れる」「細い方が早く切れる」「ちがいはない」の三つの中から自分の考えを決め、予想を立てた。

個人での「比較して検討する活動」により、「科学館で電気をつくったことがあるから電気はつくることができる」などの適切な根拠を書くことができた児童

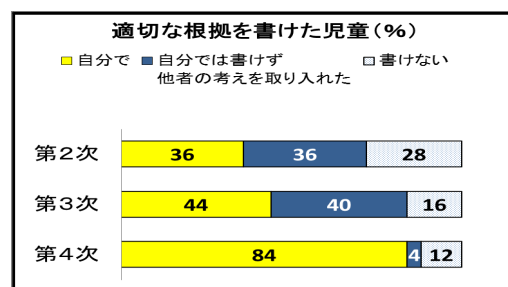


図4 予想の根拠を書けた児童の割合

は、図4のように第2次の36%から第4次の84%へと順次、増加した。同様に、他者の考えを取り入れた児童を合わせても、第2次の72%から第4次の88%へと順次、増加した。しかし、図5のように個人での「比較して検討する活動」により、自分で考えをもてる児童が増えたのとは逆に、集団での「比較して検討する活動」により他者の考えを取り入れノートへの記述を増やした児童は、第2次の52%から最終的には第4次の20%へと減少した。記述の内容については表4に示すとおりである。第2次では、抽出児童Aは下線のように自分なりに考えたことを基に、抽出児童Bは聞いたことを基に根拠を書いている。第3次では抽出児童A・Bは、下線のように発電実験での気づきを基にした根拠を書いている。また抽出児童Aは、生活の中で感じたことを基にした他者の考えを取り入れた。第4次では、表4の下線のように抽出児童Aは電流と関係付けた根拠を、抽出児童Bは、熱の伝わり方を考えた科学的な根拠を記述した。

② 「観察・実験」の場面について

第2次から第4次では、自ら計画を立てて実験を行い、それぞれの結果の共通点や差異点が分かりやすい表やグラフなどにまとめて結果を表すことができるよう、既存の知識を基にどの知識を使えるか考える、個人での「比較して検討する活動」を行った。その後、第3次では、グループごとに自分たちの計画に沿って実験し、うまくいかなかったことを見直すことができるよう、集団での「比較して検討する活動」を行った。具体的には以下のとおりである。

第2次の発電実験で、教師は、準備するもの、実験方法、そろえる条件と比べる条件、注意すること、それぞれの結果の共通点や差異点が分かりやすい結果のまとめ方の五つの項目を示し、児童の考えを聞き出しながら、実験の計画を板書した。その結果、電気をつくる道具として「光電池を使う」などの意見が出た。このほかに、教師が手回し発電機など新しい器具を紹介し、児童はそれらの中から各自が試したい道具を選んで実験を行った。結果のまとめ方として、表にまとめたいという児童の意見を基に、項目を記入した表を用いた。

第3次の電気の消費量の実験では、前時の発電実験の計画との共通点が多いため、それを参考に個人で計画を立て、続いてグループで計画を立てた。そして、自分たちの計画に沿って光電池や電流計など既習の道具も用いて実験を行い、実験後、うまく測定できなかった児童の意見を参考に計画を見直して、再度、実験を行った。その結果、六つの班の中で二班は比べる条件とそろえる条件を、別の二班は手回し発電機を回す回数を、一班は電流計で回路を流れる電流の大きさを測定する方法から、ためた電気を消費する時間を計る方法へと計測方法を見直した。抽出児童Bは表5のように、手回し発電機を10回転した時は測定できなかったため、回転数を変更した。結果のまとめ方では班ごとに実験の計画が異なるため、項目を記入していない表を用いた。その結果、全員の児童が、第2次の表を参考にそれぞれ必要な項目を記入することができた。

