

問題解決の過程を取り入れた理科の授業づくり

教職実践基礎領域
蜂須賀 一輝

I はじめに

1 主題設定の理由

国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)の国際学力調査において、日本は理科について平均点が前回よりも有意に上昇しており、国際的に比較しても高い学力水準を維持していることが示された。しかし、意識調査においては「理科は楽しい」と回答した生徒は前回よりも増加しているものの 66%と大きく国際平均(81%)を下回っている。

また、OECD 生徒の学力到達度調査(PISA2015)についても、科学的リテラシーの各分野において、日本は国際的に見ても平均点が高く成績上位のグループに位置している。しかし、質問調査における生徒の科学に対する態度については、OECD 平均と比較すると肯定的な回答をした生徒の割合が依然として低いことが挙げられている。

以上のことから平成 28 年 12 月 21 日の中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」の中の「教育内容の改善・充実」では次のように示している。

国際調査において、日本の生徒は理科が「役に立つ」、「楽しい」との回答が国際平均より低く、理科の好きな子供が少ない状況を改善する必要がある。このため、生徒自身が観察・実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要であり、このことが理科の面白さを感じたり、理科の有用性を認識したりすることにつながっていくと考えられる。

これらの課題に適切に対応できるように、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の三つの柱に沿った目指すべき資質・能力が次のように示された。

1. 「知識・技能」

自然の事物・現象に対する概念や原理・法則の理解、科学的探究や問題解決に必要な観察・実験等の技能など

2. 「思考力・判断力・表現力等」、

科学的な探究能力や問題解決能力

3. 「学びに向かう力・人間性等」

主体的に探究しようとしたり、問題解決しようとしたりする態度

この三つの柱に共通して使われている問題解決という言葉は、私の研究の主題とも合致するところがある。また、本研究では、理科や自然科学の面白さに気づくことで、理科が好きであることを感じられる子供の育成を目指している。これは、「3」と相通じるものである。

以上のことから、本研究主題は、今後の教育の方針を見据えたものであり、理科好きの子供を増やしていく上で意義深いものと考ええる。

2 連携協力校について

学校の教育目標は「知・徳・体の調和のとれた感性豊かな人間形成を図る」である。近年小学校近くにマンションが建設されたこともあり、今後児童数の増加が予想されている。さらに外国人児童も多く在籍しているため日本語教室も設置されている。

国際感覚の基礎を培うために文部科学省教育課程特例校として英語活動を位置付けており、その一つとして DVD を用いた英語活動を行っている。

理科に関しては、観察や実験といった活動を楽しみにしている児童が多い。ただ、予想をしたり、結果から考えたりすることに苦手意識を抱いている児童もいるため、理科の授業に意欲的に取り組めていない姿もみられる。

3 研究主題の意味 ―問題解決の過程について―

小学校学習指導要領解説理科編(2008)において問題解決の過程は「児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説の基に観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方をもつようになる過程が問題解決の過程として考えられる」と示している。さらに、予想や仮説をもつ点に関しては、予想や仮説を基に観察、実験などの計画や方法を工夫して考えることも含めて書かれている。

また、藤井(2010)は問題解決について「問題解決とは、問題状況を明確化する過程でも、行動の方法の確実性を高めていく過程でも、『示唆』、すなわち、感じたことや思いついたことを、『反省』、すなわち、観察や実験をして確認・点検することをいう、一連の思考の働きによって進められる。このように、問題解決、ある

いは探究とは、例えば、直面している状況において示唆された観念が、現実性のあるものかどうかを反省的に検討し確認する知的活動である」としている。藤井の議論では、行動の確実性を高めていくことが述べられている点が注目される。理科の授業で言えば、問題を確かめる方法などの見通しについても一定の知的活動が求められていると考えられる。

また、藤井(2010)は「問題解決を協同的に行うことで、知識や技能の習得は効率的になる。子どもたちは、仲間と共に語り作業することを通じてよりよく学ぶ」と述べており、問題解決において仲間と共に学ぶことの重要性にも注目している。

森田(2008)は活用場面を設定することについて「一連の問題解決活動をとおして学んだ知識や技能が、確かなものとして定着しているかどうかを確かめるためには、知識や技能を問題解決の場で『活用』することが重要である。活用場面では、学習場面よりは複雑な状況で知識や技能を活用させるので、学習とは異なった状況での問題解決となる」と述べている。つまり、活用場面を設定することで、学習場面で学んだ知識や技能、観察・実験方法を定着させることができるとしている。

以上の事から、本研究においては問題解決の過程を次のように定義した。

仲間と関わりながら、不確かな問題について
予想・仮説を立て、観察・実験方法を考え、実
際に行い確認する。さらに、その方法を別の問
題においても活用し解決を目指していく。

これら一連の過程を問題解決の過程とする。

II 研究の方法

1 研究の目的

本研究では、理科や自然科学が好きな子供を育成することを目的とした。その実現のために、仲間と協同して行う問題解決の過程を取り入れた授業を行い、問題の解決を通して知識や技能の定着を図るとともに、理科や自然科学の面白さに気づかせていく授業づくりに取り組んだ。

2 研究の仮説

以下のような場面を取り入れた問題解決の過程を設定した理科授業によって、基礎的な知識や技能が身につくとともに、理科や自然科学の面白さに気づくだろう。

- 仲間と関わる場面
- 観察・実験に対して見通しをもつ場面
- 観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面
- 学びを活用する場面

3 手立てについて

村山(2013)は理科の学習における問題解決を展開するために、指導者である教師は、以下の点に留意しながら授業展開をする必要があるとしている。

- A 子どもの認知的葛藤を誘発する事象や場を用意しているか。
- B 子どもが主体となって問題を見いだしているか。
- C 問題に正対した予想・仮説を設定させているか。
- D 予想・仮説を検証できそうな観察・実験の計画を立てさせているか。
- E 子どもが目的に応じて適切に観察・実験を行っているか。
- F 観察・実験の結果を適切に処理させているか。
- G 子どもが結果を一覧したり、予想・仮説と照合したりして、考察しているか。
- H 問題解決を通して、科学的な言葉や概念として知識や技能を獲得させているか。
- I 子どもが獲得した知識や技能を活用して、実際の自然や日常生活の中で、適用したり、分析・判断したり、批判的に考察したりしているか。

