
よりよい理科実験とは？

第1章 プロジェクトの概要など

1. はじめに

本学は教員養成大学ということもあり、学生の多くは教職員を志望している。本学卒業後、即戦力として学校現場で働くという人も少なくない。また、理科の教員には実験や観察の技能が必要となる。

しかし、大学在学中に学校現場で行なえるような実験の知識・技能を習得する機会は多くはない。そこで、そういった機会を増やし、実験の知識や技能を向上させるために、教科書記載の実験を行なうことを考えた。

また、平成24年4月に実施された全国学力・学習状況調査の結果から小・中学生の「理科離れ」が進行していることを裏付けているという報告がなされた。特に、質問紙調査では、中学校の理科で学習したことが将来役に立つと思うかを問う質問で、約53%の生徒が役に立つと思うと答えているが、逆を言えば約半数の生徒は「役に立たないだろう」と思っているということになる。

身の回りには科学技術の発展による科学の恩恵にあふれかえっている。理科離れが進むことで、恩恵を受ける機会を失わせることにはならないか。理科好きっ子の育成も、これからの理科の教員に求められる能力となるのではないだろうか。

2. プロジェクトの名称、目的

- 名称：よりよい理科実験とは？
- 目的：児童・生徒の「理科離れ」を打開するために、授業では積極的・効果的に実験を行なう必要がある。そのための教材研究・準備実験はより深化したものである必要がある。そこで、理科の教科書に掲載されている実験について、よりよい授業構成のための実験として試行し、改良を試みる。

また、活動を通してコミュニケーション能力や科学的な思考をお互いに向上しあうことで、実験の知識や技能の向上だけでなく、人間的な成長も目指す。

3. 代表者および構成員

・代表者

田中 雄太 理科領域専攻 5回生

・構成員

田上 智之 理科領域専攻 5回生

小倉 晃 理科領域専攻 4回生

牧野 志穂 理科領域専攻 4回生

伊豆蔵功己 理科領域専攻 2回生

北川はるの 理科領域専攻 2回生

山元 麻衣 理科領域専攻 2回生

山本 美咲 理科領域専攻 2回生

4. 助言教員

村上 忠幸先生（理学科）

第2章 実験の概要

1. 実験の概要について

(1) 実験の決定

実験を決定するために、教科書を購入した。購入した教科書に掲載されている実験の中から実施する実験を決定した。実験の単元は、中学校の「水の電気分解」の実験とした。

この実験の生徒実験を見学した際に、結果が出ないという現状を目の当たりにしたメンバーもおり、この実験に決定した。

実施する実験の決定後、実験に必要な物品を購入した。そのような準備もあり、実験開始が9月末となった。

(2) 実験の単元

「電気分解」は、中学校2年時に学ぶ、中学校学習指導要領の第4節理科・第一分野内容(4)化学変化と原子・分子 ア物質の成り立ちの単元にあたる実験である。

この実験は、電流を流すことで水分子を酸素と水素に分解する。加熱以外の方法で物質を分解するという最初の活動となる。

化合物を分解することにより元の物質とは性質の異なる物質が生成すること、及び分解して生成した物質から元の物質の成分を推定することができることを学ぶ。

この実験に用いる物質としては、水以外にも塩化銅水溶液や塩酸などもある。

(3) “水”の電気分解

教科書には、“水”の電気分解とあるが、実際に用いるのは純水に水酸化ナトリウムを溶かした水酸化ナトリウム水溶液である。これは、純水では電気分解に適さないためであり、水に水酸化ナトリウムを加えることで、電流を通りやすくしている。

また、水道水や塩酸では、電気分解を行った際に塩素が発生し、水の電気分解の実験としては適さない。これらの点から、この実験では、水酸化ナトリウム水溶液などを用いる。

2. 装置・実験方法の概要について

(1) 電気分解装置

水の電気分解の実験に用いる電気分解装置については、教科書¹⁾に記載されているものを用いることとした。教科書各社に記載されている装置と、その操作方法の有無は次の表1のとおりである。

表1：教科書別、電解装置

	ケニス製	水槽型	H字管式	
			簡易式	ホフマン型
学校図書	△	○	×	○
教育出版	○	△	×	○
啓林館	○	○	×	○
大日本図書	○	×	○	×
東京書籍	○	×	○	○