第4次の発熱実験では、第3次までとは実験方法が大きく変わり、児童だけで計画を立てることは困難であると予想されたため、児童が自分で計画を立てた後、児童の考えを聞き出しながら教師が実験の計画を板書した。完全な計画ではないものの全員の児童が途中までの計画を立てることができた。結果の表し方は自分で考え項目などを記入し

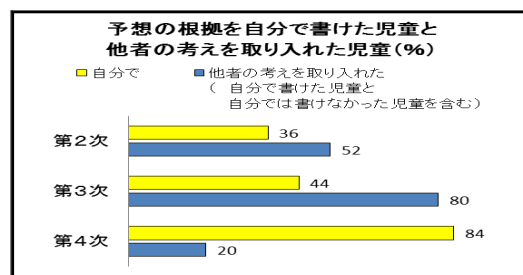


図5 根拠の割合

表4 抽出児童のノートの記述（予想）

	考えと根拠（★は取り入れた考え）	
	抽出児童A	抽出児童B
第2次	○発電できる。電気を作れなければ電気に関係するものは作れないから ★自転車でライトが毎日つくから	○発電できる。発電するという言葉を聞いたことがあるから
第3次	○ちがいはある。前回の実験で手ごたえは全部バラバラだったから ★電球と発光ダイオードのちがいがないと発光ダイオードに変えた意味がない	○ちがいはある。前回の実験の時、ゼネコンで発電する手ごたえが大きいので小さいのと物によってバラバラだったから
第4次	○太い電熱線の方が早く切れる。太い方が電流が多く流れるから	○細い方が早く切れる。細いとすぐに発熱するから

表5 抽出児童Bの実験結果の表

	回数	時間	明さ	気づいた事
豆電球	10回	×	×	光らない
発光体	10回	×	×	光らない
豆電球	50回	44秒	明るい	30秒ころから弱まった。
発光体	50回	42分3秒	とても暗い	豆電球より何倍も光っていた。

て表やグラフにまとめた児童は56%であった。残りの児童は項目の記入済みの表を選んで用いた。

③ 「考察」の場面について

第2次から第4次では、一つの結果と別の結果や予想と結果を比べ、共通点や差異点を基に結果から分かったことを検討する、個人での「比較して検討する活動」を行い、各自が記述した。その後、自分の考えと他者の考えを比べ、新たな気付きから取り入れたいことは何かを考える、集団での「比較して検討する活動」を行った。具体的には以下のとおりである。

個人での「比較して検討する活動」により「手回し発電機を回すとどれも反応したので、電気はつくることができる」などの適切な考察を書くことができた児童は、図6のように第2次では92%であった。残りの8%の児童は、「電気は、つくることができる」という結論を書けなかった。なお、第2次では考察文の書き方が分かるよう、図7のような考察の例文を参考にノートに記述することにした。第3次では、適切に書いた児童は52%に減ったが、これは、結論を書かない児童が増えたためであり、第4次には72%に増えた。第2次から第4次まで適切な根拠を書くことができた児童の割合は、他者の考えを取り入れた児童を合わせても、個人での「比較して検討する活動」後とほとんど変化がなかった。しかし、図8のように他者の考えを取り入れた児童は、第2次の40%から第4次の8%へと順次、減少した。

記述の内容については、表6に示す通りである。第2次では抽出児童A・Bは電気をつくることができるという予想と照らし合わせ、電気をつくることができたと書いている。抽出児童Aは新たな気

付きとしてエネルギーの変換に関する他者の考えを取り入れた。また、抽出児童A・Bは自分では新たな疑問を見い出さなかったが、他者の考えを取り入れ、発電から蓄電へと繋がる新たな疑問を抱いた。二人のように新たな疑問を抱いた児童は、自力により48

%、他者の考えを取り入れた児童を合わせると68%であった。第3次では抽出児童Aは自力では適切な考察を書けなかったため、表6の下線のように他者の考えを取り入れ結論を書き加えた。抽出児童Bは集団での「比較して検討する活動」により電気の変換に関する新たな疑問を取り入れた。第4次の発熱実験では、抽出児童A・Bは表6の下線のように結果に至った理由を予想と照らし合

