

ジグソー法を用いた「木炭電池の改良」に関する授業展開

－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」単元における「化学変化と電池」に関する実験（木炭電池の改良）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・対話的で深い学び」に関する学習プログラムを開発したので、中学校教育課程改善協議会での実践結果とともに報告する。

【キーワード】 木炭電池 主体的・対話的で深い学び 知識構成型ジグソー法

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」単元において「化学変化と電池」の実験がある^{*1)~*3)}。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。また、中学校学習指導要領解説理科編では、実験方法を自ら考え、進んで探究する態度を養うため、備長炭を電極として用いた木炭電池などの実験を行い、電極の表面積や電解質水溶液の濃度などが電圧や電流に与える影響をレポートにまとめる活動が紹介されている^{*4)}。

一方、当センターで実施した中学校理科研修講座受講者に、木炭電池を使った授業を学校で実施しているか調査したところ、約半数の先生しか実施していないことが分かった。また、教員を目指す大学生約60名に調査したところ、授業で木炭電池を習ったことがある学生は約1割という状況であった。それらの理由の1つとして、イオンは、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、理科教員の間では木炭電池を用いた指導をすることに難しさを感じていると考えられる。

化学研究班では、「化学変化と電池」の探究的活動である「木炭電池の改良」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、中学校教育課程改善協議会で実施した。本稿では研修講座での実践成果を踏まえ、木炭電池を活用した効果的な授業展開について報告する。

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（図1）。



図1 実験器具

【実験器具】

食塩水（2.5%、10%、25%）、備長炭（長さ10cm、直径3cm）、目玉クリップ、アルミニウムはく、キッチンペーパー（10cm×20cm）、薬包皿、クリップ付導線（赤・黒各1本）、豆電球（1.5V-0.3A）、低電圧用LED電球、光電池用モーター、電子メロディー、豆電球ソケット、ハサミ

まず電解質水溶液として、2.5%食塩水を使用した。教科書では5%を使用するものが多いが、探究的な学習展開を行うことや、調製のしやすさを考慮して、2.5%食塩水とした。次に、備長炭は長さ10cm、直径3cmを使用した。教科書では、長さ15cm以上のものが使われているが、マイクロスケール化することにより、使用する試薬を減らすだけでなく、小集団での探究的活動を行うことが可能になった。次に、電球は、豆電球(1.5V-0.3A)のほかに、低電圧LED電球を使用した。電球がつく電圧の条件を複数にすることで、多くの電流を取り出す実験装置の改良に着眼させることがねらいである。

【実験方法】

- ① 薬包皿に食塩水(2.5%)を入れる。
- ② ①の中に一辺5cmに切ったキッチンペーパーを入れ、食塩水を染み込ませた後、木炭電池に巻きつける(図2)。



図2 キッチンペーパーを木炭電池に巻きつける様子

- ③ ②の上から一辺5cmに切ったアルミニウムはくを巻きつける(図3)。



図3 アルミニウムはくを木炭電池に巻きつける様子

- ④ アルミニウムはくと目玉クリップに低電圧LED電球が光るようにクリップ付導線をつなぐ。このとき、豆電球ソケットの赤の導線がつながっている目玉クリップ側が+極、黒の導線がつながっているアルミニウムはく側が一極となっている(図4)。



図4 接続の様子

- ⑤ 低電圧用LED電球の代わりに、豆電球(1.5V-0.3A)、光電池用モーター、電子メロディーをつなぎ、様子を観察する。

2 授業展開の工夫

(1) 仮説を設定し、実験方法を検討して改善する学習活動

木炭電池を改良し、豆電球を光らせることを目的に、既習事項を生かして実験計画を立案する学習活動を取り入れた。これは、国立教育政策研究所で出された「平成27年度授業アイデア例(木炭電池で豆電球を明るく光らせよう)」を参考にした^{*5)}。これは、生徒たちが主体的・協働的に検討して改善し、課題を解決できることをねらいとしており、本研究の目的と合致することから採用した。授業アイデア例と本研究の使用する実験器具の違いは、食塩水の濃度の種類及び、使用する電球の数と種類である。これらを変更することにより、探究の過程における課題の把握の段階において、教師の演示ではなく生徒実験が可能になった。その結果、生徒が主体的に問題を見いだして課題を設定し実験を計画する活動が可能になった。

(2) 「主体的・対話的で深い学び」を促す学習活動（知識構成型ジグソー法）

生徒同士の話し合いを重視した学習活動として、知識構成型ジグソー法（以下「ジグソー法」）を取り入れた。ジグソー法については、中央教育審議会諮問「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について」の参考資料「初等中等教育におけるアクティブ・ラーニングの取組例（ペア学習・グループ学習等の推進）」として紹介されている。これは、ある課題を解決するために、複数の視点を設定し、分担して担当し、それぞれが作成した説明を話し合いにより統合することで答えを導き出す。さらに、各グループの答えと根拠をクラス全体で発表し合い、より深い学びへとつなげていく学習法である。ジグソー法の学習の流れは以下の通りである（図5）。

