

実践のまとめ（第3学年 理科）

長岡市立三島中学校 教諭 藤枝 隆博

1 研究テーマ

観察、実験に主体的に取り組み、対話をとおして学びを深める生徒の育成

2 研究テーマについて

(1) テーマ設定の意図

新学習指導要領解説（平成29年6月）では、単元など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図ることが求められている。また、「主体的な学び」は自然の事物・現象から問題を見だし、課題や仮説の設定をしたり、観察、実験の計画を立案したりすること、「対話的な学び」は個人の考えを他との意見交換や、科学的根拠に基づいた議論をとおして、より妥当性のあるものとする事とある。これらの観点を踏まえ、これまでの授業を振り返ると、次の2点が自身の課題である。

1つ目は、興味・関心を引き出すための課題提示の仕方である。生徒は、与えられた課題に受け身になっていることが多い。

2つ目は、目的を意識させた話し合い活動の仕方である。話し合い活動において、他の考えを基に自分の考えをさらに深めるに至らないことがある。

以上の2点から、本研修のテーマを「観察、実験に主体的に取り組み、対話をとおして学びを深めるための指導」とし、化学領域の実践を行うこととした。

(2) 研究テーマに迫るために

① 生徒が興味・関心をもって主体的に学習課題に取り組む工夫

生徒が興味・関心をもって課題に取り組むには、「なぜ?」「解決したい!」と思えるような学習課題を提示することが必要である。生徒にとって課題解決に向けた意欲の高まりは、事物・現象を理解する上での主体性につながると考える。

課題提示の場面で、生徒の興味・関心を高めて学習課題に向かわせる工夫をする。

② 目的意識をもった話し合い活動の指導

目的意識をもたせた話し合いを展開するには、生徒自身が話し合いに対して明確な目的をもつことが必要である。学習課題を明確なものにすること、また興味や関心をもって主体的に臨める話し合いにできるように促すことで、目的意識をもたせたい。

(3) 研究テーマに関わる評価

① 授業の振り返りの記述において、事物・現象について興味をもつ記述がある。また、興味をもちながら先を見通して学習を進めることができている。（振り返りシートの記述、生徒の学習の姿）

② 授業の事後アンケートの「解決を目指して目的意識をもって班員と協力して学習に臨むことができた」の項目に肯定的に回答した生徒が80%以上いる。（事後アンケート）

3 単元と指導計画

(1) 単元名

化学変化とイオン（中学科学3 学校図書）

(2) 単元の目標

電解質水溶液と2種類の金属などを用いた実験を行い、電池の基本的な仕組みを理解するとともに、化学エネルギーが電気エネルギーに変換されていることを知ること。

(3) 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
化学変化をイオンのモデルと関連付けながら、金属イオン、化学変化と電池についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	化学変化と電池について、見通しをもって観察、実験などをを行い、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しているとともに、探究の過程を振り返るなど、科学的に探究している。	化学変化と電池に関する事象・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

(4) 単元の指導計画と評価計画（全7時間、本時3／7時間）

時	学習内容	学習活動	主な評価規準と方法
1	<ul style="list-style-type: none"> 金属イオンのなりやすさ（イオン化傾向）を理解する。 金属がイオンになって溶ける様子を、イオン式や電子で表現する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎金属イオンをふくむ水溶液から金属が生じるのはなぜだろう ・塩化銅水溶液に鉄をひたすと銅が付着する様子を観察する。 	知識・技能 金属イオンの交換について理解している。【生徒記述：振り返り】
2	<ul style="list-style-type: none"> ボルタ電池の両極で起きていることを、イオン化傾向と電子の振る舞いに注目して説明する。 ・ボルタ電池の仕組みについて理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ボルタ電池はどのような仕組みで電流を取り出しているだろう ・ボルタ電池の両極で何が起きているか観察し、電流が生じる理由をイオン式や電子の振る舞いに注目して説明する。 	思考・判断・表現 知識・技能 ボルタ電池の仕組みについて、イオン式と電子の動きを用いて説明できる。【生徒記述：ワークシート】
3 本時	<ul style="list-style-type: none"> ・ボルタ電池の学習を活用して、より大きな電圧が生じる電池を作るためにはどうすればよいか仮説を立て、それを検証するための実験計画を立てる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎よりプロペラを速く回すボルタ電池を作ろう ・より強い電池を作るためにはどうすればよいか仮説を立てて、それを検証するための実験計画を立てる。 	思考・判断・表現 課題に対して仮説を設定し、それを検証するために必要な実験計画を立てることができる。【生徒記述：実験計画書】
4	<ul style="list-style-type: none"> ・計画をもとに実験を行い、仮説と結果を比較することでより強い電圧を生じる要因についてまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎強い電池をつくるための条件は何だろう ・計画した実験を行い、結果からより強い電圧を生じるための要因についてまとめる。 	知識・技能 計画をもとに実験を行い、正しく結果をまとめることができる。【生徒記述：ワークシート】

