

燃料電池における電極の質量変化

2年3組 久保田真矢

2年3組 立花 侑矢

2年3組 田中 巧実

2年3組 田邑 和渉

2年5組 朝井 和哉

指導者 教諭 桐山 浩之

1 課題設定の理由

近年、既存のエネルギーから再生可能エネルギーへの転換が叫ばれている。そこで私たちは近年注目されている燃料電池を調べることにした。燃料電池とは、水の電気分解と反対の反応をさせることで電気エネルギーを取り出す電池のことである。その大きな特徴は、排気ガスがクリーンな事と高いエネルギー変換効率である。燃料電池は、燃料に水素と酸素しか使わず、また、二酸化炭素、メタンガスなどの環境問題につながる排気ガスを少ししか出さないため、今後、石炭、石油に代替する新しいエネルギーとして注目されている。私たちは、ペットボトルを用いた簡易型の燃料電池（写真1）を製作したところ、その炭素電極が溶けて正極と負極の質量変化に差があることを不思議に思い、課題を設定した。



写真1：実験に用いた簡易型の燃料電池(左：Na₂CO₃aq 右：NaOHaq)

2 仮説

- (1) 電極から発生する水素が炭素と反応しているだろう。
- (2) 電極から発生する酸素が炭素と反応しているだろう。

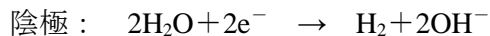
3 実験・研究の方法

(1) 準備物

ペットボトル、炭素棒、0.1mol/LのNaOHaq、0.1mol/lのNa₂CO₃aq、テスター、ACアダプタ

(2) 原理

電解質溶液に、電極として炭素棒をつけて電流を流すと陰極に水素、陽極に酸素が発生する。陰極では、水と電子が反応し、水素と水酸化物イオンが発生する。



陽極では、水または水酸化物イオンが反応し、酸素と電子が生成する。

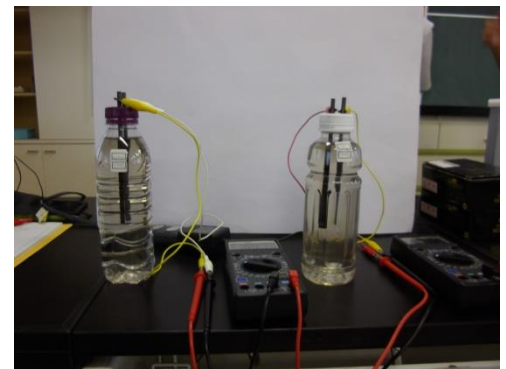
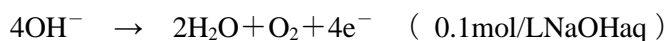
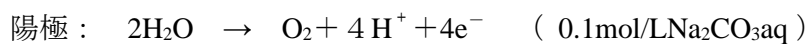
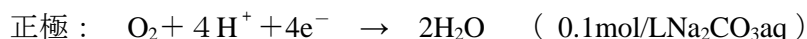


写真2：放電の様子(左：NaOHaq 右：Na₂CO₃aq)



放電時(写真2)は、炭素電極内に吸収された水素、酸素が負極、正極として、それぞれ放電時と逆反応を起こす。



(3) 実験方法

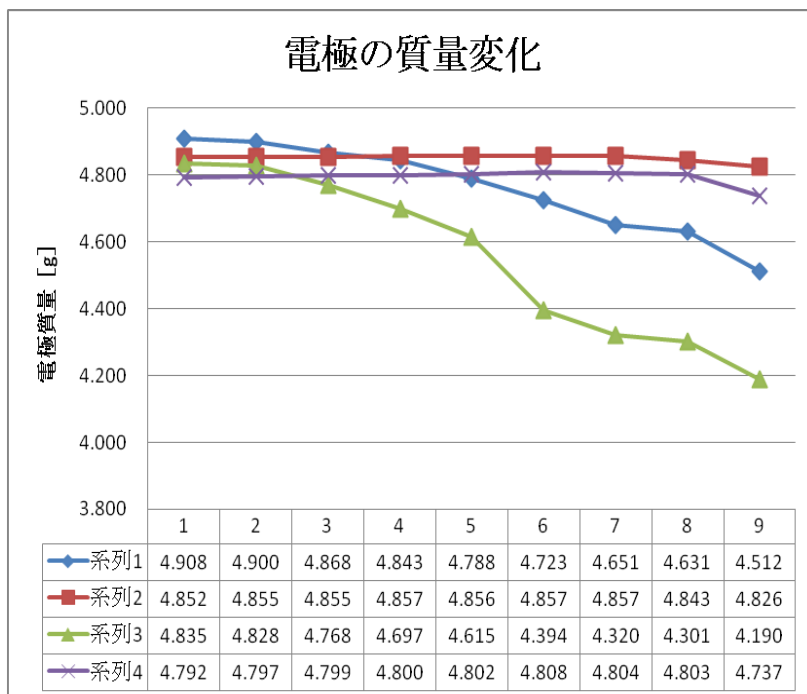
2本のペットボトルに電解質溶液として、それぞれ 0.1mol/L の NaOHaq 、 0.1mol/L の $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{aq}$ を入れ、しばらく充電した後限界まで放電する。その後、それぞれの炭素電極を乾燥させて質量を測定する。それを繰り返す。(写真3)



写真3：質量測定の様子

4 結果

0.1mol/L の NaOHaq の正極を系列1，負極を系列2， 0.1mol/L の $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{aq}$ の正極を系列3，負極を系列4とする。充電前の炭素電極の質量を基準1として、8回の放電を繰り返した結果を右のグラフに示す。 NaOHaq の正極(系列1) $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{aq}$ の正極(系列3)は、回数を重ねるごとに質量が減少していった。



負極は、 $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{aq}$ 、 NaOHaq とも質量の変化があまり見られなかったが、8回目から質量が減少した。実験後の溶液は、実験を繰り返すごとに黒く濁った（写真4）。また、実験後の炭素電極を見ると、正極が細くなっていた（写真5）。



写真4：実験後の溶液
（左： $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{aq}$ 右： NaOHaq ）



写真5：実験後の炭素棒
（左：負極 右：正極）

5 考察

両溶液ともに、正極の質量減少が著しく、両溶液を比較すると NaOHaq の方が質量の減少の量が大きかった。また、負極はあまり変化が見られなかったが、最後にわずかに質量が減少した。このことから、負極から発生する水素よりも正極から発生する酸素の方が炭素電極と反応しやすいということがわかる。溶液が黒くなった原因としては、酸素と反応できなかった炭素が沈殿したのではないかと考えられる。また、燃料電池に使用した電解質溶液{ NaOHaq (強塩基) と $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{aq}$ (弱塩基)}により、炭素電極の質量の減少量が異なっていることから、電解質溶液の電離度や pH 等が関わっていると思われる。

6 今後の課題

今後、次のような点について実験を行い検証していきたいと考えている。

- (1) 酸素と炭素はどのような反応をしているか。
- (2) 炭素棒の質量減少の差異の原因と考えられる反応が他にあるのか。

参考文献

- ・ フォトサイエンス化学図録 数研出 <http://www.chart.co.jp/>
- ・ http://panasonic.co.jp/ap/FC/doc01_00.html