

確かな自分の考えを持ち、表現できる理科授業の工夫

—— 根拠ある予想や考察をさせるための共通体験を学習活動に位置付けて ——

長期研修員 伊藤 義明

《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一つの問題解決の中に、二つの共通体験を位置付ける学習活動を取り入れることにより、確かな自分の考えを持ち、表現できる児童の育成を目指したものである。具体的には、単元の目標に基づいた問題を見いだした後に、各問題における予想の手掛かりとして、既習事項の振り返りや生活経験の代わりとなる簡易的な観察・実験を「共通体験①」として根拠ある予想を行う。そして、その問題を解決、検証する観察・実験である「共通体験②」によって、問題に対する自分の考えを言葉や文章、図などで表現できるような学習活動を追究した授業研究である。

キーワード 【理科ー小 思考力・表現力 自分の考え 共通体験】

群馬県総合教育センター

分類記号：G04-02 平成26年度 252集

I 主題設定の理由

平成20年の小学校学習指導要領改訂では、国際的な通用性、内容の系統性の観点から理科教育の授業時数及び教育内容の充実が図られ、理科については、観察・実験を通じた「科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うことができるようにする」ことが基本方針として掲げられている。それを背景として、平成24年度全国学力・学習状況調査において理科が追記して実施され、「科学的な言葉の意味を自然の事物・現象と関連付けて考察する学習指導の充実」が課題の一つとして挙げられている。原因としては、習得した知識を活用して考察する学習の機会が少なかったと考えられ、習得した知識を利用して、適用、分析、構想、改善するなど、実際の自然や日常生活で考察できるように指導することが大切であるとしている。

第2期群馬県教育振興基本計画2-⑤取組10「発展的な教育により社会へ参画する力を育成する」では、平成24年度全国学力・学習状況調査において、群馬県は「観察・実験の結果を整理し、考察する力が弱い」「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が苦手」と分析している。そのため、課題として「科学的な知識・技能を積極的に活用する能力や態度を育成する」ことや「問題解決的な学習活動を充実させ、科学的な思考力や表現力を育成すること」が挙げられている。取組の方向性として、「科学的な思考力・表現力の育成のため、観察・実験、探究活動等において、実感を伴った理解が図れる問題解決的な学習を推進する」ことが必要であると述べてられている。

協力校の児童の実態に注目すると、理科の授業の様子から、観察・実験の結果を基に考察したことを発言することができなかつたり、結果と考察を混同していたりする児童が多く、単元末テストなどでは、自分が考えた理由を説明する問題において空欄の児童が多い。

これらの原因として、児童は既習事項を忘れてしまったり、結び付けて考えたりするのが苦手ということが考えられる。また、生活体験の差が大きく、生活体験の乏しい児童には体験から思考するのは困難であるとも考えられる。

そこで、本研究では、既習事項の習熟や生活体験が十分でない児童に、予想と考察の前に根拠となる共通体験という学習活動を意図的に位置付け、その差を補う手立てにしていこうと考えた。そうすれば、児童が根拠を持って予想や考察ができるようになり、ひいては確かな自分の考えを持ち、表現できる児童を育成できるものと考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

小学校理科指導において、児童が根拠を持って予想や考察ができるようにするために、各小单元における一つの問題追究の中に二つの共通体験を位置付けた学習活動を取り入れ、その有効性を明らかにする。

III 研究仮説（研究の見通し）

1 問題解決的な学習の「問題づくり」の場面

単元の目標に基づいた問題に気付けるような観察・実験を行う「共通体験」を位置付けることにより、単元の目標に基づいた問題づくりをすることができるであろう。

2 問題解決的な学習の「予想」の場面

既習事項を振り返ったり、予想の根拠となる簡易的な観察・実験を体験したりする「共通体験①」を位置付けることにより、児童が根拠を持って予想を自分なりの言葉や文章、図などで表現することができるであろう。

3 問題解決的な学習の「考察」の場面

単元の目標に基づいた問題を解決する観察・実験を行う「共通体験②」を位置付けることにより、児童が予想と結果を比較し、考えを整理しながら確かな自分の考えを持ち、言葉や文章、図などで表現することができるであろう。

IV 研究の内容

1 基本的な考え方

(1) 「確かな自分の考えを持ち、表現できる児童」とは

「確かな自分の考えを持つ」とは、既習事項や生活経験などを基に根拠を持った予想や考察ができることと捉え、「表現できる」とは、根拠を持った予想や考察を言葉や文章、図などで表現できることと捉える。

(2) 「根拠ある予想や考察をさせるための共通体験」を取り入れるよさとは

問題解決的な学習を行うにあたり、予想や考察を児童にさせる際、既習事項を忘れてしまったり、体験をしたことがなかったりする児童がいる場合は、「根拠ある」予想や考察をさせることは難しい。根拠ある予想や考察をさせるためには、児童全員が既習事項をふまえ、体験を共有できている状況が必要になってくる。

そこでまず、「問題の発見」として、単元の導入に単元の目標に基づいた問題に気付くような「共通体験」を教師が意図的に位置付ければ、児童は単元の目標に基づいた問題に気付くことができると考えた。そしてその後、一人一人の気付きから班や学級全体で話し合いを行い、「問題づくり」をすれば、単元の目標に基づいた「問題づくり」をすることができると考えた。

問題追究の段階では、各時間の問題追究における予想の手掛かりとして「予想の根拠となる簡易的な観察・実験」や、「既習事項や生活体験の振り返り」を「共通体験①」として位置付ければ、それを予想の根拠にすることができ、児童が根拠を持って予想を自分なりの言葉や文章、図などで表現することができると考えた。

また、その予想を解決、検証する観察・実験を「共通体験②」として位置付けることにより、児童が予想と結果を比較し、考えを整理しながら確かな自分の考えを持ち、言葉や文章、図などで表現することができるとも考えた。