本研究ではこの中の C と D を「観察・実験に対して見通しをもつ場面」とし、F と G を「観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面」としてこれらを手立てとした。また、I の知識や技能の活用については、実習校や子供の実態に合わせ、教師が自然や日常生活に関わる新たな課題を提示して、その課題に対して獲得した知識や技能を活用できるようにした。そして手立て「学びを活用する場面」として設定した。

さらに村山は「多様な学習形態を取り入れ、子ども相互の情報交換も適宜行い、子ども自らが問題解決を行うことができる状況を作ることが必要となる」と述べており、仲間と関わりながら学習する点についても注目している。

以上より次の四つを手立てとして設定した。

<手立て①>仲間と関わる学習形態の工夫

子供の実態に合わせて、子供同士が効果的に関われるように学習形態を工夫する。予想や仮説を立てる場面や結果を確認する場面では、他者の考えと触れ合うことで、より妥当な考えをもったり、正確な知識について確認したりする。また、観察・実験を行う場面では、互いの操作や方法を確認しながら行うことで技能の定着につながる。

<手立て②>観察・実験に対して見通しをもつ場面の設定

観察・実験に対して見通しをもつ場面では、問題や課題に対しての予想や仮説を立て、その予想や仮説を基に確認するための解決の方法を考える。

この場面の設定は、子供に何が問題・課題になって

いるのか、何を解決していけばいいのかなど観察・実験に対する目的意識をもたせるとともに、観察・実験をしたい、調べてみたいといった関心・意欲を高めるために行う。

<手立て③>観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面の設定

観察・実験の結果をまとめ・確認を行う場面では、まず観察・実験の結果を共有する時間を設ける。結果を共有することで、どんな観察・実験を行ったかを振り返ることができ、観察・実験における基礎的な知識の定着につながる。

次に、その結果からどんなことが分かったのか、予想や仮説は妥当だったのかを確認する時間を設ける。観察・実験の結果について考えることで、理科や自然科学についての理解を深めることにつながる。

<手立て④>学びを活用する場面の設定

森田(2008)は「課題に対し、多様な状況に合わせて科学的知識や技能を適用させ、解決に導く力」を活用力としている。そこで学びを活用する場面では、これまで学習してきた知識や技能を生かせる課題を設定することで子供の活用力を育てていく。

さらに、学級全体で同一の方法を判断・選択するのではなく、個人やグループごとに活用の仕方を判断・選択させることで、子供の観察・実験に対する意欲を高め、問題解決を自分の手で行っているという実感をもちせていく。

4 検証方法

- ① 授業のノートやワークシートの記述、授業中の発言などの児童の変化を観察した様子。
- ② アンケート調査、テスト結果。
- ③ 抽出児の変化を観察した様子。

Ⅲ 教師力向上実習Ⅰにおける実践(6月)

(1) 対象学級と期間

対象学級：愛知県公立小学校 第4学年4組
児童は33名(男子15名、女子18名)
期間：2016年5月28日(土)～6月24日(金)

(2) 学級の実態

本学級の児童らは、どの授業にも自分の考えや思いを挙手発言するなど意欲的に取り組むことができる児童が多い。一方で、学習に苦手意識を感じていたり、授業に集中できずすぐに話したり、手遊びしたりする児童もおり全体への指示が伝わりにくい面もある。

理科に関しては、科学に対して興味関心が高い児童が多い。季節の花の観察では、見た目だけでなく触った感じやにおいなども調べるなど五感を使って観察をしている様子も見ることができた。ただ、予想をしたり、結果から考えたりすることに苦手意識を抱いてい

る児童も多いため、自分の考えをもつことができないといった姿も見られる。

(3) 単元計画

ア. 単元

「電池のはたらき」 15時間完了

イ. 単元の目標

電流の向きや大きさ、つなぎ方についてモーターの回り方や豆電球の明るさと関係づけて理解させること、簡易検流計などの実験装置を適切に使えるようにすることを見いだす。

ウ. 単元計画

単元計画は以下に示す通りである。

次	時	学習活動	手立て
第一次	1	○乾電池と豆電球、スイッチを使った回路を作り、豆電球に明かりをつける実験を行う。	
	2	○乾電池を使いモーターを反対に回す実験を行う。	① ②③
	3	○簡易検流計の使い方と回路に使用する記号を確認する。	
	4	○「モーターと電池」「電池とスイッチ」	①
	5	「スイッチとモーター」の間に簡易検	②
	6	流計を挟み、各実験を行う。	③
第二次	7	○乾電池2個にしたときのつなぎ方を考え、それが「直列つなぎ」と「並列つなぎ」であることを学ぶ。	②
	8	○乾電池1個、2個直列つなぎ、2個並列つなぎでどの順でモーターが速く回るかを実験で調べる。	① ③
第三次	9	○乾電池とモーターを利用したおもちゃ作りの計画をする。	②
	10	○乾電池とモーターを利用したおもちゃ作りをする。	
	11		
	12	○発表を聞き、自分のおもちゃにどんなことが生かせることができるかを考える。	① ③
	13	○前回考えた「生かしてみたいところ」を取り入れておもちゃを直し完成させる。	
第四次	14	○太陽電池を使い日陰と日なたでモーターの回る速さと電流の大きさを調べる。	① ② ③
	15		
第五次	16	○学習を生かして、自分の力でモーターカーを製作し、実際に走るか試してみる。	④
	17		

