

琉球大学学術リポジトリ

《理科》粘り強く探究する生徒の育成：
生徒が探究したくなる授業デザインを通して

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部附属中学校 公開日: 2021-08-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 坂口, 卓也, 額田, 侑実子, 福原, 明子, 岩切, 宏友, 齊藤, 由紀子, 照屋, 俊明, 馬場, 壮太郎 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/48829

粘り強く探究する生徒の育成

- 生徒が探究したくなる授業デザインを通して -

坂口卓也* 額田侑実子* 福原明子* 岩切宏友** 齊藤由紀子** 照屋俊明** 馬場壮太郎**

*琉球大学教育学部附属中学校 **琉球大学教育学部

I 主題設定理由

多くの人は、幼児期に「なぜ?」「どうして?」という言葉の数えきれないほど口にしながらか成長してきたことだろう。すなわち、私達は、幼い頃から知らないものを知りたい、よく分からないものを理解したいという探究心を持ち合わせていると考えられる。しかしながら、このような探究心が授業を受ける姿勢に表れているといえるだろうか。学年を重ねるにつれ、「なぜ?」「どうして?」という気持ちは薄れ、「先生が言ったからやる」、「教科書に載っているから覚える」という受動的な学びになってしまう生徒も少なくない。理科においては、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを目標としている。その目標の冒頭には「自然の事物・現象に関わり」という文言があり、それらとの関わりの中からいかに「なぜ?」「どうして?」という問題を見いだせるかが、生徒が主体的に探究していくための鍵になる。

本校理科では、平成28年度～令和元年度まで「科学的に探究し問いつづける生徒の育成」を主題とした実践研究を行っており、問いつづける生徒の姿を教師が意識することで主体的かつ対話的に学ばせるための授業づくりを心がけてきた。平成28年度から3年間の実践研究では、単元を通して生徒が授業の要点を記録していく一枚ポートフォリオシート(OPPシート)を活用した授業実践を行い、課題解決の中で生まれた問いの振り返りを通して、それが本質を問う深い学びにつながるものなのか、科学的なのかという問いの質のみとりや、生徒自身が自己の学びをどのように感じ、評価したのかについてみとりを行った。

昨年度は、中学校学習指導要領解説理科編⁽¹⁾(平成29年7月告示)で資質・能力を育成する学びの過程として重視されている科学的探究過程を念頭に置き、理科と

いう教科における「深い学び」を実現させるべく、「科学的な探究」に焦点をあてた授業実践を行うとともに、生徒が進んで取り組めるような単元の構成を試みた。またOPPシートのような学習履歴を授業ノートに織り込ませることで、科学的探究過程の見通しをもち自分の考えを自由に表現できるようにした。さらに、適時振り返りを行ったり、単元を貫く課題に対する学習前後の考えの変容について、その経緯を構造化することで、自己の学びを自覚できるようにした。

昨年度の成果として、教師が促さなくても、「仮説を立てたら次は検証計画の立案だ」というように、生徒自身で科学的探究過程を進められるようになった。加えて、課題に正対した結論を出すことを意識するようになった。

しかし、本当に授業で設定した課題を解決したいという強い意志を生徒たちがもっているのかは不明である。授業だから仕方がなく流れに沿ってやっている、成績・評価に関わるからやっている、時間がないからとりあえず結論まで書いてみるなど、このような態度では真の探究には結びつかないと思える。

そこで本年度は、昨年度に引き続き科学的探究過程を意識した授業デザインを行いながら、より主体的に探究に取り組めるよう手立てを講じていく。具体的には、全員が統一した課題を設定するのではなく、自然の事物・現象との関わりの中でそれぞれの生徒がもつ疑問から始まる多様な探究ができる時間を設定する。さらに、2単位時間を連続して確保することで生徒が探究に没頭できるようにする。また、科学的探究過程のそれぞれの場面における教師の意図的な働きかけや他者と対話するタイミングを検討し、振り返りの充実を図っていく。これらにより、粘り強く探究する生徒の育成を目指す。

II 研究の目的

本研究では、生徒が探究したくなる授業デザインを通して粘り強く探究する生徒の育成を目的とする。

III 目指す生徒像

自然の事物・現象との関わりの中から問題を見だし、見通しをもった上で試行錯誤しながら探究し解決しようとする生徒の育成を目指す。

IV 研究内容

1 粘り強く探究する

(1) 探究とは

科学の世界において、自己の主張が広く世間に認められるためには、他者を十分に納得させる実験・観察を提示しなければならない。中学校学習指導要領解説理科編⁽¹⁾ (平成 29 年 7 月告示)において、「資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例」が示されており、「気付き」から始まる一連の過程において、「見通し」と「振り返り」を循環的に行うことが重要とされている(図 1)。

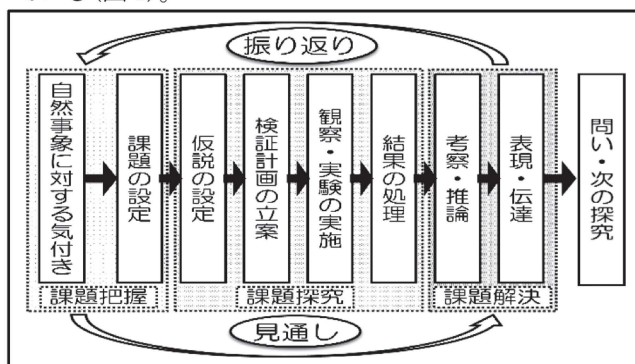


図1 資質・能力の育成のために重視すべき学習過程
(中学校学習指導要領解説理科編・改)

本研究では、図1に示したような「気付き」から「表現・伝達」までの学習過程を「科学的探究過程」と称し、以下「探究過程」と表記する。理科では、この探究過程に則って授業を進め、生徒に「理科の見方・考え方を働かせながら科学的に探究する」経験を積ませることで、「科学的に探究する」ために必要な資質・能力の育成を図る。本研究主題に設定した、「粘り強く探究する」には当然「科学的に探究する」という要素を含ませており、探究過程を通して自分自身や他者が納得する結論が得られるようにしていく。

(2) 粘り強い姿とは

本研究では以下の二つを生徒の粘り強い姿と捉え、それを意識した指導・分析を行っている。

- ・丁寧に長く探究過程に取り組む姿勢
- ・再度考えたり実験したりする姿勢

探究する課題は一問一答のようにすぐに解決できるものではない。課題や仮説の設定、検証計画の立案など、これまで教師が主導していた場面を生徒自らが主体的に思考するだけでもかなりの労力が必要となる。もちろん観察・実験するために立案した内容を実際に実験装置として組み立て、そして実施するのにも時間を要する。自分自身が納得する結論を得るには、丁寧に長く取り組む姿勢が必要である。また、探究過程における様々な場面で、他者への説明や他者からの指摘によって、自分の考えが広がり深まることで納得した結論へと到達する。その過程で、自分の取り組みが上手くいっていないことに気付くこともあるだろう。そのような場面でも投げ出すのではなく、再度考えたり実験したりする姿勢も必要である。

(3) 探究するためのメタ認知

生徒は、探究過程に沿って何となく課題から結論付けることはできなくもない。ただし解決したい課題から自分が納得した結論へつなげるためには、自分で試行錯誤しながら探究していく必要がある。そのためにメタ認知は大変重要な役割を果たしている。メタ認知とは、自らが有意義な学習活動を生み出すために、自己の認知過程をモニタリングし、コントロールすることである。和田⁽²⁾は、理科における問題解決を成立させるためには、次の二種類の過程で働くメタ認知が重要な役割を果たすと述べている。