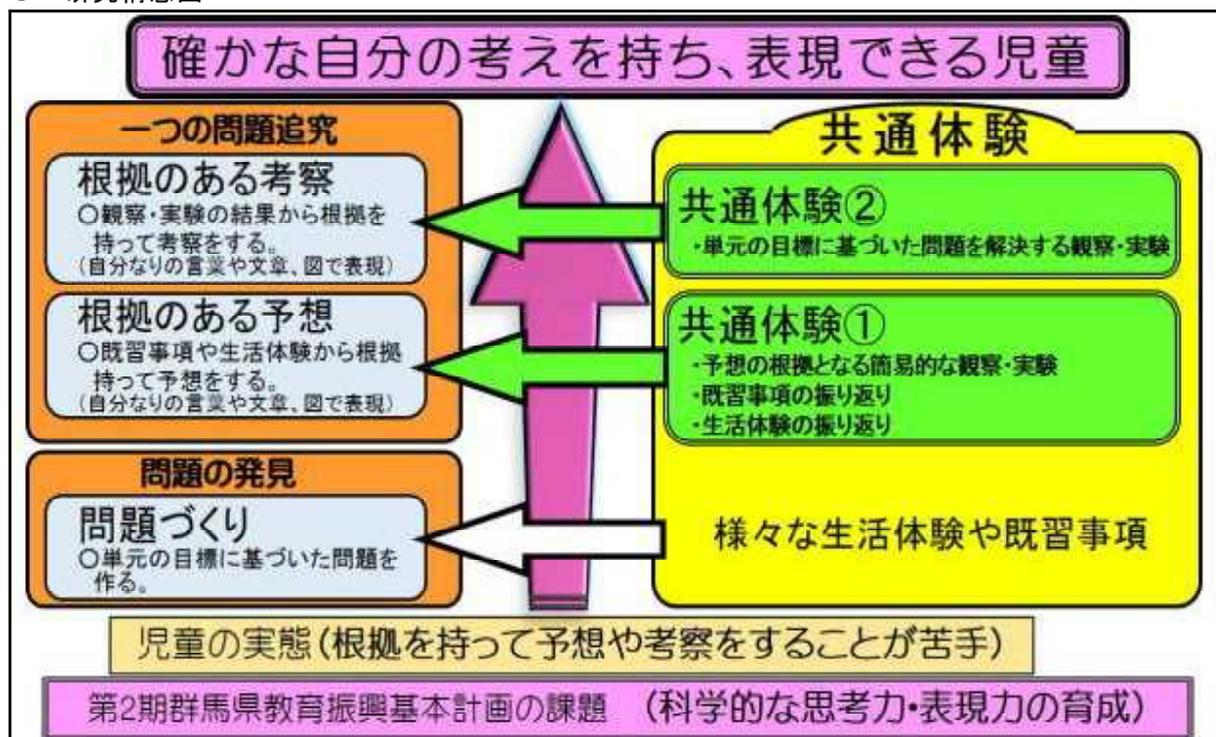
2 先行研究との関連

「科学的な思考力・表現力」を高める理科学習の工夫に関する研究は、全国の理科教育研究で行われており、本センターにおいても平成24年度、25年度に取り組み、問題解決的な学習への様々な手立てが研究されている。その中で思考力と表現力は密接な関係にあり、表現力を高めることによって思考力も高まることが示されており、「学び合い」や「比較検討する活動」が有効な手立てとして研究されている。

また、大垣市の小倉(2012)の研究では、前時に経験したことが予想を立てる場面に活かされ、経験が根拠のある予想をするに当たっての「足場」になることが示されている。また、既習の単元と学習する単元の系統性がある場合において、児童がその系統性を意識し、前単元とつなげて根拠のある予想ができるようにするための指導の工夫が紹介されている。

先行研究の課題として挙げられているのは、理科の既習事項はもちろんのこと、他教科の既習事項と関連付けることで、学年に応じた支援ができるのではないかとという点が挙げられている。

3 研究構想図



V 研究の計画と方法

1 授業実践の概要

(1) 授業実践 I

対 象	研究協力校 小学校第4学年 20名
実践期間	平成26年6月6日～平成26年7月4日 11時間
単 元 名	「電気のはたらき」
単元の目標	乾電池にモーターをつなぎ、モーターを回したり、モーターで動く自動車を走らせたりする中で、モーターの回る向きや速さに関心を持ち、乾電池の数やつなぎ方と、電流の向きや強さとの関係を意欲的に調べ、電流の向きを変えると、モーターの回転する向きが変わることや、乾電池の数やつなぎ方を変えると、電流の強さが変わり、豆電球の明るさやモーターの回る速さが変わることなどを捉えられるようにする。また、光電池を使ってモーターを回すことなどができることを知り、光電池やモーターを使ったおもちゃを作ることができるようにする。

(2) 授業実践 II

対 象	研究協力校 小学校第4学年 20名
実践期間	平成26年10月14日～平成26年10月31日 7時間
単 元 名	「物の温度と体積」
単元の目標	空気、水、金属を温めたり冷やしたりしたときの体積変化に興味を持ち、フラスコや試験管などに閉じこめた空気、水、金属の温度と体積の変化について、比較しながら調べ、空気や水、金属は温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること、その体積の変化のようすは、空気、水、金属によって違いがあり、これらのなかでは空気の温度による体積変化が最も大きいことなど、空気、水、金属の性質について考えを持つことができるようにする。

2 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「問題づくり」の場面に、単元の目標に基づいた問題に気付けるような観察・実験を行う「共通体験」を位置付けることにより、単元の目標に基づいた問題づくりをすることができたか。	・事前アンケート ・ワークシート ・観察
見通し2	問題解決的な学習の「予想」の場面に、既習事項や生活体験を振り返ったり、予想の根拠となる簡易的な観察・実験を行ったりする「共通体験①」を位置付けたことにより、児童が根拠を持って予想を自分なりの言葉や文章、図などで表現することができたか。	・発言 ・ノート ・記録ビデオ ・事後アンケート
見通し3	問題解決的な学習の「考察」の場面に、単元の目標に基づいた問題を解決する観察・実験を行う「共通体験②」を位置付けたことにより、児童が予想と結果を比較し、考えを整理しながら確かな自分の考えを持ち、言葉や文章、図などで表現することができたか。	

3 抽出児童

A	教師や友達の話をよく聞き、問題に対して真面目に取り組むことができるが、自ら問題を発見しようとしたり、根拠を持って予想を立てたりすることが十分にできない。共通体験①や共通体験②を活用し、友達との意見交流をしながら、根拠を持った予想や考察ができるようにする。
B	自然の事象に興味や関心が高く、根拠を持って予想を立てることができるが、観察・実験の結果から目に見えない事象を推論する力が十分ではない。共通体験①や共通体験②を活用し、自力で根拠を持った予想や考察ができるようにする。

4 評価規準

(1) 授業実践Ⅰ(電気のはたらき)

自然事象への関心・意欲・態度	① 乾電池でモーターを回したときのように興味を持ち、進んでモーターの回る向きと電流の向きについて考えようとしている。 ② モーターをもっと速く走らせるためにはどうすればよいかに興味を持ち、進んで考えようとしている。 ③ モーターや光電池の特性を考えながら、モーターや光電池を利用したおもちゃを意欲的に作ろうとしている。
科学的な思考・表現	① 乾電池が1個のときと2個を直列や並列につないだときの電気のはたらきを、電流の強さと関係付けて考え、表現している。 ② 光電池のはたらきの大きさの変化を、光電池にあたる光の強さと関係付けて考え、自分の考えを表現している。
観察・実験の技能	① 検流計を正しく操作し、乾電池の向きを変えると回路を流れる電流の向きが変わることを調べている。 ② 2個の乾電池を、直列や並列につなぎ、そのつなぎ方とモーターの回る速さを記録している。 ③ 乾電池の数やつなぎ方を変えたときの電流の強さを検流計などを使って調べ、記録している。 ④ 日光の当て方を変えて、光電池のはたらきを調べ、結果を記録している。
自然事象への知識・理解	① 乾電池の向きを変えると、電流の向きが変わり、その結果、モーターの回る向きが変わることを理解している。 ② 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを理解している。 ③ 光電池に光を当てると、電気が起きることを理解している。

(2) 授業実践Ⅱ(物の温度と体積)

自然事象への関心・意欲・態度	① 金属、水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの現象に興味・関心を持ち、進んでそれらの性質を調べようとしている。 ② 金属、水及び空気の体積変化と温度変化の関係を基に、それ以外の物の体積変化と温度変化の関係や、重さとの関係を進んで調べようとしている。
科学的な思考・表現	① 金属、水及び空気の体積変化の様子を温度変化と関連付けて予想を持ち、表現している。 ② 金属、水及び空気の体積変化の様子と温度変化を関連付けて考察し、自分の考えを表現している。

観察・実験の技能	①加熱器具などを安全に操作し、金属、水及び空気の体積変化を調べる実験をしている。 ②金属、水及び空気の体積変化の様子を調べ、その過程や結果を記録している。
自然事象への知識・理解	①金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わることを理解している。

5 指導計画

(1) 授業実践 I (電気のはたらき)

