

11	海部	蟹江町立蟹江中学校	シモサト ハヤト 下 里 隼 都
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）

主体的に活動する生徒の育成を目指した理科学習
—生徒主体の実験を通して—

1 研究のねらい

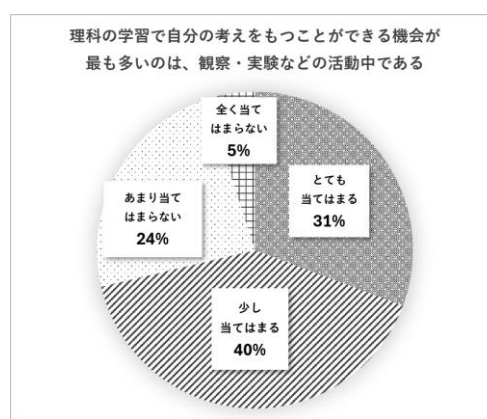
中学校学習指導要領において、現代を生きる今の生徒に対して、主体的・対話的で深い学びの実現に向け、見通しをもって観察・実験を行い、科学的に探究する力の育成が必要とされている。また、知識・技能の習得にとどまらず、それらを活用して課題を解決するための探究の過程を重視した学習の充実が求められている。

本学年の生徒は、観察・実験などの活動に積極的に取り組むことができる。また、周りの生徒と協力して行う活動にも進んで取り組み、ともに努力することの大切さを感じている生徒が多く見られる。一方で、特定の生徒の意見に左右され、自身の考えをもつことが難しい生徒も見られる。このような状況をもとに理科の学習意識に関するアンケートを実施した。

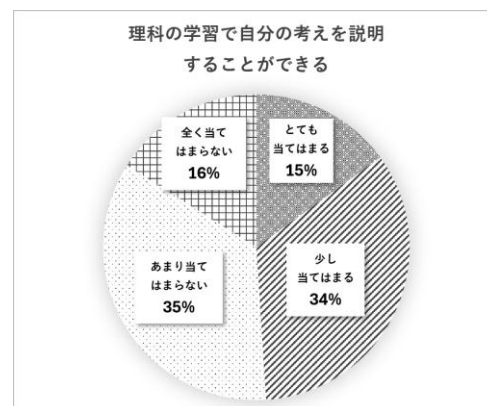
「理科の学習で自分の考えをもつことができる機会が最も多いのは、観察・実験などの活動中である」という問いに、71%の生徒が肯定的な回答を示した【資料1】。肯定的に回答した生徒の理由には、「実際に体験することで自分なりに課題を考えることができるから」「目の前で起きた謎を解明することができるから」といった記述があった。この結果から、観察・実験などの活動を実際に行うことで、目の前で起こる事象に対して自分の考えをもつことができると考えている生徒が多いことがうかがえる。

一方で、「理科の学習で自分の考えを説明することができる」という問いには、51%の生徒が否定的な回答を示し、半数以上の生徒が説明することに対して苦手意識があることがうかがえる【資料2】。否定的に回答した生徒の理由には、「間違っていたら恥ずかしいから」「言葉にすることが難しい」といった記述があった。また、「理科の学習において、自分の考えが合っているか気になり、周りの考えを知りたいときがある」という問いには、89%の生徒が肯定的な回答を示した【資料3】。

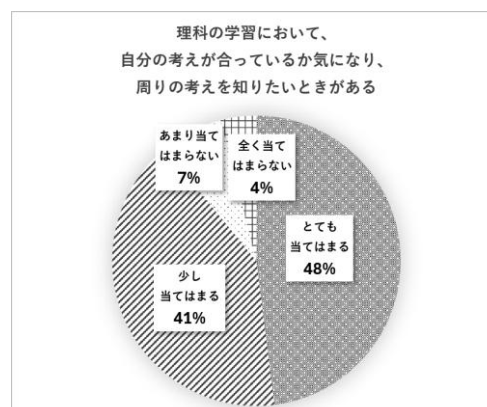
これらの結果から、学習課題が曖昧で、根拠のある考えをもつことができないため、考えに自信がもてず、周りを頼ってしまう生徒が多いのではないかと考える。そこで、自分の考えをもつことができる機会が多い観察・実験の活動を、生徒主体で計画・実施する。その際、学習課題を明確することで、考えに



【資料1 アンケート結果（実践前）】



【資料2 アンケート結果（実践前）】



【資料3 アンケート結果（実践前）】

根拠をもたせたい。また、周りの生徒と考えを共有することで、一人一人が学習課題に対して自分の考えを深めていく。それにより、自ら進んで考えて活動し、周りと考えを共有しながら考えを深めることができる生徒の育成を目指したい。

