

理科 対面学習指導 実践報告

1. 学年と単元 第3学年「化学変化とイオン」 <実験：電池の条件（おうち実験）>

2. 教材について

学習指導要領における理科の目標には「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察・実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次の通り育成する事を目指す。（後略）」（文部科学省、2017）とあるように、観察・実験を行い、そこから探究的な学びを展開することが前提となっている。

コロナ禍での理科授業の実践では、観察・実験の実施が困難であることが大きな問題である。その対策が具体的に見出せない中、年度初めの遠隔学習では観察・実験が比較的少ない単元「地球と宇宙」を扱うことにした。第2学年の「冬休み・入試休みの課題」として、既にオリオン座の日周運動と年周運動に関わる天体観測を行っていたこともあり、学習は比較的スムーズに行えた。遠隔学習が始まる前に、教科書を参考にして書き込めるプリントを作成・送付し、予習課題とした。5月からの遠隔学習では、スライドに声を吹き込む形で動画を作成し、解説授業を行った。生徒は予習したプリントや教科書を用いながら Moodle 上の授業を視聴した。できるだけ解説が分かりやすいように、アニメーション機能を用いて順を追って説明するようにした。また、天体望遠鏡による黒点観察、透明半球による太陽の位置の記録、それを基にした太陽の動きや日の出・日の入りの時刻の推測の仕方、それらを生徒自らが取り組んでいると感じられるように、生徒目線で撮影しその動画を解説に用いた。さらに宇宙のダイナミクスさや美しさを実感させられるよう、あるいはシミュレーションや詳しい解説を視聴できるよう、さらに神話などで関心が高められるよう、JAXA や国立天文台、科学博物館、天文館等の関連サイトを調べ、情報を選択して URL を添付し視聴できるようにした。

6月末から対面授業が始まり、新たに「化学変化とイオン」の単元に入った。第1章「水溶液とイオン」では、「電流が流れる水溶液と流れない水溶液」、「塩化銅の電気分解（第2学年で実施）」、「塩酸の電気分解」と3つの実験がある。前述の通り生徒目線で動画を撮影し授業で映像を示しつつ、泡の発生やにおいなど、動画では分かりにくい部分を解説した。第2章「化学変化と電池」では、電池の条件を学ぶ。例年行っている実験では、最初に銅板2枚、亜鉛板2枚、塩酸、プロペラ付きモーター、電子オルゴールを用いて4人の班で実験する。そこから同じ種類の金属板では電池にならないこと、銅と亜鉛では銅が+極になることを導く。続いて、銅板・亜鉛板を用いて、エタノール、砂糖、食塩、食酢、レモン果汁などの水溶液で電池になるかを調べさせ、電解質水溶液が電池になる条件に加わることに気づかせた。電気分解と異なり、金属板を用いて電池になるかを調べる実験は、生徒にとって初めての経験であり、是非体験させたいと考え、「おうち実験」と称して実験することにした。

そのため、第2章の最初に「電池の発見の歴史」を扱い、ボルタの電堆から「銅と亜鉛と食塩水とで電池になる」ことを最初に学んだ。そこで、「銅と亜鉛、どちらが+極か」を【課題1】とした。続いて、「食塩水以外でも電池になるかを身近な水溶液で調べる」ことを【課題2】とした。図1のような銅板と亜鉛板1枚ずつ、クリップ付き導線赤・黒1本ずつ、電子オルゴール1つをチャック付きポリ袋に入れたものを生徒全員に渡した。銅板・



図1 おうち実験：電池の条件

亜鉛板を2枚ずつ配布しなかったのは、学年全員分を用意することは予算面から難しかったからである。

3. 本時の目標／評価規準

【課題1】では、食塩水に銅板と亜鉛板を入れると電池になることを踏まえ、赤い導線から電流が流れるとメロディーが流れる電子オルゴールを用いて、銅と亜鉛のどちらが＋極、どちらが－極となっているかを調べ、電流の正体である電子がどちらから生み出されているかを推測させることがねらいである。【課題2】では、身近な水溶液と銅板、亜鉛板、電子オルゴールを用いて、身近な水溶液から電池になる水溶液を見だし、それらの共通点から電解質水溶液が電池になるための条件の1つであることに気づかせることがねらいである。

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
	銅と亜鉛の組み合わせで電池になるとき、どちらが－極となっているかを実験結果から考えられ、また、そこから電子が生み出されていることを実験結果から推測できる。	家で個人実験である。結果を導き出すまで、実験の目的を意識して、主体的に、根気強く取り組もうとする。

次の対面での授業では、本実験結果を踏まえ、銅と亜鉛と食塩水で電池をつくと銅が＋極、亜鉛が－極となること、亜鉛板から電子が生み出され、その電子が導線を通して電子オルゴールへ、そして導線を通して銅板へと移動したことを推測する。さらに、どうして亜鉛は電子を生み出せたのかをイオンと関連づけて考えさせることがねらいである。