5	<ul style="list-style-type: none"> ・イオン化傾向の視点から、ダニエル電池の各電極での反応をイオン式と電子を用いて説明する。 ・化学電池は、物質がもつ化学エネルギーを電気エネルギーに変化するしくみであることを理解する。 	<p>◎ダニエル電池の電極の変化は、イオンと電子でどのように説明できるか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダニエル電池の観察をし、ボルタ電池と比較してしくみについて考える。 	<p>思考・判断・表現 ダニエル電池のしくみを、イオンや電子の移動をもとにして理解している。【生徒記述：ワークシート】</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> ・ダニエル電池の原理について、イオン式や電子の振る舞いに着目して理解する。 	<p>◎ダニエル電池の原理はイオンでどのように説明できるだろうか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各電極で起きていたことを、電池全体で考えることで何が起きていたかまとめる。 	<p>知識・技能 ダニエル電池のしくみを、イオンや電子の移動をもとにして理解している。【生徒記述：ワークシート】</p>
7	<ul style="list-style-type: none"> ・一次電池や二次電池について理解する。 ・燃料電池のしくみや利用例について理解する。 ・どの電池も化学エネルギーを電気エネルギーに変換していることを再確認する。 	<p>◎身のまわりの電池には、どのような種類があり、どのように利用されているか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身のまわりにある電池を想起しながら、種類と用途について考える。 	<p>知識・技能 電池の種類や、燃料電池の原理とその利用について理解している。【生徒記述：ワークシート】</p>

4 単元と生徒

(1) 単元について

本単元は、電解質水溶液と2種類の金属などを用いた実験を行い、電池の基本的な仕組みをイオンのモデルと関連付けて微視的な見方を働かせて理解させることが主なねらいである。本単元に関連する学習内容としては、第1学年「物質の姿」、第2学年「化学変化」で、物質を構成する原子についてモデルを用いて学習をしてきている。本単元でも、粒子的な見方を用いて学習を進めていく。この単元で扱う内容は日常生活や社会の中で見られる、身近なものであることを気付かせ、電池や化学変化に対する興味・関心を高めるようにするとともに、身のまわりの事物・現象を新たな見方や考え方で捉えさせることが大切である。

(2) 生徒の実態

生徒は授業に落ち着いて臨み、班学習や意見交換では男女仲良く話をするができる。実験について予想を立てる場面では、意欲的に既習事項や生活経験から考える生徒もいるが、多くの生徒がその時の直感で予想を立てようとしていて、学習を連続的に捉えることができている様子である。実験では興味をもって取り組む生徒が多く、与えられた課題に前向きに取り組む半面、実験計画を立案したり、課題を見つけ主体的に学習を進めたりする姿勢はあまり見られない。考察場面では得られた結果をもとにまとめることができるが、課題もある。結果をただつなげて書くだけにとどまる生徒、結果をどのように考察につなげればよいか分からない生徒と、考察の内容に個人差が見られることが課題である。意見交換の場を設定しているが、生徒は自分の考えを述べるだけとなっていて、考えを深める機会にはなっていないことが多い。