【資料1 「電池の働き」の単元計画】

(4) 実践の内容

<手立て①>仲間と関わる学習形態の工夫について

第一次、第二次、第四次の授業では、仲間と関わるようにグループでの実験を行った。グループ内で互いの実験の様子を確認しながら行うことができるため、正しい実験の技能が身につくと考えた。また、モーターや簡易検流計といった理科の装置を初めて使うため、実験を苦手とする児童が個別で回路を完成することができず、電流の測定までできない可能性もあった。そのため、実験の苦手な児童も仲間に助

けてもらいながら最後まで実験を行うことで、実験に必要な知識や技能も習得できると考えた。また、助けた児童にとっても助けたことで再度確認ができ、知識や技能の定着につながると考えた。

第三次の授業では、より多くの考えや意見に触れることができるように学級全体で問題を解決する場面を設定した。乾電池とモーターを使ったおもちゃを一人一個作った後に、おもちゃの発表会を行った。その中で困っている児童のおもちゃを提示して、全員の問題解決の課題とした。一人では解決できなかったことも、仲間との関わりを通して様々な意見や考えに触れ解決していくことで、問題を解決できたという体験を味わわせることができると考えた。

<手立て②>観察・実験に対して見通しをもつ場面の設定について

第一次、第二次、第四次では実験に対しての予想をして、第三次ではおもちゃ作りの見通しを立てた。

第一次では、第1時間目に乾電池と豆電球を使って光を灯す実験と乾電池でモーターを回す実験を行った。豆電球については、3年生の既習内容「電気の通り道」の復習として行った。モーターについては本単元で初めて扱うため児童がその動き方を確認できるようにするために行った。これらの、実験を踏まえて豆電球では全員が同じように光ったがモーターでは児童によって回り方が違う点に注目させた。そこで第2時間目では「モーターを反対に回すにはどうしたらいいのか」を学習課題として、その予想を立てた。また、第4時間目には一つの回路内での電流と向きと大きさについての予想も立てた。

第二次では、第一次に乾電池1個の時の電流の向きと大きさについて学習したため、第7時間目では、まず乾電池を2個にしたときの電流が流れるつなぎ方について考えた。そして、児童の考えたつなぎ方を演示実験で見せた後で、そのつなぎ方が「直列つなぎ」と「並列つなぎ」であることを教えた。ここで、乾電池1個と直列つなぎ・並列つなぎ(乾電池2個)をモーターの回る速さで比べたとき、どの順番で速く回るかについて予想を立てた。

第三次では、乾電池2個とモーターを使ったおもちゃ作りを行った。そこで第9時間目では、どんなおもちゃを作りたいのか作製するための見通しを立てた。児童が見通しをもつために、教師が作製したおもちゃの提示と休み時間を使った児童との対話を行った。これらを通して、児童全員がおもちゃ作りに対して明確に見通しをもてるようにした。

第四次では、光電池を提示し乾電池との違いについて考えた。その中で「光電池には電極があるのか」という課題を設定し予想を立てた。

以上の手立ては、問題に対して見通しをもつことで実験に対しての目的を明確にでき、より意欲的に実験

を行うことができると考えた。

<手立て③>観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面の設定について

手立て③は「手立て②→活動(観察・実験等)→手立て③」を一つのサイクルとして行っていく。そのため、第一次、第二次、第四次では実験のまとめと確認、第三次ではおもちゃ作りのまとめを行った。

第一次、第二次、第四次では、まずどんな実験を行ったかを振り返りながら、グループ全員が実験結果をまとめるようにした。実験結果をグループでまとめることにより、実験に参加できなかったり、実験をやるだけになってしまったりした児童が正確に実験の内容を押さえられるようにするために行った。書く時に自分の中で実験をもう一度イメージできると考えた。

第三次では、おもちゃの発表を行った。直列つなぎのおもちゃと並列つなぎのおもちゃを比べられるようにしたり、モーターも回路に加えたおもちゃを提示したり、学習してきたことを復習できるようにした。

<手立て④>学びを活用する場面の設定について

第三次では、自分の考えたおもちゃ作りを行い、第五次では、決められたモーターカー作りを行った。

まず、第三次ではこれまでの手立てでも述べたように、乾電池2個とモーターを使ったおもちゃ作りを行った。ここでは、自分の作りたいおもちゃにあわせて、直列つなぎと並列つなぎのどちらかを選択させた。また、回路や電流の流れを意識できるように回路図を書かせた。回路図については、児童が回路を科学的な概念として考えられるように、これまでの学習の中でも描く場面を設けてきた。ここでは、自分のおもちゃから回路図を導き出すことによって、学んだことを生かせるようにした。

第五次では、本単元の当初の教材であったモーターカーを製作した。この単元のはじめの授業で児童に、ミニ四駆などの乾電池を使ったおもちゃを作った経験について聞いたところほとんどの児童が「作ったことがない」または「一人で作る自信が無い」と答えた。そこで、このモーターカー作りを自力で行うことで、今後こういった電池の仕組みなどの理科の学習が生かされているものに興味関心がもてるようになっていくのではないかと考えた。

(5) 抽出児について

本実践において、効果をより具体的に把握するために、抽出児A、Bの二名を設定した。

<抽出児A>

おとなしい性格ではあるが、授業では自分の考えをもち、発表するなど積極的に授業に取り組むことができる児童である。学力も上位である。

ただ、理科については苦手意識が強く、実践前には「理科が嫌いだから実験やりたくない」と話している姿も見られた。

<抽出児 B>

集中して授業に取り組むことができず、授業中に消しゴム遊びや落書きなどを行っている。そのため、指示を聞いていないことも多く、周りの児童に何をすればいいのか聞いている姿をよく見る。学力も下位である。

理科についてはとても好きなようで、観察や実験を意欲的に取り組んでいた。しかし、テストではなかなか点数がとれず、基礎的な知識や技能が身につけていないようであった。

(6) 手立ての成果

<手立て①>仲間と関わる学習形態の工夫

これまで児童らは、個人での実験が多く、この単元で初めてグループ実験を行った。そのため、第2時間目の実験では、グループで行うことに戸惑っていた児童も多く協力して実験に取り組めていなかった。ただ、何度も実験を行っていくことで、グループの仲間が実験をやっているときにアドバイスをする姿が目立ってきた。



