

K2-7

ビタミンを燃料に用いた室温型燃料電池の研究  
The Study on Room Temperature Operating Type Vitamin Fuel Cell

○古郡亮太<sup>1</sup>, 田中誠<sup>2</sup>, 田中勝之<sup>2</sup>

\*Ryota Furugori<sup>1</sup>, Makoto Tanaka<sup>2</sup>, Katsuyuki Tanaka<sup>2</sup>

Abstract: The fuel cell with D-araboascorbic acid as fuel could be operated without catalyst at room temperature. Comparison of the electric output and current for D-araboascorbic acid fuel with that for L-ascorbic acid fuel was conducted. It is found that D-araboascorbic acid fuel is superior to the L-ascorbic acid fuel.

1. はじめに

燃料電池は燃料の化学反応により直接電気を発生する。原理的にはエネルギー変換効率が 83% となり、他の発電装置より高く、水素を燃料とした場合の生成物は水のみである。しかし、室温下で燃料電池を発電させるために、希少金属である白金を含む触媒を使用しており、コストが高くなる傾向にある。

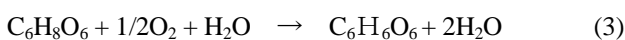
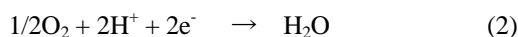
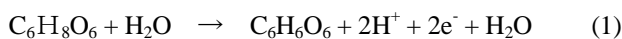
触媒を使用せず発電の出来る燃料、アスコルビン酸 (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) は、ビタミン C と呼ばれ人体に無害である<sup>[1]</sup>。アスコルビン酸は、立体構造の違いから類縁化合物が複数種存在する<sup>[2]</sup>。その中でも現在、L-アスコルビン酸を燃料に用いた燃料電池が研究されているが、それ単体では出力が低い<sup>[3][4]</sup>。

そこで、本研究では L-アスコルビン酸に代わる燃料として、D-アラボアスコルビン酸を用いた燃料電池を報告する。D-アラボアスコルビン酸は L-アスコルビン酸の立体異性体で、ビタミン C としての生理的作用は、約 1/20 程度であるが、L-アスコルビン酸に比べ酸化速度も速く、水との溶解度も大きいという特徴を持つ。

2. アスコルビン酸燃料電池の原理

Figure 1 にアスコルビン酸燃料電池の発電原理図を示す。アスコルビン酸は、水溶液にすることで化学反応が活発になる。そのため、燃料極側の触媒が不要となる。

式(1), (2)に燃料極と空気極の半反応式、式(3)に燃料電池全体の反応を示す。



式(1)で、水溶液にしたアスコルビン酸は、水素イオン (H<sup>+</sup>) と電子 (e<sup>-</sup>) を放出し、デヒドロアスコルビン酸 (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) となる。このデヒドロアスコルビン酸は、人体に対して安全なものである。水素イオンは、絶縁体である電解質膜を通過できるが、電子は通れないので

