

身近なものを使った電池作りに挑戦!! ~Part2 燃料電池編~

光明台中学校3年 望月 祥貴

◆1.動機◆

私たちの日常生活に欠かせない電気。中学2年で「水の電気分解」、中学3年になって「化学変化とイオン」を学習する中で、陽極では電子を奪い取るので陰イオンが集まって酸化反応が起き、反対に陰極では電子が与えられるため陽イオンが集まって還元反応が起きることを学んだ。小学4年の自由研究で行った「備長炭」と「活性炭」を使った炭電池の研究を振り返り、今年は「燃料電池」の研究に挑戦することにした。度重なる災害、そして地球温暖化などを考えると、地球に優しいクリーンな燃料電池は、次世代の私たちが住む地球にとっても重要な役割を果たすだろう。期待と共に、早速実験計画を立て検証してみることにした。

◆2.計画◆

《予想》

《研究方法》

1. 小学4年で行った「備長炭」と「活性炭」の炭電池作りで、電解液が重要な役割を果たしていたので、燃料電池作りも電解液が最も大切になるだろう。
2. 「食塩水」「スポーツドリンク」「醤油」は炭電池の研究で電気が流れたので、燃料電池の電解液としても相応しいだろう。
3. 「酢」「砂糖水」は前回の研究で電気を通さなかったもので、燃料電池の電解液としても相応しくないのでは？
4. 前回の研究で、塩分濃度が高いほど強い電池が出来たので、今回の燃料電池の実験でも濃度が高いほど強い電池が出来、長時間電気が流れるのではないだろうか？
5. 今回追加で行う「重曹液」・紙オムツを使った「高吸収性高分子ゲル」の燃料電池が成功するか不安だが、電気分解が行われれば電気が流れるだろう。

- A. 予想をもとに燃料電池装置を作り、9Vの角電池を使って電気分解し、豆電球に電気が流れるか実験する。
①食塩水 ②砂糖水 ③酢 ④スポーツドリンク
⑤醤油 ⑥重曹液 ⑦高吸収性高分子ゲル
- B. 豆電球から、たこ糸を取りつけたプロペラ付モーターに換え、プロペラの回転数の比較実験で電流の大きさを比べる。
- C. AとBの実験から、食塩水を例に手回し発電機で電気分解しても燃料電池として豆電球に電気が流れるか調べてみる。
- D. AとBの実験から、食塩水を例に濃度を高くすると豆電球の点灯時間が長くなるか調べる。

◆3.下準備◆

- A. 電解液150ccを空容器に準備する。
①食塩水(濃:食塩15g) 食塩水(薄:食塩10g)
②砂糖水(砂糖10g) ⑤醤油
③酢 ⑥重曹液(市販のクリーナー液)
④スポーツドリンク(粉末10g) ⑦高吸収性高分子ゲル(紙オムツから取り出し、水を含ませたもの)
- B. 装置用容器のフタにキリで穴を3つ開け(1つは気体のガス抜き用)、炭素棒2本をさしておく。
- C. モーターにストロープロペラとたこ糸を取り付ける。

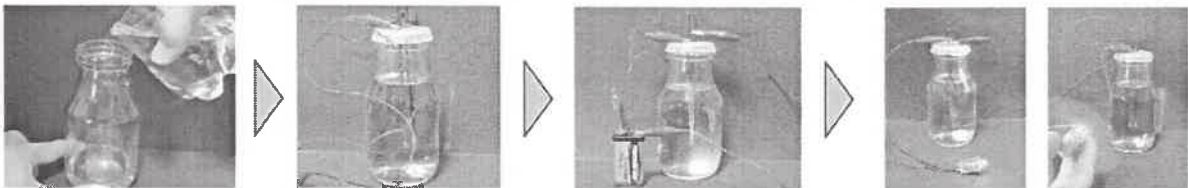


◆4.実験◆

《条件(全実験に共通)》…電解液&電解質ゲル(高吸収性高分子)は全て150ccとし、炭素棒は同じものを水洗いして使う。

《実験A》と《実験B》に共通の流れ

1. 装置に電解質(液)を入れる。
2. 炭素棒を浸し、気体が発生するので換気扇を回す。
3. ミノムシクリップを角電池に繋ぎ、1分間電気分解を行う。
4. 角電池をはずし、豆電球を設置したソケット又はプロペラ付モーターに繋ぐ。