本時では、生徒が興味・関心を高めながら学習課題に対して主体的に学習を進めることを目指し、仲間と協力して目的意識をもたせた話し合い活動を取り入れ、より考えを深める活動を促して多くの生徒が納得のできる実験計画を立てることができる姿を目指したい。

5 本時の展開（令和4年11月22日実施）

(1) ねらい

ボルタ電池の原理を活用してより強い電圧が生じる電池を考案し、それを検証する実験方法を考えることができる。

(2) 展開の構想

- ① 既習事項を活用する課題を提示することで、解決したいという興味や関心を高める。
- ② 仮説や実験方法について班員と協力して目的意識をもって活動に取り組む。

(3) 展開

時間 (分)	◎：学習活動 ・：教師の働き掛け	○：生徒の姿 ●：予想される生徒の反応	○支援 ◇留意点
導入 (10)	◎ボルタ電池と乾電池のモーターが回る様子を観察する。 ・生徒との対話で回る速さに注目して観察させる。 ◎ボルタ電池について復習する。 ・電圧が生じる要因について想起させ、ボルタ電池について復習させる。	○ボルタ電池と乾電池のプロペラが回る様子を観察する。 ●ボルタ電池のプロペラの速さが遅い。 ○ボルタ電池を作るには金属板、電解質溶液が必要であることを復習する。 ●もっと速く回すことはできないだろうか。	◇資料や生徒の発言を生かしながら進める（オクリンク）。
展開 (33)	よりプロペラを速く回すボルタ電池を作ろう		
	◎電圧を決める要因をまとめる。 ・金属板、水溶液が要因として考えられることを確認する。 ◎注目する要因を決める。 ・複数の要因を同時にすると何が影響するかわからないため1つにするよう促す。 ◎影響しそうなものをあげて、根拠を示したうえで仮説を立てる。 ・根拠ある仮説となるように促す（個別支援等）。 ◎実験計画を立てる。 ・最低でも3段階のパターンを設定させる（例：濃度0.1・1・10%） ・以下の点を踏まえて計画を立てるように促す。	○金属板の組み合わせ、水溶液が電圧を強くする要因であることを確認する。 ○金属板、水溶液などの要因を決める。 ●「金属板」に注目しよう。など ○要因の中でも、影響しそうなものを定めて仮説を立てる。 〈予想される仮説〉※（ ）は根拠となる考え ① 水溶液 濃度（溶液中のイオンが多い） 量（金属がたくさん触れる） 種類（よりとけやすいもの） ② 金属板 組み合わせ（イオン化傾向） 距離（電子の受け渡し） 表面積（金属がたくさん触れる） ○仮説を検証できる方法を考える。 ●濃度を変えて実験する。 ●様々な金属板の組み合わせで行う。 ●金属板の枚数を変えてみる。など	◇実験計画書の配布 （クラスルーム） ◇記入はタブレット ○個別支援で、適宜助言するとともに、班で話し合いながら作成するよう促す。

	①仮説を確かめることができる実験か。 ②安全に正確に計画されているか。 ③条件制御され、結果はしっかりと出るものか。		
	◎実験計画を共有する。 ・上記の点(①～③)が考慮されているか確認する。	○仮説を検証するための実験方法について全体に説明する。	
終末(7)	◎班で実験方法について再確認する。 ・役割分担の確認をさせる。 ◎授業の振り返りを記入する	○次回の授業でスムーズに実験が行えるように班内で確認する。 ○振り返りを記入する。	

(4) 評価

思考・判断・表現

課題に対して仮説を設定し、それを検証するために必要な実験計画を立てることができる。【生徒記述：実験計画書】

6 実践を振り返って

(1) 授業の実際(指導の実際)

