

第1分科会

電池分野における粒子モデルの理解を深める単元構成の工夫

金属箔を利用した実験教材と探究の過程を繰り返す学習を通して

東京学芸大学附属竹早中学校（元東京都文京区立第十中学校） 教諭 北田健

1 はじめに□□□□□□□□□□□□□□□□

学習指導要領（平成29年告示）では、「粒子」を柱とする化学領域において、探究の過程の中で自然の事物・現象を質的・実体的に捉える見方をはたらかせる重要性が示されている。中学3年「化学変化とイオン」は、本来これまでに継続して学んできた知識や粒子概念を活用し、生徒が中学校での学習の集大成として化学変化について自ら説明することができる単元である。ところが単元後半に扱われるこれまでのダニエル電池では、電極で起こる反応が観察しづらく、生徒が実験の結果から電池で起こる現象について自らモデルを作り出すことは困難である。そのため教師による説明が中心になり探究的な学習につなげにくいという課題があった。そこで本研究では金属箔を用いた新たな実験教材を開発し、単元の構成を工夫することで、生徒同士の関わりの中から、生徒自ら粒子モデルを構築し、電池について理解を深めることができる単元の実現を目指した。

2 研究のねらい□□□□□□□□□□□□□□□□

生徒が自ら粒子モデルを構築していくためには、一度きりの思考・表現の場面では不十分であり、試行錯誤を通じて考えを改善していく過程が必要である。そこで本研究では、単元の中に探究の過程（課題設定→仮説→実験→考察→表現）を複数回組み込み、粒子モデルを用いた思考・表現の場を繰り返し確保することとした。本実践で目指す生徒像は、未知の現象に対して自ら仮説を立て、実験結果を根拠に考えを深め、粒子モデルを構築しながら科学的に説明していこうとする生徒である。

3 研究の方法と内容□□□□□□□□□□□□□□□□

生徒が試行錯誤しながら学習を進めるためには、生徒の仮説に対して明確な結果が出る実験方法が必要である。そこで金属箔を用いた新たな実験方法を開発し、その上で探究の過程を繰り返す単元計画を立案した。また、生徒が粒子モデルを用いて思考し周囲の生徒と協力しながら学習を進められるようICTの活用も進めた。

(1) 開発した教材

① 金属箔ダニエル電池（図1）

生徒が通電後の電極の変化を視覚的に捉え、粒子モデルと結びつけて理解できるようにするため、厚さ0.01mmの亜鉛箔と銅箔を用いた「金属箔ダニエル電池」を開発・改良した。電極間を短絡させることで5分以内に亜鉛箔の溶解、銅箔への析出を観察できるようになった（図2）。反応後には指で触れて感触を確かめたり、光を当てて薄くなった部分を視認したりすることもできる¹⁾。さらに、セパレータには折り返し乾燥したセルローズチューブを用い、銅イオンの拡散を抑制しながら、生徒でも容易に組み立てが可能な構造へと改良を行った。

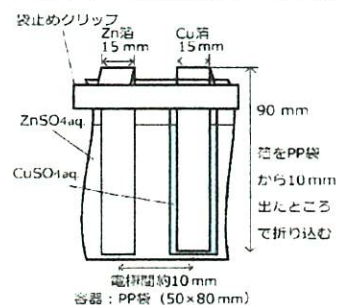


図1 金属箔ダニエル電池 図2 実験後の電極

② 金属箔を用いた銀樹の実験（図3）

本単元は、生徒が初めて金属が金属イオンに変化する現象を捉える場ともいえる。銅箔片をセルプレートに滴下した硝酸銀水溶液上にのせその変化を観察させる実験方法を開発した。銅箔が溶け出す際に崩れ落ちていく様子が、双眼実体顕微鏡を用いることで、銀が析出する様子と共に鮮明に観察できる。また、銀箔を硫酸銅水溶液に乗せた場合は変化がないことも安価に生徒実験で確認できる。

