

おかしな電池～グルコース型燃料電池の改良～

熊本県立大津高等学校 理化部

研究動機

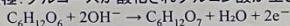
先行研究ではグルコース型燃料電池の最適なNaOH濃度を求めるなどの効率化を行っていた。本研究ではそれを誰でも身近に感じられるように、そして災害時でも使えるようにするため、特殊な薬品なしで電池を使えるように研究した。

グルコース型燃料電池の概要

グルコース型燃料電池は、負極にグルコースと塩基性の水溶液、正極に純水と空気が触れるようにしたものである。そして隔膜である半透膜を水酸化物イオンが正極側から負極側へ通る。

反応式は以下の通りである。

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。

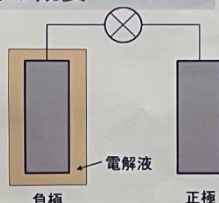
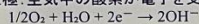


図1: 先行研究のグルコース型燃料電池の模式図

先行研究

先行研究では、電極を「ステンレス-Pdメッキ板」から「Ni-Pdメッキ板」に変更した。この変更によってメッキが剥がれにくくなり、何度も繰り返し利用することができるようになった。

加えて、電解液に寒天粉を加えてゲル化した。

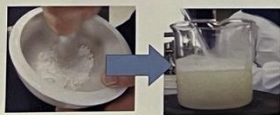
最初は半透膜チューブに負極板を入れる必要があり、チューブの大きさに電極の大きさが制限されていたが、先行研究で作成した燃料電池はゲル表面を半透膜で覆うだけでよく、形を自由に変わることができるようになった。それにより、電解液の流出問題も改善された。

研究の内容

先行研究では、薬品を使って電池を作っていたが、本研究では身近な物質を使って電池を作ることを目指して以下の素材について実験した。

グルコースを身近な飲食物で代用

・コーラ(原液)・ラムネ菓子(水溶液)×1



すり潰している様子
※1粉状のラムネ20g
純水100ml混ぜ合わせる。

NaOHを各塩基性水溶液で代用

・イチオウの灰汁×2 ・スギの灰汁×2
・油污れ洗浄剤 ・パイプ洗浄剤



集めた灰
※2灰汁10g純水100mlを10分間煮沸する。

	pH(理論値)	pH(pH計)
洗剤①パイプ洗浄剤	13.7	11.9
洗剤②油污れ洗浄剤	13.8	12.8
灰汁イチオウ		10
灰汁スギ		11.4

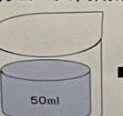
図2: 各塩基のpH
※灰汁イチオウはpH試験紙で測定した

実験方法

①ゲル状電解質作成

グルコース代用液50ml、塩基性水溶液50mlと寒天粉を入れて溶かす。粉が無くなるまで煮沸する。容器に入れて冷蔵庫で固める。

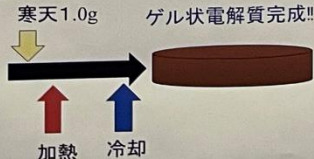
グルコース代用液



・コーラ(原液)
・ラムネ(水溶液)

塩基性水溶液

・1.0mol/L NaOHaq
・イチオウ灰
・スギ灰
・洗剤①
・洗剤②



②電池作成

ゲル状電解質で電極(Pdメッキ処理)を挟み、半透膜をかぶせる。その上に電極を置き電圧計をつなぎ電圧を測定する。放電中は適宜、純水で電極を洗う。



図2: グルコース型燃料電池の実際の写真

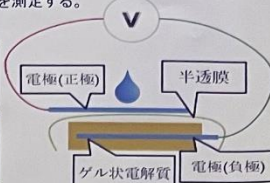
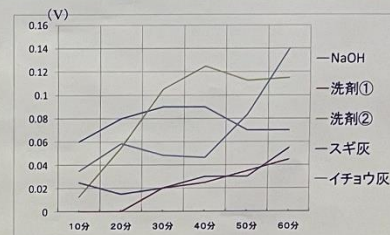
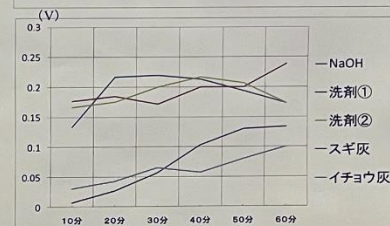


図3: 本研究のグルコース型燃料電池の模式図

実験結果



時間経過ごとの結果(コーラ)



時間経過ごとの結果(ラムネ)

- ・塩基性洗剤は灰汁に比べて電圧が高い。
- ・塩基性洗剤に比べ、灰汁は電圧の変化が激しい。
- ・コーラと比べてラムネは電圧が高い。
- ・最初0から上がっていくものと、最初から電圧が発生しているものがあった。
- ・新たな発見
- ・正極側の「Ni-Pdメッキ板」がなくても電圧が発生する。
- ・電圧計の針が反対に振れたことがあった。
- ・半透膜をはずしても電圧が発生した。
- ・電極の大きさが違うと電圧が変わった。

考察

- ・実験結果からコーラや灰汁には燃料電池に不要な物質が含まれているかもしれない。
- ・グルコース以外の糖でも利用できるかもしれない。
- ・薬品を利用していないが、最大で燃料電池として十分な電圧(0.5V)の50%程を得る事が出来たので燃料電池の作成が可能であることが分かった。
- ・半透膜や電極がなくても電圧が得られる。
- ・表面積の違いが電圧の値に影響を与えるかもしれない。

今後の展望

より身近にするため

- ・半透膜、陽極側の電極を無くすまたは代替する
- ・純水を水道水に代替する

実験中の発見

- ・電圧計の針が反対に振れた謎の解明

燃料電池の改良

- ・グルコース以外の糖でも電池を作成する
- ・最適な電極の表面積の検討をする

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) ト部吉康(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