2 研究の概要

(1) 対象学年・単元

第3学年 4学級 計127名 「化学変化とイオン」

(2) 目指す生徒像

- ① 主体的に学習課題と向き合い、根拠をもって考えることができる生徒。
- ② 学習課題に対して自分の考えを深めることができる生徒。

(3) 研究の仮説と手立て

【仮説①】

生徒主体で実験を計画・実施させることで、主体的に学習課題と向き合うことができるだろう。

【手立て】

ア 学習課題を教師が伝えて、課題を達成するための実験を計画・実施させる。

イ 学習課題を生徒主体で考えさせ、課題を達成するための実験を計画・実施させる。

【仮説②】

自分の考えを周りの生徒と共有することで、考えを深めることができるだろう。

【手立て】

ウ 実験結果や考察を共有して検討、分析する時間を設ける。

(4) 検証方法

- ・ 実践の前後でアンケートを実施し、対象生徒の変容を比較する。
- ・ 実験準備プリントやレポート用紙への記述内容から、対象生徒の変容を比較する。

3 単元構想

(1) 単元計画

時数	実験	活動内容	手立て
第1章「水溶液とイオン」(9)			
3	1	電流が流れる水溶液	ア
4	2	塩化銅水溶液の電気分解	ア
2		イオンと原子の成り立ち	ア
第2章「酸、アルカリとイオン」(10)			
3	3	酸性やアルカリ性の水溶液の性質	ア
4	4	酸性、アルカリ性を示すものの正体	イ
3	5	酸とアルカリを混ぜ合わせたときの変化	ア
第3章「化学変化と電池」(12)			
3	6	電流をとり出すために必要な条件	ア
4	7	金属のイオンへのなりやすさの比較	イ
3	8	ダニエル電池の作製	ア
2		身のまわりの電池	

(2) 各実験での授業の流れ

step	活動内容	手立て
1	実験の目的や予備知識を学び、実験計画を立案する。	ア イ
2	実験を行い、レポートを作成する。	ア イ
3	前時に行った実験を周りの生徒と共有する。 実験の解説や新しい知識の説明を行う。	ウ
4	実験の解説や新しい知識の説明を行う。 (必要な場合のみ)	

【仮説①】

生徒主体で実験を計画・実施させることで、主体的に学習課題と向き合うことができるだろう。

(1) 学習課題を教師が伝えて、課題を達成するための実験を計画・実施させる。【手立て ア】

step 1 として、学習課題を提示してから、実験計画を立案させた。単元の初めに、安全な実験であること、使用する物質の量をできる限り少なくして実験結果を出すこと、再現性が高いことの3点を大切にして実験計画を立案するように説明した。

実験1「電流が流れる水溶液」では、導入として水に電流は流れるか生徒に質問したところ、流れると考える生徒が多かった。その後、精製水には電流が流れないことを演示した。そこで、「水に電流が流れるのはどのような条件か導き出そう」という学習課題を伝え、黒板に板書した。ある生徒から、「水に何かが混ざっているからではないか」と声が上がったため、水に物質を溶かして実験するという案が出た。この案により、砂糖や塩、醤油などの物質をどれだけ精製水に入れるか、水溶液をどの容器に入れて実験を行うかなど、学習課題に関連付けた実験計画を各自で立てていた。ある生徒は、「精製水に電気を流すだけの実験を行う」という計画を立てていた。そのため、学習課題を再度確認させ、どのような条件にすると水に電流が流れるようになるかを考えることを助言した。すると、精製水の中に塩や片栗粉を入れてみようという案を立て、学習課題に対する実験計画を立て直すことができた。その後、各自で考えた実験計画を班で共有し、より綿密な実験計画を各班で作成していた。その際、精製水に混ぜる物質の種類や量を話し合い、物質の量を少なくしながら結果が分かるように意識する場面が見られた。しかし、実験計画のプリントを見ると、ビーカーの大きさや数、溶液の量を考えることができていない班が見られた。

そのため、改めて安全性・正確性を大切にするこ
と、片付けやほかの実験班を考慮することを生徒に
伝え、計画立案に取り組ませた。話し合いが進まな
い班には、なぜその実験器具、物質を使おうと思っ
たのかと問いかけて班で話し合わせ、どの生徒の考
えが実験を行いやすいかを考えさせた。水溶液を入
れる容器に試験管を提案した生徒は「少ない水溶液
で実験を行えるから」と話していたが、「電流をどの
ように流すか」と他の生徒に質問され、実験がうまく
いかないことに気付いて 50mL のビーカーに
変えていた。

step 2 として、各班で考えた実験計画をもと
に実験の準備から片付けまでを生徒主体で行った
【資料4】。その際、危険な物質や溶液につ
いては教師が先に用意し、実験前に注意喚起を行
った。