外部に設置した導線を通り、電流が流れる。空気極では、式(2)のように、燃料極から来た水素イオンと電子が酸素と反応し、水を生成する。

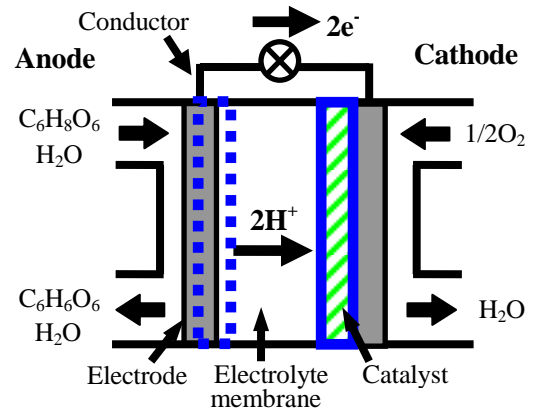


Figure 1. Ascorbic acid fuel cell

3. 作製した燃料電池

燃料電池の反応面積は 40×40mm であり、外観を Figure 2 に示す。

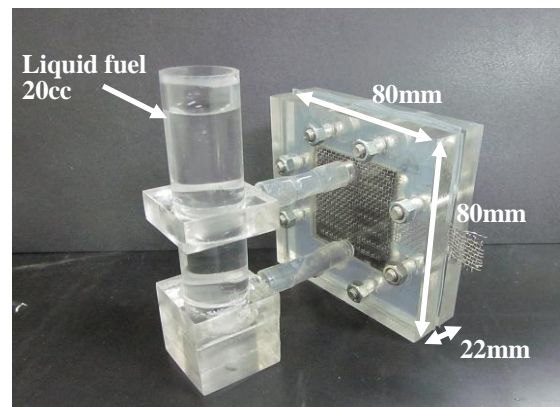


Figure 2. Ascorbic acid fuel cell constructed in this work

4. 実験方法および実験装置

Figure 3 は実験装置を示す。室温下で、燃料を燃料タンクから供給し、可変抵抗を 0~100Ω の間で変化させ、出力を測定した。

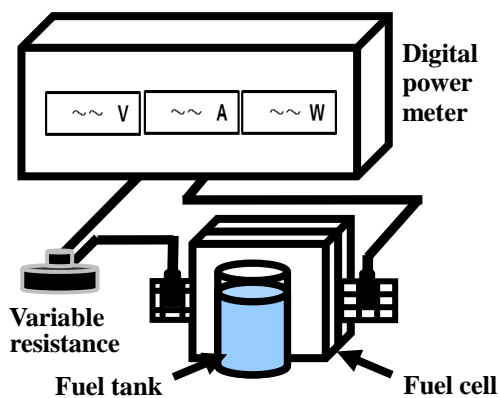


Figure 3. Measurements system

### 5. 実験結果および考察

燃料濃度と出力の関係を知るため、L-アスコルビン酸と D-アラボアスコルビン酸の燃料濃度を 0~15% まで 5% ずつ変化させ、実験を行った。その結果を、Figure 4 に示す。

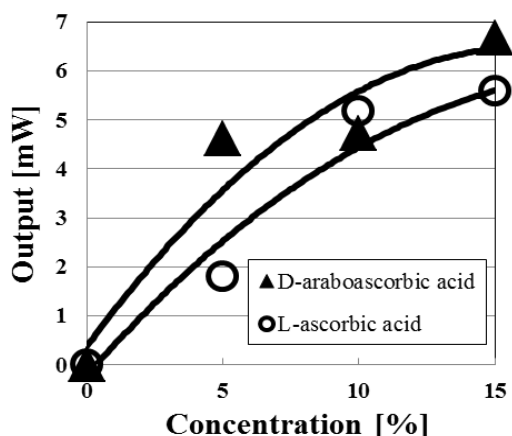


Figure 4. The relationship between maximum power and concentration of fuel

濃度の上昇と共に電力は増加している。D-アラボアスコルビン酸の出力は、L-アスコルビン酸と比較し大きいことが示されている。L-アスコルビン酸と D-アラボアスコルビン酸の酸化速度は、D-アラボアスコルビン酸の酸化速度の方が速い<sup>[5]</sup>。燃料電池の出力は、電流の大きさに依存している部分もあり、等しい燃料濃度でも、D-アラボアスコルビン酸の方が酸化によって放出する電子数が多くなるので、電流値の増加が出力向上へ繋がったと考えた。

Figure 5 は、燃料濃度 15% 時の電圧-電流の関係を示す。D-アラボアスコルビン酸の方が電流が大きいことから、電子数が増加したことが確認できる。

さらに、D-アラボアスコルビン酸は、L-アスコルビン酸より水への溶解度が大きいことが分かっている<sup>[5]</sup>。

従って、飽和濃度は D-アラボアスコルビン酸の方が大きく、濃度範囲を広く取れる。今後、燃料濃度の増加に伴って、さらなる出力向上が期待できる。

また、L-アスコルビン酸に銅イオンを添加し、キレート剤と併せて使用することで、酸化反応が促進され、出力向上が確認されている<sup>[4]</sup>。我々は、D-アラボアスコルビン酸も同様の手段を用い、出力が向上すると予想している。

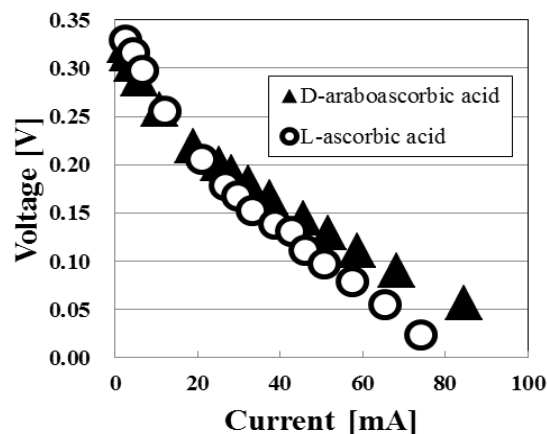


Figure 5. The relationship between electric current and electric voltage

### 6. まとめ

①アスコルビン酸を燃料にすることで、触媒を用いず発電させることが出来た。

②燃料に D-アラボアスコルビン酸を用いることで、L-アスコルビン酸を用いた時よりも、電流と出力が増加したことを確認した。

今後、D-アラボアスコルビン酸と他のビタミン燃料においても、酸化促進剤を使用した実験を行い、出力向上を目指す。

### 7. 参考文献

- [1] N.Fujiwara, S.Yamazaki, Z.Siroma, T.Ioroi, K.Yasuda, "Direct oxidation of L-ascorbic acid on a carbon black electrode in acidic media and polymer electrolyte fuel cells", *Electrochem. Commun.* 8, 720-724, 2006.
- [2] 島菌順雄, 万木庄次郎, "ビタミン II-研究史を中心として-", 第 2 版, 1980.
- [3] 石井良和, 吉江政人, "触媒を用いない燃料電池の研究", 卒業研究, 2010.
- [4] 池田成喜, 古郡亮太, "触媒を用いない室温型燃料電池の出力向上", 卒業研究, 2011.
- [5] 農林省食糧研究所, "食糧-その科学と技術-", 8 号, 89-104, 1965.