○…操作方法付、△…記載のみ、×…掲載無

今回は、主としてケニス製の電解装置を実験に用いることとした。また、実験に使用した電源装置は、理学科の谷口和成先生よりお借りさせていただいた。

(2) 実験方法・考察

実験方法の内容について、大まかな流れは各教科書類類似しており、以下のとおりである。

<実験方法>

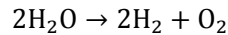
- ① 電解装置を水溶液で満たす。
- ② 電解装置の電極と電源装置をつなぐ。
- ③ 水に電流を流す。
- ④ それぞれの電極付近から発生する気体を集める。
- ⑤ 気体が集まったら電流を止める。
- ⑥ 陽極と陰極それぞれに発生した気体の体積を比べる。
- ⑦ 以下の2方法で、集めた気体の性質を調べる。
 - ・陽極（+極）側では、火のついた線香を、集めた気体中に入れる。
 - ・陰極（-極）側では、火のついたマッチを集めた気体に近づける。

¹⁾中学校の文部科学省認定教科書

(3) 考察について

方法の中で考察のポイントとなるのは、方法⑥・⑦の結果である。

方法⑥の結果については水の電気分解を表す、化学反応式



の示すとおり、酸素（陽極）と水素（陰極）との発生量の比が 2 : 1 となる。このことを確認し、実際の電気分解の実験の結果が、化学反応式と対応することを見出す。

また、方法⑦については、陽極側には酸素が発生すること、陰極側には水素が発生することを確認するものである。それぞれ、陽極側では、線香が激しく燃える。陰極側では、ポンッと音を立てて（音が出ないこともある）気体が燃えるという結果となる。

酸素には、物が燃えることを助ける性質があるため、線香は炎を上げて燃える。

水素には、燃える性質があるので、マッチの炎を近づけることで、水素が燃え上がる。その際、空気と混ざり合うため爆鳴器のように音を立てる。

(4) 安全面

実験を行なう際には、安全面の配慮は最大限行なう必要がある。日頃から安全に気を付けて実験を行なっていくことで、学校現場で実験をする際に気を付けるべき点に分かり、生徒にも安全に実験を行なわせることができるようになる。

電気分解の実験について安全面では、2点気を付けるべきことがある。まず1点目は、薬品についてである。水の電気分解では、前述のとおり「水酸化ナトリウム水溶液」を用いる。水酸化ナトリウム水溶液は、強アルカリ性の水溶液であり、取り扱いには十分に注意する必要がある。例えば、手にかかればズ

キズキと痛む、目に入ると失明するといった危険がある。どの教科書でも、実験中は安全メガネを必ず着用することとしている。そこで、本研究でも安全メガネを着用し、実験を行なった。

もう1点は、火を用いることである。気体の確認の際に線香に火をつける。マッチを陰極側の気体に近づける。さらには、近づけたマッチの火によって、気体が燃え上がる。これらの作業の中で、やけどをしないように気を付けながら実験を行なう必要がある。また、実験後に生徒がマッチを持ち帰ることのないようにしなければならない。

第3章 実験と結果

1. 準備物

<溶液>

・水酸化ナトリウム・純水

<実験器具>

・電解装置・直流電源装置・単1乾電池
・リード線・マッチ・線香

2. 目的

水の電気分解の実験を行ない、実験の結果からの考察が行ないやすい実験を目指す。また、条件を変えながら実験時間について設定が行なえるようにする。

3. 実験

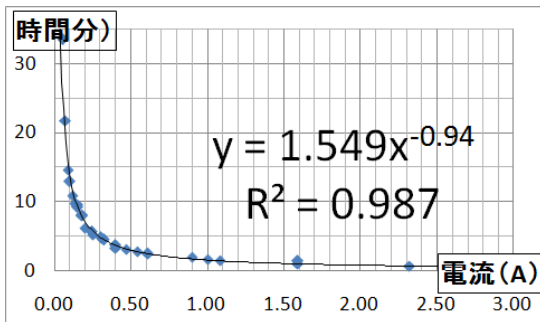
(1) 実験について

電気分解装置にはケニス製電気分解装置を用いて、前章で述べた方法で実験を行なった。また、実験に用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度と電源装置の電圧については、条件を変えつつ、実験を行なった。電源装置は直流電源装置と乾電池を用いて、別々に考察を行なった。ただし、実験時間は、陰極側の気体が4目盛り集まるまでの時間とした。

(2) 結果と考察 (直流電源の場合)