①自己理解(self-understanding)

- ・何が分かっていて何が分かっていないかを知ること
- ・問題解決を通して学ぶ方法を知ること

②自己調整(self-regulation)

- ・自己の認知をうまく処理すること
- ・自己の認知の発展を捉え直すこと

生徒自身の試行錯誤を促すには、自己理解、自己調整がそれぞれ深く関わりと推察されるため、恒常的にメタ認知を機能させることが重要と言える。

2 生徒が探究したくなる授業デザイン

(1) 生徒が自ら設定する課題

生徒が自然の事物・現象から問題を見いだす「気づき」の場面において、全ての生徒が同じ疑問をもつとは考えにくい。主体的に生徒が取り組むためには、生徒が解決したい課題を、生徒自身で設定することが重要と考える。そのとき教師は何もしないのではなく、意図的な仕掛けをしていくことが必要である。

本研究においては、まず生徒自身がこれまでの学びや経験をつなげていくと解決できそうだという見通しをもてるように、基本的な概念や技能を身に付けさせる。さらに「なんか変だぞ、不思議だ、調べたい」と感じ、生徒自身が解決したい課題を設定できるように、日常生活の事物・現象から教材・教具を選んでいけることに留意し、授業をデザインした。

(2) 2単位時間を連続して設定する

本来なら、生徒には時間を気にせずに自分が納得した結論を得るまで探究に没頭してもらいたい。しかし、限られた授業時間内ではそれも叶わない。現在のようなコロナ禍に苛まれている状況下においては机等の消毒も必要となり、探究する時間はさらに削られることになる。そこで今年度は理科については2単位時間を連続で確保できるように時間割を調整した。これまでは検証計画の立案までで授業が終わり、次の時間に観察・実験を行うことが多かったが、2単位時間を確保することで確認作業等の時間を省略できるようになり、時間をより有効に活用できるようになった。また、1単位時間ごとに思考が途切れることがないため、生徒が考えを広げ深めやすくなる。これにより、生徒がこれまで以上に探究することに没頭できると期待している。

(3) 探究過程における教師の意図的な働きかけ

生徒には、自然の事物・現象に関する疑問を自分で結論付けられるように取り組んでもらいたい。だが、例えば検証計画の立案の場面で教師が実験方法・道具を最初から準備すると、生徒が自分で考えようとする機会を奪ってしまう。また生徒自身で仮説を立てたにも関わらず、教師の意図する一律の実験道具が事前に用意されたのなら探究意欲の低下につながると予想される。しかし、何も無いところから考え出すのにもか

かりの力が必要になる。そこで、理科室の棚から自由にビーカーなどの実験器具を手に取りながら立案させることにより、思考したことと実物がつながり、検証計画が具現化しやすくなると考えられる。

その他の場面でも、意図的な働きかけをすることにより探究が進んでいくと考えられるが、粘り強く探究する力を培うためには、どのような意図的な働きかけが有効なのか、または生徒にどこまで任せるべきか、を明らかにしていく。

(4) 他者と対話する場面設定のタイミング

生徒自身の考えをより良く確かなものにするために、他者へ説明することや他者から指摘を受けることは大変重要である。これまで、探究過程の中で他者との交流の場面を多く設定していたが、個人で考える時間や他者と交流するタイミングは教師側で決めていた。そうすることにより、探究過程の流れが円滑になり教師側としては全体の把握が容易になる。

しかし、仮説設定に時間をかける生徒もいれば、検証計画の立案に時間をかける生徒もいる。実際、交流の場面になっても個人で考えているようすも見られた。教師はそのような生徒に対して、早く交流するように促してきた。生徒の思考を中断してまで行う交流が、その後の学びにどのような影響を与えるのかについては考えていなかった。

本研究では、他者や他班と交流する時間をどのように設定すれば、考えがより広がり深まっていくのかについても模索していく。

(5) 振り返りの充実

生徒の学びにおいて、何を明らかにし、それをどのように学んできたかを自覚することは大変重要であり、そのため「振り返り」は欠かすことができない。その「振り返り」に生徒自身が価値を見だし充実させるには、教師からのフィードバックが大きな役割を担っていると考える。

本実践では、振り返りに対して称賛や新たな視点を持てるようなコメントを記入することで、生徒の自己肯定感を高め、生徒が主体的な探究に粘り強く取り組めるように働きかけていく。

V 授業実践

1 1学年実践事例「気体の性質」

(1) 主題

「身近な物質を反応させて発生する気体の正体は何なのだろうか？」

(2) 目標

気体の種類による特性を理解し、気体の発生法や捕集法、気体の性質を調べる方法などの技能を身に付け、身近な物質を反応させて発生する気体の性質について、見通しをもって科学的に探究することができる。

(3) 本実践の目的

本単元では、目には見えない気体の特性を理解し、気体の発生法や捕集法、気体の性質を調べる方法などの基礎的な技能を身に付けることをねらいとしている。今回はさらに、身近な物質を反応させて発生する気体が何であるかを明らかにする探究過程を設定した。教科書には載っていない身近な物質を用いることで、それらに進んで関わり既習事項をもとに試行錯誤しながら科学的に探究しようとする考える。

それによって思考力・判断力・表現力を育むとともに、自らの力で何かわからないものを明らかにしていく探究の楽しさを体感させたい。

(4) 実践内容

① 単元デザイン

これまで本単元に関わるものとして、「植物体が燃えるとき、空気中の酸素が使われ二酸化炭素ができる(小学6年)」ことを学習しているが、物質を反応させることで気体が発生することを理解している生徒はほとんどいない。まして、ダイコンや重曹などの身近な物質が反応することで気体が発生することは想像もつかないであろう。

本単元では、身近な物質を反応させて発生する気体の正体を明らかにする探究過程を単元の最後に設定した。そのとき生徒が試行錯誤しながら粘り強く探究できるようにするために、まず気体の捕集法や調べ方などの基本的な知識・技能を理解する時間を設定した。次に、その知識・技能を習得するために、酸素や二酸化炭素、水素を発生させる探究過程を設定した。ここでは、統一した課題を設定したが、捕集法や調べ方は各

班で選択できるようにした。

最後にこれらの学びを生徒自身でつなぐことによって、自分達で身近な物質を反応させて発生する気体の正体を明らかにすることができそうだと感じることができる単元デザインとなっている(表1)。

表1 実践した単元デザイン

時	学習内容
1/7	【課題】「どのようにすれば、気体の正体を明らかにすることができるだろうか？」 ・気体の捕集法や調べ方について理解する。
2/7 3/7	【課題】「発生した気体の正体は何なのだろうか？」 A 二酸化マンガン+オキシドール B うすい塩酸+石灰石 C うすい塩酸+マグネシウムリボン A～C から2つ選択し、前時で学んだ知識・技能を活用し、発生する気体の正体を明らかにする。 ・探究過程 「検証立案」→「実験」→「考察」→「結論」→(他班と交流)→「再仮説」→「再(追加)検証立案」→「再(追加)実験」→「再結論」→「振り返り」
4/7 5/7 6/7	【課題】(例)「発生した気体の正体は何なのだろうか？」※生徒が各班で課題を設定する。 ・探究過程 「課題設定」→「仮説」→「検証立案」→「実験」→「考察」→「結論」→(他班と交流)→「再仮説」→「再(追加)検証立案」→「再(追加)実験」→「再結論」→「振り返り」
7/7	単元(気体の性質)振り返り