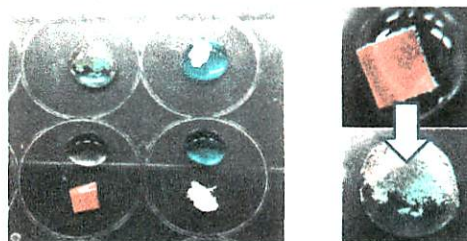


図3 金属箔を用いた銀樹の実験における銅箔と銀箔の比較の様子と銅箔の変化

(2) 単元計画コケ植物

生徒が試行錯誤しながら自身のモデルを構築していけるよう探究の過程を繰り返す単元計画とした。

第 1～2 時：銅箔と硝酸銀水溶液の反応を観察し、金属が溶けるとはどういうことかを粒子モデルで考察する。

第 3～5 時：「金属のイオンへのなりやすさ」について、仮説→実験→結果整理→モデル化の流れで探究する。

第 6 時：ダニエル電池の構造を紹介し、「電流が流れる（電子が移動する）とき電極では何が起こるか」を考えモデル化し仮説として設定する。

第 7 時：金属箔ダニエル電池を用いた生徒実験を行い、電極の変化を観察し結果を共有する

第 8 時：観察結果をもとに、粒子モデルとイオン反応式を使って電池内の反応を説明する。

第 9 時：燃料電池など他の電池との比較を通して関心を広げる。

第 10 時：単元全体の学びを振り返る。

この単元の中で生徒は仮説や考察の場面で、粒子モデルを用いて自身のモデルを考える。また、実験結果や、他者の意見と比較し、自身のモデルを自己評価・改善していく場面を意図的に設定した。

(3) 思考・表現の場面と ICT の活用

こうした活動をより深めるために、デジタル上で生徒一人一人が試行錯誤しながらモデルの改善や記録を行える環境を整備した。さらに可視化されたデジタルモデルをもとに班やクラス内で発表や話し合いを行うことで、生徒は互いのモデルを比較・評価しながら、自分のモデルを再構築することができる。これにより生徒同士の関わりの中で、生徒自ら粒子モデルを構築していくことができる。

4 実践の成果と課題

(1) 調査方法

本実践を行った公立 A 中学校（N=77）で令和 6 年 10 月の授業内に生徒が作成した粒子モデルの記述分析を行った。さらに、半年後の 3 月には、A 中学校（N=65）と、10 月に従来の実験後に教員が解説する授業を行った同じ区内の公立 B 中学校（N=95）において、同一のワークシートを用いた粒子モデルの記述分析と同一の設問によるアンケート調査を実施し、その有用性を検証した。

(2) 粒子モデルの記述分析

① 分析方法

生徒が記述したモデルについて、亜鉛電極・銅電極・電子・その他の 4 項目について 3 点ずつ採点し、満足できる（12～10 点）、ある程度できている（9～8 点）、十分でないとして集計した。

② 記述分析の結果（図 4）

単元実施時には 72.7 %の生徒がある程度の記述ができるレベルに達していると分かる。また 3 月の A 中学校と B 中学校を比べると、学習した粒子モデルについて実践校の方がより記憶に残っている様子が見て取れ、より定着している事がわかる。

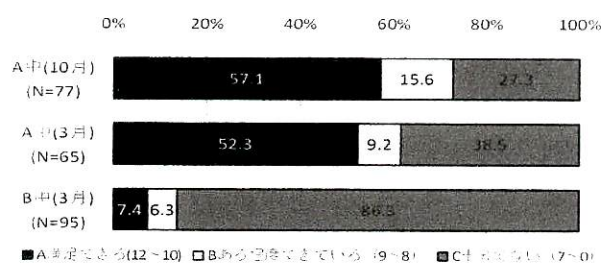


図 4 記述分析の結果

(3) アンケートの結果調査（図 5）

「ダニエル電池の仕組みについて、どの程度理解できましたか」の問いに、ある程度説明できると答えた生徒までが 70.8 %、教科書やノートを見れば説明できると答えた生徒を加えると 97.0 %で B 中学校と比較して自信を持っていることが分かる。

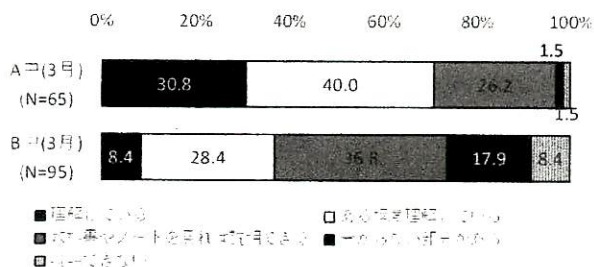


図 5 生徒アンケートの結果

(4) まとめ

適切な実験教材を用いて単元の中で探究の過程を繰り返し、試行錯誤する中で生徒自ら粒子モデルの理解を深めることができると分かった。今後の課題としては教師の関わり方や生徒同士の相互作用を高める学習方法の充実を図っていきたい。

5 引用・参考文献

1) 北田健・鎌田正裕 (2024)「金属箔とポリプロピレン袋を用いたダニエル電池の開発」『科学教育研究』48 巻 1 号, 3-11