<電流と時間の関係>

電流と時間の関係を表す以下のグラフ1は、累乗の関係にあることが分かる。



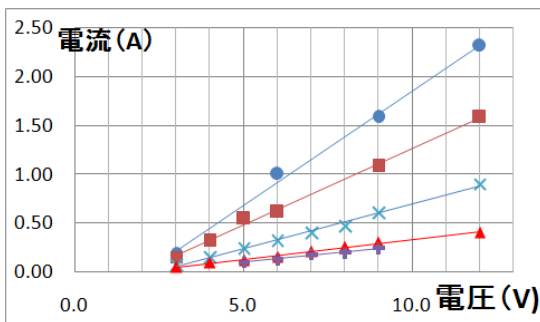
グラフ1：電流と時間の関係

流れる電流が多くなるほど、実験時間が短くなる。実験時間は、このグラフをもとにして電流の量を決めることで設定できる。

<各濃度における電圧と電流>

溶液の各濃度における、電圧と電流との関係は以下のグラフ2のとおりである。それぞれのプロットは濃度別になっており、

●：10%・■が5.0%・×が2.5%
▲が1.25%・◇が1.0%である。



グラフ2：濃度別に見た、電圧と電流

電圧と電流は、比例の関係にあることが分かる。かける電圧が大きいほど、流れる電流の量も多くなる。また、濃度が高いほど変化の割合が大きくなる傾向がある。また、1.5Vの場合は、どの濃度でも電流が流れず電気分解が進まなかった。

実験時間は、実験に用いる水酸化ナトリウム水溶液の濃度と電解装置にかける電圧を決めることで、設定できる。

(3) 結果と考察 (乾電池の場合)

電源に単一乾電池を用いた場合の、実験の条件と結果を平均したものを表2に表わす。ただし、Bのカッコ内は乾電池の本数(直列接続)を表している。電流は計れていない。

表2：実験結果 (乾電池)

濃度[%]	電圧[V]	時間
10	6.0(4本)	2分15秒
10	3.0(2本)	9分24秒
5.0	6.0(4本)	2分58秒
5.0	3.0(2本)	12分59秒
2.5	6.0(4本)	5分02秒
2.5	3.0(2本)	17分12秒

電源装置と同様に、濃度が高いほど電圧が高いほど実験時間は短かった。また、乾電池も1.5Vでは、電流が流れなかった。

(4) 気体の確認実験の結果と考察

陽極側・陰極側に発生する気体の性質を調べる実験の結果と考察について述べる。

陽極側の結果では、図1のように激しく燃えるものが予想される。

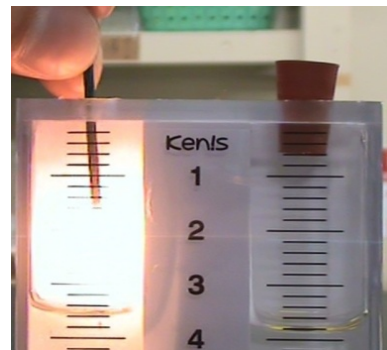


図1：激しく燃えた場合

しかし、図1のように激しく燃え上がる結果は1割程度であった。全体の8割は、線香の火が明るくなっていることは確認できた。しかし、残りの2割は何も起こらない結果となった。

これは、陽極側には2目盛り程度しか酸素がたまっておらず、酸素の量が少ないということと、ゴム栓を外した時に空気が入ることの2点が要因であると考えられる。

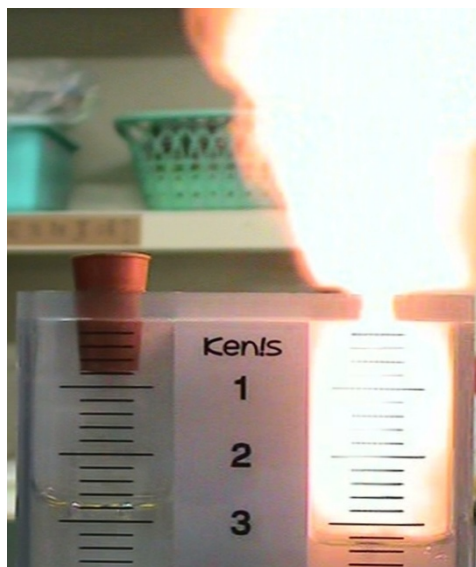
線香の火を「すばやく」「水面近くまで」持っていけば明るくなるが多くなったが、あまり改善できなかった。

陰極側の実験では、以下の3つの手順で行なうことで、ほぼ失敗することはなく、音を立てて燃え上がるのを確認できる。

- ①マッチの火をつける。
- ②ゴム栓を外す。
- ③マッチの火を空気穴の上に持っていく。

ただし、手順③のマッチの火を空気穴の上に持って行ってすぐに炎が上がらないこともある。その際には、マッチの火を空気穴の上に持っていったまま、少し待たばうまくいく。

また、たまに予想以上の炎が上がることもあるので気をつける必要がある。(下図2)