実験3「酸性、アルカリ性の水溶液の性質」
では、「酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液の
共通点と相違点を見つけよう」という学習課題
を提示した。授業プリントには実験で使うもの、
実験手順、実験で注意すること、結果欄、



【資料4 実験中のようす】

【資料5 授業プリント】

考察欄を設け、考察欄には考察のヒントを記して実験計画を立案させた【資料5】。生徒は授業プリントに記した内容をもとに、どのように実験を行うか話し合う場面が見られ、生徒たちがより主体的に学習課題に向き合いながら実験を計画していた。各自で考えた実験計画を班で共有した際には、実験器具や実験手順に間違いがないか確認しつつ役割分担をする班や、周りの班の話聞いて「自分たちもやってみよう」と話す班があった。授業プリントの裏に話したことをまとめている生徒がいたため、各班にホワイトボードを渡し、話し合った内容をまとめるように全体に助言した。すると、班で記録係を用意したり、絵を用いて実験手順を確認したりするなどの工夫が見られた。生徒同士で試行錯誤しながら、協力して実験を成功させようと計画している場面が見られた【資料6】。

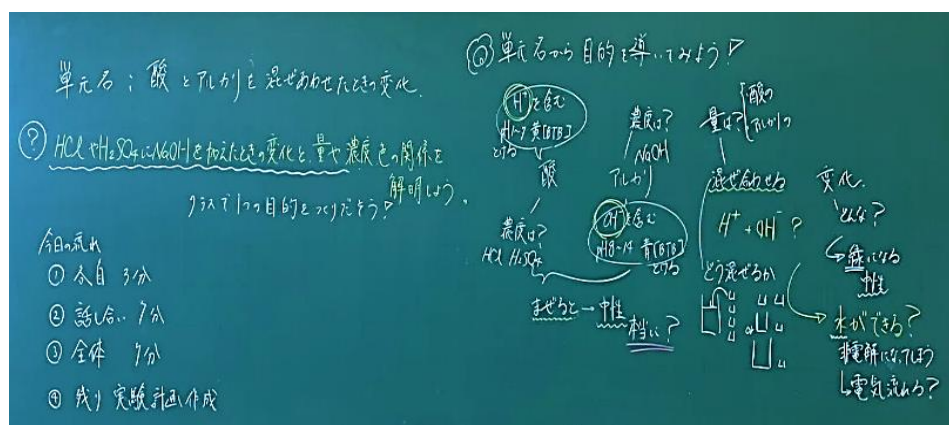


【資料6 話し合いの様子】

班の中には、実験計画とは異なる方法で実験しようとしている班があった。そのため、実験計画とは異なる方法で実験したい場合は、事前に教師に許可を取ること、追加で器具が必要と判断した際は、実験計画の使うものの欄に追加で記入することを助言した。

(2) 学習課題を生徒主体で考えさせ、課題を達成するための実験を計画・実施させる。【手立て イ】

step1 では、前時までに学んだことを生かしながら生徒たちで学習課題を考えさせた。その際、「目的を考えよう」という指示だけでは考えられない生徒がいると予想し、単元名を黒板に記して、単元名に書かれている言葉から実験の学習課題を考えさせた。実験5「酸とアルカリを混ぜ合わせたときの変化」では、酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせることで「中和」という現象が起こることを伝えた。その後、単元名に書かれている混ぜ合わせるという言葉に着目させて、個人で学習課題を考えさせた。そして、班で考えを共有し、班で1つの学習課題にまとめさせた。すると、「酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液の濃度を比較して中和について考えよう」や「酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜると本当に中性になるのか考えよう」など、さまざまな案が出ていた。このとき、国語辞典を用いて言葉の意味を考え、自分なりに言い換えながら案を出している生徒や、周りの生徒と共有して自分の考えを深めようとする生徒がいた。その後、班ごとに学習課題と課題設定の理由を発表させ、キーワードを黒板にまとめた【資料7】。そして、黒板のまとめをもとに、生徒



【資料7 実験の目的を考えたときの板書】

同士で考えを指摘し合いながら話し合いを進め、クラスで1つの学習課題を完成させた。学習課題を明確にした後、実験計画を立案させた。各クラスで学習課題が少し異なったが、実験の方法に大きな違いが出ないように配慮した。