4. 生徒の学習の実際

生徒が家でスムーズに実験できるよう、全て購入したばかりの新しい道具を用いた。新品であったため金属板には薄い被膜がついていた。そのことに気づかず金属板を配布してしまったため、オルゴールの音が鳴るまで何度もくり返さねばならない状況を生み出してしまった。そのことに宿題とした期間の途中で気づき、中断するよう一斉メールで知らせた。次の授業で事情を説明したところ、実験していた生徒たちから「絶対音が鳴るはずだから、鳴るまで何度もくり返した」「音が鳴るまでどんどん食塩を濃くしていった」「金属板が全部水溶液に浸るよう容器を大きなものに変えて、食塩水をたっぷり作って実験したら音が鳴った」「色々な水溶液を調べる実験をしていたら、お酢の時に音が鳴り出して、それからは他の実験もスムーズだった」などの声があがった。これらは、中断のメールを受け取る前に既に実験に取り組んでいた生徒たちの声である。教師の不手際があったが、メールが届く前に半数以上の生徒が実験に取り組んで結果を導き出していた。おそらくテスト終了後すぐに実験に取り組んだと考えられる。このような生徒たちの実験に対する積極性、結果が出るまで粘り強く取り組む姿勢が明らかとなった。

授業では、被膜をはがすための紙やすりを希望する生徒に配布したり、既に実験をした生徒の工夫点をまとめたプリントを配布したりした。その日は期末テスト返却・解説もあったため、実験結果を基にした授業は次の日へと延期した。実験を中断していた生徒たちも、その日に「おうち実験」を行った。

次の日、実験結果をもとに電池となる条件を導き、その仕組みをイオンで考えた。亜鉛板が－極になっていることは実験の体験から問題なく導き出せ、そこから電子が生み出されていることもスムーズに推測できた。ただし、亜鉛板から生み出された電子は、亜鉛板が溶けて陽イオンになる際に生じた電子であることについては、粒子モデルを用いて解説をしたが、一部の生徒には難しかった様子がかえった。対面授業ならではの感覚である。さらに、銅板から電子が水溶液中の陽イオンに渡される過程の説

明も、水の電離について触れながら解説したため、生徒には難しく感じられたようだった。

例年、電池の条件を調べる実験は、亜鉛板、銅板を塩酸に入れて実験しているため、亜鉛が溶けていく様子も銅板に泡がつく様子も観察できる。そのため、亜鉛が溶けて陽イオンになる際に電子が生み出されること、銅から塩酸中の水素イオンに電子が渡されことについて、理解が困難な生徒は少ない。今回、「おうち実験」としたため、安全面の観点から塩酸を用いることはできなかった。食塩水で実験はできたが、解説が難しくなってしまった。他の電池の仕組みについても学習する計画だったので、同様に説明をくり返していくことで考え方に慣れてもらうことにした。

実験後の授業では水道水だけでも音が鳴ったという生徒の声があり、本来であれば実験で用いる水は精製水であることを伝え、水道水にはイオンが含まれていることや、その理由を考えさせる機会とした。回収した実験道具は、ごく一部、全く触れられずに返却されたものもあったが、ほとんどが、実験した形跡のある金属板で、それらがきれいに洗われた状態で導線とともに袋に入れて返却された。

5. 生徒の学習効果と展望

以上のように、電子の流れの解説が難しくなるというデメリットはあったが、自ら実験をして、食塩水と2種類の金属板だけで電気を作り出す経験をしたことは、本単元の内容を理解する要となる「化学変化と電池」を学ぶ上で貴重な体験となった。このような体験がなければ、その後の燃料電池や木炭電池などの学習の理解が困難になると推測される。特に燃料電池は図2のように、電気分解をした後に電気エネルギーを取り出す実験を行うため、電池と電気分解とを混同しがちである。電池のイメージを体験的にもっていれば、この混乱を避けられると考えた。

「おうち実験」は第3章「酸・アルカリとイオン」でも「身近な水溶液調べ」を課題として、図3のように万能pH試験紙と色見本を用いて身近な水溶液のpHを調べる実験を行った。

また、「テーブル実験」と称して、図4のように食塩水に浸したキムタオルの上に3種類の金属板を置いたものを多数用意し、教室の生徒の各机に配布し、デジタル電圧計で金属間の電圧と、+極・-極になる金属板を調べる実験を行い、3種類の金属のイオン化傾向を考える授業を行った。例年であれば4種類の金属板で6通りの実験を行うが、短時間に終わるよう3種類3通りに減らす工夫をした。また、デジタル電圧計も多数あったため、机上での実験が大変スムーズに進んだ。デジタル電圧計は消毒して次のクラスに備えた。

このように、「おうち実験」や「テーブル実験」を可能な範囲で取り入れ、観察・実験を含む生徒主体の探究活動を通した学びを実現し、生徒の思考および理解を深め、科学的探究力を養っていきたいと考えている。

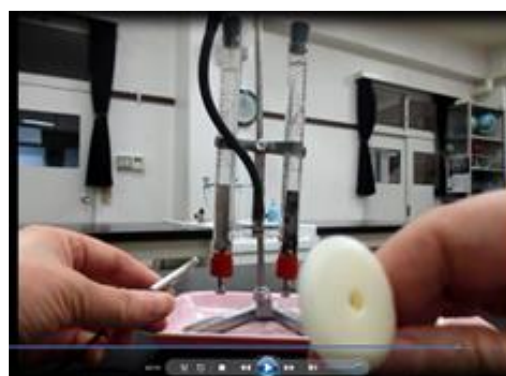


図2 燃料電池の仕組みを確認する実験



図3 万能pH試験紙と色見本



図4 テーブル実験のための道具