

実践のまとめ（第3学年 理科）

五泉市立五泉中学校 教諭 石川 公康

1 研究テーマ

自由試行やパフォーマンス課題から問いをつくり解決していく電池の学習

2 研究テーマについて

(1) テーマ設定の意図

自然科学において、問いを設定することはすべての活動のスタートである。理科教育においても同様であり、問いは探究や問題解決を方向付ける、重要な価値をもつ。また、「主体的・対話的で深い学び」を実現するためにも、生徒自身が問いをつくり、能動的に学び続ける、つまり、教師がいなくとも自分たちで学び続ける生徒を育てる必要がある。

生徒が気づきを得るために、ものに直接接触れさせる活動を行う。しかし、教科書に記載されている実験の多くは、結果を確認するための実験であり生徒の思考が拡散することは難しい。それに対して、「自由試行」は生徒が自由に実験を行っていくため、思考も拡散しやすい。「自由試行」を行い疑問に思ったことから問いをつくり、それを各授業の課題とし、単元の学習の中でそれらを解決していく単元構想を提案する。

(2) 研究テーマに迫るために

① 単元（章）の初めに自由試行を取り入れる

課題は把握の場面で、その単元に関わる事物・事象についての自由試行後、「わかったこと」「気づいたこと」「疑問に思ったこと」を書かせ、それを共有する。

② 生徒の「疑問」を課題とし、単元をつくる

生徒が自由試行により抱いた「疑問」を各時間の課題とする。それらを解決するような授業展開にすることで、単元が進むにつれ最初に抱いた「疑問」が解決できるようにする。

③ パフォーマンス課題として、発展的な課題の提示

生徒が班員と協力して、探究できる単元の最後に発展的な課題を出す。この単元で学習した内容を活用して、課題に取り組めるようにする。既習内容を活用したり、レポートを作成したりすることで、知識と知識をつなげ「使える知識」とする。

(3) 研究テーマに関わる評価

① 自由試行を行った際に、疑問を複数種類記述できたか。

② 一部の生徒がもった疑問を全体の課題とし、解決できたか。

③ パフォーマンス課題に取り組む中でも、生徒が自ら問いを持って取り組んでいたか。

3 単元と指導計画

(1) 単元名

化学変化とイオン（教科書名 学校図書）

(2) 単元の目標

化学変化をイオンのモデルと関連付けながら、水溶液の電気伝導性や中和反応、電池の仕組みについて理解し、それらの観察、実験などに関する技能を身につけること。また、化学変化について、見通しをもって観察、実験などを行い、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たり、探究の過程を振り返ったりすること。

(3) 単元の評価規準

知識・技能	思考力・表現力・判断力	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づけながら、水溶液とイオン、化学変化と電池を理解しているとともに、それらの観察・実験などに関する技能を身に付けている。	化学変化について、見通しをもって観察・実験などを行い、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。また、探究の過程を振り返っている。	化学変化とイオンに関する事物・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 10 時間、本時 9 / 10 時間）