過程	時間	学習活動	研究上の手立て(ゴシックは共通体験)	活用させたい既習事項・体験
ふ	1	問題の発見 ・おもちゃの四駆を競走する。 ・モーターで動くおもちゃの速さや動き方の違いに着目し、気付きや疑問を持つ。	・共通体験を基に話し合いを行い、モーターで動くおもちゃの速さや動きの違いに着目できるようにする。 共通体験 ・五種類のおもちゃの四駆の競走に取り組む。 《五種類のおもちゃの四駆》 ①電池1本 ②電池1本で電池が逆向き ③電池直列2本 ④電池1本で断線 ⑤電池並列2本	・おもちゃの四駆の競走を行い、速さや動きの違いを体験する。
追 究 す る ①	2	問題づくり① ・モーターについて知る。 ・前時の共通体験を基に、モーターについての問題づくりを行う。	・既習事項や前時の共通体験を基に、問題づくりをすることができる。	・前時の共通体験や、3学年の「電気の通り道」を思い出す。
	3	問題追究Ⅰ ・豆電球をつなぐ共通体験①を基に、モーターの「回るつなぎ方」と「回らないつなぎ方」を結果から考察する。	共通体験① ・豆電球をつないで明かりをつける。 共通体験② ・モーターの「回るつなぎ方」と「回らないつなぎ方」を調べる。	・共通体験①を根拠に、共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②の結果から、考察ができるようにする。
	4	問題追究Ⅱ ・共通体験①を基に、モーターの回る向きはどのようにすると変わるのかを結果から考察する。	共通体験① ・おもちゃの四駆①(電池1本)と②(電池1本逆向き)を走らせ、配線を観察する。 共通体験② ・モーターの回る向きはどのようにすると変わるのか調べる。	・共通体験①を根拠に、共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②の結果から、考察ができるようにする。
	5	問題追究Ⅲ ・共通体験①を基に、乾電池2個を使ったとき、モーターの回転する速さが変わるの、どのように回路をつないだときなのか結果から考察する。	共通体験① ・おもちゃの四駆①(電池1本)と②(電池2本直列)、⑤(電池2本並列)を走らせ、電池の数や並び方を観察する。 共通体験② ・乾電池2個を使い、乾電池1個と比べてモーターが速く回るつなぎ方と、あまり変わらないつなぎ方を調べる。	・共通体験①を根拠に、共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②の結果から、考察ができるようにする。
	6	問題追究Ⅳ ・共通体験①を基に、乾電池の数やつなぎ方を変えると電流の強さが変わり、電流のはたらきも変わることを結果から考察する。	共通体験① ・おもちゃの四駆②(電池2本直列)と、⑤(電池2本並列)を走らせ、電池の数や並び方を観察する。 共通体験② ・乾電池2本の直列つなぎと並列つなぎの豆電球の明るさと、検流計を用いて電流のはたらき(強さ)を調べる。	・共通体験①を根拠に、共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②の結果から、考察ができるようにする。
	追 究 す る ②	7	問題づくり② ・光電池について知る。 ・共通体験を基に、光電池についての問題づくりを行う。	共通体験 ・LEDや光電池用モーターを光電池に自由につなぐ。
8		問題追究Ⅰ ・鏡で光を集める共通体験①を基に、光電池のはたらきを大きくする方法を考え、結果から考察する。	共通体験① ・鏡で光を集める。 共通体験② ・光電池用モーターの回り方から、光電池のはたらきを大きくする方法を調べる。	・共通体験①から、3学年の「鏡を使って日光をかきねよう」を思い出せるようにする。
		問題追究のまとめ	共通体験②	・問題追究Ⅰ結果と、本時の共

ま と め	9	・前時の問題追究Ⅰや本時の共通体験②を基に、光の明るさと、光電池が作り出す電流の強さの関係を考察する。	・前時の共通体験②に、検流計を用いて再度演示実験を行う。	共通体験②を結果から、考察ができるようにする。
	10	発展学習（ものづくり）	・乾電池の直列・並列のつなぎ方や、光電池の学習を振り返り、おもちゃづくりのイメージを拡げる。	・乾電池の直列・並列のつなぎ方や、光電池の学習を振り返り、おもちゃづくりのイメージを拡げられるようにする。
	11	・本単元で学習した知識や技能を基に、モーターや光電池を使ったおもちゃづくりをする。		

(2) 授業実践Ⅱ（物の温度と体積）

過程	時間	学習活動	研究上の手立て（ゴシックは共通体験）	活用させたい既習事項・体験
ふ れ る	1	問題の発見 ・へこんだボールなどを温める共通体験を行う。	・共通体験を基に話し合いを行い、空気の体積が変化したことに着目できるようにする。 共通体験 ・空気を温める四つの実験に取り組む。 ①へこんだテニスボールを湯につける。 ②ペットボトルに栓をしたものを湯につける。 ③水を少し入れたピンの口に細い管を付け、湯で温める。 ④ピンの口に1円玉を置き、手でピンを温める。	・空気を温める四つの実験を行い、空気の体積が変化したことを体験する。
追 究 す る	2	問題づくり ・前時の共通体験を基に、問題づくりを行う。 ・実験方法を考える。	・既習事項や前時の共通体験を基に、問題づくりをすることができる。 ・試験管を使い、空気の体積が変化したことを調べる方法はないか、話し合いを行う。	・前時の共通体験や、前単元の「物の体積と力」を思い出す。
	3	問題追究Ⅰ ・共通体験①（「つつの中からこんにちには」で遊ぶ）を基に、試験管に閉じこめた空気の温度による空気の体積変化を考察する。	共通体験① ・「つつの中からこんにちには（湯を利用した、お化けの形をした風船がふくらんだりしぼんだりするびっくり箱）」で遊ぶ。 共通体験② ・試験管の口にシャボン玉の膜を張り、試験管を湯で温めたり、水で冷やしたりする。	・共通体験①を根拠に共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②の結果を根拠に、考察ができるようにする。
	4	問題追究Ⅱ ・共通体験①（試験管にガラス管を付け、閉じこめた空気を温めたり、冷やしたりする）を基に、試験管に閉じこめた水の温度による水の体積変化を考察する。	共通体験① ・試験管にガラス管を付け、閉じこめた空気を温めたり、冷やしたりする。 ・共通体験①を根拠に予想をする。 共通体験② ・試験管にガラス管を付け、閉じこめた水を温めたり、冷やしたりする。 ・共通体験②の結果を根拠に、考察をする。	・共通体験①を根拠に、共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②の結果を根拠に、考察ができるようにする。
	5	問題追究Ⅲ ・共通体験①（二つの金属片が離れている部分を加熱し、電気が流れて豆電球が点灯する演示実験を見る）を基に、金属球の温度による体積変化を考察する。	共通体験① ・二つの金属片が離れている部分を加熱し、電気が流れて豆電球が点灯する演示実験を見る。 ・共通体験①を根拠に予想をする。 共通体験② ・金属球を熱して、体積の変化を調べる。 ・共通体験②の結果を根拠に、考察をする。	・共通体験①を根拠に、共通体験②の予想ができるようにする。 ・共通体験②を根拠に、考察ができるようにする。
ま と め	6	問題追究のまとめ ・第2～5時でそれぞれ行った共通体験②の考察を基に、空気、水、金属の体積と温度の関係についてまとめる。 ・問題追究Ⅰ～Ⅲを基に、発展学習の問題づくりを行う。 ・プリント学習で本単元をまとめる。	・問題追究Ⅰ～Ⅲの結果と考察を基に、空気、水、金属の体積と温度の関係について共通点と、差異点をまとめる。 ・問題追究Ⅰ～Ⅲの結果と考察を基に、発展学習の問題づくりをすることができる。	・問題追究Ⅰ～Ⅲの結果と考察を基に、空気、水、金属の体積と温度の関係について共通点と、差異点をまとめられるようにする。
	7	発展学習（実験） ・水、空気、金属以外の物（プラスチック、木）の温度と体積	・問題追究Ⅰ～Ⅲの結果と考察を基に、プラスチックと木の温度と体積の関係を予想することができる。 ・問題追究Ⅱの結果と考察を基に、水の温度と、重さの関	・問題追究Ⅰ～Ⅲの結果と考察を基に、プラスチックと木の温度と体積の関係や、水の温

る	積の関係と、温められた水と重さの関係を調べる。	係を予想することができる。	度と重さの関係を予想することができるようにする。
---	-------------------------	---------------	--------------------------

VI 研究の結果と考察

本研究は、小学4年理科の単元「電気のはたらき」において、一つの問題解決の中に共通体験①と共通体験②を位置付けた授業を研究者自身が授業実践Ⅰとして授業を行い、成果と課題を洗い出した。その後、改善を図った授業実践Ⅱを研究協力校の教諭に実践してもらい、本研究の汎用性を検証してみた。なお、授業実践Ⅱは、授業実践Ⅰと同じ学級において、「物の温度と体積」の単元で実施した。