② 生徒自らが選択し決定する実験

これまでは、教師が各班用に最適な容量や数量のビーカーや試験管を準備し、全員が同じ実験を行うのが一般的であった。それにより、生徒はただ指示通りに従えばスムーズに実験を行うことができ、さらにほぼ全員が正しい実験結果を得ることができていた。しかしこれでは、あまり深く考えなくても取り組める作業となり、ただ実験をして楽しかったと感じていた生徒も少なくなかったと思われる。

本実践では、それぞれの課題を解決するための実験方法を立案するために、教師が各班用に実験道具を準備するのではなく、各班が自由に使用できるように数多くのビーカーや試験管などを準備した。また本実践で使用した身近な物質は以下の11種類である。

<input type="checkbox"/> 食酢	<input type="checkbox"/> オキシドール(うすい過酸化水素水)
<input type="checkbox"/> 重曹	<input type="checkbox"/> 入浴剤
<input type="checkbox"/> お湯	<input type="checkbox"/> 酸素系漂白剤
<input type="checkbox"/> レモン果汁	<input type="checkbox"/> クエン酸
	<input type="checkbox"/> ジャガイモ
	<input type="checkbox"/> ダイコン

これらの物質は、気体が発生しない組み合わせもあるが、どの組み合わせでも生徒に危険が及ばないもの

である。生徒が自ら選択し決定するときに禁止事項を多く提示することによって主体的に取り組む姿勢を妨げないように配慮した。

③ 他班との交流を結論付けた後に設定する

これまで、様々な場面において個人で考えた後、班内で考えを広げたり深めたりして、さらに他班と交流することで考えをより良くする活動を行ってきた。その際、個人で何分、班で何分と時間も設定し、それぞれの活動を教師がコントロールしてきた。しかし、日頃の生徒の活動のようすを見てみると、もっと考えたい生徒や早く次の過程に進みたい生徒がいるのではないかと疑問が生じてきた。実際に班内で意見を交流する場面で、4名中2名がそれぞれ必死にノートに記入し、残り2名がただそのようすを見ている場面があった。その見ていた1名に『どうして何もしていないの?』と問いかけると、『どうしても二人がもう少し考えてから話し合いたいといっているから待っている』との返答があった。

もちろん時間を意識しながら取り組むことは大事である。しかし本実践においては、生徒が探究に没頭できるように、それぞれの活動時間をあえて区切らず、大まかな時間のみを提示することで自分達のペースで取り組めるようにした。

さらに、他班との交流も各班で結論付けた後に設定し、自分達がたどってきた探究過程を説明し合うようにした。そのとき、他者からの指摘があったり、説明していて何かおかしいなど感じたりしたとき、必要ならば再実験や追加実験を行えるようにした。

(5) 授業実践の分析

① 生徒が自ら課題を設定する場面

身近な物質を反応させて発生する気体の正体を明らかにする探究は、オキシドールの中にジャガイモを入れると気体が発生する現象を全員で確認することから始まった。前時で二酸化マンガンとオキシドールを反応させると酸素が発生することを知ったばかりの生徒にとって、オキシドールとジャガイモで気体が発生することにはかなり驚いたようすであった。そこで『発生した気体は何だろうね?』と問いかけると、『酸素』『二酸化炭素』『調べてみないと分からない』などの意見がでてきた。具体的な気体名を答えた生徒に『どうしてその気体が発生したと思うの?』と再度問いかけ

ると『何となく』と答える生徒がほとんどであった。中には『前の時間にオキシドールで酸素が発生したから』と前時の学びをつなげて考えている生徒も見られた。ここで『本当に酸素なのかな?それとも二酸化炭素なのかな?それとも?』と問い返すと悩んでいるようであった。『それじゃ、どうする?』という言葉に対しては、間髪入れず『実験する』『調べたい』という意見が多く挙がり、いよいよみんなで身近な物質を反応させて発生する気体の正体を調べる雰囲気が高まった。

ここで課題はどのように設定するかを話し合った。いくつかの課題が生徒から提案され、「オキシドールとジャガイモで発生する気体は何なのだろうか?」にしよとの考えにまとまってきたとき、実は身近な物質は他にも準備していることを伝えた。さらに、これらを自由に反応させて発生した気体を調べていくことを伝えると、生徒達は早速班内で何を反応させるかについて話し合いを始め、すぐにでも調べたいようすであった。一旦話し合いを中断させ、もう一度課題が「オキシドールとジャガイモで発生する気体は何なのだろうか?」でいいのかを問い、各班で課題を再度考え直してから、探究していくことを確認した。生徒が考えた課題の例は次のようなものである。

- ・どの組み合わせで気体が発生して、その正体は何なのだろうか?
- ・発生した気体の正体は何なのだろうか?
- ・酸素を発生させるには何を混ぜればいだろうか?
- ・気体が発生する組み合わせは何なのだろうか。そして、その気体はいったい何なのか?
- ・オキシドールと身近な物質を混ぜ合わせると、どのような気体ができるのか?

今回の探究においては、発生した気体の正体を明らかにすることが主なねらいである。生徒が物質の組み合わせを考えるのに時間を費やすことによって、その後の探究する時間が十分に確保できなくならないように、ヒントカードを用意した。『ヒントカードを用意していますが、ただ意地でも自分達で何か組み合わせせてやってやると思うなら、使わなくてもいいです』と教師が伝えると『意地でやるか』『意地だ、意地』と会話する班があったり、『絶対使わないでおこう』『でもどうしてもってときは・・・、使うか』のように相談したりする班があった。

生徒達は、これまで学んだことを活用すると自分達で分からないものを明らかにできそうだと感じ、さらに、調べたいものを自己選択・自己決定できることで、

探究したいという思いが強くなったと考えられる。

② 何度も実験に取り組む場面

これまで班ごとに実験道具や材料が準備されていた場合には、実験が上手くいっているか否かに関わらず、一度実験したら終了することが多かった。その結果に疑問をもちつつも、「それだけしか準備されていないから」「とりあえず実験したから」などという理由で次の過程に進んでいたのではないかと考えられる。

本実践では、実験結果をまとめるまでの設定時間内であれば、何度でも実験を行うことは可能である。もちろん少ない回数で納得いく結果を出せることが理想であるが、まだ実験スキルが高くない生徒達には難しい。現段階ではそれよりも、試行錯誤しながら納得のいく結果を得ていくことが大切であると考えられる。実際に多くの生徒が何回か同じ実験に取り組んでいるようすが見られた(図2)。生徒Pへ『どうしても一度実験する必要がある?』と問いかけると、『火のついた線香を試験管に入れると火が消えたんだけど、Qさんが試験管についている水滴にあたっていたんじゃない?』って言ったので、もう一度気体を集めて調べないと本当はどうなのか分からないから』と返答した。生徒自身が上手くいっていない、まだよく分からないと感じたとき、再度実験してもいいという選択肢によって、生徒はより主体的に探究しようとすると考えられる。



図2 再度実験材料を準備する生徒

③ 他班との交流から再実験・追加実験を考える場面

各班で結論付けた後、他班と自分達が取り組んだ探究過程について交流を行った。別の班で実験を行った生徒R(理科に関する知識をかなりもっている男子)と生徒S(理科は好きであるが、苦手意識がある男子)との会話を紹介する(表2)。2つの班はレモン果汁と重曹を反応させた後、発生した気体の正体を石灰水で調べていた。

