

# 観察・実験の分析・解釈に粒子モデルを活用する授業展開

— 中学校第3学年「化学変化と電池」の学習 —

田中 陽一

中学校「水溶液とイオン」における「化学変化と電池」に関する実験において、試薬や実験器具の改善と授業展開の工夫により、主体的な学びを通じた探究的な活動の実現が可能になった。また、ICTを活用した協働的な学びを促す授業づくりを提案する学習プログラムを開発したので、理科パワーUPプロジェクト研修での実践結果とともに報告する。

[キーワード] 粒子モデル 化学変化と電池 主体的・協働的な学び タブレット端末

## はじめに

中学校理科第1分野化学的領域における実験の1つに、「水溶液とイオン」の単元において「化学変化と電池」の実験がある<sup>\*1)~\*4)</sup>。この実験は、電解質水溶液と2種類の金属などを用いて電流が取り出せることを見い出すとともに、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学ぶことがねらいである。しかしながら、電子やイオンなどの粒子は、中学校の理科室で行う観察・実験を通して、粒子そのものを見い出せるわけではない。したがって、観察した現象を電子やイオンのモデルを用いて考えると、より合理的に説明できることを生徒に実感させるよう留意する必要がある。イオンについては、平成10年版の学習指導要領では削除されていた部分であり、理科教員の間では既習事項を生かした指導をすることに難しさを感じている実験の1つである。

化学研究班では、「化学変化と電池」に関して、効果的な実験方法や授業の進め方を取り上げることが大きな授業改善につながると考え、札幌市を除く全道すべての中学校から教員が参加する理科パワーUPプロジェクト研修において実施した。本稿では理科パワーUPプロジェクト研修での実践成果を踏まえ、「化学変化と電池」の効果的な授業の展開に向けた工夫について報告する。

## 1 試薬や実験器具の改善

講座の実施に向け、実験結果が分かりやすく、生徒が納得し思考できる実験方法を示すことが必要と考え、試薬や実験器具で改善できるところがないか検討した。その際、どの学校でも比較的簡単に手に入れやすく、一般的なものを扱うことに留意した。(図1)

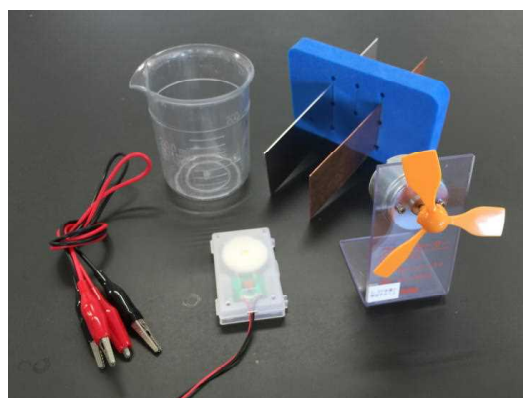


図1 実験装置

まず電解質として、5%塩酸を使用した。塩酸の濃度を濃くしたり、うすい塩酸の温度を上げたりすることで、より反応性は高くなるが、生徒にとって取扱いが難しいことから、5%で十分であると判断した。なお、教科書には、塩化ナトリウム水溶液が併記されているが、実験結果がはっきりと出るものを使用した。

次に、2種類の金属板として、銅板と亜鉛板を使用した。教科書全社で扱っていることや、継続使用による劣化が比較的少ないことから選

択した。小学校ではアルミニウム片やアルミニウム箔とうすい塩酸の反応を行っていることから、アルミニウムも考えたが、思うように気体が発生しなかった。また、マグネシウムリボンを使用することも考えたが、反応が激しくすぐに溶けてしまうことから、ゆっくり観察させることや継続利用の点で困難であると判断した。

金属板を保持する発泡ポリスチレンの板は、市販教材のものを使用した。教科書では発泡ポリスチレンの板を切って手作りするものが記載されているが、耐久性の面や、探究的な学びを考えると、市販のものが優れていると考えた。

その他、全社教科書で扱われている、プロペラ付き光電池用モーターと電子メロディーを使用した。

## 2 授業展開の工夫

### ① 既習事項と粒子モデルの関連

うすい塩酸の中に亜鉛を入れると水素が発生することは第1学年で学習している。そこで、その現象について振り返りながら、電子やイオンのモデルを使って説明する活動を取り入れる。その際、銅板では同様の現象が起こらないことを確認する。金属板ごとに観察を分け（図2）、モデル思考ができるよう、スモールステップで実施する。