1 授業実践Ⅰの結果と考察

(1) 「問題の発見」「問題づくり」の場面の結果

「問題の発見」の場面で共通体験である図1の、おもちゃの四駆を競走させた後に、児童がノートに記述した「気付いたこと」「疑問に思ったこと」の記述例は表1のとおりであった。

「問題づくり」の場面で児童がノートに記述した「自分で調べてみたいこと」の記述内容は、「おもちゃの四駆に入っている物（モーター、乾電池）は同じなのに、どうして走らない物があったり、速さや走る方向がちがったりするのか」という記述が多く見られた。

抽出児童Aにおいては、「自分で調べてみたいこと」では「どうしておもちゃの四駆④はモーターが付いているのに動かないのか」など3個を記述していた。また、授業後の感想では、「おもちゃの四駆は、いろいろなこせいがあって、後ろにすすんだり、動かなかったり、速かったりいろいろあった。」と記述していた。抽出児童Bにおいては、「調べてみたいこと」では、「どうして中身は同じなのに速さや方向がちがうのか」など3個を記述していた。授業後の感想に、「(中略)でも、おもちゃの四駆②が後ろに下がっていて、びっくりしました。」との記述が見られた。

(2) 「問題の発見」の場面の考察

事前アンケートの結果を見ると、電気で動くおもちゃで遊んだ経験があると答えた児童が13名であったのに対し、7名が経験がないと答えていた。生活経験に差がある中で、共通体験によって、全員の児童が電気で動くおもちゃに触れることができたことになる。そのため1名を除き、電気で動く物に対しての「気付いたこと」や「疑問に思ったこと」を記述できたものとする。

また、「問題の発見」の場面で、「気付いたこと」や、「疑問に思ったこと」について話し合いをして共有したことにより、2時間目の「問題づくり」では、全員の児童が「調べてみたいこと」を自力で1個以上記述できたものとする。内容的にもモーターの回転方向や速さに関係し、本単元の目標に基づいた記述をしている児童が多く、共通体験が問題づくりにおいて、有効であったことが分かる。

(3) 「問題追究」の場面の結果

3時間目の「モーターの『回るつなぎ方』と『回らないつなぎ方』を分類し、結果から考察することができる」では、共通体験①「豆電球をつないで明かりをつける。」(3学年の既習事項)を実施した。その後、児童が描いたモーターの回るつなぎ方の予想図の分類及びその人数は、表2の3時間目の予想欄のような2種類であった。抽出児童ではA、B共に二つの回路が描いていた。予想を描いているときに机間指導をしながら、「なぜこう考えたの?」と問いかけると、「豆電球のときと同じにつなげば良いと思うから」「+と-につなぐと豆電球がついたから」等のつぶやきが



図1 おもちゃの四駆

表1 気付いたこと・疑問に思ったこと

	児童の記述した例
気付いたこと	<ul style="list-style-type: none"> ・おもちゃの四駆③は、一番速い ・速さが、みなちがう ・おもちゃの四駆②は、後ろに走る ・おもちゃの四駆⑤は、おそい
疑問に思ったこと	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜおもちゃの四駆②は後ろに走るのか ・なぜ速さがみなちがうのか ・なぜおもちゃの四駆④は動かないのか

あった。予想を記述後、+と-を逆にした回路を描いた児童に理由を聞くと、「+と-が逆でも、豆電球はついたから」と答えており、多くの児童が賛成をしていた。また、実験結果から3時間目の「分かったこと」の記述とその人数は、表2のとおりであった。

表2 問題追究の場面の「予想」と「分かったこと」

	予 想	分かったこと
3 時 間 目	<ul style="list-style-type: none"> ○ 正しいつなぎ方をした回路を描いた…19名 ○ +と-を逆にした回路も描いた…10名 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 乾電池の+と-導線がつながっている時にモーターが回る…全員 ○ 極を逆にすると、モーターも逆に回るのはないか…14名
4 時 間 目	<ul style="list-style-type: none"> ○ 電池の向きを反対にする…15名 ○ 電池の+とマイナスを逆に導線につなぐ…5名 <p>上記二つの主な理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾電池をぎやくにしたとき、(前の時間と)プロペラがちがう向きで回ったから ・(おもちゃの)中を見たとき、おもちゃの四く②は後ろにさがったのは、電池がぎやくだったから ・電流のむきが、ぎやくになるから <ul style="list-style-type: none"> ○ 無回答…1名 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 電流の流れる向きが変わると、モーターの回転する向きも変わる…全員
5 時 間 目	<ul style="list-style-type: none"> ○ 直列つなぎと並列つなぎ両方記述…5名 ○ 直列つなぎのみ…10名 ○ 並列つなぎのみ…4名 ○ 両方とも未記述…1名 	<ul style="list-style-type: none"> ○ プロペラが速く回った時の特徴… 回路が輪になっている ○ 1ことあまり変わらなかったときの特徴… 途中から二つに分かれて、また一つになる <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 直列つなぎは、回路が枝分かれしていない ◎ へい列つなぎは、+と-どうしがつながって枝分かれしている
6 時 間 目	<ul style="list-style-type: none"> ○ 直列つなぎは乾電池1個や並列つなぎよりも明るくなる…13名 <p>理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・おもちゃの四くの速さが直列の方が速かったから…2名 ・プロペラの回る速さが直列の方が速かったから…5名 ・乾電池から流れる電流が多いと思うから…3名 ・乾電池が2個あるから…2名 ・記入なし…1名 <ul style="list-style-type: none"> ○ 明るさはちがう…5名 <p>理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロペラと同じで乾電池2個の方が速く回ったから…4名 ・乾電池2個の方が電流が多いと思うから…1名 <ul style="list-style-type: none"> ○ 未記入…2名 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 児童の主な記述 <p>「直列つなぎとへい列つなぎでは、直列つなぎのほうが強く光る」</p> <p>「おもちゃの四くといっしょで、へい列、直列つなぎの電流の強さがちがう」</p> <p>「枝分かれしていないで、電流の強さが強い」</p>

4時間目の「モーターの回る向きはどのようにすると変わるのかを結果から考察することができる」では、共通体験①「おもちゃの四駆①（電池1本）と②（電池1本逆向き）を走らせ、おもちゃの四駆①と②の配線を観察する」を実施した後に、「モーターの回る向きはどのようにすると変わるのか」という問題への予想を行った。児童の予想の分類及びその人数と理由は表2のとおりであった。抽出児童Bは、「電池を逆にすると回る向きが変わる」と予想しており、理由を「中を見たとき、(おもちゃの四駆)②は電池がぎやくだったから」と記述しており、おもちゃの四駆を根拠にしていた。共通体験②においては、実際に乾電池とモーター、プロペラ、簡易検流計を用いてモーターの回る向きは何によって変わるのかを調べた。すると、「電流の流れる向きが変わると、モーターの回る向きも変わる」という内容を全員の児童が記述していた。

5時間目の「乾電池2個を使って直列つなぎと並列つなぎを比較することで、モーターの回転する速さが変わるの、どのように回路をつなぐと変わるのか結果から考察することができる。」の共通体験①実施後の予想では、表2のような分類及び人数になった。抽出児童では、A、B共に並列つなぎのみを記述していた。

児童が上記の予想を記述しているときに机間指導していると、何度もおもちゃの四駆の配線の映像を見ながら配線を書き直している児童の様子が多く見られた。しかし、個別では一つのつなぎ方を考えるのがやっとで、直列と並列の両方を考えられた児童は少数だった。

共通体験②では、グループでつなぎ方を試行錯誤しながら取り組むことで、次第に直列つなぎと並列つなぎを見いだすことができた。その後、乾電池2個を使用しても、モーターの回転する速さには違いがあることにも気づき始めた児童が多く見られるようになってきた。