表2 生徒Rと生徒Sの会話のようす

S:「あっ、これ俺らもやった。石灰水入れたら・・・。」
R:「分かんなかったよ。」
S:「白くなつたぜ。」
R:「えっ?えっ?うそ?」
S:「俺らは石灰水入れたら白くなつたよ。」
R:「分かんなかったよ。石灰水入れたけどできなかった。」
S:「え〜?」
R:「反応しなかったよ。」
別の生徒:「反応したよね。」
S:「反応した。」
別の生徒:「反応したんだけど、俺たち・・・。」
R:「反応した?多分線香の煙じゃん?」
S:「ちがう。だから、えっ?いちお集めはしたんだろ・・・? だろ?線香は消えてた。マッチはそのまま・・・絶対これ二酸化炭素。だってさ、線香とかやったのとは別に、石灰水入れたんだから。」
R:「うっそ〜。」
S:「本当〜。」

生徒Rは、生徒Sとの交流後も悩み続け、班での話し合いで他の生徒が『やっぱり二酸化炭素なんだよ』と言っても、『何かおかしい』とつぶやきながら、腑に落ちない表情をしていた。さらに話し合いは続き、再実験をすることになった。再実験としてレモン果汁と重曹によって発生した気体を、石灰水を用いて判別し、ようやく生徒Rは納得できたようであった。一度自分達で納得した結論が、他班との違いがはっきりすることで、実験の目的が明確になり、より確かな結論につなげることができたと考えられる。生徒Rは、次のように振り返っていた(図3)。

レモン汁と重曹からは、初め調べた時は何にも反応しなくて、なんの気体が出てきてるか分からなかった。でも2回目で、石灰水が白くにごったので、二酸化炭素だとわかった。1回目では、たぶん石灰水を入れるのに時間がかかったんだと思う。次からは気をつけたい。

レモン汁と重曹からは、初め調べた時は何にも反応しなくて、なんの気体が出てきてるか分からなかった。でも2回目で、石灰水が白くにごったので、二酸化炭素だとわかった。1回目では、たぶん石灰水を入れるのに時間がかかったんだと思う。次からは気をつけたい。

図3 生徒Rの振り返り

発生した気体が二酸化炭素であることを実際に自分自身で確かめることで納得し、さらにどうして上手くいかなかったのかについて考えることができていた。

他者と交流するタイミングについては、今後も十分に検討していく必要があるが、交流による考えのずれを感じた後に再実験や追加実験を行うことは、粘り強く探究しようとする姿を実現するのに大いに効果があると考えられる。

2 2学年実践事例「化学変化とその利用」

(1) 主題

「化学カイロの仕組みを探究しよう」

(2) 目標

日常生活で利用される化学カイロの仕組みについて学び、その中で生じた疑問をもとに、主体的に探究しようとする。

(3) 本実践の目的

私たちの生活には様々な場面で化学変化が活用されている。お風呂の入浴剤や花火、ケーキのスポンジなど普段当たり前として身近にあるものではあるが、身近なものを化学的な視点で捉えている生徒は少ない。そこで単元で学んだことと日常生活の関わりをもたせるために、生徒にとって馴染みのある「化学カイロ」を教材にすることとした。

生徒はこれまでに本単元に関わるものとして、小学校6年生で、「植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること」、第1学年では「物質を加熱したときの变化には固有の性質と共通の性質があること」を学習している。第2学年では、「物質の酸化や還元の実験を行い、酸化や還元は酸素が関係する反応であること」「化学変化によって熱を取り出す実験を行い、化学変化には熱の出入りが伴うこと」を学習する。

本単元では、日常生活で使用するカイロが化学変化を活用したものであることを学習する。その中で生じた疑問をもとに、自分達で課題を設定し、今まで学んだことを生かして探究していく。

(4) 実践内容

本単元を8時間で構成し、そのうち6時間を自分達で課題を立て探究する時間とした(表3)。第1・2時では、鉄粉の酸化とアンモニアを発生させる実験を行い、化学変化には熱の出入りが伴い、冬場使用しているカイロは、鉄粉の酸化による発熱反応であることを理解していく。

第1・2時の生徒の振り返りには、「鉄粉の酸化によって熱が出ることは理解したが、なぜ食塩水を入れたのか?」「活性炭はどのような役割をしているのか?」「鉄以外の金属でも酸化する際に発熱反応が起こるの

か?」などの疑問が書かれていた。

第3時では個人で出てきた疑問を班で共有し、自分達で解決したい課題の設定、実験方法の立案までを行い、第4時にて実際に自分達で立案した方法をもとに実験を行った。

表3 計画した単元内容

時	学習内容
1/8	【課題】化学変化と熱の出入りにはどのような関係があるのだろうか? ・鉄粉の酸化とアンモニアを発生させる実験を行い、化学変化には熱の出入りが伴うことを理解する。
2/8	実験の考察より鉄粉の酸化による発熱反応が化学カイロに利用されていることを理解する。
3/8	化学カイロの仕組みを知り、新たに出た疑問から自分達で課題を設定する。
4/8	実験➡考察
5/8	他班と交流
6/8	実験の見直し➡再実験
7/8	再実験➡考察
8/8	意見交流

生徒が立案した内容は安全面に問題がないかのみをチェックし、できるだけ教師の意見は入れないようにした。ただし、立案する際には最初に以下のポイントや決まりを伝えた。

- ・「変える条件」と「変えない条件」に注意して実験の計画を立案する。
- ・使用する実験道具や材料の分量をできるだけ細かく授業ノートに記載する。
- ・理科室で2単位時間の範囲内で調べられる内容とする。ただし考察後に再実験可。

第5時では、他班と交流をさせ自分達の実験を振り返る時間を予定していたが、班によって進捗状況に差があったため、経過報告のみを行い引き続き各班で実験に取り組みさせた。

第6・7時には、生徒達から「結果が予想と違うから仮説が間違っているかもしれない、もう一度実験したい」「考察するためには実験が足りないから、違う実験がしたい」などの声が多く聞こえてきた。納得がいくまで自分達で探究を続けたいという生徒の要望から、進行も各班に委ねることにした。

第8時は、班ごとに自分達の行った実験についてホ

ホワイトボードにまとめ、発表・質疑応答の時間とした。

(5) 授業実践の分析

① 自ら課題を設定し立案へつなげる

まず初めに、生徒が解決したい課題を自ら設定し、主体的に探究に取り組むことができたか分析する。

生徒達は化学カイロの実験を振り返りながら疑問を出し合い、そこから課題設定を行った(図4)。



図4 お互いの疑問を書きだし課題を決めるようす

ある班ではそれぞれ違う疑問が出てきた。

生徒P：鉄以外でも温くなるのか？

生徒Q：食塩水はなぜ入れたのか？

生徒R：真空にしたらどうなるのか？

この3つの中から1つ選び、探究する課題を設定するかに思われたが、生徒達は疑問を出し合った後、しばらく沈黙を続けた。これまでの授業ノートを見返したり、教師用の机に出されている様々な薬品や理科室の棚にある実験器具を見たりしながらやがて話し合いを始めた。話し合いの内容は、3つの疑問全てに対して解決するための見通しに関するものであった。まず生徒Qの出した疑問に対して、『鉄粉が酸化するのに本当に食塩水は必要なの？』『なくてもいいんじゃない？』といった会話がみられた。生徒達は、食塩以外の材料や分量は同じにし、食塩水の有無で発熱の違いを比較する実験の計画を立てたが、あまり納得したようすが見られず次の疑問に移った。生徒Rの出した疑問に対し、「真空状態を作るために雲を作る実験で使用した真空容器が使えるんじゃないか」という意見が出た。しかし、「温度をどう測るか」「どのタイミングで鉄粉を入れるか」に対して解決方法がみつからず沈黙が続いた後、生徒Pの出した疑問に話が移った。「鉄を他の物質にして、銅とか銀とかいくつか実験したらいいんじゃない」といった説明に3人とも納得したようすであった。それから教師用の机にある様々な物質を吟