【資料2 アドバイスをする児童の姿】

第五次のモーター作りでは、グループを編成していなかったものの、完成した児童が主体的に困っている児童のところへ行きアドバイスをしている姿も見られた。

第三次の授業では、抽出時 A のおもちゃが回路を正しく組んでもモーターが動かなかったため、これを全体への課題として取り上げた。そのときの発言記録を以下に示す。

	(抽出児 A が自分のおもちゃについて発表し、動かないところが困っていることであると全体に伝えた)
T	この A さんのおもちゃのどこに動かない原因があると思う？何でもいいから教えて
C1	<u>銅線がつながっていない</u>
C2	(モーターについている) <u>消しゴムの位置を右か左にずらせればいい</u>
T	じゃあ、消しゴムをとって動かかしてみる？ (確認の実験を行う)
C	回っていない
T	消しゴムも原因かもしれないけど、まだ他にも原因があるかもしれないね。
C3	<u>私も、S1 さんと似ていて銅線が切れていると思います</u>
T	まだ他にもある？
C4	<u>電池がもう切れている</u>
T	なるほど、まだある？
C5	<u>スイッチの中の金属の接触が悪いから ON にしてもつかない</u>
T	<u>い</u>
T	なるほどね。 じゃあ、出てきた原因をひとつずつ確かめていこう。まず電池からね

C	(電池の電気量を確認する)
T	まだある
T	電池も原因ではないね じゃあ次の銅線がつながっていないかもしれないね。
C1	(銅線の確認実験を行うが動かない)
T	<u>あつ、電池の下にテープが貼ってあるんじゃない？</u>
C1	どうということ？ <u>私のと同じで、金属のところに実験で使ったテープが残ってるから動かないかもしれない</u>
T	張ってあったら何で動かないの？
C1	電気が通らないから なるほど、みんなで確かめてみよう
C	(教材提示機で確認する) あつ付いてそう。
C	(テープを取って動かしてみる) おっ回った

【資料3 第12時間目の発言記録】

この発言記録の中で下線部が児童から出た原因の可能性の考えである。学級全体で考えたことで「銅線」「電池」「スイッチ」「モーター」の四つの視点からの考えを出すことができた。特に C1 と C2 の考えは、実際に自分も同じような経験をしたことで出てきた考えであった。また、この場面で発言しなかった児童も振り返りの中で「こまめにテープのチェックをする」と書いており、全体で問題を解決した経験が生かされていた。

以上のような第三次と第五次での児童の発言や態度は、グループでの実験や学習を十分に行ってきたことで、自分の考えを仲間と共有したいという思いが高まったと考える。

<手立て②>観察・実験に対して見通しをもつ場面の設定

第二次の予想の記述には、第一次ではあまり見られなかった予想に対する理由の記述が見られた。第二次では、「『①電池1個』と電池2個の『②直列つなぎ』と『③並列つなぎ』のなかでモーターはどの順番で速く回るか」の予想を行った。この場面では 33 名中 31 名が予想とその理由を書くことができていた。理由として、ほとんどの記述が電池の数に注目したものであった。また、第一次で学習した電流の流れ方を基に考えることができていた児童もいた。

①～③の回路のモーターはどの順番で速く回ろうか、予想しよう。

電池1個	電池2個 直列つなぎ	電池2個 並列つなぎ

○予想
③<①<②

○その理由
① 電圧はふつうで
② ①より電圧が2倍になるのだから速く回ると予想
③ ②より電圧が2倍になるのだから速く回ると予想

【資料4 第二次の児童の予想の記述】

<手立て③>観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面の設定

第一次、第二次では実験のまとめる時間を十分に設定することで、児童は自らのノートやワークシートに結果をまとめられるようになった。

特に、第二次では「2個の乾電池を直列つなぎにするとモーターは速く回り、並列つなぎの時は1個の乾電池の時と変わらない。」など直列・並列つなぎの特徴に気づいている記述や「乾電池2個の直列つなぎは電池1個の時より電流の大きさは大きく、並列つなぎは電池1個の時と同じ」のように「電流の大きさ」などの授業で扱った科学的な言葉を使った記述もあった。

「手立て②→活動(観察・実験等)→手立て③」を一つのサイクルとして繰り返し行っていくことで、児童の記述も具体的になるとともに、科学的な言葉を扱うことができるようになってきた。さらに、実験に対しても意欲的に取り組む姿勢が見られるようになった。

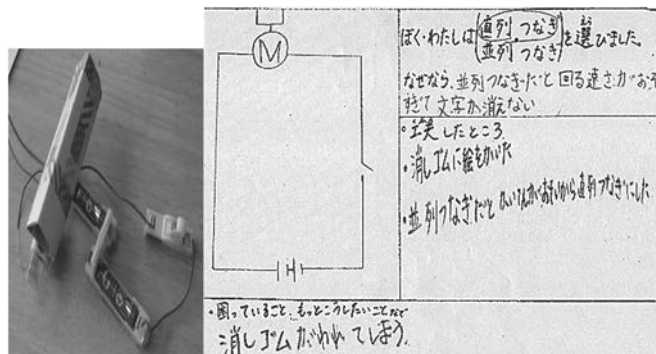
の気づいたこと

(かん電池2この直列つなぎは電池1この時より電流の大きさは大きく1い列つなぎは1この時と同じ)

【資料5 第二次の児童の結果の記述】

<手立て④>学びを活用する場面の設定

第三次では、電池を2個用いたおもちゃ作りを行った。まず、おもちゃ作りへの見通しをもたせるために動きの見本となるものの提示と授業後の対話を行った。これらを行ったことで、児童はおもちゃへの見通しをもち、第10、11時間目では意欲的におもちゃ作りを進めることができた。また、ワークシートを用いて電池2個のつなぎ方の性質を意識させたり、おもちゃの回路図を書かせたりすることでおもちゃを科学的に見ることができたと考える。おもちゃは全員が完成させることができた。ワークシートの記述についてもつなぎ方の性質を正しく用いることができていた児童は84%、正確な回路図を書けていた児童が60%であった。このことから、このおもちゃ作りがこれまでの学習を十分生かすことができるものであったことがいえると考える。



