

電解質に寒天を用いた燃料電池の研究
Study of Fuel Cell Using Ager for the Electrolyte

飯沼拓也¹, ○上野克弥¹, 田中勝之², 田中誠²

Takuya Iinuma¹, *Katsuya Ueno¹, Katsuyuki Tanaka², Makoto Tanaka²

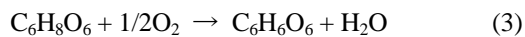
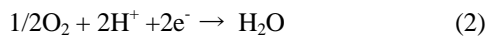
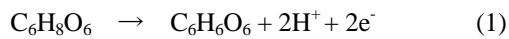
Abstract: Since a fuel cell operating at room temperature uses platinum as catalysts and nafion as electrolyte membrane, its cost becomes high. If the fuel cell doesn't need to use nafion, platinum is also no needed. If ager is adopted for the electrolyte substituting the nafion, tungsten or nickel can be used for the catalyst. In this work, the fuel cell using ager as a electrolyte was constructed and its performance test was carried out.

1. 緒論

常温で動作する燃料電池には、燃料の反応に必要な活性化エネルギーを下げるために触媒が使用される。この触媒には主に白金が使用され、燃料電池のコストが高くなり普及の妨げになる。しかし、電解質にナフイオン膜が使用される場合、膜が強酸性なので白金以外の触媒は腐食によって劣化するため使用が困難である。そこで、電解質を寒天に変えることで触媒の腐食が少なくなるため、白金以外の触媒が使用できるようになる。また、燃料にアスコルビン酸を用いると自然に酸化するため、燃料極側の触媒を使用せずに発電できる。本研究では電解質を寒天に変更し、燃料にアスコルビン酸を用いて発電を行う。実験装置で製作可能な薄さまでの電極間距離を変えた出力の測定を行ったため報告する。

2. 燃料電池の発電原理

Figure 1 に電解質に寒天を用いたアスコルビン酸燃料電池の原理を示す。燃料極側と空気極側の半反応式を式(1), (2)に、燃料電池全体の反応を式(3)に示す^[1]。



燃料極で放出した水素イオンは寒天の中を通り、電子は寒天の電気抵抗が大きいので、回路を通り空気極に移動することで還元される。空気極では寒天を通過した水素イオンと酸素が反応し、水が生成される。

この反応が起きるとき燃料極には C₆H₆O₆(デヒドロアスコルビン酸)が生じる。触媒の働きは、反応に必要な活性化エネルギーを下げることで、燃料電池を常温で発電させる。

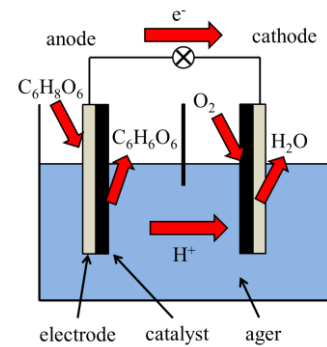


Figure1. Principle of fuel cell using ager

3. 実験装置

Figure 2 に実験装置の概略図を示す。燃料極側にアスコルビン酸水溶液を投入する。投入するアスコルビン酸水溶液の容量は 20cc で、アスコルビン酸の濃度は 20%とする^[1]。また、反応面は寒天に差し込まれた電極部分で、面積は 1600mm²である。測定は電子負荷装置によって、負荷抵抗を与えた時の電圧と電流を測定し、その積から電力を求めた。

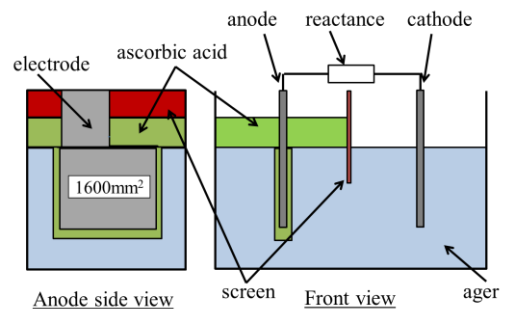


Figure2. Experimental device

4. 実験結果および考察

まず、白金触媒を使用して電極間距離が電圧と電力にどのような影響を与えるか実験を行った。Figure 3 に結果を示す。

1 : 日大理工・学部・精機 2 : 日大理工・教員・精機

Figure 3 から、電極間距離が 30mm, 20mm, 10mm のとき、装置の内部抵抗は 500.2Ω, 349.8Ω, 193.6Ω となった。電極間距離を狭めると内部抵抗が下がる原因は、寒天の中を通る水素イオンが、空気極に到達するまでの時間が短くなる。このことから空気極での反応が円滑に行われ、電流がより流れたので内部抵抗が低くなったと考えられる。

