

効率の良い燃料電池を作る

2503 伊藤悠真 2523 長尾裕哉 2608 大島蛭翔 2623 永瀧真比呂

要旨

近年、新しいエネルギーとして燃料電池が注目されている。それは燃料電池の環境にやさしく、発電効率が良いという点が評価され始めたからである。私たちはこのことが気になり、限られた資源の中でどれだけ効率よく電気を作ることができるのかを研究することにした。仮説として、電極部分の素材によって効率性が変わるのではないかと考えた。出回っている燃料電池には白金が主に使われているが、コストが高く手に入りにくいいため白金ではなくニッケルや銅、炭素を使っている。しかし、実験ははまだ試行錯誤を繰り返している段階である。

1. 目的

燃料電池の、発電効率の良さと環境にやさしい面が新たなエネルギーとして注目される中でハイコストであること、寿命が短いことが課題となっている。自分たちでできる範囲として、ハイコストの面を直すことにした。コストをおさえ、かつ本来の燃料電池の良さを兼ね備えた、燃料電池を目指すため、電解質、電極、質量などのより良い組み合わせを探す。

2. 実験

【実験1】

1. 使用した器具・装置など

- 1 水槽
- 2 試験管
- 3 電流電圧計
- 4 電極 (ニッケル、銅、炭素棒)



図1 電極

- 5 電解質 (水酸化ナトリウム、硫酸)

6 酸素、水素



図2 酸素、水素

2. 実験の手順

- ① 水槽に水を入れその後、電解質を入れ電解質水溶液を作る (水 450mL、電解質 10 g)。



図3 電解質溶液

- ② 水槽の中に二本の試験管を入れ、中の空気を抜く。その後、電極を試験管に上から差し込

む。

- ③ 試験管にそれぞれ水素、酸素を銅に半分触れるくらいまで入れる。
- ④ 銅を電流電圧計につなぎ電気が流れているかしらべる。
- ⑤ ②～④を銅からニッケルや炭素棒に、水酸化ナトリウムから硫酸に入れ替え繰り返す。

3. 結果

表1 水酸化ナトリウム

	電圧 (V)	電流 (A)
銅	0.06	0.004
ニッケル	0.07	0.004
炭素棒	0.12	0.004

表2 硫酸

	電圧 (V)	電流 (A)
銅	0.03	0.004
ニッケル	0.04	0.004
炭素棒	0.11	0.004

炭素棒、ニッケル、銅の順番で電圧が大きくなっていることが分かった。また、電解質を変えたときには硫酸よりも水酸化ナトリウムのほうが発生した電気が大きかった。

4. 考察

このことから、電極の種類によって発生する電気の大きさは変化すると言ええる。しかし、硫酸の結果から電流が変わってないので電極を変えても電流の大きさに影響しないのはいか、と予測する。

また、実験をしていて新たな仮説も生まれた。それは、時間の経過によって発生する電気の大きさは変わるのではないかとということと、電解質の温度を変えることによって発生する電気の大きさは変わるのではないかとということである。今回の実験では電極と電解質という2つの点に焦点を置いていたが、新たに時間と電解質の温度にも着目することにした。

【実験2】

1. 使用した器具・装置など

- 1 水槽
- 2 試験管
- 3 電流電圧計
- 4 銅、ニッケルを使った実験装置や炭素棒
- 5 電解質 (水酸化ナトリウム)
- 6 酸素、水素
- 7 簡易電気定温水槽



図4 簡易電気定温水槽

2. 実験方法

- ① 水槽に水を入れ、その後水酸化ナトリウムを入れて水酸化ナトリウム水溶液を作る (水 450mL、水酸化ナトリウム 10g)。
- ② 簡易電気定温水槽に水を入れ、その中に①の水槽を入れる。ただし、簡易電気水槽に入れる水の高さは①の水槽に入っている水酸化ナトリウム水溶液の水面の高さと同じにする。*水酸化ナトリウム水溶液の水温を等しく温め、溶液の水温を一定にするため。
- ③ 試験管を入れ、中の空気を抜く。その後、銅を試験管に上から差し込む。
- ④ 試験管にそれぞれ水素、酸素を銅に半分触れるくらい入れる。
- ⑤ 銅を電流電圧器につなぎ、簡易電気定温水槽の水の温度を、10、20、30、40、50℃に変え、電圧、電流を測定する。

- ⑥ ②～⑤を銅からニッケルや炭素棒に入れ替え繰り返す。



図5 実験2の様子

3. 結果

表3 電圧 (V)

	銅	ニッケル	炭素棒
10℃	0.01	0.07	0.01
20℃	0.23	0.08	0.03
30℃	0.17	0.06	0.01
40℃	0.04	0.02	0.17
50℃	0.14	0.09	0.01