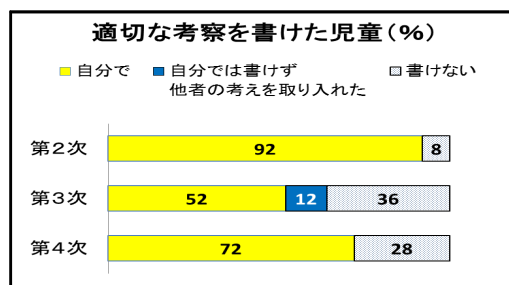


図6 適切な考察を書けた児童の割合

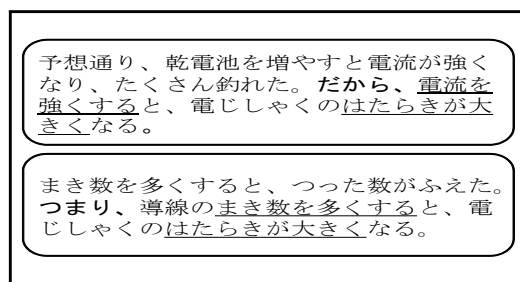


図7 考察の例文（電磁石のはたらき）

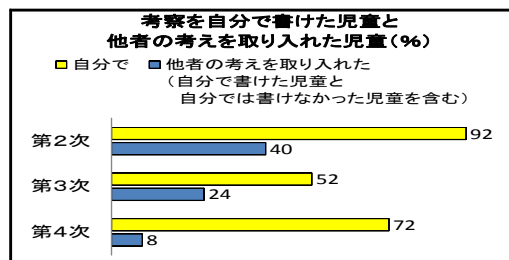


図8 考察を記述した児童の割合

表6 抽出児童のノートの記述（考察）

	考察（★は取り入れた考え）			
	抽出児童A		抽出児童B	
	分かったこと	新たな疑問	分かったこと	新たな疑問
第2次 発電	○どれも電気は作れるということが分かった。また電気に関するものは電気で作れるということがわかった。 ★電気はいろいろなものに変えられる。	★ハンドルを止めてもその状態を保てるのではないか。	○ハンドルを回すときの手ごたえはどれも同じではなかった。電子オルゴールは回すスピードによって音楽の鳴るスピードがちがう。豆電球、電子オルゴール、発光ダイオード、モーターの結果から、電気はつくることができる。	★ハンドルを止めても、すぐに止まった。ハンドルを止めてもその状態を保てないか。
第3次 消費量	○プロペラがすぐに止まったことは予想外だった。 ★器具によって使う量にちがいはある。なぜなら、使い切る時間がちがうから。	○家にあるせん風機はずっと回っているのに、なぜ今日実験したプロペラはすぐに止まったか。	○電気を使う量は、器具によってちがいはある。豆電球と発光ダイオードは、回す回数を増やせば増やすほど光っている時間が長くなるが、プロペラは回す回数を増やしても時間と速さはほとんど変わらなかった。	★コンデンサから電気を使っているから、プロペラを回せばコンデンサに電気をためられるか。
第4次 発熱	○予想どおり、太い方が早く切れた。太い方が早く切れたのは電流の流れが多かったからだと思う。だから、電熱線の太さによって発熱のしかたにちがいはあるということが分かった。		○予想とはちがいが太い方が早く切れた。太い方が早く切れた理由は、たぶん細くても太くても発熱する秒数は同じだったで電流を流す量が多いからだと思った。しかしこの結果から、電熱線の太さによって発熱のしかたにちがいはあることが分かった。	○本当に電流を流す量が多いのか、調べてみたいと思った。