次 (時数)	学習内容	学習活動	主な評価規準と方法
1	《自由試行》 簡単な電池をつくり、電池になるための金属や水溶液に気づく。	◎金属（亜鉛、銅、マグネシウム）の組み合わせや水溶液を変化させ、電池になる条件を見つける。その後、「分かったこと」「気づいたこと」「疑問に思ったこと」を書き出し共有し、問いをつくる。	態度 「分かったこと」「気づいたこと」「疑問に思ったこと」をできるだけたくさん書き出している。 【ワークシート】
2	備長炭電池（炭素棒、アルミ箔、食塩水）を作る。	◎炭素棒で電池を作り、プロペラモーターに接続する。時間がたつとアルミ箔がボロボロになっていることに気づかせ、それが「溶けた」ことにつなげる。	思・判・表 アルミがボロボロになったことが、「溶けた」ことにつながっている。 態度 「分かったこと」「気づいたこと」「思ったこと」をできるだけたくさん書き出している。【ワークシート】
3	イオンのなりやすさについて実験から気づく。	◎硝酸銀と銅の反応、塩化銅と鉄の反応から、イオンのなりやすさについて知る。銅の表面や水溶液の変化に着目させる。溶けてイオンになることをモデルで説明させる。2つの実験からイオンのなりやすさを考察する。	思・判・表 実験結果から、金属のイオンのなりやすさの違いについて、考察できている。 知・技 金属のイオンのなりやすさの違いを理解している。 【ワークシート】
4	電池の仕組み（ボルタ電池）をイオンモデルで説明する。	◎電池の仕組みをワークシートに記入したり、イオンカードを用いたりして説明する。最も電圧が大きくなる金属の組み合わせが、マグネシウムと銅である理由をイオン化傾向から考える。	知・技 イオンカードを操作することで、電池の仕組みについて理解している。 【行動観察】 思・判・表 実験結果から、電圧を大きくするには、イオン化傾向の差を大きくすることに気づく。【ワークシート】

5	電池の起電力がなくなってしまう原因を説明する。	◎簡易電池の起電力がなくなってしまう原因をイオンに着目して説明する。「マグネシウムの減り」と「水溶液中の水素イオンの減り」について気づき、イオンカードで説明する。	思・判・表 作った電池の起電力がなくなる理由をイオンカードで説明できる。【ワークシート】 ※本来は銅板に水素が覆うためであることは動画で確認。
6	ダニエル電池をつくり、電池の仕組みを知る。	◎ダニエル電池の実験を行い、仕組みを教科書やイオンカードを用いて理解し説明する。	知・技 教科書やイオンカードを操作することで、ダニエル電池の仕組みについて理解している。【ワークシート】
7	《パフォーマンス課題》 「走れ！トーマス」に向けて、仮説を立てる。	◎おもちゃの機関車トーマスを動かすために、自作電池の計画を練る。	態度 学習した内容を活用して、課題に取り組んでいる。【行動観察】 思・判・表 電池になる仕組みを科学的に思考し、レポート作成している。【ワークシート】
8, 9 本時	パフォーマンス課題 「走れ！トーマス」の仮説を検証し、さらに追究していく。	◎計画に従って電池をつくり、電圧の大きさを調べたりモーターが回るか調べたりする。他の班の中間発表を聞き、更に工夫し課題を追究する。 ◎どの班が最もトーマスを長く走らせることができるか、工夫点なども含めプレゼンテーションしながらコンテストを行う。	態度 学習した内容を活用して、課題に取り組んでいる。【行動観察】 思・判・表 電池になる仕組みを科学的に思考し、レポート作成している。【ワークシート】
10	身のまわりにある電池を知る。	◎燃料電池など様々な電池について知る。	知・技 燃料電池、一次電池、二次電池について理解している。【行動観察】

4 単元と生徒

(1) 単元について

学習指導要領では、(6) 化学変化とイオン「ア 水溶液とイオン」で本内容を扱うことになっている。中学校第1学年で「身のまわりの物質」、第2学年で「化学変化と原子・分子」、「電流とその利用」について学習している。本単元は実験が多く、生徒の興味、関心が高まると予想される。さらに、興味、関心を高めるために、身近な事象や日常生活に関連させて考えさせるようにしていく。また、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の観察、実験などを行い、水溶液の電気伝導性、中和反応、電池の仕組みについて、イオンのモデルと関連付けて理解させる。

(2) 生徒の実態

4月に行われたNRTの結果は43.9であった。どの項目も全国平均よりも下回っていることからわかる通り、学習内容が定着していない生徒が多い。また、現象を関係付けながら説明したりすることや数学的に計算してデータを解釈しグラフで表したりすることなど

も苦手である。2年時では、物質は原子からできていることや電流の正体は電子の流れであることを学習している。しかし、化学式や電子の性質について忘れていた生徒が多いことが予想されるため、既習内容を随時確認しながら学習を進める。