考察の場面では、黒板に「プロペラが速く回ったとき」、「1ことあまり変わらなかったとき」のグループで描いた図を貼り出し、それぞれの特徴をグループや全体で話し合った。児童から出された「プロペラが速く回ったときの特徴」は、「回路が輪になっている」で「1ことあまり変わら

なかったときの特徴」は「途中から二つに分かれて、また一つになる」といった意見であった。

教師から「直列つなぎ」、「並列つなぎ」という言葉を教えた後、「枝分かれ」というキーワードを全体に投げかけたところ、表2のように直列つなぎは「回路が枝分かれています」、並列つなぎは「+と-どうしがつながって枝分かれています」という意見が出た。

6時間目の「乾電池の数やつなぎ方を変えると電流の強さと電気のはたらきが変わることを結果から考察することができる」では、共通体験①を実施した後に、「豆電球で、乾電池の数やつなぎ方を変えるとどうなるか」の予想の分類及び人数は、表2のようになった。抽出児童Aは、「直列つなぎはプロペラの回りが速かったから豆電球もすごく光る」と記述しており、前時の既習事項を根拠にしていた。

共通体験②では、豆電球の明るさと電流の強さを調べた。その後、「分かったこと（考察）」の記述では、表2のような例が見られた。

(4) 「問題追究」の場面の考察

3時間目の結果から、豆電球と乾電池をつなぐ共通体験①をした後、モーターの回るつなぎ方の予想をほぼ全員の児童が正しいつなぎ方を図示していた。豆電球をつなぐ共通体験①を根拠として予想ができたものとする。

また、共通体験②の時間が十分に確保できたために、「回るつなぎ方」と「回らないつなぎ方」を見いだすことができただけでなく、風の向きが違うのに気づき、それが回転方向の違いであるのにも気づいたのをノートに記述や、発言から見取ることができた。

4時間目では、予想に対して、モーターの回転方向は乾電池へのつなぎ方に関係することを多くの児童が気付いていたことが、理由の記述状況から見取ることができた。「電流」という言葉を事前に知っており、それを根拠に理由を述べている児童が多かったり、前時の共通体験②の気づきを根拠にしている児童も多かったりしたのに対し、共通体験①でおもちゃの四駆の配線を観察したことを根拠にした児童は5名のみだったことを考えると、共通体験①より、他の既習事項や生活体験の方が効果的であったと言える。

また、共通体験②の前に簡易検流計についての学習を取り入れた。児童のノートの記述を見ると、電流の向きの調べる方法を共通体験②の前に知ることができて、考察を行う際に容易に電流の向きと、モーターの回る向きを関連付けて考えることができたと言える。

5時間目では、共通体験①で、2本の乾電池の+と-の向きの違いに、多くの児童が気付くことができたものの、それを基にして直列つなぎと並列つなぎの配線を予想するのは、多くの児童にとって困難だった。このとき、机間指導で「ここは回路になっているかな」や、「この向きだと電流が流れるかな」などの個別支援が効果的であったことが分かった。

6時間目の、予想の場面では、「直列つなぎは、乾電池一個や並列つなぎよりも明るくなる」と予想した児童が多く、「明るさはちがう」と答えている児童も理由を見れば、直列つなぎの方が明るくなることを予想しているのが読み取れる。その際、根拠としている物がそれぞれ「プロペラの回る速さ」であり、共通体験①で行った「おもちゃの四駆③、⑤の配線の観察」よりも、はるかに多いことが分かる。このことから、4・5時間目と同様に、前時の共通体験②の気づきを根拠にしている児童が多いことが分かる。本時においても、前時からのつながりを意識した共通体験①を取り入れていくことが効果的であることが分かった。

共通体験②の「豆電球の明るさと電流の強さを調べた」ことを基にして、考察の場面では、豆電球の明るさのみに着目して、「直列つなぎだと電球が明るくつく」ことを記述している児童が多かった。しかしながら、このことは本時において考察ではなく、結果に相当するものであったので、全体でまとめる場面において、再度全体に「本時のねらいは何だろう」と問いかけた。すると、電気のはたらきに立ち返ることができ、そのことにより共通体験②を基に根拠ある考察を書いた児童が増加したのだと考える。

電流の大きさに対しては、直列つなぎの方が電流が多く流れていることをおもちゃの四駆の速さや前時のプロペラの回る速さを根拠に述べていた児童が多く、本時の共通体験①だけでなく、前時

までの共通体験や、気づきの観察・実験も根拠として生かされていたことが分かった。

2 授業実践Ⅱの結果と考察

(1) 「問題の発見」「問題づくり」の場面の結果

共通体験である四種類の実験後、児童がノートに記述した「気付いたこと」の記述された内容は、「テニスボールをお湯につけると、ふくらんだ」、「フラスコを温めると、中にはいついた水が出てきた」など、様子の変化を簡略かつ明確に記述しているものが多かった。

「疑問に思ったこと」の記述内容では、「なぜビンの口の一円玉がふるえたのか。」、「何でペットボトルにつけたせん(栓)がとんだのか」など、「気付いたこと」がそのまま「疑問」へとつながっている記述がほとんどであった。

2時間目の問題づくりで、「調べてみたいこと」の記述では、「空気を冷やすと(体積は)どうなるのか。」「空気は温めると(体積は)どうなるのか」という内容を個別で記入した段階では多く、児童の発表でも、空気の温度と体積の関係に関する問題を発表している児童が大部分であった。発表後、全体で話し合いを行いながら教師の助言で、「物の温度と体積」の「物」という言葉に着目できるようにし、空気以外の物として、「水」「木」「金属」「プラスチック」へと視野を広げ、問題づくりをすることができた。

抽出児童のノートを見ると、抽出児童Bは「気づき」を四個記述しており、「疑問」では、「なぜ一円玉がゆれるのか」「なぜテニスボールがふくらんだのか」「(ペットボトルの栓は)2回目はなぜとばなかったか」「なぜ(フラスコから)水がでるのか」「ペットボトル(内)のゆげは、なぜできたのか」という五個を記述していた。問題づくりでは、当初「温度をひくくしたら、空気の体積はどうなるか」「空気はあたためると体積は大きくなるのか」の二個のみの記述であったが、全体の話合いを経て水や金属に関する疑問も記入していた。

抽出児童Aは「気づき」を四個と、「疑問」を「テニスボールを温めたらなぜふくらみ、時間がたつとへこむのか」、「ペットボトルに栓をつめて、1回目はとんだけれど、2回目はなぜとばなかったのか」という二個の記述をしていた。問題づくりでは、「テニスボールをひやすとどうなるのか」「水を温めると体積はどうなるのか、また、冷やすと体積はどうなるのか」という二個を記述していた。

(2) 「問題の発見」の場面の考察

授業実践Ⅰと授業実践Ⅱの「問題の発見」の場面で、児童の「気づき」や「疑問」の数をグラフ化してみると、下の図2、図3のようになった。

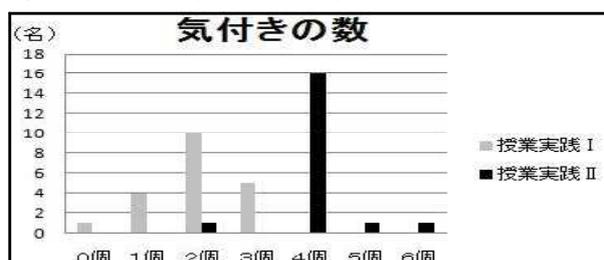


図2 気づきの数

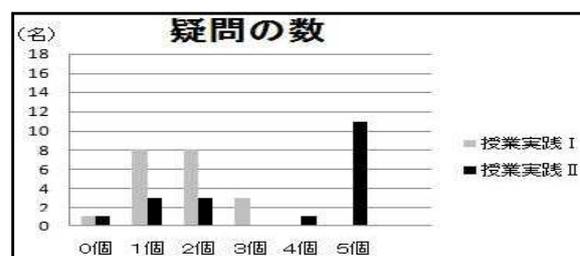


図3 疑問の数

学習内容が異なるため単純に数の比較はできないが、全体として「気づき」「疑問」共に授業実践ⅠよりⅡの方が個数の増加していることが分かる。児童の「気づき」や「疑問」の個数が増加した要因として考えられるのは以下の二点である。