わせて再考し、発熱の仕方の違いを電流と関係付けた。学級全体で、発熱と電流を関係付けて考察した児童は52%であった。また、抽出児童Bは、表6のように再考した理由が本当に正しいか確かめたいと記述し、新たな問題を見いだした。抽出児童Aは第3次までは集団での「比較して検討する活動」により他者の考えを取り入れたが、第4次は取り入れなかった。

(2) 考察

「予想」の場面では、適切な予想の根拠を記述できた児童の人数が、追究を繰り返す中で増えたことが分かる。記述の内容については、抽出児童Aは、第2次の発電実験では他者には言いたいことが伝わりにくい記述となっていたものが、第4次の発熱実験では電流と発熱を関係付け、科学的に筋道立てて考えたことを他者に分かりやすく表現していることが分かる。同様に、抽出児童Bも漠然とした根拠から筋道立てた科学的な根拠へ変容していることが分かる。

「実験」の場面では、第4次で全員の児童が実験の計画を途中まで立てられるようになり、半数以上の児童がグラフや表での表し方を自分で考えて結果をまとめられるようになったことから、自分の計画に基づいた実験を行えるようになりつつあることが分かる。これは、既存の知識を基に計画を立て、前の実験から次の実験へと思考を関連付けたためだと考える。

「考察」の場面では、適切な考察を記述できた児童の人数は、例文を見ながら記述した第2次を除くと、第3次の64%から第4次の72%へと増えたことが分かる。記述の内容については、表6から、抽出児童Aは第2次では結論は書いているものの、具体的な結果から分かる根拠を記述しておらず、第3次では自力で適切な考察を書けず不十分であった。しかし、第4次では、初めて自力で適切な考察を書けるようになったことが分かる。抽出児童Bは第2次、第3次共に適切な考察を書き、第4次では、結果に至った科学的な理由を再考し筋道立てて予想していることが分かる。また、第2次、第3次では他者の考えを取り入れることで新たな疑問を抱き、第4次では自ら新たな問題を見いだしていることが分かる。学級全体で他者の考えを取り入れた児童が順次減ったのは、最初他者の考えに頼っていた児童が、追究を繰り返す中で徐々に自分の考えに自信をもち、その考えを強めたためだと考える。事後調査から、抽出児童A・Bは共に、「進んで発表できる」という項目に対する自己評価が上がったことから、自分の考えに自信をもつことができたと言える。これらのことから、追究を繰り返す中で記述内容が質的に高まったと言える。児童が自分の考えをもちその考えを質的に高めることができたのは、以下の二つの理由が考えられる。一つは、問題解決的な学習の各場面において「比較して検討する活動」を繰り返したことで、比べて考えるという見方ができるようになったためである。もう一つは常に前の実験と比較しながら次の学習へと繋いだことで、思考を関連付けることができたためであると考えられる。

このように、追究活動の中で「比較して検討する活動」を繰り返すことで、新たな気づきを基に思考を繋げ、徐々に科学的な根拠に基づく筋道立てた自分の考えをもてるようになったと考える。つまり、「比較して検討する活動」を行うことは、新たな気づきを基に思考を関連付け、科学的な根拠に基づく筋道立てた自分の考えをもつことに有効であったと考える。

3 「一般化」の場面での単元の学習と自分の生活を「比較して検討する活動」の有効性について

(1) 結果

単元の学習と自分の生活を比べ、学習と生活とのかかわりを考え、電気のはたらきや性質を生かしたものづくりをしたり、電気と自分の生活に対する自分の考えをノートに書いたりした。第5次では、電気をつくる、蓄える、光や熱などに変えて使うことができるなどの学習で得た知識を生活の