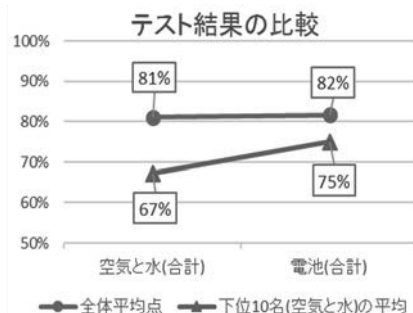
【資料6 第三次の児童のおもちゃとワークシート】

「理科について好きかどうか」聞いたところ、肯定的

な回答が実践前は57.6%だったものが実践後には84.8%に上がっており、この実践によって児童の理科に対する態度が肯定的に変容した。

(7) テスト結果について

本単元「電池の働き」と前単元「閉じ込めた空気と水」のテスト結果を比較した。結果は次の通りである。



【資料7 児童のテスト結果の比較】

学級全体の平均点は変化がなかったものの「閉じ込めた空気と水」において下位10名だった児童の平均点には上昇傾向がみられた。このことから、学力下位の児童にとって、今回の手立ては基礎的な知識や技能を身につけるうえで効果があったと思われる。

また、実践後の振り返りには「モーターで作るおもちゃや車を組み立てるのが楽しかったです。」や「最後のおもちゃ作りで一人一人いろんな種類のおもちゃがあって楽しかったです。」などおもちゃについて記述している児童も多く、学んだことを活用できる場面を問題解決の過程の一つとして設定した点も効果があったと思われる。

(8) 抽出児の様子について

<抽出児A>について

Aは、はじめは他の児童が実験するのを見ているなど消極的な姿を見ることが多かった。しかし、第三次のおもちゃの発表で動かなくて困っている問題を学級の仲間と一緒に解決したことで、少しずつ積極的に実験に参加するようになった。最後の振り返りでは「先生が来る前は理科が少し嫌いでした。でも、先生に教えてもらって、理科って楽しいなと思えました。電池の働きがぐわしくしてよかったです。」と記述しており、Aの理科に対しての気持ちが変容した。この実践がAにとって効果的であったといえる。

<抽出児B>

Bは、第一次から積極的に実験に参加することができていた。ただ、電池の向きを変える実験では、実験を終えると他のことに意識がいきってしまい結果をまとめていなかった。そこで、机間指導の中で「この実験でどんなことが分かった？」など声をかけ、同じグループの児童にもBと一緒に結果をまとめるように指導した。こうした指導を通して少しずつ予想を書いたり実験結果についても、意識的にまとめられたりできるようになった。さらに、テストにおいても前回よりも点数の上昇がみられた。以上から、Bにとってこの実践でグループの仲間と一緒に実験を行い、その結果を共有したことで、基礎的な知識と技能が身についたと考えられる。

(9) 課題について

本実践では手立て②③において課題が残った。

一つ目は、手立て②において実験方法を児童が考えることができなかったことである。単元の系統性や発達段階による部分はあるものの、この単元前にもっと電池やモーターを使う体験や経験を積ませることが必要であった。

二つ目は、手立て③において実験結果をグループで話し合っただけで考察する場面が十分に設定することができなかったことである。本実践では実験自体とその結果を共有する時間を多く設定したことで話し合いをすることができなかった。

IV 教師力向上実習Ⅱにおける実践（10月）

(1) 対象学級と期間

対象学級：愛知県公立小学校 第6学年3組
児童は37名(男子15名、女子22名)
期間：2016年9月26日(月)～10月21日(金)

(2) 学級の実態

本学級の児童らは、集中して授業を受けることができ、しっかりと自分の考えをもつことができる児童が多い。一方で、積極的に発言しようとする意識が低く、挙手や発言する児童はやや固定され気味である。また、グループ活動等で自己中心的に進めてしまう児童もいるため、全体的に協力する姿勢が薄れているように見受けられた。

理科に関しては、実験や観察といった活動を楽しみにしている児童が多い反面、予想や仮説を立てたり結果から考察したりする場面では苦手意識をもっているため意欲的に取り組めていない姿も見られた。

(3) 単元計画

ア. 単元

「水溶液の性質」 13時間完了

イ. 単元の目標

水溶液は酸性・中性・アルカリ性に分けることができること、酸性やアルカリ性の水溶液には金属を変化させるものがあること、溶けている物質には固体だけではなく気体の物質もあることを見いだす。

ウ. 単元計画

単元計画は以下に示す通りである。

次	時	学習活動	手立て
第一次	1	○リトマス紙を用いて、水溶液を酸性・中性・アルカリ性に仲間分けする実験を行う。	①
	2		
	3	○身の周りにおける水溶液と次時のグループ実験のテーマについて話し合う。	②
	4	○身の周りにおける水溶液の性質についてリトマス紙とマローブルー試薬を使い、酸性・中性・アルカリ性に仲間分けする実験を行う。	① ④
	5		

第二次	6	○炭酸水を使い、溶けているものを予想し、それを確かめる方法をグループごとに考え、実験を行う。	②	① ④
	7		③	
第三次	8	○塩酸にアルミニウム片とスチールウールを入れ、どのように反応するかを実験する。	② ③	①
	9	○アルミニウムが塩酸に溶けたことを確認するために、蒸発させて取り出す実験を行う。	② ③	
	10	○前時の実験で出てきた白い粉がアルミニウムなのかを検証する実験を行う。	② ③	
第四次	11	○これまで実験してきたことを生かして、6種類の水溶液を調べなおす実験を行う。	③	① ④
	12	○チャート図を用いて水溶液を調べていく方法をグループで考える	②	
	13	○グループで考えた方法を用いて水溶液を突き止める実験を行う。	③	