表4 電流 (A)

	銅	ニッケル	炭素棒
10℃	0.004	0.004	0.004
20℃	0.002	0.002	0.002
30℃	0.004	0.004	0.004
40℃	0.008	0.008	0.008
50℃	0.004	0.004	0.004

全体では電圧の大きさの変化に共通点はないが、各電極で着目してみると温度によって電圧の大きさが変化していることが分かる。

4. 考察

このことから電極には適した電解質の温度があることが分かる。差が小さいものもあるが、電解質の温度と電極には何かしらの関係があると言える。また、電流も同じことが言える。

【実験3】

1. 使用した器具・装置など

- 1 水槽
- 2 試験管
- 3 電流電圧計
- 4 銅、ニッケルを使った実験装置や炭素棒
- 5 電解質 (水酸化ナトリウム)
- 6 酸素、水素
- 7 ストップウォッチ

2. 実験方法

- ① 水槽に水を入れ、その後水酸化ナトリウムを入れて水酸化ナトリウム水溶液を作る (水 450mL、水酸化ナトリウム 10g)。
- ② 試験管を入れ、中の空気を抜く。その後、銅を使った実験装置を試験管内に差し込む。
- ③ 試験管にそれぞれ水素、酸素を銅に半分触れるくらいまで入れる。
- ④ 銅を電流電圧計につなぎ、30秒、1分、3分、5分、10分の時の電圧、電流を測定する。
- ⑤ ②～④を銅からニッケルや炭素棒に入れ替え繰り返す。

3. 結果

表5 電圧 (V)

	銅	ニッケル	炭素棒
30秒		0.12	0.17
1分		0.12	0.14
3分		0.11	0.12
5分		0.11	0.12
10分		0.09	0.12

表6 電流 (A)

	銅	ニッケル	炭素棒
30秒		0.004	0.004
1分		0.004	0.004
3分		0.004	0.004
5分		0.004	0.004
10分		0.004	0.004

電圧では時間経過によって数値が変化していた。また、電流に変化はなかった。

4. 考察

このことから一定の時間が経つと電圧の大きさは小さくなるということが言える。また電流の大きさは変化しないことが言える。今回の実験では銅の装置が壊れてしまったため銅の実験はしていない。

以上のことより電極には適した温度があることと、時間経過によって電圧の大きさは変化することがわかった。また、ここで一つの疑問が生じた。今までは水素、酸素を市販のものを使って実験をしていたが、電気分解によって発生させた水素、酸素を使った場合、電圧、電流の大きさに変化はあるのかということである。その理由として発生させた水素、酸素のほうが電極の中に水素や酸素がたまりやすくなり反応がもっと起こりやすくなるのではないかと考えたからである。このことを確かめるために新たに実験を開始した。

【実験4】

1. 使用した器具・装置など

- 1 水槽
- 2 試験管
- 3 電流電圧計
- 4 ニッケルの実験装置や炭素棒
- 5 電解質（水酸化ナトリウム）
- 6 酸素、水素
- 7 電源装置

2. 実験方法

- ① 水槽に水を入れ、その後水酸化ナトリウムを入れて水酸化ナトリウム水溶液を作る（水 450mL、水酸化ナトリウム 10g）。
- ② 試験管を入れ、中の空気を抜く。その後、ニッケルや炭素棒を試験管内に差し込む。
- ③ 電源装置につなぎ水素、酸素を電極の半分の量まで発生させる。

- ④ 発生させた後、電流電圧計につなぎ電圧、電流を測定する。

3. 結果

ニッケル	0.02V	0.004A
炭素棒	1.60V	0.004A

4. 考察

結果よりニッケルは電圧の大きさが小さくなったが、炭素棒は大きくなった。また、電流の大きさは変化しなかった。このことから炭素棒については電気分解によって水素、酸素を発生させた方が電圧の大きさが大きくなることが言える。

3. まとめ

炭素棒、ニッケル、銅の順番で電圧が高くなる傾向がある。

電流の大きさはあまり変化しない。

電極と電解質には、何か関係がある。

時間経過によって電圧、電流の大きさは変化する。

電極によって水素酸素を発生させた方が電圧電流の大きさが大きくなるものもある。

4. 今後の展望

電流の大きさを大きくするための方法を見つけ、まずは豆電球を光らせることを目指す。

簡易的なものではなく、本格的な燃料電池を作る。

5. 参考文献

国家プロジェクト・地方プロジェクトとイワタニ
<http://www.iwatani.co.jp/jpn/h2/battery/structure.html>