一点目は、今年度の理科の授業において問題解決的な学習を繰り返し実施してきたことにより、「気づき」や「疑問」を見いだす能力が高まり、一人一人の問題の発見する力が育ってきたためだと考える。本学級は実践授業Ⅰの単元「電気のはたらき」を皮切りに、「月や星の動き」「物の体積と力」においても問題解決的な学習を繰り返し実施してきており、問題解決の方法を理解してきた児童が増加してきたものだと考える。

二点目は、教師が「問題の発見」の際、適切な問題づくりができるような共通体験を意図的に位

置付けてきたためだと考える。授業実践Ⅱでは、四つの共通体験を行ったが、それぞれ「へこんだテニスボールが…」 「一円玉が…」 などのリード文を問いかければ、児童が明確かつ容易に結果を見取れる実験であり、「気付いたこと」がそのまま「疑問」へと関連付けやすい物であったと言える。そのため結果のとおり、四つの実験に対し一つずつ、合計すれば四個以上の「気づき」を記入できた児童が8割にのぼったのだと考える。抽出児童A、Bにおいて、テニスボールの変化に着目しており、問題の発見に効果的な実験であったことが見取れた。抽出児童Aは、自ら問題を発見することが苦手な児童であるが、「気づき」や「疑問」も自力で記入することができ、問題づくりにおいても二個記入できたのは、問題を発見する力が育ってきた一つの証拠と言える。また、授業後の感想にも、「今日の理科をして今度の理科の実験が楽しみになってきた。」とあり、自発的に問題を発見しようとする意欲も高まってきたものとする。

問題づくりでは、当初、空気の温度と体積の関係に関する問題を発表している児童が大部分であった。これは、四つの共通体験が基本的に空気に関する実験のみで、水や金属に関するものはなかったからであり、前単元の「物の体積と力」を振り返ることにより、空気だけでなく水も取り上げてきたことを思い出し、空気以外の「物」へと広げられるような展開とし、単元間の系統性を生かせるような単元計画とした。全体での話し合いによって、結果的には水や金属の温度と体積に関わる問題づくりができた。

(3) 「問題追究Ⅰ」の場面の結果

3時間目の問題追究Ⅰ「共通体験①を根拠に、温度変化による空気の体積の変化を予想し、結果から考察をすることができる。」では、図4の自作教材の共通体験①（「つつの中からこんにちは」…湯や氷水を利用して、お化けの形をした風船がふくらんだりしぼんだりするおもちゃ）の演示実験を見た後、共通体験②（試験管の口にシャボン玉の膜を張り、試験管を湯で温めたり、氷水で冷やしたりする）の予想を行った。児童のノートの記述を分類すると、下の表3のようになった。



図4 共通体験①(つつの中からこんにちは)

表3 問題追究Ⅰの予想 (二重波線は、根拠のある予想)

予想1 試験管を温めると…	予想2 試験管を冷やすと…
<input type="checkbox"/> シャボン玉がふくらむ…17名 理由 <ul style="list-style-type: none"> ・風船がふくらんだから(共通体験①)…5名 ・空気の体積が大きくなるから…5名 ・テニスボールがふくらんだから…3名 ・押す力があるから…1名 ・記入なし…3名 <input type="checkbox"/> シャボン玉が割れる…2名 理由 <ul style="list-style-type: none"> ・風船がふくらんだから(共通体験①)…1名 ・空気の体積が大きくなるから…1名 	<input type="checkbox"/> シャボン玉がへこむ…16名 理由 <ul style="list-style-type: none"> ・風船がへこんだから(共通体験①)…6名 ・空気の体積が小さくなるから…6名 ・記入なし…4名 <input type="checkbox"/> シャボン玉は変わらない…2名 理由 <ul style="list-style-type: none"> ・風船がもとにもどったから(共通体験①)…1名 ・冷やしても空気の体積は変わらないから…1名 <input type="checkbox"/> シャボン玉が割れる…1名 理由 <ul style="list-style-type: none"> ・記入なし…1名

抽出児童Bの予想は、「あたためるとシャボン玉のまくが少し上に上がる」としており、理由はへこんだテニスボールを温めたことを根拠にしていた。一方、「ひやすとシャボン玉のまくは変わらない。」としており、理由は「ひやしても体積は大きくなるから」と記述していた。抽出児童Aの予想は、「温めるとまくがふくれる」「冷やすと下に下がっていく」とあり、理由は「空気を温めるとふえると思うから」「冷やすと体積が小さくなると思う」と記述していた。

共通体験②の結果に対する各グループの発表は、温めると「ふくらんだ」と答えたのが3グループあり、「ふくらんで割れた」と答えたのが2グループあった。また、冷やすと「下がった」と答えたのが4グループあり、「変わらない」と答えたのが1グループあった。抽出児童はA、B共に「温めるとふくらみ、冷やすとへこむ」と記述していた。考察の段階では、全体での話し合いで「わかったこと」を教師の問いかけと児童の発言やつぶやきから、「空気はあたためると体積が増え、

冷やすと体積が減る」とまとめ、気付きの実験で実施したビンの上の1円玉が動いた理由と、フラスコから水の出た理由を全体で考えることで本時をまとめた。

(4) 「問題追究Ⅰ」の場面の考察

問題追究Ⅰにおいて、温めたり冷やしたりしたときのシャボン玉の様子を予想した理由として一番多かったのは、風船の変化のことであった。これは本時の共通体験①で行った「つつのなかからこんにちは」を根拠に理由を書いたことになる。また、「テニスボールがふくらんだ」は、1時間目に実施した気付きの実験のことであり、この児童も本単元の既習事項を根拠にしたことになる。しかし、「空気の体積が大きくなる（変わらない）から」とあるのは、記述からは何を根拠としたかを見取ることができない。シャボン玉の共通体験①や気付きの実験を根拠にしている可能性も考えられるが、机間指導や発表の際に、教師から「どうしてそう考えたの？」と問いかけたり、本時のめあてにもう一度着目するように声をかけたりして、問題の答えになっていないことに気付かせ、根拠を明確にできるように指導を改善する必要性が明らかになった。

抽出児童Bは温めたときの予想の理由をテニスボールを根拠としているものの、冷やしたときは「空気の体積は大きくなるから」と書いており、冷やしたときの理由は根拠を明確に記述することができなかった。抽出児童Aは、「空気の体積が大きくなる（変わらない）から」と両方とも予想の理由を根拠を明確に記述することができなかった。又、抽出児童Bは「分かったこと」の記述が十分ではなく、抽出児童Aは記述できなかった。そのため予想と結果を比較し、考えを整理しながら自分なりの言葉や文章で表現することはできず、全体での話合いによって本時の問題を解決することができたものとする。

(5) 「問題追究Ⅱ」の場面の結果

4時間目の問題追究Ⅱ「共通体験①を根拠に、温度変化による試験管に閉じこめた水の体積の変化を予想し、結果から考察をすることができる。」では、共通体験①（試験管にガラス管を付け、閉じこめた空気を温めたりひやしたりする）を各グループで実施した後、共通体験②（試験管にガラス管を付け、閉じこめた水を温めたりひやしたりする）の予想を行った。ノートの記述を分類すると、下の表4のようになった。

