

# 微生物による電力の生成

宮城県仙台第三高等学校

7班

微生物燃料電池は比較的安価に作れる再生可能エネルギーの発電方法だが、効率が極めて悪いというデメリットがあった。発電量は、鉛蓄電池の300分の1ほどでとても実用的とはいえないものであった。(1) 発電の仕組みというのは、普通の微生物の、有機物と酸素を摂取し、体内で反応を起こしてエネルギーを得る働きとは異なり、発電微生物と呼ばれる微生物には酸素のないときに電極に電子を渡す「電極呼吸」をするという働きがあり、その働きによって電気を生成するというものだ。はじめにも行ったのだが、発電効率の悪さは微生物に問題があるのか、それとも使われている土に問題があるのか調べることにした。そこでわたしたちは、二回の実験を行った。

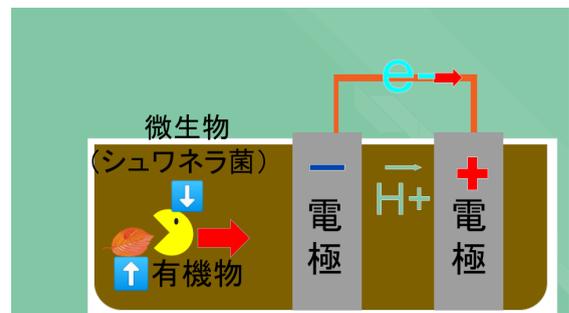
## 1 背景

現在では化石燃料の枯渇が危惧されており、殆どの化石燃料がこのままの使い方をしていると現在1兆7339億バレル残っている石油と199兆m残っている天然ガスは、それぞれ50年ほどでなくなると言われている。また、ウランは615万トン残っているが、115年ほどでなくなり、石炭は1兆96億トン残っているが、132年でなくなると言われている(2)これは重大な問題である。なぜなら、電気が最も重要なエネルギーと言っても過言ではないほど、紫タされており、化石燃料はその発電において大きな役割を果たしており、現在の社会において必要不可欠な資源なのである。しかし、その問題点は再生可能エネルギーが出てきたことによって解決の道へと導かれると思ったが、多くの国では石炭や天然ガスを発電において使っており、その割合は合わせて60%を超えてしまっている。その一方で、環境に対して悪影響が少ない再生可能エネルギーは合わせて25%ほどの割合でしか使われておらず、課題点が多いように感じる。私達はその中でも発電効率に目をつけた。なぜなら、再生可能エネルギーがあまり使われていない原因の一つに発電効率の悪さがあると思ったからだ。発電効率が悪い再生可能エネルギーの中でも廃棄物も発電に使えるため、環境に対しての悪影響が小さいが、

発電量の少ない微生物燃料電池に目をつけ、その発電量の問題を解決しようと考えた。

## 2 原理

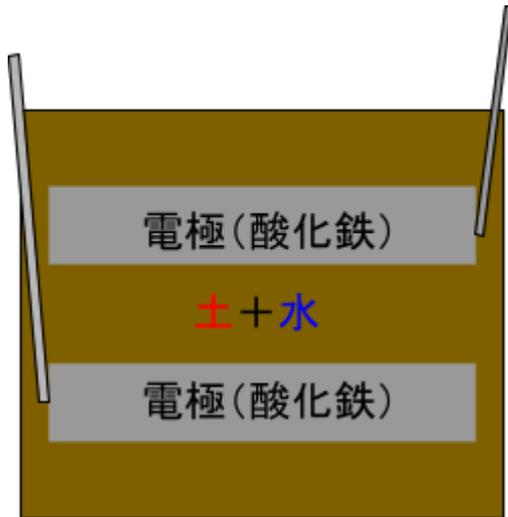
- ①酸素がないときに、電極に電子を渡す「電極呼吸」をすることができる発電微生物(シュワネラ菌)(3)が有機物(生物の排泄物や死骸など)を分解し、水素イオン( $H^+$ )と電子( $e^-$ )を排出する。
- ②発生した電子が電極(-)で回収される。
- ③回収された電子が電極(+)に移動する。
- ④電極(+)側で電子( $e^-$ )が水素イオン( $H^+$ )との還元反応( $H^+ + e^- \rightarrow H_2$ )によって消費され、水素( $H_2$ )となり空気中の酸素と反応し水ができる( $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ )
- ⑤両極で起きる化学反応によって電子が流れることで電力が発生して、電力を得ることができる。(図1)



(図1)微生物燃料電池の発電の仕組み

### 3 実験1

- ①土を600ml、水を200ml用意する。
  - ②土と水を混ぜる
  - ③電極に使う鉄を燃焼させる。
  - ④③でできた酸化鉄を電極として二枚が重ならず  
に、土に隠れるように入れる。
  - ⑤二週間放置し、その電圧を比較する。
- ※ここで、他の装置と気温や湿度などによる差が出  
ないように同じ場所で保管を行った。