味し始めた。『粉末状の銅って初めて見た！』『これなら鉄粉と同じ粉状だからできるよね』『それから同じ粉状なのは・・・金属以外のものもやってみる？』『最初にやった実験で炭酸水素ナトリウム使ったからこれは？』といった会話をしていた。その後、席に戻りホワイトボードに実験で使う薬品の組み合わせを書き出すすめていった(図5)。課題設定・立案の場面においては、実験器具や薬品等を直接手に取れる環境があることによって、生徒の思考が促されると思われる。

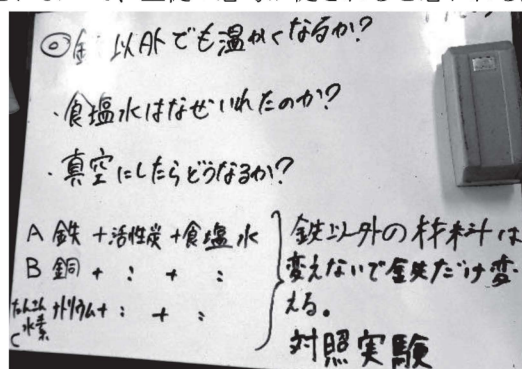


図5 ホワイトボードの内容

このように課題を解決するにはどうすればいいか十分に吟味する中で見通しをもち、探究をすすめる課題を決定していった。他班においても、同様に課題を設定していくようすが見られた。

また、「時間があまったらこの実験もやってみよう」という意見があり、お互いが出し合った疑問をできるだけたくさん解決したいという意欲が感じられた。教師が一律に設定した課題を全員が解決していくよりも、生徒が解決したい課題をそれぞれ設定することが、主体的に探究する姿につながったと考えられる。

② 立案するようす

課題設定後、生徒達は会話しながらノートに実験の方法を詳しく記述していった(図6)。生徒達からは、『量はどうする？』『前にやった実験と同じでいいんじゃない』『鉄の代わりに銅と炭酸水素ナトリウムを使うんだよね』『食塩水の量も前と一緒にいいよね』『これで、変える条件と変えない条件はいいよね』『いいと思うよ』という声が聞こえ、条件制御を意識しているようすがうかがえた。

課題設定から実験に取り組み始めるまでにかかった時間はどの班も約40分であったが、時間を気にすることなくお互いに確認・検討し、納得して実験に取り掛かることができているようだった。

③ 教師のコメントによる生徒の変容

生徒Pは結論として、「鉄以外の銅と炭酸水素ナトリウムでは発熱反応が起きなかったため、酸化していないことが分かった。」と記述していた(図6)。生徒Q、Rも同じような結論を書いていたため、授業ノートの振り返りに、「銅は本当に酸化しなかっただろうか?過去の実験をふり返ろう!」とコメントを記入した。すると生徒Qは、「前の授業で銅は他の金属に比べて穏やかに酸化することを学んだことを思い出した。何か条件を変えたら発熱するかもしれない。食塩水の量や銅の分量が気になったので新たに課題を立て直して実験したい。」と追記していた。教師のコメントによって、生徒自身が学びをつなげられただけでなく、さらに探究したいという主体的な姿勢になったことがうかがえた。

また別の班では、課題を「鉄以外の金属でも発熱反応は起こるのか?」と設定し立案を進めていた。生徒

Sの授業ノートには、課題を十分に解決できそうな立案が分かりやすく書かれていた。その端に目を向けると、「金属以外では起きなさそう!」という走り書きがあった。教師はそれが気になり、「金属以外ではやってみないの?これもおもしろそうだけどね」とコメントを記入した。すると、次の時間に生徒Sは班内で教師のコメントを共有し、課題について再検討していた。その結果「金属以外でも発熱反応は起こるのか」という課題を追加し、硫黄と炭酸水素ナトリウムでも実験を行う計画を追記していた。おそらく教師のコメントがなければ、生徒Sの考えは確かめられないまま埋もれていったことだろう。それ以前に生徒Sが自分の考えを記入していなければ、そもそもこのように考えが広がることはなかっただろう。普段から疑問や自分の考えを授業ノートに記入させるような声掛けやコメントの記入を続けていきたい。

理科

10月16日(金) 予想 鉄以外では、反応しないと思います。理由は、金属は酸化にはおたやかたし炭酸水素ナトリウムは酸化が弱く、かつ反応しないからです。

課題 鉄以外でも、温かくなるのか?

材料 (6g) 塩酸粉(300メッシュ程度の細かい物)。(3g) 活性炭。食塩水(5%)。ビーカー。2。スポイト。温度計。ガラス棒。新たに発熱を促すため追加) 銅粉。炭酸水素ナトリウム

方法

A 鉄+活性炭+食塩水
① 鉄粉と活性炭を混ぜ、その時の温度を確認する。
② 食塩水を5~6滴たらし、ガラス棒でよくかき混ぜながら、1分ごとに温度をはかる。(6分で終わる)

B 銅+活性炭+食塩水
① 銅粉と活性炭を混ぜ、その時の温度を確認する。
② 食塩水を5~6滴たらし、ガラス棒などでよくかき混ぜながら、1分ごとに温度をはかる。(6分で終わる)

C 炭酸水素ナトリウム+活性炭+食塩水
① 炭酸水素ナトリウムと活性炭を混ぜ、その時の温度を確認する。
② 食塩水を5~6滴たらし、ガラス棒などでよくかき混ぜながら、1分ごとに温度をはかる。(6分で終わる)

結果

温度	0	1	2	3	4	5	6	(分)
A	26.2	35.1	37.6	35.0	38.1	40.2	36.6	(℃)
B	27.0	27.8	27.8	27.2	27.4	27.6	27.2	(℃)
C	25.5	26.3	26.1	26.0	27.7	26.5	25.5	(℃)

グラフ

折れ線グラフの読み取りが、各点の間をとって読み取ったため、グラフの読み取りが難しい。

考察 鉄+活性炭の温度が顕著に下がりましたが、銅+活性炭は少し上がったのに対して、銅+活性炭と炭酸水素ナトリウムは少し上がった。反応はなかった。このことから、課題の「鉄以外でも温かくなるのか?」に対しての答えは「鉄以外では、(A,B,C)温かくなる」となる。

① 鉄+活性炭が反応した時の温度がどのくらいになる? (食塩水を入れたと上がりは出る) ② 熱がでた=酸化が起きている? ③ 炭酸水素ナトリウムは食塩水がなくてもいい? ④ 炭酸水素ナトリウムは食塩水がなくてもいい?

結論 鉄以外の金属と炭酸水素ナトリウムは発熱反応は起こらなかった。←金属は酸化しない。また、金属が酸化するためには食塩水が必要かもしれない。←食塩水がなくてもいい? ④ 炭酸水素ナトリウムは食塩水がなくてもいい?