図2 金属板1枚で確認している様子

### ② 銅板の表面から水素の発生の確認

モーターや電子メロディーを接続する前

に、2種類の金属板を直接導線でつなぐことで（図3）、銅板から出る水素の発生を目で確認できる。その現象を電子やイオンのモデルを使って考えることで、電子の移動を既習事項から解釈することができる。その後、モーターや電子メロディーを接続し、電子の移動が電流であることを確認する。

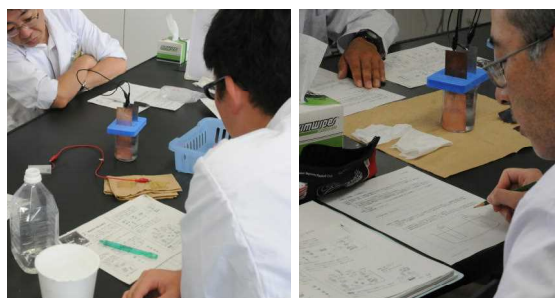


図3 金属板同士を直接つなぎ観察する様子

### ③ 条件を制御し目的を明確にした課題提示

モーターの回転数を多くする活動では、電解質水溶液の濃度、2種類の金属板等、使う試薬と実験器具を制限して取り組ませる。この活動を通して、モーターの回転数が多くなった理由を電子やイオンのモデルを使って分析・解釈させ、電子が多く移動したことによる結果であることを見いださせる。（図4）

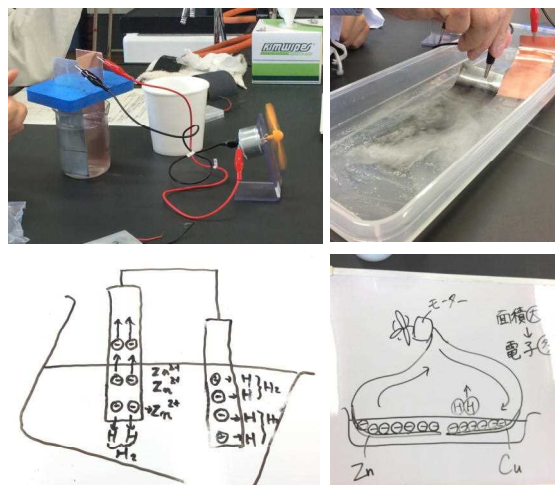


図4 実験結果をモデルで説明する活動

### ④ 日常生活との関連

金属板の表面積を大きくし、電流の大き

さが変化する事例として、乾電池を取り上げ、単1と単3乾電池の違いや役割について考察させる。また、防災グッズとして、単3を単1乾電池にするアダプターがあることを紹介し、単3が単1乾電池として代用できる条件を検討する。(図5)



図5 乾電池と乾電池ケース

⑤ 理解を深めるためのものづくり

備長炭電池の性能を上げるための実験計画を立案させ、実際に確かめる活動を行う。

3 ICTを効果的に活用した講座運営

学習指導要領では、指導計画の作成と内容の取扱いにおいて、「コンピュータなどの活用」の記載があり、「観察・実験の過程での情報の検索、実験データの処理、実験の計測などにおいて、コンピュータなどを積極的かつ適切に活用するよう配慮するものとする。」としている。しかし、道内において、そのような授業は全国と比較して普及していないと報告されている。

これらの課題を解決する手立てとして、化学研究班では、タブレット端末を活用した①実験手順の効果的な説明、②実物投影機の代わりとしての活用、③ワークシートやホワイトボードの解説利用について研修講座で提案した。なお、タブレット端末の利用にあたっては、無線LANの環境下、AppleTVとiPadおよびiPhoneを同期させ、ミラーリングで投影した。(図6)



図6 タブレット用端末を活用した講座

① 実験手順の効果的な説明

これまでも、研修講座ではパワーポイントを用いて実験の目的や実験器具の使い方、計算方法等を提示してきた。これらの資料提示をタブレット端末を使用することにより、伝えたい相手と正対して操作でき、説明で強調したい場所をズームアップやマーキングができるようになった。(図7)

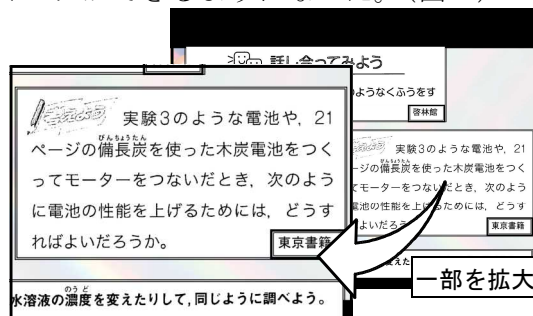


図7 使用したパワーポイントの例

② 実物投影機の代わりとしての活用

タブレット端末のカメラ機能を用いることで、実物投影機代わりに活用することができる。また、そのまま撮影することで、発表物を記録することができ、観察・実験の過程を動画撮影することでリアルタイムに共有することができる。その動画を記録しておけば、振り返る活動で利用することもできる。