### 4 土の条件

3つの条件で実験を進めた。

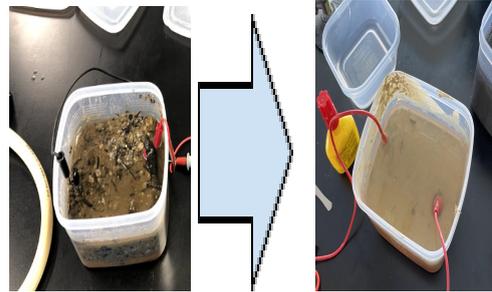
- ①学校の木の周りの土×2  
深さ10センチ
- ②校庭の土×2  
深さ10センチ
- ③与兵衛沼の底の泥×2  
深さ10センチ

### 5 結果1

結果は次の表のようになった。

mv	①	②
木の周り	86.4mv	48~61.5mv
校庭の砂	85mv	65.8mv
川の底の泥	39.6mv	測定不可

電圧の観点では条件に差はなかったはずなのに大きな差が出てしまっていた。また、土が赤く変色するものもあった。



他には、他のものと比べて水のなくなる量が多いものもあった。これらの結果からこの実験は自分たちの思い通りの実験とならずに終わってしまった。

### 6 考察

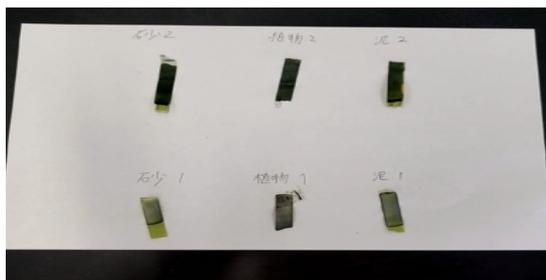
土の変色の原因を、調べてみると赤土の原因には鉄分の増加が関与しているとあったため、電極に使っていた鉄が溶け出て、液内の鉄分が増加したのではないかと考えられる。また、微生物の反応によって発電量に差異があると考え、今回の実験では、水素イオンが発電の際に発生するので、液性に差異が出るのではないかと。

### 7 実験2

水素イオンの差異を調べるために、ph試験紙をつかってphを測ることにした。

### 8 結果

phの値は次の写真と表のようになった



pH	①	②
木の周り	7	7
校庭の砂	7	7
川の底の泥	7	7

6つの装置から結果に差は見られなかった。

## 9 考察

液性に差が見られなかったことから、水素イオンの数に大きな差はなく、微生物の反応に大きな差はなかったと言い切ることはできないと考えられる。なぜなら、私達の実験では2週間の間微生物を放置しており、その間に死滅したのかもしれないと考えられるからだ。そこで私達は、微生物による反応がこの実験で最も重要なものであるが、その反応が本当に微生物による反応であるのか調べるために土を燃やして微生物を死滅させて、発電量を調べるという微生物の有無に焦点を当てた対照実験を行うことにした。

## 10 実験3

実験2の結果よりpHによる微生物の死滅の可能性は考えられないため装置自体に欠陥があったのではないかと考え、装置の正当性を確かめるとともにに微生物を死滅させることによって電圧が測定できないことを確認し、より正確な実験を行えるようにしようと考えた。新しく集めた校庭の砂をガスバーナーで二分間加熱したのを使い装置を作り実験を行った。装置を2つ作成しそれぞれA,Bとし次の方法で実験を行った。

- ①土を校庭の木の周りから採集する
- ②土を燃やして微生物を死滅させる。
- ③300グラムを量り取る。
- ④燃やしていない土を300グラム測る

## 11 結果

燃やした	22.4mv
普通	23.4mv

この表の通り大きな差は見られずこの実験も失敗に終わった。

## 12 展望

今回の実験では、すべて失敗に終わったことから、いい結果を得るために、こまめに電圧やpHの値を測定して適正な値を得る。また、今後の実験では有機物やシュワネラ菌などのこの実験に関与するものの量を測定して、その量と効率の関係性を調べる。

## 参考文献

(1) At home

教授対談シリーズこだわりアカデミー

(7月5日)

[https://www.athome-academy.jp/archive/engineering\\_chemistry/0000001102\\_all.html](https://www.athome-academy.jp/archive/engineering_chemistry/0000001102_all.html)

(2) 世界のエネルギー事情

関西電力power with heat

関西電力(7月5日)

[https://www.kepco.co.jp/energy\\_supply/energy/nowenergy/world\\_energy.html](https://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/nowenergy/world_energy.html)

(3) 微生物燃料電池

TORAY Innovation by Chemistry

株式会社 東レリサーチセンター

(6月4日)

[http://www.toray-research.co.jp/newbunseki  
/pdf/journal\\_201511\\_03.pdf](http://www.toray-research.co.jp/newbunseki/pdf/journal_201511_03.pdf)