どちらの実験を先に行なう場合にも、結果には影響しなかった。

また、教科書の方法では、それぞれの確認実験中にはもう一方のゴム栓を閉めるように記述されている。しかし、ゴム栓をしなない際にも、安全面・結果ともに影響はなかった。実験手順も簡易になるので、ゴム栓は外したままで実験を行なうのがよい。

4. まとめ

今回の研究結果から水の電気分解の実験についてまとめる。

かける電圧を大きくすれば、実験に必要な時間は短くなる。また、その傾向は水酸化ナトリウム水溶液の濃度が高いほど、大きくなる。水溶液の濃度が、10%・5%・2.5%・1.25%・1%の際には、ある程度の実験時間(陰極側の気体が4目盛りまで溜まるまでの時間)の設定ができるようになった。

気体の確認実験については、陰極側は手順の工夫で失敗はなくなった。しかし、陽極側での結果がうまくいった場合が1割という結果なので、今後より改善していきたい。

第4章 研究発表会を終えて

研究発表会では、パワーポイントが最終修正前のものという、ハプニングがあったりした。発表会では、実際に実験を披露した。実験時間の設定ができたので、実験を披露することができた。しかし、陽極側の結果がうまくいかず、どうだったのだろうか。

発表後には、意見を頂くことができ、今後活かしていけるようにと思う。具体的には、学校現場での現状と課題の両方を理解してから、課題を克服するという方向で行なう必要がある。陽極側の気体の発生量を多くして、実験を行なう。などである。

研究してきたことに対して意見を頂けてあ

りがたかった。そして、現場で実践したいという気持ちが高まってきた。

第5章 反省と今後の展望

1. プロジェクト全体の反省

- ・スケジュール管理が甘かった。
- ・ハウレンソウが迅速・的確ではなかった。

2. 実験に関して

- ・濃度や電圧を細かく分けて、実験を行なえなかった
- ・電気分解装置のうち、H字管のホフマン型は、1社を除き教科書に実験操作の方法まで記載されていたにも関わらず、実験ができなかった。
- ・実験時間を陰極側の気体が4目盛りまで溜まるまでという設定で実験を行なっており、発生する酸素の量を増やしての実験を行なえていなかった。

3. 研究の今後の展望

- ・物足りない部分を突き詰めていく。特に、陽極側の結果はどうにかしたい。
- ・中学校での実践を行なってみる。
- ・他の単元の実験などについても、研究を進めていく。

授業に積極的・効果的に実験を取り入れ、理科好きっ子を増やしたい。そのためにも、もっとうまくいく・魅力的な実験になるように研究を進めていく。

4. 同様の企画をするのなら

「理科好きっ子」を育成する能力を身につけるためには、深い教材研究も必要となってくる。そのような研究として取り組んできた。1つの実験に絞って突き詰める。こういった方策となりがちである実験では、モチベーションをいかにして保ち取り組めるかが重要となる。

モチベーションの維持・向上には、ピラミッド型のような誰かがひっぱる組織ではなく、個々人があちこちで突出しするような組織であるほうがよいのではないだろうか。それぞれに責任感が感じられ、活動に対して期待できるように、活動や経営を工夫できていればよかった。

社会貢献的な部分が少なく、達成感が味わいづらい。そこを、各々人が自ずから引っ張っていきたくなるそんなグループにできれば、きっとモチベーションが保てるのだろう。

5. 最後に

このような研究機会を設けることができ、プロジェクトメンバー・関わっていただいた先生方・「e-Project@kyokyo」担当の方々には、大変感謝しております。今後も「よりよいe-Project@kyokyo」となっていくよう、関わっていきたいと思います。

<参考・引用文献>

- 1) 文部科学省 (2011) 「中学校学習指導要領」
- 2) 文部科学省 (2011) 「中学校学習指導要領解説 理科編」. 大日本図書
- 3) 中学校科学2. 平成23年・学校図書中学校教科書.
- 4) 自然の探究 中学校理科2. 平成23年・教育出版中学校教科書
- 5) 未来へ広がるサイエンス2. 平成23年・啓林館中学校教科書
- 6) 理科の世界2. 平成23年・大日本図書中学校教科書
- 7) 新しい科学2年. 平成23年・東京書籍中学校教科書
- 8) 国立教育政策研究所「平成24年全国学力・学習状況調査調査結果のポイント」
http://www.nier.go.jp/12chousakekkahouku/02point/24_chousakekka_point.pdf