振り返り 今回の実験で、やはり鉄は温度が著しく上がることを確認できた。そして、食塩水を入れたと下がったりするのにも気がついた。また、グラフの折れ線にする各点の間をとって読み取ったことも迷いました。この場合、どちらにすればいいかわかりません。今回はとても疲れたけれど達成感があります。

385 (10/16) 385 (10/16)

図6 生徒Pが自ら課題を設定して探究した過程を記述したノート

3 3学年実践事例「化学変化とイオン」

(1) 主題

「課題を設定して、実験で調べよう」

(2) 目標

- ・化学変化をイオンのモデルと関連付け、水溶液の電気的な性質、酸とアルカリ、イオンへのなりやすさについて観察、実験などに関する技能を身に付ける。
- ・化学変化について、見通しをもって観察、実験などを立案・実施し、イオンと関連付けてその結果を分析して解釈し、化学変化における規則性や関係性を見いだして表現することができる。
- ・探究を振り返り、改善策を見いだすことができる。

(3) 本実践の目的

化学変化の恩恵により、私達の生命活動は維持され、生活は豊かになっている。しかし、生徒の中には、「化学の分野は難しい」と苦手意識をもっているものも少なくない。そのような生徒からは、「化学反応式など覚えることが多い」という話があり、「知識は覚えるべきもの」をいう考えをもっていることがうかがえた。

一方、新学習指導要領においては、知識をやみくもにインプットしテストで正確にアウトプットすることよりも、どのような過程を経て知識を得るか、もっている知識をいかに活用できるかがより一層強調されている。ペーパーテストで満点を目指すことだけでなく、理科室で得た知識を、他教科や学校生活、ひいては人生や社会に活用しようとするのが求められる。

そこで、本実践では、単元の終末に設定した探究を一種の活用のもとと捉え、生徒に知識の有用性を実感させるとともに、活用方法を考える時間とする。このような活動を繰り返すことで、「テストでよい点数をとればよい」ではなく、「試行錯誤しながら自らの問いに対する解決を目指す」というように、生徒の学習感を変え、粘り強く探究し、さらには、これらの活動を人生の糧とできるような生徒の育成を目指すものである。

(4) 実践内容

① 単元デザイン

本単元では、中学校2学年で学習した化学変化をもとに、イオンという概念を新しく加えて学んでいく。電池の仕組みや中和反応において、モデルを動かして

説明する場を設定している。これによって、生徒の概念形成を促すとともに、考えを共有する際におけるモデルの有用性を実感させる。また、単元終末の探究を生徒自らで進めていけるように、単元内における教科書記載の実験をする際にも、対照実験や結果のまとめ方を生徒に意識させるように取り組んだ(表4 □に示した探究の足掛かり)。

表4 実践した単元デザイン(□の部分は、探究の足掛かりとなるように意識したことを記す)

	時	学習内容
第一章	1	【課題】 全ての水溶液は電気を通すのか？ ・溶質による電気伝導性の差を見いだす。
	2	結果表の活用・数値化による差異の明確化 振り返り既知事象の活用 (ポジティブ・ネガティブコントロール)
	3	【課題】 「塩化銅水溶液に電流を流すと、水溶液中ではどのような変化が起こるか？」
	4	・知識構成型ジグソー法
	5	エキスパートA「原子の成り立ちとイオン」
	6	エキスパートB「イオン結合と電離」 エキスパートC「電流が流れる仕組み」 ・イオン式、電離を表す式を用いて説明する。 ・塩酸の電気分解をイオンモデルで説明する。
第二章	7	【課題】 (金属板2枚と水溶液)なぜ豆電球が光ったり光らなかつたりするのか？
	8	・電池の仕組みをモデルで説明する。
	9	立案対照実験の組み立て 考察比較対象の明示・誤差と有意差の判断 振り返り他班の結果を受けての再実験計画
	10	【課題】 ダニエル電池では、水溶液中でどのような変化が起こっているか？
11	・イオン化傾向とダニエル電池の仕組み	
12	【課題】 電池をどのように使い分けるか？	
第三章	13	【課題】 酸性の水溶液に共通する性質は？
	14	・各液性の水溶液に共通の性質を見いだす。 立案指示薬の選択 実験必要データの記録・実験計画の調整 考察「反応なし」という結果の重みづけ
	15	【課題】 BTB 溶液を黄色に変化させる要因は？
	16	・自ら実験を立案して実施する。
	17	実験必要データの記録・実験計画の調整 表現図やモデルの活用 ・性質を決めているイオンを見いだす。
	18	【課題】 ○○のpHは？
	19	【課題】 酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜると、どのような変化が起こるのか？
	20	実験器具の適切な使用
	21	立案試薬の選択・対照実験の検討 ・イオンのモデルを用い、中和を説明する。
探究	22 ～ 32	・一連の探究(課題設定～ポスター作成)を班で行う(7時間)。 ・発表・質疑応答を行う(2時間)。 ・探究を振り返る(2時間)。

② 生徒自らが進める探究

単元の学習を通して生徒が抱いた問いを、自らで解決しようと取り組む探究として、11 時間を設定した。男女2名ずつ4名を1グループとして、7時間で課題設定からポスター作成まで行う。4時間終了後に他班との意見交流を予定していたが、生徒から「自分達の実験を続けたい」旨申し出があったため、ポスター作成終了まで、全体での意見交流の場は設けなかった。ただし、必要性を感じた生徒が、他班に対し意見を求めたり、意見を述べることについては制止していない。

ポスター作成については、スライド8枚分を印字したものを張り合わせて、B1サイズのポスターとした。

③ 大学の先生方に向けた発表・質疑応答

琉球大学グローバル教育支援機構が取り組んでいる「琉球リケジョ美ら夢サイエンスプロジェクト」(「JST女子中高生プログラム」採択事業～2021年度)を通じて、琉球大学に在籍されている先生方に、生徒発表の場への参加を依頼した。化学を専門としている方を含め、のべ20名の先生方に参加いただき、生徒のポスター発表及び質疑応答を行った(図7)。



図7 大学教員(左端)に向けたポスター発表の様子

④ 探究の振り返りと改善策

探究の振り返りは、探究過程の項目に沿って各自で行う時間を設定した。自分達の探究に足りなかったところや改善点を、「後輩へのアドバイス」と題してまとめさせた。特に、「追加・再実験するなら」「ポスターを作り直すなら」という視点での記載を求めた。

(5) 授業実践の分析

① 課題設定からポスター発表

本実践は、4学級に対して行った。それぞれの班が設定した課題について表5にまとめた。中和の割合や電池の電圧が異なる要因など、概ね教師が意図した課題を設定している班が多かった。以下に、3つの班の課題設定から発表、振り返りまでのようすを紹介する。

表5 4学級40班における、課題の分類と一例

	数	生徒が設定した課題の一例
第一章	5	・水溶液の濃度と発生する気体の関係性は？(電気分解) ・電解質の水溶液の濃度によってどのように電流が変わるのか(電気伝導性)
第二章	18	・電池の条件「同じ金属板は電流を流さない」は事実か？(条件) ・ダニエル電池の素焼きコップを他のものに変えると、また水溶液を他のものに変えると電流を取り出せるのか？(ダニエル電池) ・電圧の大きさは、水溶液の種類・濃度や金属板の大きさとどのような関係があるのか？(金属板と水溶液の電池)
第三章	17	・塩酸と水酸化ナトリウムが完全に中和する時の割合は？(中和) ・2つの溶液のpHの平均値は、2つの溶液を混ぜた混合液のpHの値と一致するか？(pHと中和) ・中和反応の熱は何によって発生するか？(中和熱)

課題「フルーツを使って電池は作れるのか？」

単元の授業を通し、フルーツ電池については触れていなかった。しかし、教科書で紹介されており、教師側としても、「やってみよう」という声が出ることは予想していた課題である。実際、40班中2班がこの課題を設定している。2班とも、自分達の授業ノートに問いを記載していなかったため、課題設定を迫られて教科書を見直し、これを課題として設定するに至ったのである。この流れは予想していたことから、単に「作れた・作れなかった」で終わらせないようにするため、「金属板間の長さの数値化」や「果物の選択基準の明確化」を教師側から提案した。

