

ステンレスを用いたグルコース型燃料電池

熊本県立大津高等学校 野口 七海 内藤 菜生
藤原 美紀 守永 光伶

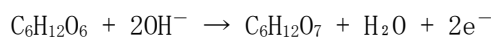
1 研究の目的

ニッケルパラジウムメッキ電極を用いたグルコース型燃料電池の存在を知った。私たちの身近にあるグルコースを含んだ清涼飲料水で燃料電池を作ることが出来ることに興味を持った。しかし、ニッケルパラジウムメッキ電極は高価であるため、気軽に使用することはできない。ゆえに、ニッケルを安価なステンレスで代用できないか研究した。

2 グルコース型燃料電池について

電極は、ステンレスメッシュにパラジウムをメッキしたものをを用いた。負極板をセルロースチューブに入れ、隔膜とした(図1)。電解液は水酸化ナトリウムグルコース混合溶液であり、セルロースチューブ内に水溶液を注ぎ、負極のみが電解質水溶液に触れるようにした(図2)。隔膜を通り、正極側から負極側へ水酸化物イオンが移動する。電解質水溶液が漏れることや電極のズレを防止するために、発泡スチロールを削った受け皿を電池セルとした(図3)。

負極：グルコースが酸化され、グルコン酸が生じる。



正極：空気中の酸素が電子を受け取る。

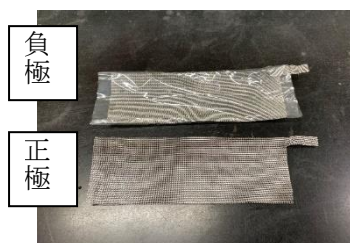


図 1

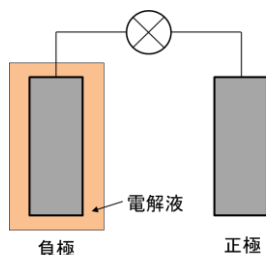


図 2

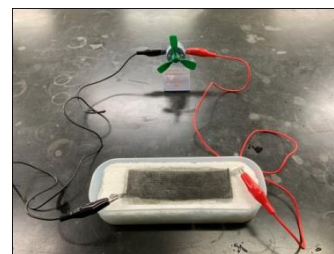


図 3

3 燃料電池の作成

(1) パラジウムメッキ

- ① ステンレスメッシュを 30cm×4.0cm に切断した。
- ② PdCl_2 0.10g と濃塩酸 2.0mL の混合溶液をメッキ浴として、3.0V で 10 分程度電解メッキした。

(2) メッキ面の確認

- ① メッキした電極としていない電極で電圧を測定した。
- ② メッキ直後の電極と複数回使用した電極をデジタルマイクロスコープで 100 倍で観察した。

(3) 結果

メッキを施していない電極での発電は認められなかった。また、デジタルマイクロスコープでメッキの様子を観察すると、複数回使用した電極では、図4のようにメッキが剥がれている様子が観察できた。しかし、この電極は電極全体が電解液に触れるように、ガラス棒で押さえて実験をしていた電極であり、その後、不要な接触を避けて実験をすることで 80 回以上実験してもメッキが剥がれる様子は観察されなかった。

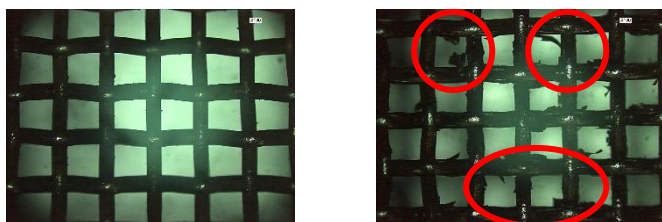


図 4
左図がメッキ直後
右図が複数回使用後

(4) 考察

メッキを施していない電極では発電しなかったことから、メッキが正しく行われたことと、ステンレス上でのパラジウムの触媒作用が確認できた。また、電極への不要な接触を避けることで 80 回以上の使用にも耐えることから、複数回の使用にも適していると考えられる。ニッケルを用いた場合の、5 分の 1 のコストで電極が作成できた。

4 電解質水溶液の濃度と電圧の関係

(1) 方法

- ① グルコース水溶液の濃度を固定し、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を变化させた。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液の濃度を固定し、グルコース水溶液の濃度を变化させた。
- ③ モーターとつなぎ、モーターにかかる電圧を測定した。

(2) 結果

水酸化ナトリウム水溶液の濃度は、濃度が高い程、モーターにかかる電圧は大きくなった。しかし、同じように溶解熱も大きくなり、溶液調製したところ相当な高温になった。グルコース水溶液については、濃度と電圧に相関が見られなかった (図 5)。

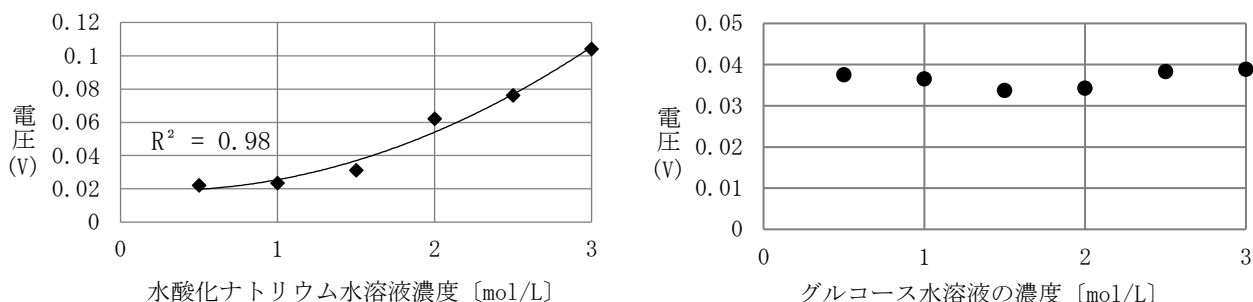


図 5

(3) 考察

負極の反応において水酸化物イオンが必要であるため、今回のような結果を示したと考えられる。しかし、高濃度では相当な高温になるため、安全面を考慮した濃度にすべきだと感じた。溶解熱による、溶液温度の上昇量は、調製する溶液量にもよるが、1.5mol/L でもナリカ製のプロペラモーターを回転させることが出来ているため、その程度で十分であると考えられる。グルコース水溶液の濃度については、水溶液中でグルコースが化学平衡の状態にあるため、還元性を示す鎖式構造のグルコースを絶えず供給できるので、低濃度でも十分な反応をしたと考えられる。

5 参考文献

- (1) 田巻孝敬・山口猛央 (2011 年) 「グルコースを用いた酵素型バイオ燃料電池」
- (2) ト部吉庸 (2016 年) 『化学の新研究』 三省堂
- (3) 山田暢司「グルコース形燃料電池 (チューブ式供給モデル) の開発」
- (4) 山田暢司 (2015 年) 『実験マニア』 亜紀書房