実験計画では、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の濃度や量をそろえずに実験を行おうとしていたが、実験を行う中で、「どちらか一方の水溶液の濃度や量を固定し、もう一方の水溶液の条件を変化

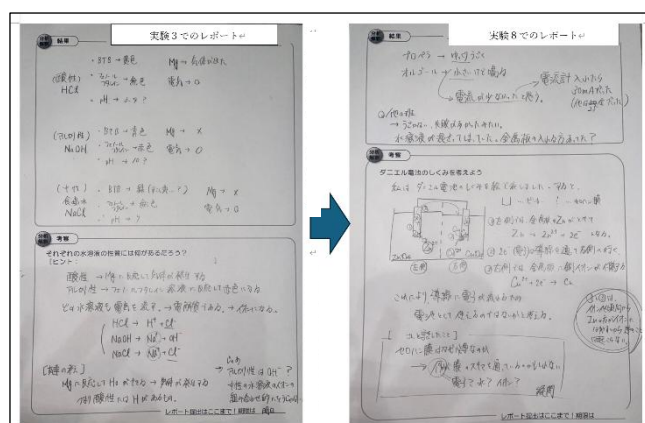
させながら混ぜ合わせる」ことで学習課題に合った実験ができることを見だし、計画を変更しながら実践する姿が見られた。

【仮説②】

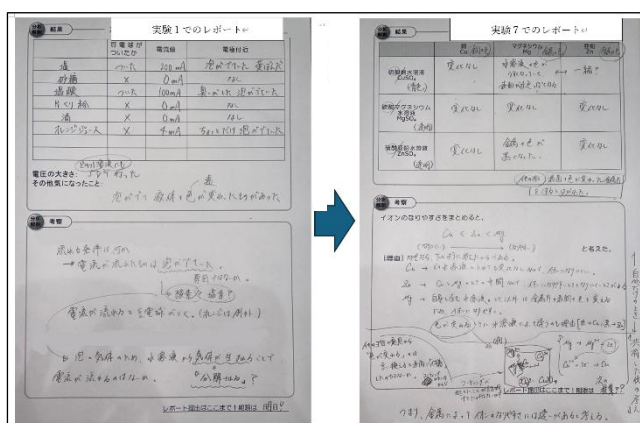
自分の考えを周りの生徒と共有することで、考えを深めることができるだろう。

(3) 実験結果や考察を共有して検討、分析し、レポートにまとめる時間を設ける。【手立て ウ】

step3 では、周りの生徒と実験結果や考えを共有しながら検討、分析してレポートにまとめる時間を、授業の初めに 15 分間設けた。実験 2「塩化銅水溶液の電気分解」では、「塩化銅水溶液に電気が流れるとき、水溶液ではどのような変化が起きているか解明しよう」という学習課題を立て実験を行った。その際、金属板につなげる導線を逆にすることで発生する物質も逆になったことに疑問をもつ生徒がおり、その仕組みを解明しようと話し合う姿が見られた。実験 8「ダニエル電池の作製」では、「ダニエル電池のしくみを解明しよう」という学習課題を立て実験を行った。その際、ダニエル電池にセロハン膜が使われている理由に疑問をもつ生徒がおり、「イオンが通るようにするため」だけでなく、「電子が通るようにするため」「そもそもガラスの壁でもよかったのではないかなどと意見が飛び交っていた。すると、周りの生徒から、「電子がセロハン膜を通ると考えると導線に電流が流れなくなるのではないかな」「ガラスの壁にすると陽イオンと陰イオンの偏りが出るのではないかな」と意見が出た。その意見に対して「イオンが混ざったら水溶液が混ざったのと同じではないかな」と話している場面もあり、生徒たちが自分で考えを伝え、周りの生徒と考えを共有することができていた。周りの生徒と考えを共有する時間を設けることで、「ここが自分と違う」「ここは似てる」「どうしてこの部分はこんな感じで考えが出てきたの？」などの声上がり、自分の考えを深めようと活動する場面が多く見られた。また、考察では書き方について、結論を先に記して理由を詳しく書くような型で統一して考えさせた。それにより、考察を書くことが苦手な生徒も文章を具体的に書くことができた。他にも、考えを共有するときに見比べる場所が分かりやすくなり、話し合いが活発になった姿が見られた。実験のワークシートを見ると、レポートの内容が周りの生徒と考えを共有することでより具体的になっていた【資料 8、9】。