3時間目の実験に臨むにあたり、互いに役割を分担して、リンゴ、バナナ、オレンジといった果物を用意していた。実験材料として果物を持ってくる生徒は、自分達の実験立案に満足し、当日の実験結果に期待しているようであった。実験中、教科書に記載されていたオレンジを用いても電流を取り出すことが出来ず、オレンジの種類、個数、金属板の種類、金属板同士の距離など、議論しながら試行錯誤するようすが見られた。課題設定時に教師側からもいくつかの視点を与えていたが、生徒自らで見いだすことも出来るのではないかと感じた。どこまで教師が前もって声掛けするのかについてこれからも吟味していく必要がある。

この班の一員であった生徒Pは、ポスター発表後の振り返りにおいて、「もっと実験をしておけばよかった」と記述していた。詳しく聞いてみると、「考察時、インターネットで調べて、クエン酸と電圧の関係についても実験しようと思ったが時間が無かった」「大学の先生からも指摘されたので、調べておけばよかったと思った」とのことであった。生徒の中に「もっと知りたい、確かめたい」という気持ちの膨らみが見える一方、探究における時間配分や班同士の交流などの見直しを考えさせられた。

課題「ダニエル電池での素焼きコップの意義は？」

学習指導要領の改正に伴い、ダニエル電池を用いた実験が導入されることから、本単元においてもダニエル電池についての実験を行った(表4、第二章)。素焼きコップの意義に関しては言及していないが、興味深い事象であることから課題として設定する班があることは予想された。そこで、素焼きコップ以外にも目を向けられるように、硫酸マグネシウムや硫酸鉄といった試薬を事前に準備した。ここに示した班以外にもダニエル電池に関する課題を設定している班があり、その全てで、イオン化傾向などもつなげながら、試薬の種類、濃度や観察時間等を変化させ、探究を深めているようすが見受けられた。

この課題を設定した班が実験を実施する中で、「金属製のコップを用意できないか」と問われた。これに対して、理科室の実験道具から探すように応えたが、「見つかりませんでした」との回答があった。そこで終わるかのように思われたが、しばらく後、「アルミホイルを使いたい」との申し出があった。アルミホイルを渡すと、素焼きコップを鋳型として、アルミホイルでコップを作製しだした。実験を「与えられるもの」ではなく、「自ら作り出すもの」として捉えたことにより、探究過程の立案における創意工夫及び主体性が芽生え、本来の意味での科学の楽しさを理解することに繋がると考える。

この班では、素焼きコップを変更するほかに、溶液や金属板を変更して、探究を行っていた。ポスター発表の場では、近くにあった黒板に図を描きながら説明していた。生徒達は自信をもって説明しているようにみられたが、振り返りに「ポスターに図やモデルを用いておけばよかった」と書かれていた。聴衆であった大学の先生は化学専門ではなかったため、ダニエル電池の仕組みについて説明を求められたとのことであった。他にも、表現の工夫について記述された振り返りが散見された。モデルや図の有用性については示してきたつもりだが、「伝わらない」という経験により、その価値や意義を痛感することもある。これらのことから、外部から招聘された聴衆を含む発表会が、中学生の学びにとって非常に有意義であると考えられる。

課題「炭酸水は本当に骨を溶かすのか？」

この課題については、教師側としては全く想定して

いなかったものである。「炭酸や酸性の液体で歯や骨が溶けると聞いた」との意見から課題設定していたことから、「どのように数値化するか」「説得力のある結果をどのように示すか」と投げかけた。これを受けて、精製水を用いた対照実験を設定し、炭酸水、塩酸や水酸化ナトリウム水溶液のそれぞれにニワトリの手羽先の骨を浸して、前後の質量を測定するという立案に至った。実験では、手羽先の肉をはぎ、骨の質量を電子てんびんで測定して数値化し、グラフを用いて結果を示すことができた。「科学的な探究」を単なる活動の実施としないために、「数値化」や「対照実験」などは欠かせないものである。身近な課題であるがゆえに、科学的な視点をもった上での探究は、生徒にとって有意義なものとなり得る。

この課題を設定した班は、炭酸水や塩酸における質量減少について、対照実験と比較して有意な差を示しており、一見すれば科学的な結果が示されているように見受けられた。しかし、大学の先生から「用いた骨の、初期の水分含有量に違いはなかったか」との指摘を受け、実験の改善策を練っていた。生物を実験の対象とする場合、実験前における均一化は難しい一方、必ず考慮しなければならない問題である。生徒らは発表後に班内で話し合い、「使用する骨を何日か天日干しする」という案を出していた。この改善策は、その日数や天日干しによる影響など、不完全な部分はあるものの、改善しようとする姿勢は評価に値する。

② 探究の振り返り

振り返りとして課したレポートには、表6に示すように、自己の探究に対し科学的な観点による改善策が示されていた。本来であれば、再実験や追加実験を実際に行うことで、より深く考えられることが期待できるが、このようなレポート形式も振り返りの場面において有効な手段であると思われる。

表6 生徒の振り返りの一例(太字筆者)

生徒Q (立案)	実験方法は、仮説をもとに仮説を証明する実験になるように工夫した。しかし、結果が出なかったから、途中でいくつか課題にあまり関係のない実験を増やしたのは良くないことだと思う。また、方法をまとめるときは自分たちのしたことをまとめるので「やった」、「した」など過去形で書いたらいいと思う。最後に、 実験の条件を変えるときは、10倍、100倍など変化が見やすいように極端に変えるほうが良い と思う。
生徒R (実験)	私たちの班では、電流を流す時間を3分と縛りをかけていて、濃度を薄くした時にメモリが読み取りにくく、発生した気体の量がわかりにくかった。だからある程度、基準をもうけてその基準に沿って実験を行っていくといいと思います。(もししたら、 濃度によって気体の発生速度に変化があるかもしれない。電流が流れていなかった可能性もある。→電流計をつなげば確認できた。)

VI 成果と課題(実践から見えてきたこと)

教師側からみえてきた成果と課題は、各実践で示したとおりである。ここでは、生徒のアンケート結果と照らし合わせて本実践を分析していく。

1 成果

(1) 2単位時間を連続して設定した授業

2単位時間連続となることで、これまで以上に探究する時間を確保することができた。当初は、設定時間を伝えると「こんなに時間があるんですか？」など、驚いたようすであったが、今では50分程度の時間が設定されても驚きもしない。また、各班で進捗状況と残り時間を考え、授業間の休憩時間も積極的に活用する生徒が大勢いた。その間、教師も教室に残り見守る負担感はあるが、生徒が生き活きと取り組む姿勢を見られるのは大変うれしいことである。2単位時間連続で授業を設定することは、生徒自身が時間を有効に活用しながら納得するまで何度も実験に取り組む姿勢につながっていると考えられる。

ここで、2単位時間連続で授業を設定することについての質問に対する回答結果を図8に示す。

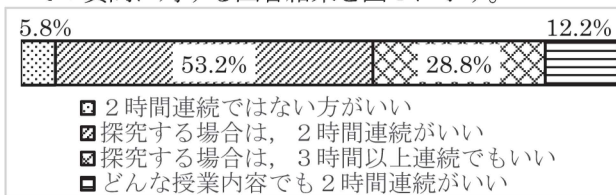


図8 2単位時間連続の授業に対する評価(全学年)

肯定的な意見は「探究する場合は、2時間連続がいい」「探究する場合は、3時間以上連続でもいい」「どんな授業内容でも2時間連続がいい」であり、94.2%となる。肯定の理由としては「探究しているとき、途中で終わるのが嫌だから」「小刻みに探究しても理解(頭の整理)ができない」などの意見が見られた。