① 生徒が興味・関心をもって主体的に学習課題に取り組む工夫

ボルタ電池と乾電池をそれぞれプロペラに接続して回転させる演示を行った。生徒は、ボルタ電池の回転の速さが遅いことに着目し、ボルタ電池の起電力が小さいことに気付いた。その後、「よりプロペラを速く回すボルタ電池にするにはどうしたらよいだろうか。」という学習課題を提示した。本授業までに学習したボルタ電池の原理を活用して解決することを伝え、自分たちで実験計画を立て、検証して確かめる課題であることを全体で確認した。生徒たちは、「ボルタ電池の改良」を目的として捉え、既習内容を活用しながら、どのような条件で検証したらよいか意欲的に発言するなど、学習課題を「解決したい!」と前向きに臨もうとする主体的な姿が見られた。

② 目的意識をもった話し合い活動の指導

より起電力の大きいボルタ電池を作るためにはどのような条件で検証したらよいか班で話し合った。

まず、ボルタ電池の改良のために、班ごとに注目する要因(金属・水溶液)について決めさせた。

ここでは、要因を1つに絞って話し合うよう指示した。複数選択すると、何が起因しているのか結果の整理が複雑になるためである。



図1 生徒の話し合い活動の様子

次に、その要因から考えられる仮説を立てさせ、その根拠をまとめさせた。仮説を立てる際に、定型文の例として「○○を△△すると電圧は強くなる」というように端的に表現するように促し、根拠は既習事項を生かしたものにしよう指示した。

根拠をまとめる場面で、どのように書けばよいか分からない班には個別に適宜、支援や助言を行った。教師との対話でヒントを得ながら話し合いを進める班や既習事項を振り返るためにノートやタブレットを見返す生徒もいた。ボルタ電池の改良という明確な目的をもち、班で積極的な話し合いが行われた。各班でまとめた仮説と根拠は、学級全体で共有した。各班が発表した内容について、他の生徒が疑問点を質問し、その質問に対して生徒が

考えながら返答する姿や、その発言に対してさらに追加の質問をするなど、生徒同士で目的意識を明確にした主体的な対話が自然に成立していた。

その後、各班で仮説を検証するための実験計画を立てさせた。実験計画は「仮説を確かめることができるか」、「安全に正確に計画されているか」、「条件制御され結果がしつかりと出るものか」の観点を踏まえるよう促した。

実験では各班が試行錯誤しながら計画書に沿って取り組み、結果をまとめた。各班の結果を全体で共有し、電圧が大きくなる条件についてまとめることができた。起電力を大きくする要因は様々あり、目的であるボルタ電池の改良を果たせたと実感できたようであった。また新たに、大きい電圧が持続しないという課題を見いだすことができた。その原因について、観察結果から銅板から生じる気体に注目した生徒が全体に発言し、クラス全体として新たな課題を見いだすことができた。その後、分極作用について触れ、ボルタ電池のデメリットについて学習した後、ダニエル電池の学習を行った。

(2) 研究テーマについて

- ① 生徒が興味・関心をもって主体的に学習課題に取り組む工夫
授業後に書かせた振り返りの一部を以下に示す。

生徒の記述から	※下線は筆者によるもの
<ul style="list-style-type: none"> ・仮説、根拠、実験とそれぞれ見通しをもって予想しながら<u>取り組む</u>ことができた。 ・<u>仮説や根拠を順番に考える</u>ことで、<u>目的を忘れずに実験</u>ができた。 ・自分が立てた仮説と、実験結果が異なったときに、<u>なぜそうなるのかもっと考えたい</u>という気持ちになった。 ・研究のような感じで、<u>仮説や根拠をもとに実験計画を立てる流れは興味</u>がもてた。 ・強い電池を作るために計画を立てて、<u>結果と予想が合ったときうれしかった</u>。 ・強い電池を作るための条件について、<u>いろいろな班の結果を組み合わせながら考える</u>ことができてよかった。 ・<u>他の班の仮説や根拠を聞いて、どうなるんだろうと興味をもつ</u>ことができた。 	

