

# バイオエタノールを用いた燃料電池の研究

1年3組 近藤壮一郎 1年3組 坂本 達哉  
 1年3組 清水 礁 1年3組 益田 武  
 指導者 重松 聖二

## 1 課題設定の理由

燃料電池の燃料として一般的に水素が用いられているが、その供給や水素製造に関わるエネルギーなどいろいろな課題を抱えている。また、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガス増加による地球温暖化防止のため、カーボンニュートラルの観点から、バイオマスを用いたエネルギーが注目されている(図1)。そこで、光合成を行う植物からバイオエタノールを合成し、水素より燃料として取り扱いやすいバイオエタノールを燃料とする燃料電池(図2)の研究を行うことにした。

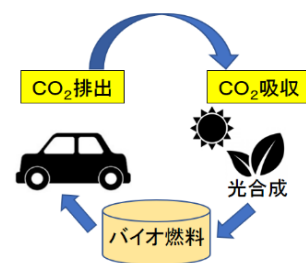


図1 カーボンニュートラル

## 2 仮説

バイオエタノールは、デンプン及びセルロースから合成できる(図3)。光合成を行う植物から燃料となるバイオエタノールを合成する際、身近なところにある酵素を用いると低コストで反応させることができると考えた。

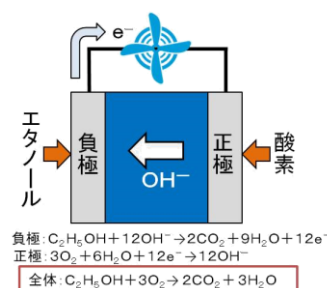


図2 エタノール燃料電池

## 3 実験・研究の方法

### (1) バイオマスの糖化

#### ア セルロースの糖化

ヤギは草食動物であり、セルラーゼを持っていると考え、地域の牧場のヤギの排泄物を用いてセルロースの糖化を試みる。セルロースには細かく切ったろ紙や脱脂綿を用い、糖の検出は尿糖試験紙(図4)を用いる。

#### イ デンプンの糖化

米ぬかにだ液を加え、デンプンの糖化を試みる。糖の検出は尿糖試験紙を用いる。

### (2) バイオリアクターの作成

酵素を再利用するため、アルギン酸ナトリウム水溶液に酵素液を入れてバイオリアクターを作成する(図5)。デンプン分解酵素であるジアスターゼを含む市販の胃薬をアルギン酸ナトリウム水溶液に溶かしたものを、駒込ピペットを用いて塩化カルシウム水溶液に落としてバイオリアクターを作成する。

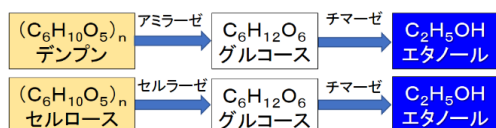


図3 バイオエタノールの生成過程



図4 尿糖試験紙

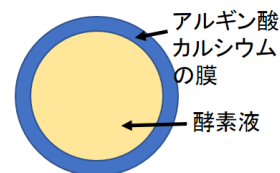


図5 バイオリアクター

### (3) バイオエタノールの合成

#### ア デンプンからグルコースの合成

可溶性のデンプン5%水溶液に(2)で作成したバイオリアクターを入れ、40°Cに保ちながら攪拌する。2分ごとに反応液のヨウ素デンプン反応を調べ、青紫色の呈色がなくなるまで反応させる。

イ グルコースのアルコール発酵によるエタノールの合成  
 アの溶液をろ過し、ろ液にチマーゼを入れたバイオリアクターで約40℃を保ちながらアルコール発酵させる。

(4) 得られたエタノールの蒸留

イの溶液をろ過し、ろ液を図6のように蒸留し、約78℃で留出する物質を試験管に集める。

(5) 蒸留したエタノールを用いた燃料電池の性能

(4)で得られた液体を燃料として、燃料電池の電流値を測定する。



図6 エタノールの蒸留

#### 4 結果と考察

(1) バイオマスの糖化

ア セルロースの糖化

ヤギの排泄物に含まれると考えたセルラーゼを用いてセルロースの糖化を試みた。残念ながら、尿糖試験紙で糖の生成を確認できなかった。セルラーゼを合成する菌を培養し、セルラーゼの量を増やして糖化を試みたい。

イ デンプンの糖化

米ぬかにだ液を加え、しばらくすると、尿糖試験紙の色が変化し、わずかであるが糖の生成が確認できた。

(2) バイオリアクターの作成

図7のようなバイオリアクターを作成することができた。

(3) バイオエタノールの合成

2分ごとに反応液のヨウ素デンプン反応を調べると約30分で青紫色の呈色反応がなくなった。

(4) 得られたエタノールの蒸留

約78℃で留出する無色物質約2.5mLを集めることができた。

(5) 蒸留したエタノールを用いた燃料電池の性能

(4)で得られた物質を図8のような構造の燃料電池の燃料として使い、図9のようなバイオエタノールを用いた燃料電池を作成した。電流は図10のように約40mAをピークに少しずつ下がっていくものの安定して得ることができた。また図9のようにモーターをつなぐと回転することが確認できた。



図7 バイオリアクター

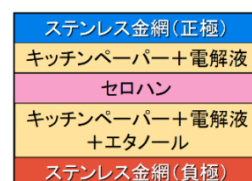


図8 燃料電池の構造

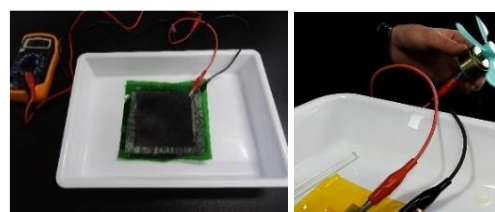


図9 バイオエタノールを用いた燃料電池

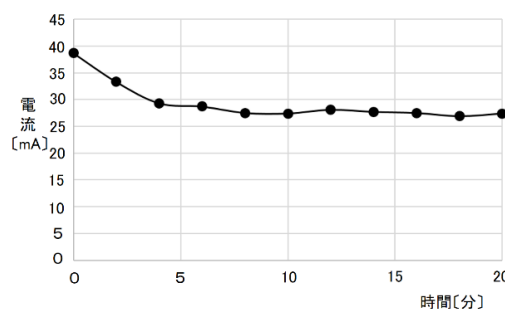


図10 燃料電池の電流変化

#### 5 まとめと今後の課題

デンプンやセルロースから、バイオエタノールの合成を試みたが、自然界に存在する酵素を用いて糖化を行うことは想像以上に難しいことが分かった。

しかし、難しい実験に取り組んでいく中で、創意工夫することの大切さを知ることができた。今後は、セルラーゼをアコヤガイや昆虫等から取り出す方法を検討してみたい。

#### 参考文献

- ・石村和済・犬飼哲仁・豊島架惟(2016)「有機化合物を用いた燃料電池の高効率安定化」『平成27年度SSH生徒課題研究論文集』,愛媛県立宇和島東高等学校 p.89-92
- ・野曾原友行(2006)『高効率・簡易燃料電池の開発』 [http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/h18\\_03.pdf](http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/h18_03.pdf)