一方、「2時間連続ではない方がいい」と回答している生徒はほぼ、理科の学習(探究過程における各場面)に対して「どちらかという苦手」もしくは「苦手」と回答している生徒であった。その理由として、「そんなにしたくない」「時間が過ぎるのが遅く感じる」と記述しており、2時間連続で授業をすることに苦痛を感じているようであった。しかし、苦手意識をもっている生徒107名の連続した授業の設定に対する評価は、87.9%が肯定的であった(図9)。理科の学習に対して苦手意識はないが「2時間連続ではない方がいい」と回答した唯一の生徒は理由に、「時間を空けたほうが

振り返って改善できるから」と書いていた。余裕もった探究の時間を設定し、授業内でも振り返りができるような工夫が必要である。

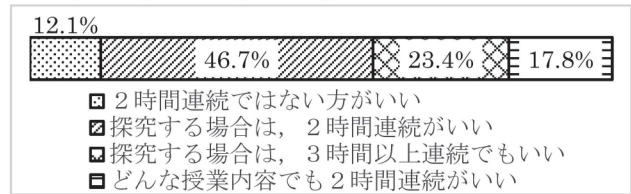


図9 2単位時間連続の授業に対する評価(全学年)
(苦手意識のある生徒)

また、「探究する時間は2時間連続がいい」と回答する生徒は53.2%であり、探究以外の時間は1単位時間の方がいいという生徒が半数以上いる。2単位時間連続の授業がすべて探究の時間になるわけではなく、探究するために必要な基礎的・基本的な知識及び技能の習得の時間となることもある。その習得時に、いかに講義型の授業形態ではなく、生徒が主体的に学べるような授業内容・展開をつくっていくかは、今後も継続して考えていく必要がある。

(2) 再実験・追加実験の実施について

交流の場において同じような実験をしているのに結果が異なっている、または同じような課題を設定しているのに結論が異なっているのに気付くと、驚きの表情とともに熱い議論が始まった。生徒達は「あの時、こういう所がまずかったんじゃない?」「もう少し、こういう風にしたら方がいいんじゃないかな?」と探究過程を振り返っていた。その後、再実験や追加実験を行えると分かるや否や、生徒は振り返ったことをもとに実験に取り組んでいた。

ここで「今後も再実験や追加実験を行ったほうがいいと思うか」との質問に対する回答結果を図10に示す。

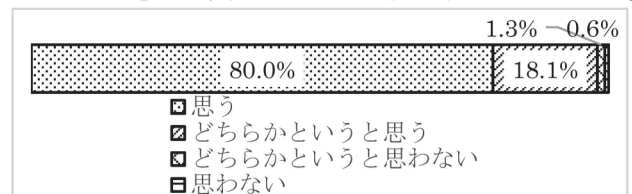


図10 再実験や追加実験に対する生徒の意識(全学年)

「思う」「どちらかというと思う」を合わせた肯定的な回答が98.1%であった。生徒の記述した理由として、「他のグループと違うと再実験して確かめたい」「他の班の意見を聞いて納得するより、見て納得したい」「実験すると新たな疑問が生まれてくるから」などの回答があり、やりたい気持ちの高まりが感じられた。

また、「他のグループと違ったり、自分達ができていると思ったことを再実験することで考えが深まると思う」「最初の実験とどこを変えたらいいのかを考えるのも大切」という意見もあった。これは、振り返り・改善・実施の探究のサイクルを続けていくことの重要性に気付いているものであり、自ら学びを進めていくことが期待できる。

このことから、再実験や追加実験の場が主体的に再度考え、実験しようとする姿勢につながる重要な時間であることが明らかになった。

(3) 振り返りを通して自己肯定感を高める

授業の終末で振り返りを記入させ、そこから生徒が何を理解しどのように学んだのか等を見取ってきた。そしてその振り返りに対してコメントを記入することを継続して行ってきた。

実際、毎時間授業ノートを回収しコメントを記入することは、時間も限られている中、負担感も少なくはない。しかし、授業前に配布されたノートを開き教師が記入したコメントに目を通す姿や、コメントに対してさらに自分の考えを記入している姿を見ると、そういう負担感も多少軽減される。ノートを開いてコメントがなかった時の、生徒の残念そうな表情を見ると、教師のコメントをととても楽しみにしていることがうかがえる。

「振り返りに先生からのコメントがありますが、それはあなたたちの学びにいい影響があると思いますか」との質問に対する回答結果を図 11 に示す。

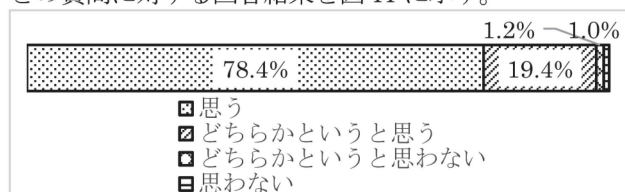


図 11 教師のコメントに対する生徒の意識(全学年)

「思う」「どちらかと思う」を合わせた肯定的な回答が 97.8%の数値を示した。生徒の意見として、「コメントを見るのは楽しみだし、もらった時はまた頑張ろうと思う」「うれしいから意欲がわいてくる」「否定的なものは一切ないので、励ましとか安心感みたいなものになっている」とあり、教師のコメントが生徒の学ぶ意欲の向上につながっていることが分かった。また、「そこから新しい考えが思い浮かぶことがある」「疑問への答えがあったり考えるきっかけになる」

などのように、教師のコメントによって思考を広げられた生徒もいた。

一方、「あまり見ないし、見てもだいたいスルー」「コメントを読まない」と回答している生徒もいる。教師と生徒の一对一の関わりだけでなく、生徒が互いに認め合い・励まし合うことが必要であるかもしれない。教師と生徒との振り返りの交流は継続しつつ、さらに生徒間におけるコメントの交流を行うことによって、生徒の自己肯定感の高まりにつながり、より主体的に学んでいくことができると考える。

2 課題

探究過程において、生徒がいつ他班と交流したいのかについての質問に対する回答結果を図 12 に示す。

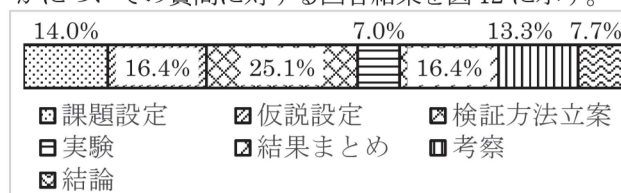


図 12 探究過程において他班と交流したい場面(全学年)

本実践では教師の「探究に没頭してもらいたいという願い」と、生徒からの「交流よりも自分達の探究をすすめたい」という要望が一致したことで、結論後に他班と交流することとなった。しかし、回答結果より結論後の交流を希望する生徒は 7.7%とごく少数であることが分かった。むしろ、「課題設定」「仮説設定」「検証方法の立案」の時に交流したいと考えている生徒が 55.5%であり、実験前に交流の必要性を考えている生徒が半数を超えていた。生徒の意見として、「他のグループの意見によって、より良い実験ができそう」「自分達にない考えが得られる」と書かれており、探究活動をより良くしていこうという考えが見取れる。しかし単純に「難しいから」「不安だから」「苦手だから」という意見もあり、交流によって正解を得ようとする姿勢がうかがえる。他者の意見を安易に取り入れるのではなく、自分の考えや観察・実験を吟味できる交流となるよう手立てを講じていく必要がある。これらを踏まえ、交流のタイミングについても今後検討していきたい。

参考文献・引用文献

- (1) 中学校学習指導要領解説 理科編 2017年7月
- (2) 和田一郎『「学びに向かう力」の源泉としてのメタ認知』『理科の教育』(通巻786号)、2018年、P.13-16