表4 問題追究Ⅱの予想（二重波線は、根拠のある予想）

予想1 試験管を温めると…	予想2 試験管を冷やすと…
<p>○水がはじめより上に上がる…17名 理由 ・赤い水が上に上がったから（共通体験①）…7名 ・空気と同じで体積が大きくなるし思っから…6名 ・前の時間の実験で空気の体積が大きくなるから…1名 ・水は体積が大きくなるから…1名 ・記入なし…2名</p> <p>○水がふん水みたいに出る…2名 理由 ・赤い水が上から外に出たから（共通体験①）…1名 ・記入なし…1名</p> <p>○水がはじめより下に下がる…1名 理由 ・蒸発するから…1名</p>	<p>○水がはじめより下に下がる…14名 理由 ・赤い水が下に下がったから（共通体験①）…4名 ・空気と同じで体積が小さくなるし思っから…6名 ・前の時間の実験で空気の体積がへつから…1名 ・水は体積が小さくなるから…1名 ・記入なし…2名</p> <p>○変わらない…6名 理由 ・水はおし續められないから…3名 ・記入なし…3名</p>

抽出児童Bの予想は、「(水は) 温めると体積がふえ、冷やすとへる」としており、理由は「赤い水の実験（共通体験①）」を根拠として記述していた。抽出児童Aの予想は、「温めるとふえると思う。なぜなら、空気といっしょで、まくがふくらむのといっしょで、水も温めると水もふえると思う。ひやすとその反対。」と記述していた。

共通体験②の結果に対する各グループの発表は、温めると「上に上がった」と全グループが答えた。冷やすと「少し下がった」と全体ではまとまったものの、「元の位置にもどった」等のつぶやきもあり、納得のいっていない児童の様子も見られた。

考察の段階では、全体での話合いで「わかったこと」を教師の問いかけと児童の発言やつぶやきから、「水はあたためると体積が増える、冷やすと体積がへる」とまとめた。また、最後に空気との比較を考えるよう促し、「違いは?」「減る量を比べるとどうかな?」などの発問から「空気より体積の変化が小さい」という意見に収束し、本時を終了した。

(6) 「問題追究Ⅱ」の場面の考察

問題追究Ⅱにおいて、水を温めたり冷やしたりしたときの様子に対して予想の意見は分かれたものの、理由としては本時の共通体験①の空気の体積変化を根拠にしている児童が一番多かった。また、「空気と同じで体積が大きくなる（小さくなる）から」と答えた児童も同数程度おり、前時の共通体験②、もしくは本時の共通体験①を根拠にしたものと考えられる。

前時の予想と比較して本時の予想には、根拠を見取ることのできない「水の体積は大きくなる（小さくなる）から」等の記述は1名のみになった。原因としては、本時の冒頭に前時の反省を生かし、教師の方から『水の体積はどうなるのか？』っていう問題なんだから、『水の体積が増えるから』っていうのは予想になっていないよね。」という助言をしたことが効果的だったと考える。

抽出児童Bは、3時間目の予想を空気を温めた場合のみしか根拠を持った理由を記述できず、「分かったこと」も図5のとおり不完全な記述であった。しかし、4時間目では予想の理由に根拠をもたせ、「分かったこと」も自力で記述することができていた。さらに、本時の感想には「実験をして予想がはずれてしまったけど、自分の意見がしっかり言えて…」と記述されていた。「予想がはずれて」というのは、ここでは「水は空気より体積の変化が小さい」ことを指しており、水を温めれば体積が増え、冷やせば減ることに対しては予想どおりであったが、空気との相違点に対し実験結果を経て考察を適正に修正できたものと考えられる。3時間目と4時間目におけるノートの考察の変容から、抽出児童Bの思考と表現にも変容があったことが分かる。

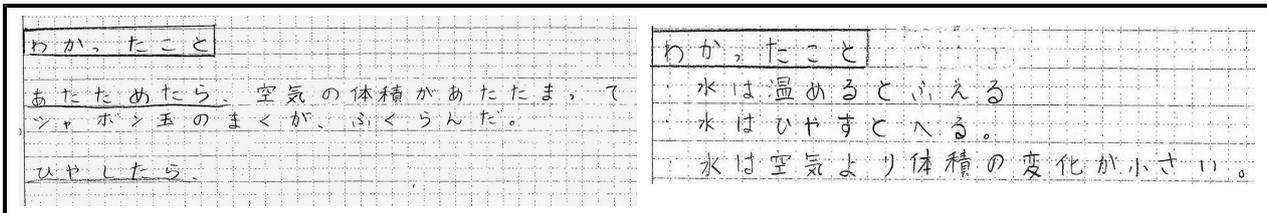
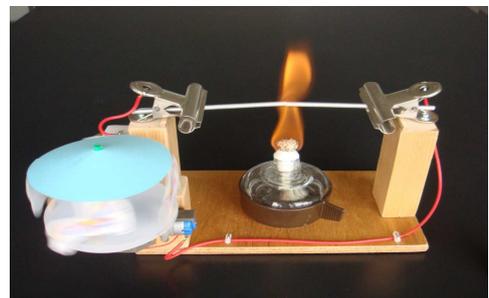


図5 抽出児童Bの考察の記述の変容（3時間目） → （4時間目）

抽出児童Aは、前時の予想の理由を「空気は温めるとふえると思うから」としており、根拠を見取ることができない記述であったが、本時では「空気といっしょで…」と記述しており、既習事項を根拠にした理由を書くことができていた。Aにおいても前時からの変容があったと考えられる。



(7) 「問題追究Ⅲ」の場面の結果

5時間目の問題追究Ⅲ「共通体験①を根拠に、図6 共通体験①（おもしろメリーゴーランド）

温度変化による金属球の体積の変化を予想し、結果から考察をすることができる。」では、図6の自作教材による共通体験①（二つの金属棒が離れている部分を加熱し、電流が流れるとメリーゴーランドが回る）の演示実験を見た後、共通体験②（金属球を熱し、金属輪を通すことで体積の変化を調べる）の予想を行った。ノートへの予想の記述を分類すると、学級全体（当日20名）では、上の表5のようになった。

表5 問題追究Ⅲの予想（二重波線は、根拠のある予想）

予想 金属球を温めると…	
○	輪を通らなくなる…16名
理由	<ul style="list-style-type: none"> はじめの実験で金属が伸びて電流が流れたから（共通体験1）…4名 空気や水と同じで体積が大きくなると思うから…4名 水と同じで体積が大きくなると思うから…2名 線路の間があつて夏になるとせまくなるから…1名 テレビで見たから…1名 記入なし…4名
○	輪を通る…4名
理由	<ul style="list-style-type: none"> 急には変わらないと思うから…1名 温めても変わらないと思うから…1名 1000度以上ないととけないと思うから…2名

抽出児童Bの予想は「通らなくなる」とあり、理由は「玉の大きさは熱で温めても変わらないと思う」と記述していた。抽出児童Aの予想は、「通ると思う」とあり、理由を「金属球を熱しても

そんなすぐには変わらないと思うから」と記述していた。

考察の場面では、教師の「自分で分かったことをノートに書いてみよう」という働きかけに対して、書き始められない児童も見られたが、「よく分からない人は、めあてを見ると分かるよ」等の助言の後には、ほぼ全員の児童が「分かったこと」を書くことができた。発表では「金属を温めると体積が増えることが分かりました」「金属は、空気や水と同じで温めると体積が増えます」などが出された。

抽出児童A、B共に「金属を温めると体積が増える」と記述し、抽出児童Aはさらに「金属をひやすと体積がへる」と記述していた。

(8) 「問題追究Ⅲ」の場面の考察

問題追究Ⅱにおいて、金属球を温めたときの様子に対し、「輪を通らない」と予想した児童は、理由として、空気や水と同じであることを理由としている児童が6名おり、前時までの既習事項を根拠としていることが分かった。また、本時の共通体験①（おもしろメリーゴーランド）を根拠にしている児童は4名のみであり、本時において児童には前時までの既習事項の方が根拠として挙げやすいものであったと言える。したがって、既習事項の系統性をはっきりしている単元においては、単元の終末に近付いてくると、既習事項を根拠にする児童が多くなることが明らかになった。