種類	研究内容	条件	研究方法
《実験A》	電解質(液)の種類による比較	9Vの角電池で1分間電気分解を行った後、ソケットに電極を繋ぐ。	①食塩水 ⑤醤油 ②砂糖水 ⑥重曹液 ③酢 ⑦高吸収性高分子ゲル ④スポーツドリンク
《実験B》	電解質(液)の種類による電流の大きさの比較	2秒間でたこ糸を巻きつけた長さを比べる。	《実験A》の①~⑦と同じ
《実験C》	手回し発電機で電気分解しても成功するか？	電気分解のみ手回し発電機で行う。	食塩水
《実験D》	電解液の濃度による対比	電解液の濃度のみを変える。	①食塩水 :食塩10g ②食塩水 :食塩15g
《実験E》	電気分解の時間による対比	電気分解を行う時間のみを変える。	①電気分解 :1分 ②電気分解 :5分
《実験F》	炭素棒(電極)の間隔による対比	炭素棒の間隔のみを変える。	①炭素棒の間隔:5mm ②炭素棒の間隔:10mm
《実験G》	炭素棒(電極)の水深による対比	炭素棒が電解液に沈む水深を変える。	①炭素棒の水深:5cm ②炭素棒の水深:8cm

※《実験E》・《実験F》・《実験G》は、発展(追加)研究

◆5.結果◆

《実験A》電解質(液)の種類による比較

電解質(液)	点灯の可否
① 食塩水	○
② 砂糖水	×
③ 酢	○
④ スポーツドリンク	○
⑤ 醤油	○
⑥ 重曹液	○
⑦ 高吸収性高分子ゲル	○

《実験B》電解質(液)の種類による電流の大きさの比較

電解質(液)	糸の長さ
① 食塩水	26cm
② 砂糖水	0cm
③ 酢	9cm
④ スポーツドリンク	10cm
⑤ 醤油	32cm
⑥ 重曹液	13cm
⑦ 高吸収性高分子ゲル	15cm

《実験C》手回し発電機でも成功するか？

電解液	点灯の可否
食塩水	○

《実験D》電解液の濃度による対比

電解液の濃度	点灯時間
① 食塩水(食塩10g)	9秒
② 食塩水(食塩15g)	15秒

《実験E》電気分解の時間による対比

電気分解の時間	点灯時間
① 1分	8秒
② 5分	13秒

《実験F》炭素棒(電極)の間隔による対比

炭素棒(電極)の間隔	点灯時間
① 5 mm	8秒
② 10 mm	6秒

《実験G》炭素棒の水深による対比

炭素棒(電極)の水深	点灯時間
① 5 cm	5秒
② 8 cm	10秒

◆6.考察◆

- ① 《実験A》から、7種類のうち砂糖水以外の6種類の電解質(液)で豆電球が点灯し、電気が流れることが分かった。このことから、砂糖水は非電解液だといえる。
- ② 《実験B》から、電解質(液)の種類によって電気が流れる大きさが異なり、「酢<スポーツドリンク<重曹液<高吸収性高分子ゲル<食塩水<醤油」と、醤油が最もモーターの回転数が速く、今回の実験では一番起電力が大きい結果となった。
- ③ 《実験A》と《実験B》から前回(小学4年時)の研究では電気が流れなかった「酢」で豆電球の点灯&モーターの作動共に成功したことから、「酢」は電解液であるがその成分(穀物酢や果物酢など)や濃度によって電気が流れるか否かに影響が出ると推測される。
- ④ 《実験C》から、電気分解に必要な電池が身近になくても、手回し発電機があれば電気分解を行え、燃料電池が作れることが分かった。
- ⑤ 《実験D》から、電解液の濃度が高いほど豆電球の点灯時間が長くなり、長時間電気が流れると考えられる。
- ⑥ 《実験E》から、電気分解の時間が長いほど燃料電池を長時間使用することが出来るといえる。
- ⑦ 《実験F》から、炭素棒(電極)の間隔が広がるほど豆電球の点灯時間が短くなり、狭いほど豆電球の点灯時間が長くなることが分かった。これは、炭素棒の間隔が狭い方が反応しやすくなるためであると推測される。
- ⑧ 《実験G》から、炭素棒(電極)の水深が深いほど豆電球の点灯時間が長くなり、浅いほど豆電球の点灯時間が短くなることが分かった。これは、炭素棒の水深が深いほど電解液と接する表面積が広がるためであると推測される。