また、人間関係を構築するスキルが低く、特定の生徒との関係でしか対話することができない。ノートに自分の考えを書かせて発表させたり、教師が机間巡視で○を付けたりするなど自信を持たせる支援を行っていく。

5 本時の展開（令和6年11月14日）

(1) ねらい

- ・学習した電池の知識・技能を用いて、トーマスを動かすために試行錯誤し粘り強く取り組むことができる。（主体的に学習に取り組む態度）
- ・学習した電池の知識・技能を用いて、仮説を立て、より大きな電力を出す電池を考えることができる。（思考・判断・表現）

(2) 展開の構想

① 既習内容をもとに、班で協働しながら課題解決を行うように促す。

より大きな電力を生み出すために、

ア) イオン化傾向の差が大きな金属を使うこと

イ) 電解質の水溶液の濃度を高くすること

ウ) 電池は直列つなぎにすることで大きな電流が流れること

エ) 金属の電極の面積が大きい方がいいこと

オ) 金属の電極の距離が近い方がいいこと

が上げられる。ア、イに関しては単元の中で学習する。また、ウに関しては小学4年時の学習内容であり、この学習にはあまり関係ないと思っていたりそもそも忘れていたりする生徒が多いと予想される。このことを思い出させるために、「電池は直列つなぎと並列つなぎではどちらの豆電球が明るくなったのか」のような支援を班に行う。

② 中間発表をして、他の班のやり方を参考にさせる。

他の班がどのような考えで自作電池を作っているのか、中間発表を本時の中で行う。それによって、忘れていた既習事項や気づけなかったことに着目することができると思われる。

(3) 展開

時間 (分)	学習活動	◎教師の働き掛け ・予想される生徒の反応	□評価 ○支援 ◇留意点
導入 5	○前時の計画を班で確認する。	◎前時に立てた計画(仮説)を確認させる。	
	課題 自作電池では、何をどの程度動かすことができるのか。		◇オルゴール、光電池モーター、プロペラモーターの順で大きな電圧で動くことを伝える。
展開 35	○計画した電池を作成し、電圧を測定する	◎自作電池を作りオルゴールや光電池モーター、プロペラモ	思・判・表 電池になる仕組みを科学的に思考してい

	<p>など試行錯誤する。</p>	<p>ーターに接続し実験させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光電池モーターは回ったが、プロペラモーターは回らない。 ・銅とマグネシウムで硫酸だと強くなる。 ・備長炭電池だとどうなのかな。 <p>◎中間発表にて、現時点の成果を発表する。</p>	<p>る。【見取り、ワークシート】</p> <p>例) イオン化傾向が離れた金属を2種類使い、電解質の水溶液ならいい。</p> <p>○電圧が小さい時には、イオン化傾向や水溶液の濃度に着目させるよう支援する。</p> <p>◇濃度を上げすぎると、すぐに金属が溶けてしまうことに気づかせる。</p> <p>○2年時の電流単元で、電池を直列つなぎにした方が大きな電圧が抵抗に加わったことを思い出させる。</p>
<p>課題 自作の電池でさらに良く動かすためにはどのような工夫をしたらいいのか。</p>			
		<p>◎他の班の考えを聞き、再度計画を練り直す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・このまま本番を迎えよう。 ・電極の金属の距離を近づけたらいいのか。 ・電池を直列つなぎにしたら大きな電流が流れるのか。 	<p>思・判・表 電池になる仕組みを科学的に思考し伝えている。【見取り】</p>
<p>まとめ 5</p>	<p>○本時で分かったことを学習の記録にまとめる。</p>	<p>○学習の記録に実験をして分かったことをまとめさせる。</p>	<p>思・判・表 電池になる仕組みを科学的に記述している。【ワークシート】</p>