抽出児童においては、本時のノートの記述からA、B共に予想に根拠をもたせることができなかった。しかし、両者とも「分かったこと」の記述を自力ですることができ、その内容は適正なものであり、予想と結果を比較しながら自身の考えを修正し、記述できたものとする。さらに抽出児童Bにおいては、水で金属球を冷やし、再び金属球が輪を通ったことから冷やすと金属の体積が小さくなることまで考察をすることができており、共通体験②での冷却した体験と関連付けた思考ができていたのを見取することもできた。

3 授業実践Ⅰ・授業実践Ⅱを通じた考察

授業実践Ⅰを要約すると、各小単元における一つの問題解決の中に二つの共通体験を位置付ける学習活動は、根拠を持って予想や考察をする上において有効であることは明らかになった。しかし、前述の考察でも触れたとおり、単元構成や既習事項の系統性から共通体験①が児童の思考に沿った内容や活動になっていないと、共通体験①を根拠にして予想することは難しく、効果は薄くなってしまうことも分かった。したがって、共通体験①の内容や活動方法が、単元構成や既習事項の系統性から考えて児童の思考に沿っており、スムーズに根拠ある予想ができるものであるかを吟味、検討していくことが大切であると言える。

授業実践Ⅱでは、三つの問題追究があったが、単元構成や既習事項の系統性から三つの問題とも前時の共通体験②に類した共通体験①を根拠として、本時の予想をする内容にしたことにより、児童の思考の流れに沿った実践をすることができた。

授業実践Ⅱの実施前と実施後に学級全体にアンケート調査を実施した所、下の図7や図8のような結果になった。「予想」での「得意」と答えた児童は減少しているものの、「どちらかと言えば得意」との合計数を比較すれば増加をしており、「予想」も「分かったこと（考察）」も、「得意」や「どちらかと言えば得意」とする方へ全体が移行したことが分かる。

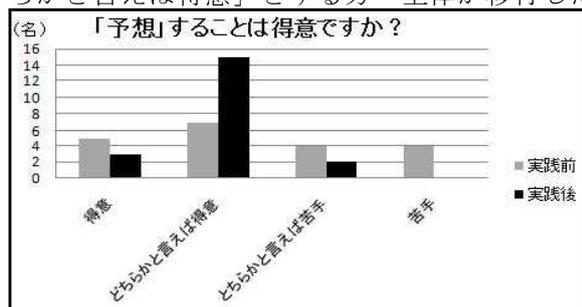


図7 「予想」に対するアンケート結果

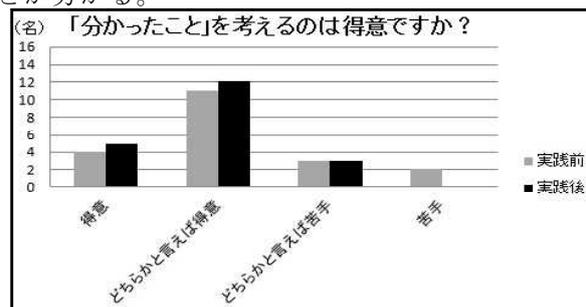


図8 「考察」に対するアンケート結果

また、「予想や分かったことを理由を付けて説明できるようになりましたか」という質問に対しての結果は、右の図9のようになった。

「予想」も、「分かったこと」に対しても、「できるようになった」「どちらかといえばできるようになった」と回答していた児童が大部分であった。

また、自由記述の欄には、「だんだん理由も書いてきて説明が少しできるようになった」、「まえより理由をつけるようになった」「図に書いたりするとやりやすい」「前のやった実験を

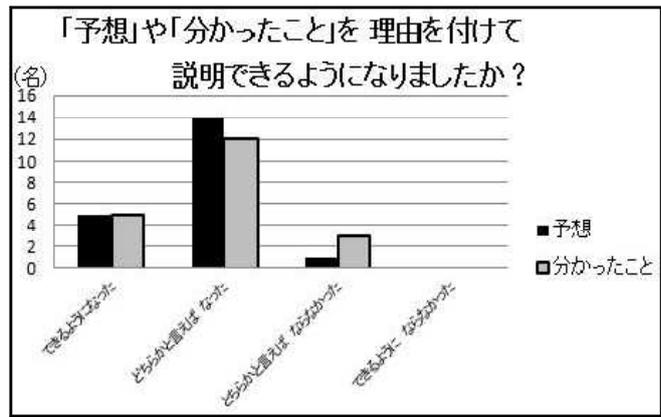


図9 「理由付け」に対するアンケート結果

もとに理由をいえるようになったから」「理由をつけると、どうしてその考えになったのかがせつめいできるから」等があった。

抽出児童においては、実践後のアンケートでBは「予想」を「得意」と答えており、「分かったこと」は「どちらかといえば苦手」と答えていた。しかし、「予想」も「分かったこと」に対しても、「理由をつけて説明できるようになった」と答えており、自由記述には「予想と同じで前の勉強とかをふり返ったりしているから」とも記述していた。Aは予想と結果の両方とも「どちらかといえば得意」と答えており、自由記述には「理科をして、そうぞうする力がすごくなったから」と記入していた。

上記の全体アンケートの結果や抽出児童の様子から、授業実践Ⅱを通して予想や考察に対する苦手意識の改善が図られたことが分かる。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

- 問題の発見の場面に共通体験を位置付けると、気づきの数や疑問の数が増加し、自発的に問題を発見しようとする意欲が高まるのと同時に、内容的にも単元の目標に基づいた適切な問題を発見しやすい。
- 単元の学習が進んでくると、問題の発見で行った共通体験自体が根拠になる場合があり、問題への気づきだけでなく、予想の根拠にもなる。
- 単元構成における系統性を十分吟味した上で、前時までの共通体験②に類した共通体験①を位置付けると、根拠ある予想をするための有効な手立てとなる。
- 根拠が明確に書いていない、もしくは発言できていない場合でも、教師がそう考えた理由を問い返したり、本時のねらいに着目するよう促したりすることで根拠ある予想へとといぎなうことができる。
- 予想の根拠がしっかりとしていれば予想と結果が違っても、その違った理由を自力で解決することが容易になり、適切な考察ができるようになる。

2 課題

- 共通体験①と共通体験②の内容があまりに酷似しすぎて、共通体験②を実施する意味がなくなってしまうことが懸念される。したがって共通体験①が予想の根拠となり、しかも共通体験②を実施する意義のある内容に精選するのが難しい。
- 従来の授業に比べてもう一つ観察・実験が増える訳であり、予想や共通体験①の時間が延びてしまうと、考察やまとめの時間が不足してしまう。

VIII よりよい実践に向けて

根拠ある予想や考察を児童ができるようになることは、恐らく理科を指導する教師全体の願いであり、目指すべき目標であると思う。今回の研究を通し、児童を取り巻く社会や家庭環境が多様化し、生活経験も実態が大きく異なる中で、全ての児童に共通の体験を与えることは大きな意義があることが分かった。

授業実践Ⅱを終えて実践した教諭が、「予想の前に共通体験をするのは良いと思います。でも、自分で考へるとなると何を共通体験にすれば良いのかが難しいですね。」と、述べていたのが印象に残っている。

若手や理科が専門外の教師に対し、参考になるような各単元に共通体験を明示した単元計画が作成できれば、今回の研究成果を生かすことができるものと考えている。

<参考文献>

- ・小学校理科実践研究会 編著 『小学校新学習指導要領の展開 理科編』 明治図書(2008)
- ・日本理科教育学会 編集 『理科の教育9月号』 東洋館出版(2011)
- ・日本理科教育学会 編 『これからの理科学習を支える教材』 東洋館出版(2002)
- ・福嶋 淳史 著 『勉強のできる子は図で考へる』 大和出版(2013)
- ・柴 一実 編 『初等理科教育学』 共同出版(2002)

<担当指導主事>

飯島 隆 相京 貴志