【資料 8 生徒 A の実験レポートの変化】



【資料 9 生徒 B の実験レポートの変化】

5 研究の成果

本研究の成果を検証するため、実践後に対象生徒全員にアンケートを実施した。

「実験を一から考え行っただけで、自分から意見を出したり行動したりする機会が増えた」という問いには、86%の生徒が肯定的な回答を示した【資料 10】。肯定的に回答した生徒の理由には、「自分たちで考えないと実験が進まないから意見を出すことができた」「周りが話しているのを聞くだけでなく、自分の考えも伝えようと思えたから」「みんなで考えを共有したことで理由まで自信をもって考えをも

つことができたから」などの記述があった。授業中の様子でも、実験を重ねるごとに話し合いが活発になり、自分の考えを伝えようとする生徒が増えた。また、お互いの案を指摘し合いながら実験計画を考える場面も多くあった。生徒主体の実験を計画・実施することで、生徒は自ら活動に参加することができた。

「理科の学習で自分の考えを説明することができた」という問いには、58%の生徒が肯定的な回答を示した【資料11】。肯定的に回答した生徒の理由には、「学習課題について考えることが大切で、何を話せばよいか分かりやすかった」「根拠をもって説明できるようになるまで友達と話せたから」などの記述があった。事前アンケートと比べると、肯定的な回答を示した生徒が9%増加した。このことより、学習課題を明確に示したり、周りの生徒と考えを共有したりすることで、実験の計画や考察の具体性が上がり、自分の考えに根拠をもって説明しやすくなっているのではないかと考える。

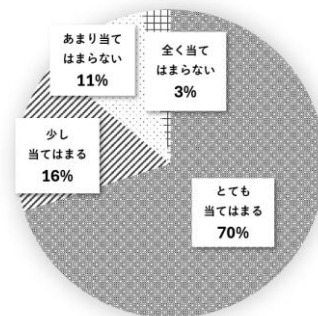
「実験結果や考察を共有することで、自分の考えが深まった（具体的になった）」という問いには、71%の生徒が肯定的な回答を示した【資料12】。肯定的に回答した生徒の理由には、「自分では出てこなかった考えを教えてもらった」「自分の考えにミスがあったことに気付いた」「周りの人の意見を聞いて改善した」などの記述があった。一方で、否定的に回答した生徒の理由には、「自分の考えをもてずに周りの意見を見てレポートを書いたことがあったから深まってはならないと思う」という記述が多くあった。そのため、周りの意見に頼る生徒が多いことに課題が残った。このことから、自分の考えを周りの生徒と共有することは、自分の考えをよりよいものへ変えることができる点や、自分の考えの問題点に気付くことができる点では、効果的であると考えられる。一方で、周りの考えに頼ってしまう生徒もいる点が、課題であると考えられる。

以上のことから、学習課題を明確にして生徒主体で実験を計画・実施することで、生徒は主体的に学習課題と向き合い、学びを深めることができた。それにより、実験の計画や考察の具体性が上がり、自分の考えに根拠をもって説明しやすくなっていると考えられる。そのため、仮説①に対する手立てとして、手立てア、イは有効であったと考えられる。また、実験結果や考察を共有することで、自分の考えを深めることができた生徒が多かった。そのため、仮説②に対する手立てとして、手立てウは有効であったと考えられる。

6 今後の課題

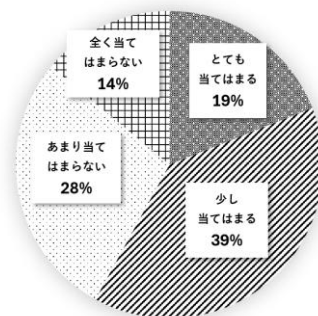
本研究において、生徒主体の実験を行うことは、自ら進んで考えて活動し、周りと考えを共有しながら考えを深めることができるうえで有効な手段である。しかし、周りの生徒の考えを聞いて自分の考えを全て変えてしまう生徒も一定数いた。そのため、話し合いによる考えの変化もレポートにまとめることができるよう検討する必要があると考えられる。

実験を一から考え行ったことで、自分から意見を出したり行動したりする機会が増えた



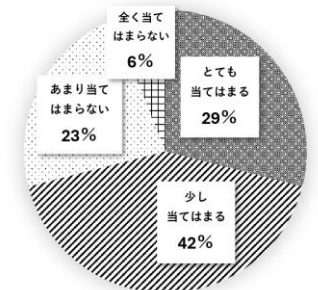
【資料10 アンケート結果(実践後)】

理科の学習で自分の考えを説明することができた



【資料11 アンケート結果(実践後)】

実験結果や考察を共有することで、自分の考えが深まった（具体的になった）



【資料12 アンケート結果(実践後)】