◆7.感想と今後の展望◆

1学期、「化学変化とイオン」について学習したことをきっかけに、小学4年で行った「身近なものを使った電池作り」の継続研究として、「燃料電池編」にチャレンジした。何気なく研究していた小学4年の「炭電池編」とは違い、中学2年で「水の電気分解」、そして今年の1学期に「化学変化とイオン」を学習した中で行う研究は、様々なことを考えさせられた。やはり教科書を使い授業で学ぶだけの受け身と、実際に自分の疑問を検証するために行う研究とは、楽しさが全く違った。実験が上手いかずにイライラしたり、換気をして暑さや発生する気体の匂いで頭がクラクラして大変だったが、実験を重ねるうちに新たな疑問が湧き、それを一つずつ解決していく感動は体験してこそだと思う。今回の継続研究で、小学4年時の研究の誤解も1つ発見出来た。それは「酢」が電気を通さない非電解液であると思っていたことである。前回の「炭電池」の研究で、「酢」を電解液にした時電気が流れなかったのである。これは、前回使用した「酢」の成分(穀物酢や果物酢など)の濃度が、当時使用したモーターを作動させるだけの電流に至らなかったためだと考えられる。今回5年ぶりに継続研究したことで、誤解を改めることが出来た。又、「燃料電池」の研究を進めていく中で、新たに「電気分解の時間による差」や「炭素棒の間隔による差」・「炭素棒の水深による差」についても疑問や興味が湧き、実際に自分で研究をする過程でそれぞれ考察することが出来た。ぼくには4歳年上の兄がいるため、兄が小学4年でぼくが5歳の時から10年間毎年理科の自由研究を行ってきた。初めは牛乳パックをミキサーにかける手伝いやタイムウォッチで時間を計る手伝いをするだけだったが、ぼく自身が小学4年になって、初めて和泉市の科学展に選ばれ出品したが、今回の研究に繋がった「備長炭」と「活性炭」による「炭電池」の研究だった。それから、毎年学校の代表に選ばれ出品してもらえたおかげで、兄と合わせてこれまでに9回「和泉市科学展」に足を運んでいる。その中で、たくさんの素晴らしい作品に出会ってきた。そんな経験も、ぼくの研究意欲に活かされている。今年で10年目。ぼくにとって集大成の研究なので、最後まで根気よく納得の行く実験をした。実験の計画当初、17種類の実験を予定していたが実際は23種類の実験となり、途中で辛いこともあったが全てを納得の行くまで終えた今は、とても達成感に満ちあふれている。今年で科学展への参加は最後になるが、これからもこの「科学の芽」を枯らすことなく、高校へ進学しても育てていきたい。又、今後の展望として「燃料電池」の継続研究を考えている。なぜなら地球に優しくクリーンな燃料電池は、今後さらに住宅や自動車などに活かされ、度重なる災害時の停電や節電、そして地球温暖化の軽減に大きな役割を果たすと考えられるからだ。そこで、最後の実験の考察で推測された炭素棒の表面積を広くする方法の一つとして、「炭素棒にキズを付ける」など、別の方法で炭素棒の表面積を広くした場合も、「豆電球の点灯時間やモーターの作動時間が長くなるのか？」検証したい。そのためには、今回使った炭素棒ではヤスリでキズを付けると折れる可能性があるため、今回よりも太い炭素棒で実験する必要がある。このことから、「炭素棒の太さによる差」や「炭素棒の濃度による差」についても関心が広がってきたので、この3点を中心に次回の研究テーマとして、無限の可能性をもつ「燃料電池」を度重なる災害や地球温暖化などの社会に役立つ研究に繋げていきたい。