- ① 教師が3つか4つの知識を部品として組み合わせることで解けるものになる課題を設定する。
- ② 生徒は、課題に対して1人で思いつく答えを書いておく。
- ③ 同じ実験を行うグループを作り、グループで理解を深める。
(この活動をエキスパート活動と呼ぶ。)
- ④ 他のメンバーから説明を聞き、自分が担当した実験との関連を考える中で、理解を深める。それぞれのパートの知識を組み合わせ、課題への答えを作る。
(この活動をジグソー学習と呼ぶ。)
- ⑤ 答えと根拠をクラスで発表する中で、一人ひとりが納得する過程が生まれる。
(この活動をクロストークと呼ぶ。)
- ⑥ はじめに立てられた課題に再び向き合い、1人で課題に対する答えを記述する。

初めと終わりの解答を比べ、記述の内容が深まったか、記述の分量が増えたかで、授業の評価を行う。

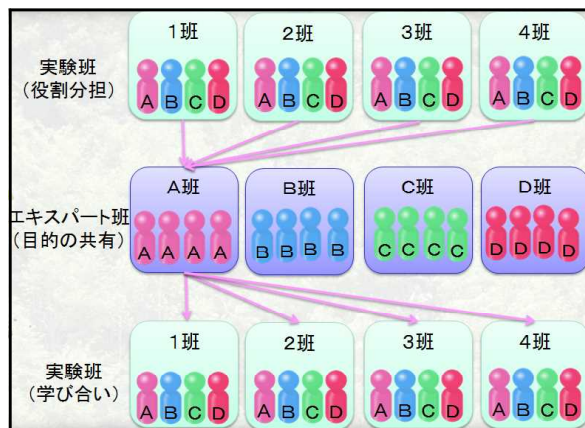


図5 知識構成型ジグソー法の構造図

今回の実験では、教師が設定する4つの知識を実験A、B、C、Dとし（図6）、それぞれの実験を行った。



図6 4つの実験内容

3 研修講座実施時の様子

実験A（図7）では、アルミニウムはくの大きさを考えて実施した。あらかじめ、配付したアルミニウムはくには5cmごとに切り取り線をつけ、比較しやすいように工夫した。



図7 実験Aの様子

実験B（図8）では、食塩水の濃度を変えて実施した。あらかじめ、準備した食塩水（2.5%、10%、25%）を使用した。



図8 実験Bの様子

実験C（図9）では、木炭電池の個数を変えて実施した。これは、授業アイデア例に記載されていない改良点だが、実験装置をマイクロスケール化したことにより実施することができた。

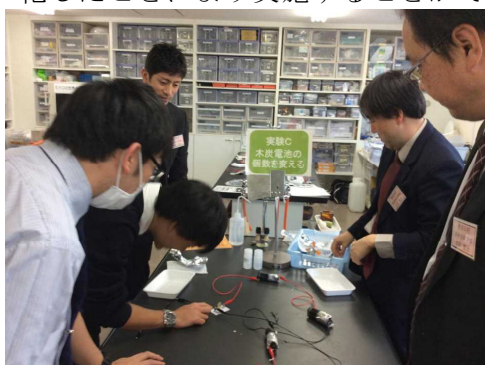


図9 実験Cの様子

実験D（図10）では、ペーパータオルの重ねる枚数を変えて実施した。あらかじめ、配付したペーパータオルには5cmごとに切り取り線をつけ、比較しやすいように工夫した。



図10 実験Dの様子

受講後アンケートの結果から、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った。

また、記述式アンケート（図11）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木炭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。

- ・ジグソー法による実験など、どんな力を身に付けさせたいかを精査して、授業を構築していく大切さを知ることができた。
- ・ジグソー法については、学習内容や実験方法を検討しもう一度実施してみたい。
- ・マイクロスケール実験については、生徒の理解を促すために有効であると感じた。
- ・マイクロスケール実験が実用性が高いということがわかりました。
- ・アクティブ・ラーニングを授業に取り入れるコツのようなものが見えてきて、非常に助かりました。

図11 受講者アンケートの記載内容

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、『主体的・対話的で深い学び』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、次期学習指導要領の改訂を見据え、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て、充実した内容となるよう一層工夫していきたい。

参考文献

- 1) 自然の探求 中学校理科3 教育出版
- 2) 未来へひろがるサイエンス3 啓林館
- 3) 新しい科学3年 東京書籍
- 4) 中学校学習指導要領解説理科編 文部科学省, 2008
- 5) 授業アイデア例「理科」 国立教育政策研究所, 2015

(たなか よういち 化学研究班)