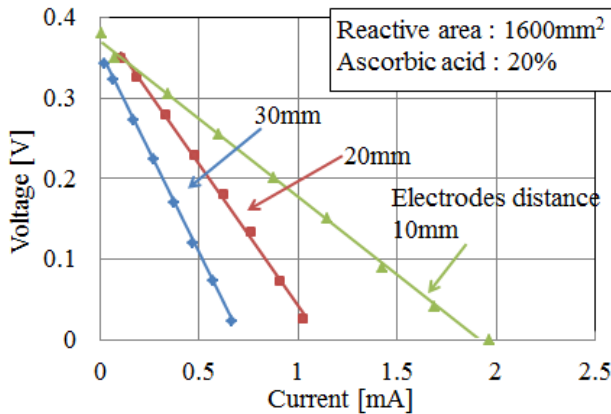


Figure3. Relation of internal resistance to electrode distance

Figure 4 には電極間距離と最大電力の関係を示す。電極間距離が 30mm, 20mm, 10mm のとき最大電力はそれぞれ 0.06mW, 0.11mW, 0.17mW となった。電極間距離を 30mm から 10mm まで狭くすると電力は約 2.8 倍となった。この結果からオームの法則を用いると、最大電力は約 3.2 倍になる。実験結果では約 2.8 倍となったので、妥当だと考える。

使用した実験装置は燃料極と空気極を仕切るためにアクリル板を間に挟んだため、電極間距離が 10mm までしか狭めることができなかつた。実験装置を改善し、電極間距離を 10mm 以下まで狭めた場合、電力は向上すると考える。

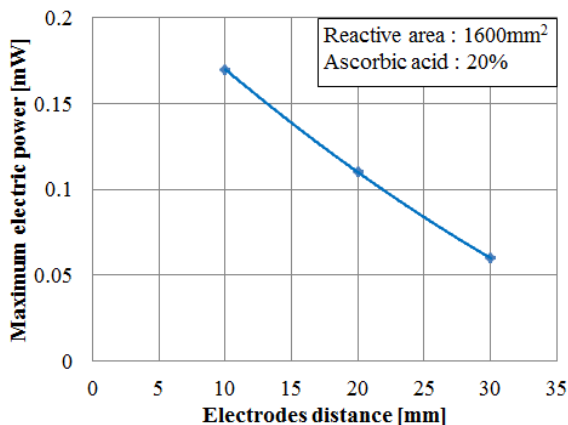


Figure4. Relation of electro distances to maximum electro power

ナフィオン膜でアスコルビン酸燃料電池を発電させたところ、最大出力は 10.26mW となった。ナフィオン膜の電力密度は 6.41W/m² で寒天の電力密度は 0.11W/m² となり、約 58 倍だった。今の出力でコストを比較したところ、ナフィオン膜は 50000 円/m² で寒天は 1332 円/m² である。寒天に比べナフィオン膜はコストが約 38 倍となった。ナフィオン膜の電力密度から計算すると、寒天を用いた燃料電池で 0.27mW 出るとナフィオン膜を用いた燃料電池と同等であると言える。

5. 結論

燃料をアスコルビン酸とし、電解質に寒天を用いた燃料電池の動作確認ができた。また、電極間距離と出力の関係を示した。

6. 今後の展望

Figure 5 に実験装置の改善案を示す。この装置で電極間距離が 10mm 以下のときの測定を行う。燃料極側の白金触媒を用いないで発電を行い、触媒の有無で出力がどれほど変化するかを比較する。さらに燃料極の白金とカーボンペーパーが必要なくなるため、ナフィオン膜を使った燃料電池よりもコストが低くなると期待される。空気極側の触媒にタングステンとニッケルを使用した時の開放電圧は -0.17V と 0.02V となった。このとき開放電圧が下がった原因について考察する。最大電力が 0.27mW になると期待される触媒を探す。

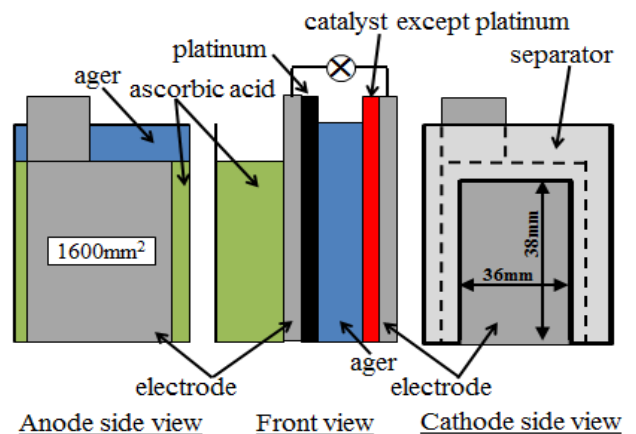


Figure5. Experimental device

7. 参考文献

[1] 池田成喜, 古郡亮太 「触媒を用いない常温型燃料電池の出力向上」第 54 回日本大学理工学部学術講演会