③ ワークシートやホワイトボードの発表補助

カメラで撮影した発表物に文字や図を書き入れて投影し、説明に使うことができる。(図8)「GoodNotes 4」というアプリケーションソフトは、記録画像の保存もできる。

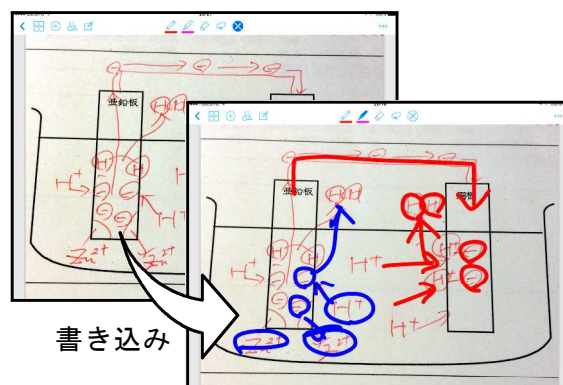


図8 記録写真の上から図を書いた例

協働的な学びを支援する方法の一つとして、ホワイトボードの活用が良く知られているが、繰り返し書き直したり、記録保存が難しかったりする点に課題がある。これを解決する方策の一つとして、タブレット端末を併用することで、説明する際の補完や、発表物の保存に役立てることができる。また、教師の板書や生徒のノートを記録することで、前時の振り返りや既習事項の活用に生かすこともできる。

なお、コンピュータ等の使用に当たっては、学習のねらいを達成するための道具であるという位置付けを忘れてはならない。

#### 4 研修講座実施時の様子

この実験については、今年度「理科パワーUPプロジェクト研修」において、道内10会場で計12回実施し、中学校教員251名が参加した。以下、受講後アンケートを分析し、そこから分かることを述べる。

受講後アンケートは、①「講師の全体説明やテキストの記述は、わかりやすいものだったか」、②「講座の内容は授業づくりに役立つ内容だったか」について、「そう思う」「少しそう思う」「あまりそう思わない」「全くそう思わない」の4段階で回答するものである。図9では、実施した観察・実験の4領域の平均値と化学領域の数値を比較した。



図9 受講後アンケートの結果

この回答結果から、多くの受講者にとって本研修講座が分かりやすく、役立つ内容だったことが分かる。

また、記述式アンケートの「今回の研修で学んだことや授業改善に生かしたいこと」の項目では、今回の「水溶液とイオン」の単元における化学変化と電池の実験について、以下のような記述が見られたことから、今回の手立てが効果的であったと捉えている(図10, 11)。

- ・亜鉛からの水素の発生も授業でふれる。
- ・銅板と亜鉛板を直結して銅板から水素発生を観察するのは、目からウロコでした。
- ・金属板での反応から電池に向けての流れ。
- ・銅板と亜鉛板を接続し、水素が発生する様子を見せる。
- ・段階を追っての実験で落としやすいと感じました。
- ・iPadやAppleTVなどを活用し分かりやすかったので自分も活用していこうと思います。

図10 受講者アンケートの記載内容

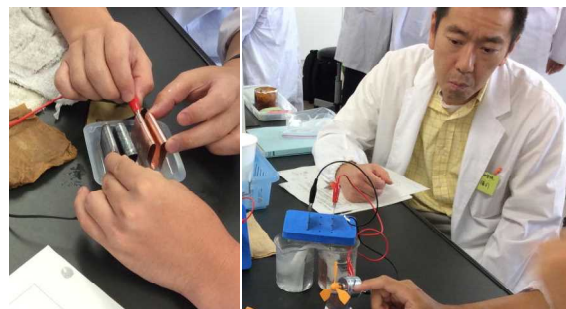


図11 探究的な学びの様子

#### おわりに

受講後アンケートには、「教科書の観察・実験内容や方法を工夫し、探究的・協働的な学びを通して科学的思考力の育成を図りたい」といった記述が多く見られた。今後の研修講座等の立案では、世の中で求められていることと、受講者のニーズを踏まえ、充実した内容となるよう工夫していきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 中学校学習指導要領解説理科編 文部科学省, 2008
- 2) 自然の探求 中学校理科2 教育出版
- 3) 未来へひろがるサイエンス2 啓林館
- 4) 新しい科学2年 東京書籍

(たなか よういち 化学研究班)