【資料8 「水溶液の性質」の単元計画】

(4) 実践の内容

<手立て①>仲間と関わる学習形態の工夫について

第一次から第四次まで単元を通して行った。予想・仮説設定の場面や考察の場面で自分とは異なる考えや自分と同じ考えにふれることで、自分の考えを深めることができるようにした。できるだけ多くの考えに触れることができるように、グループでの学習だけではなく全体で考えをまとめる場も設定した。

また、実験を行う場面では互いに正しい実験の方法を確認・協力しながら進めるためにグループ実験を行った。結果を記録する際にはグループ内で記録を共有する時間を設けることで実験技能や知識の定着にもつながるようにした。

<手立て②>観察・実験に対して見通しをもつ場面の設定について

手立て①と同様に単元を通して行った。実験への見通しをもたせる場面を設けることで、実験の目的や方法を確認したり、予想を立てたりすることで科学的に考えることにつながられるようにした。

第一次では水溶液の性質と水溶液の定義を学んだ上で身近な水溶液について考えた。そして、それぞれのグループごとに調べる水溶液についてテーマを決めて、実験に対して目的意識をもたせた。

第二次では、炭酸水に溶けているものとその確かめ方について、グループ毎に考える場面を設定した。

第三次では、第8時間目に塩酸にアルミニウム片とスチールウールを入れるとどう変化するかについて予想を立てた。第9時間目では溶けたアルミ片はどこに行っただけかを予想し、その確認する方法を全体で考える場面を設定した。第10時間目でも、蒸発によって出てきた白い物質がアルミニウムかどうかを確かめる方法について全体で考えた。

第四次では、見た目では分からない水溶液 6 種類の判別方法についてグループごとに考えた。

第二次と第四次では、実験方法までグループで考えることで実験に対して明確な見通しをもてるとともに、実験に対して意欲的に取り組めるようになると考えた。

＜手立て③＞観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面の設定について

手立て③は「手立て②→活動(観察・実験等)→手立て③」を一つのサイクルとして行っていく。また、結果をまとめるだけではなく、予想との比較や結果の考察、実験方法の妥当性など実験結果の確認を行う。

第一次と第四次では、実験結果を表にまとめられるようにした。結果を表にまとめていくことで、数多く行う実験を整理しながら行うことができ、他の実験結果と比較しやすくなると考えた。

＜手立て④＞学びを活用する場面の設定について

第一次では、水溶液の性質やリトマス紙を用いた判別方法について学んだ後に、その学びを活用する場面として身の周りの水溶液について仲間分けする実験を行った。この活用場面によって、児童はリトマス紙の実験の基礎的な知識や技能を身につけることができると考えた。

第二次では、炭酸水に溶けているものを調べる実験を行った。この実験では、溶けている可能性のあるものを 2, 3 つ予想し、それを検証していく方法についてグループごとに考えた。5 年生では蒸発実験、6 年生の一学期には石灰水やろうそくを用いた実験を行っていたため、この活用場面では、これまで実験してきたことを復習することができると考えた。

第四次では、本単元「水溶液の性質」で学んだことを活用できるように設定した。見た目では分からない 6 種類の水溶液についてリトマス紙の実験や蒸発実験、ブルーマロー指示薬を用いた実験など学んだ知識や技能を活用することで学習の定着を目指した。さらに、チャート図を用いて実験方法を考えることで、実験の順番にも注目できるようにした。また、この活用場面では、6 種類から 3 種類の水溶液をグループごとに選択し、ペアとなっているグループに問題として提示する形にした。自分たちが問題を出す側になることでより意欲的に取り組めるようにした。

(5) 抽出児について

＜抽出児 C＞

普段の授業では発言・発表を積極的にしないものの、自分の考えをもつことができる児童である。グループ活動においても他のメンバー引っ張っていくのではなく、どちらかといえばついて行くタイプである。ただ、学力的には上位よりも下位にとどまっている。

また、理科は苦手な教科の一つであり、実験にあまり参加していなかったり、実験結果から自分の考えをもつことができていなかったりする姿も見られた。

(6) 手立ての成果

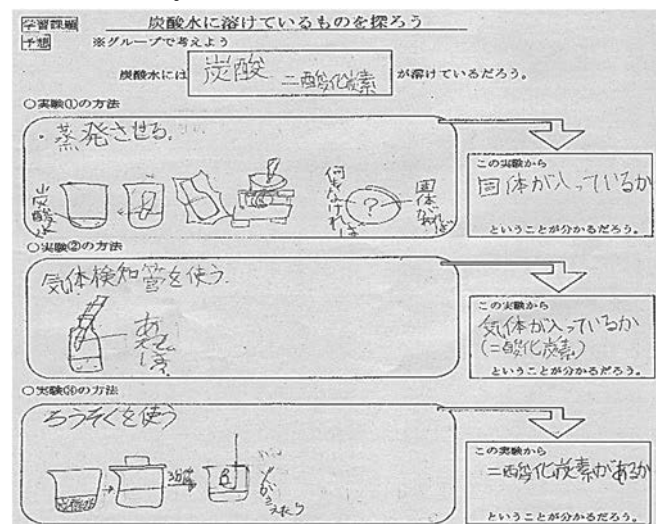
＜手立て①＞仲間と関わる学習形態の工夫について

グループでの実験や話し合いを恒常的に行っていくことで、少しずつ仲間に関わりながら行うことの楽しさを感じていったように見えた。特に、第四次の水溶液クイズの実験では、20 分間の制限時間を設定して行ったが、5 分ほど残してすべてのグループが実験を終えることができていた。児童の振り返りにおいても「班のみんなで力を合わせて答えを出すことができた」や「班の子と協力するのが楽しかった」などの記述があり、仲間と関わりながら行うことの良さを感じていることが分かった。

また、第一次のリトマス紙を用いた実験では、お互いに正しく実験しているか確認しながらやるように指示したことで、グループで実験方法や留意点について意識しながら行うことができていた。この第一次でのリトマス紙実験の知識や技能が定着したことで、その後の実験をスムーズに行うことができたと考える。