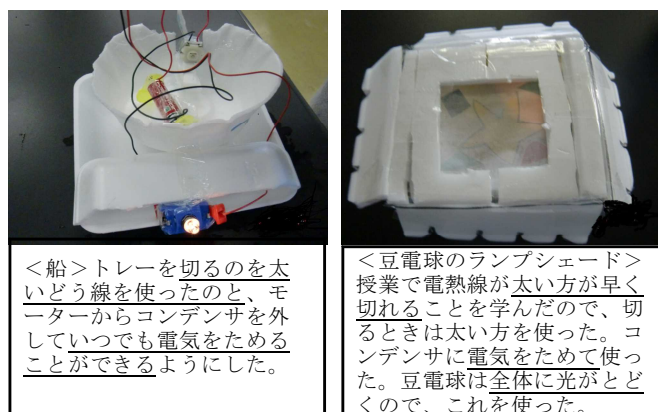


図9 ものづくりにおける児童の作品とワークシートの記述

中にあるどんなものに生かすか考えてものづくりを行った。図9の作品を作った児童の紹介文のように、全員が電気のはたらきや性質を生かし、自分の思いに沿えるよう製作することができた。作品発表の際には、電気のはたらきや性質を作品にどのように生かしたかを発表した。

第6次では、エネルギー資源や電気のとくられ方、はたらき、利用など、生活と電気のかかわりについて振り返った。その後電気と自分の生活とのかかわりについて自分の考えをもつ、個人での「比較して検討する活動」を行った。その際、第1次で書いておいた電気に対する考えと比べ、学習後に変化した考えを中心に記述した。その結果、図10の抽出児童Aのように、全員の児童が生活における電気の利用や、エネルギー資源の有効利用などに対する自分の考えを書くことができた。

第1次での記述

○電気は自分の生活にとって欠かせない、なくてはならないもの

○電気は動くものや車にも使われている

第6次での記述

私は、電気とは自分の生活にとってなくてはならない、かかせないものだと思います。また、実験したことによって電気は音、光、熱、運動に変えて利用されていることが分かった。そして、生活に生かしたいことは、電気を大切に使うことです。大切に使うことで、自然やかん境にも良いえいきょうをあたえられたからです。私は、電気という物は、身のまわりや生活にとって大事な物だと改めて分かりました。また、考えることや想像することが前は苦手だったけど、苦手ではなくなったので考えることや予想することがいろいろなことに役立ちました。（後略）

図10 抽出児童Aの学習前と振り返りでの意見

(2) 考察

ものづくりで図9の作品を作った児童は電気を蓄えたり熱に変えたりできる性質、電熱線の太さによる発熱の仕方の違い、豆電球と発光ダイオードの特徴の違いを作品に生かすことができた。これは、製作前に、電気をつくる、蓄えるなどの視点から学習したことを作品にどのように生かすかを考えることで、生活の中にある物が電気のどのような性質を利用しているか理解し、学習を一般化できたためだと考える。

単元の振り返りでは、図10の抽出児童Aの記述のように全員の児童が、学習前と比べ電気と生活とのかかわりについての考えが深まり、学習を一般化できたことが分かる。

これらのことから、単元の学習と自分の生活を「比較して検討する活動」を行うことを通して、自然の事物や現象の一般化が図られ、科学的に思考したり表現したりする力が高まったと考える。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

- 「予想」「観察・実験」「考察」の場面で「比較して検討する活動」を取り入れて繰り返し学習することを通して、他者の考えを頼ることなく自力で考えることができるようになり、その考えを深めて文章や言葉などで表現する児童の姿が見られた。
- 問題解決的な学習の各場面に「比較して検討する活動」を取り入れたことで、児童は問題解決的な学習の仕方が身に付き、主体的に問題を解決することができた。この「比較して検討する活動」は他教科などにおいても活用できると考える。

2 課題

- 検討の前後で児童のノートの記述に変化が見られない場合があり、検討したかどうかとらえにくいため、自己評価を取り入れるなど検証の方法を見直す必要がある。
- 年間指導計画を精選し、「比較して検討する活動」を取り入れた学習の時間を確保する必要がある。

<参考文献>

- ・日本理科教育研究学会 編集 『これからの理科授業実践への提案』 東洋館出版（2002）