生徒の記述からは、実験計画を立てる過程に高い関心をもって取り組んでいたことが分かる。目的は同じだが、班によって実験方法に対する視点が異なることも興味を高める要因になっていたようである。また、仮説とは異なる結果を得たときに、なぜそうなるのか自分自身で考え直すことに関心をもって取り組む生徒もおり、より深く考える機会となったようである。他には、仮説や根拠についてしっかりと考えをもつことで実験の目的を明らかにしながら取り組めたという記述もあった。どれも、興味・関心をもちながら主体的に学習に向かう様子が分かる。

課題提示を行う時に学習課題を明らかにしておくことは、生徒にとって課題に対する目的意識をもたせることにつながり、解決に向けて主体的に取り組む姿につながるものが生徒の記述から分かる。

- ② 目的意識をもった話し合い活動の指導

授業後にとったアンケート結果を下に示す（表1）。

表1 授業を終えて行ったアンケート結果（%）

n=46	質問項目	ア	イ	ウ	エ
問	解決を目指して目的意識をもって班員と協力して学習に臨むことができたか	78	20	2	0

※ア「よくできた（強い肯定）」イ「できた（肯定）」ウ「あまりできなかった（弱い否定）」エ「できなかった（否定）」

「解決を目指して目的意識をもって班員と協力して学習に臨むことができたか」という問いに対して、肯定的に答えた生徒はおよそ80%だった。ほとんどの生徒が目的意識をもって話し合いながら実験計画を立てられたと感じている。より強い電池を作るという目的をしっかりと捉えながら、話し合い活動に臨めたことが分かる。

一方、否定的に答えた生徒には、化学領域が苦手な仮説を立てる段階から難しく感じていたようだが、話し合い活動をとおして理解できたと記述した。同じ目的意識をもつことができている班員との学び合いは、学習の理解につながる場面となったようである。

(3) 成果と今後の課題

授業の導入でボルタ電池と乾電池のプロペラが回る様子を演示することで、ボルタ電池を改良するという学習課題が明らかになり、生徒は明確に課題意識をもつことができた。

一方で、起電力の差異について教師が主導して課題につなげた展開にしたため、今後は、生徒の疑問や気付きを引き出し、興味や関心を高めるために、生徒との対話をより大切にしていきたいと感じる。

また、ボルタ電池の改良を目指して着目する要因を1つにしぼることで、先を見通しやすくなり学習課題に対する参画意識を高めたと感じる。他クラスでは要因を複数選択してもよい形をとった。生徒は意欲的に課題に取り組んだが、複数の要因の関係性をまとめることの難しさに直面し、納得のいく仮説や実験計画を立てられない班があった。このことから、教師が条件制御について適切にコントロールすることが大切であると感じた。

他に、それぞれ異なる実験ではあるが、同じ目的に迫る活動は生徒の関心を高めることにつながった。他の班の実験に興味をもったり、結果を組み合わせて考えたりする生徒などが多くいた。より深く、多面的に電池について考える機会となった。また、班という小集団で話し合い活動をすることで、様々な考えを共有できたようである。班員の発言に対して、共感できたり新たな考え方に触れたり、協力して取り組めたという振り返りが多く見られた。仲間との対話で学びが深まったのだと感じる。

実験結果は多くの班が、よりプロペラが早く回る電池を作れたという結果だった。しかし、早々にその速さは遅くなるという課題がすべての班で挙げられた。生徒は、この結果に大きな関心をもった。自分たちから見いだした電池の課題は、先人たちも同様に直面した課題だと伝えると、発生する気体に関係があるのではないかと、主体的に考える姿が見られた。その後、課題を改善した電池としてダニエル電池を学習すると、円滑な理解につながった。先人の研究の足跡を、生徒自身、同様に歩むような感覚になる流れは、より学習内容を自分事とすることができ、主体的な学習につながれると感じた。

興味・関心をもって主体的に学習課題に取り組む工夫、目的意識をもたせた話し合い活動は生徒の学びをより深いものにすると考えられる。他の単元でも意識しながら、今後も授業改善に向けて努力していきたい。

<参考・引用文献>

- (1) 文部科学省「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」学校図書、2018