＜手立て②＞観察・実験に対して見通しをもつ場面の設定について

第二次では、炭酸水に溶けているものを突き止めるための実験方法と仮説を立てた。実験方法は、文章だけではなく絵でも書けるようにし、仮説は「この実験から・・・が分かるだろう」と設定し、一つの実験方法に対し一つの仮説を立てるようにした。この場面では、全 9 グループが二つ以上の実験方法とその仮説を立てることができた。



【資料9 第二次の児童の結果の記述】

＜手立て③＞観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面の設定について

実験後の結果をまとめる時間を十分に設定したことで、ほとんどの児童が毎時間結果をまとめることができていた。特に、第四次の第 11 時間目では実験の数が 48 通り(水溶液 8 種類を 6 通りの方法で行った)がすべてのグループで一つも漏れなく結果を共有することができた。繰り返して行ってきたことで、実験の技術

とその結果の取り方に効果があったといえる。

水溶液 調べ方	水道水	石灰水	水酸化 ナトリウム	塩酸	ミョウバン水	食塩水	(にがり)	(砂糖水)
見た目	色を 透明	色を 透明	色を 透明	色を 透明	色を 透明	色を 透明	色を 透明	色を 透明
におい	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
リトマス紙	中性	アルカリ性	アルカリ性	酸性	酸性	中性	アルカリ性	中性
マローブルー	うすむらさき	黄	黄	赤い	赤い	うすむらさき	青	うすむらさき
炭酸	なにも ない	石灰(白)	白い粉	なにも ない	白い粉	塩(白)	白い粉	石灰(白)
(BTB指示)	青	青	青	赤	赤	赤	青	緑

【資料10 第四次の児童の結果の記述】

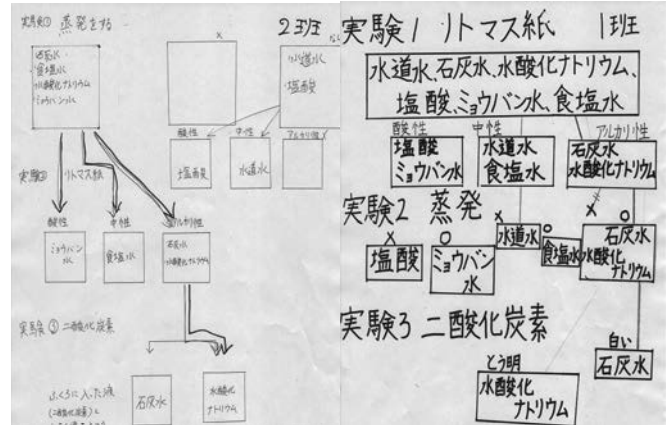
<手立て④>学びを活用する場面の設定について

第一次では、前時に学んだリトマス紙の実験や水溶液の性質を生かすことができた。すべての班で、実験結果と水溶液の性質が一致していた。さらに、持参した水溶液は自分の手で実験することで、実験の技能についても確認できたと考えている。また、グループごとにテーマを設定したことで「飲み物のほとんどが酸性だった」「食に関係するものは酸性、関係しないものはアルカリ性だと考える」などそれぞれの水溶液の結果を基に考察できていた記述あった。

第二次では、過去に行った実験を生かすことができていた。この場面では、気体検知管の使い方を間違えたり、ろうそくを用いた実験でふたを開けたまま行ったり試行錯誤しながら実験を行っているグループが多かった。結果的に実験が一部失敗してしまったグループもあったが「実験の手順があまりよくなかった。しっかりとどの順番に実験をするのかを考えて無駄な時間が無いようにしたい」など失敗を次に生かそうとする記述も見られた。また、「自分たちで実験方法を考えてやるのは楽しかったです」「自由にいろんな方法を組み合わせ合わせて調べることが面白かった」など活用することに楽しさや面白さに気づいている記述も多かった。

第四次では、この単元で学んだことを生かすことができた。第12時間目に水溶液クイズを解決するための見通しの時間を取ったことで、これまでのワークシートや教科書を活用しながら、どのような順番で行うかを綿密に決めてチャート図に表すことができていた。同じ実験（リトマス紙実験、蒸発実験、二酸化炭素を加える実験）でも行う順番によって、チャート図が変わってくるため、それぞれのグループでどの方法と順番が効率的か、分かりやすいかを話し合う姿も見られた。そのため、児童の記述にも「計画はバッチリなはずなので明日は頑張りたいです」「水溶液クイズで効率よく水溶液の名前を当てられるようにしたいと思う」など水溶液クイズへの意欲の高まった様子が分かるものが多くあった。また、クイズの出し手としても、反応が似ているものを選ぶなど、これまでの実験結果を踏

まえて考えられていた。



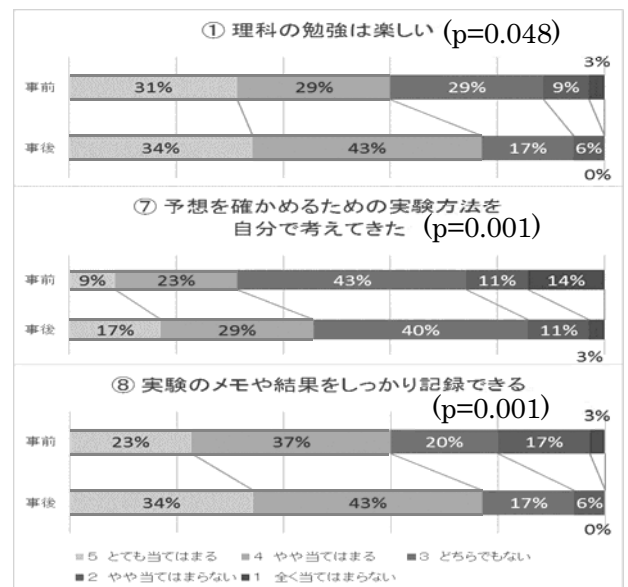
【資料11 児童の考えた実験手順を表したチャート図】

(7) アンケート結果とテスト結果について

<アンケート結果について>

単元の事前事後に「理科に関するアンケート」を行った。アンケートでは14項目(5択回答式)を質問した。

次のグラフの「⑦予想を確かめるための方法を考えてきた」と「⑧実験のメモや結果をしっかりと記録できる」では、以下のように肯定的な回答が増加した。これは<手立て②>と③>が効果的であったと思われる。さらに、これらを取り入れた理科授業を行ったことで「②理科が楽しい」と思うようになった児童が増加したと考える。以上の3項目については、t検定において有効水準 ($p < 0.05$) を満たしていた。