(4) 評価

・既習事項を活用し、課題解決する方法を記述している。 【思判表 ワークシート】

<主な参考文献、資料>

1. 富士見中学校.『ソニー子ども科学教育プログラム応募論文』. 公益財団法人ソニー教育財団. 2015.
2. 高橋純.『学び続ける力と問題解決』. 東洋館出版. 2022.
3. 石井英真.『授業づくりの深め方』. ミネルヴァ書房. 2020.
4. 辻井満雄・松山友之.『単元の導入で自由な試行活動を行うことが問題発見・設定する力の育成に及ぼす効果』. 理科教育学研究. 2016. などその他多数

6 実践を振り返って

(1) 授業の実際

生徒達は前時に計画した自作電池を作成した。家庭にある金属ということで、多くの班は10円玉と1円玉を用いて自作電池を作っていた。銅とアルミニウムのイオン化傾向に着目しながら準備していることがわかった。また、水溶液を食塩水にしたり、酢にしたりする班もあった。しかしながら、電圧計の針は動いてもプロペラモーターやオルゴールは鳴らなかった。

そんな中インターネットで調べ、10円と1円そして食塩水をしみ込ませた紙を交互に重ねた班があった。紙が大きすぎるのではないかと、金属が汚れているのではないかなどいろいろな試行錯誤を行っていた。

どの班もさまざまな方法で試行錯誤はするものの、1時間の中では上手くいかなかった。その点を「上手くいかない方法が1つ分かったね」と励ましたり価値付けしたりした。授業の終盤に、それぞれの班から途中経過を発表させた。他の班の成果を聞き、再度計画を練り直している班がいくつもあった。



写真1：電池を直列につないで実験

(2) 研究テーマに関わる評価

- ① 自由試行を行った際に、疑問を複数種類記述できたか。

電池の学習の初めに、6種類の液体と3種類の金属の組み合わせを自由に変えて電池をつくる自由試行を行った。自由に行うゆえ、たくさん疑問が出されると予想したが、多くが「どうして同じ金属だと電池にならないのか」だった。「銅とマグネシウムのと、なぜ電圧が大きいのか」など私が事前に予想していた疑問は出なかった。その理由の一つに、上記の実験は「起電力調べ」に過ぎなかったことだ。また、「比較」や「関係づける」ことなどの理科の考え方の視点を与えていれば、より多くの疑問を生徒から出せたのではないかと推察する。

- ② 生徒が抱いた疑問を単元が進むにつれて解決できたか。

単元の初めに与えられた『同じ金属だと電池にならないのはなぜか』という疑問について生徒はその理由を説明できるようになった。また、生徒の振り返りの中には、『電池とイオンの関わりが深い』や『電池を自分たちで作ってみて、科学者の試行錯誤の研究のすごさに気づけた』、『今までは興味もなかったが、電池の見方が変わった』とあった。

- ③ パフォーマンス課題に取り組む中で、生徒が自ら問いを持って取り組んでいたか。

自作電池で模型電車トーマスを動かすという最終目標に対して、それぞれの班で試行錯誤しながら取り組んでいた。簡単には上手くいかず、それがその班の問いとなった。解決するために、インターネットで調べたり、これまでの学習を活用したりして、協働的に課題に取り組んでいた。

(3) 今後の課題

自由試行を行うには、「どんな教材を与えるのか」と、「それまでの学習で学び方を獲得させること」が重要であるということだ。与え過ぎても生徒も混乱する。また、理科の考え方をどこでどのように獲得させるのか、年間を通して逆算してその単元を組み立てる必要がある。もちろん、日常の授業から気づきや疑問を書かせることも必要である。

パフォーマンス課題において、条件の整え方が重要であると考えられる。例えば、今回は「家庭にあるもので電池をつくる」とした。しかし、結果的に生徒達は学校のものを使って自作電池を作った。学校にあるものにも限りがあるため、最大限作りたい電池は作れなかった。また、実験自体は楽しいが、レポートが書けない生徒もおり、事後指導も課題である。