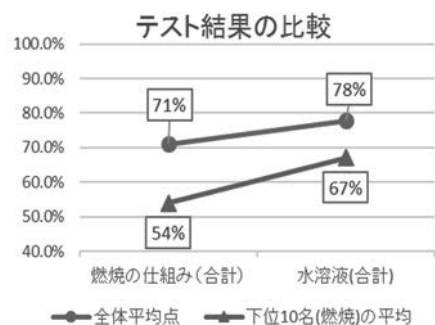


【資料12 事前・事後のアンケート結果の比較】

また、有効水準を満たしていないものの肯定的な回答が上がったものがある。回答は「⑬友達と一緒に理科を勉強することは楽しい」の項目では肯定的な回答が75%から88%に変わり、「⑭観察や実験の進め方や考え方を友達と協力して決めるようにしている」の項目においても、肯定的な回答が55%から77%に上昇していた。これらの結果は<手立て①>の仲間との関わりが効果的であったと思われる。

<テスト結果について>

本単元「水溶液の性質」と同じ粒子の内容である「燃焼の仕組み」のテスト結果を比較した。結果は以下の通りである。



【資料13 児童のテスト結果の比較】

全体の平均点が本単元では7ポイント上昇していた。

また、「燃焼の仕組み」において下位10名だった児童の平均点についても13ポイント上昇

していた。どちらの結果もt検定において有効水準($p < 0.05$)を満たしていた。(全体の平均 $p = 0.001$ 、下位10名の平均 $p = 0.047$)このことから、児童にとって基礎的な知識や技能を身につけるうえで本実践は効果的であったと思われる。

(8) 抽出児Cの様子について

Cは、第一次では実験に対してこれまでのように消極的な姿が見られた。第二次ではグループで話し合っ

て実験方法などを考え、実際に実験を行っていきな

かで少しずつ自分から実験に参加するようになってい

った。振り返りにも「楽しかったけど全然うまくできな

くて残念だった。次は頑張りたい」とあるように少しづ

つ意欲的になってきた。そして、第四次では手順につ

いての話し合いから積極的に参加し、最後の実験では

グループの中心として行っていた。振り返りでも「ク

イズ式の実験はすごく楽しかったです。またやりたい

です」と記述していた。テスト結果についても、「燃焼

の仕組み」のテストよりも点数の上昇が見られた。

以上のことから、Cにとって本実践での手立ては理科

に対しての楽しさに気づくとともに理科の基本的な

知識や技能を身につけることができたと考えられる。

(9) 課題について

本実践においても手立て②と③に課題が見られた。

手立て②については、見通しをもつ場面において予

想を立て、実験方法まで考えることができたが、予想

の理由についてあまり考えることができなかったこと

である。

手立て③については、実習Iと同様に実験結果から

何が言えるのかなど考察を十分に行うことができな

かったことである。また、予想と比較したり関係づけ

たりする記述も少なかったため、予想を振り返ること

と次への問題や疑問を見いだせるようにしていきたい。

V 研究のまとめ

1 成果

本論での分析を踏まえて成果についてまとめると次

のようになる。

<手立て①>仲間と関わる学習形態の工夫の成果

グループや全体など場面や子供の実態によって学

形態を変えていくことで仲間の違った意見や考えに触

れたり、仲間とともに考えることの楽しさを経験した

りすることができた。また、観察・実験においては

グループで行うことで互いに確認することができ、観

察・実験の知識や技能の定着につなげることもでき

<手立て②>観察・実験に対して見通しをもつ場面の設定の成果

観察・実験に対して見通しをもつ場面を設定するこ

とで、観察・実験への目的意識をもち、調べたいとい

った意欲を高めることにつながった。

<手立て③>観察・実験の結果のまとめ・確認を行う場面の設定

観察・実験の結果をまとめ・確認を行う場面におい

て結果をまとめ、共有する時間を設けることで、一人

一人が結果について復習することができ、基本的な知

識や技能の定着につなげることができた。

<手立て④>学びを活用する場面の設定の成果

学びを活用する場面を設定することで、学んだ知識

や技能を生かすことの楽しさや面白さを高めることが

できた。また、自らの手で問題解決を行った実感も

たせることができた。

以上から本論の分析を踏まえて考えると、上記のよ

うな問題解決の場面の過程を取り入れた理科授業を行

えば、基礎的な知識や技能を身につけ、理科や自然

科学の面白さや楽しさに気づくことができると言える。

2 今後の展望

本研究での実践は、実習生という立場であったため、

それぞれ1単元だけの実践であった。本来このような

問題解決の過程を取り入れた授業は何度も繰り返した

り、様々な教科で実践したりすることで子供たちは力

をつけていくと考えている。今後は、長期的な視野で

実践をし、他教科においても行っていきたい。

<引用・参考文献>

- ・中央教育審議会(2016)「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf (2017.2.7 最終閲覧)
- ・藤井千春(2010)『子供が蘇る問題解決学習の授業原理—学習指導と生活指導を合体する指導法の魅力—』明治図書
- ・村山哲哉(2013)『「問題解決」8つのステップ—これからの理科教育と授業論—』東洋館出版
- ・森田和良(2008)『知識・技能の活用と習得を促す教材のアイデア』図書文化社
- ・文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書