

# 微生物発電

2507 大江修裕 2538 三好駿斗 2627 西尾徹太

## 要旨

私たちは微生物発電の研究をしている。エネルギー問題が深刻化する中、持続可能な再生可能エネルギーである微生物発電を実用化したいと考えたからである。微生物発電とは、土壌の中の有機物を微生物が分解したときに発生する電子を電極で回収し、発電する方法である。今回、実際に土壌の中にある微生物によって発電が起きているか確かめるために対照実験を行った。その結果、泥を使った電池でのみ電気が発生した。現在は、電極や、土壌の状態を変える実験、土壌の中の微生物を調べる実験を通して、発電効率を上げていく実験を計画している。

## 1. 目的

微生物発電の土壌状態および外的要因の違いによる発電量の変化を調べる。また、令和元年度恵那高校卒業生の課題研究「電流発生菌を利用した電池の作成」及び令和二年度恵那高校卒業生の課題研究「微生物発電」の実験結果などをもとに微生物発電の基礎研究を進めると同時に発電効率を上げる。

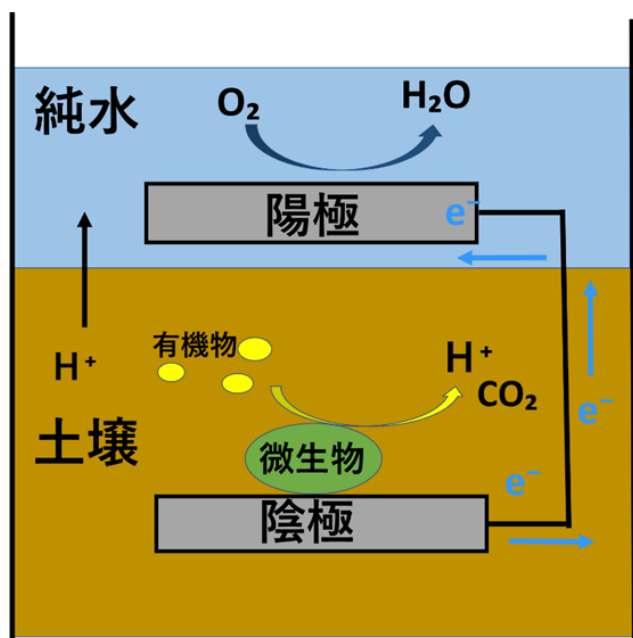


図1 微生物発電の原理

微生物が有機物を分解した際に、発生した電子が陰極で取り込まれ、陽極に送られる。

## 【微生物発電について】

微生物発電は土壌や水中に含まれる有機物を電流生成菌が酸化分解した際に放出される電子を電流として回収する技術である。陰極、陽極、イオン交換膜から構成され、陰極側に汚水を含み、微生物が汚水中の有機物酸化と、放出した電子の陰極への電子伝達反応を行う。陰極で回収された電子は、導線を通じて陽極に渡り、酸素などの還元反応に用いられる。微生物発電はこのような仕組みによって、化石燃料を使用せずに発電を行いながら、並行して汚泥や汚水中の有機物を分解して浄化することができる。

## 2. 仮説

土壌・水中の微生物の量および有機物の量が多いほど発電量は増加する。また、気温は低い時より高い時のほうが微生物の活動量が増加するため発電量も増加する。

## 3. 実験-1

### 【目的】

自分たちで作成した発電装置で実際に発電するのかどうかを調べる。また泥の中に存在する微生物によって発電が起きているのか調べる。

### 【使用した器具・装置・材料】

- ・純水
- ・泥（恵那市内の田んぼ）
- ・珪砂

- ・カーボンクロス
- ・針金
- ・ビーカー
- ・ラップ

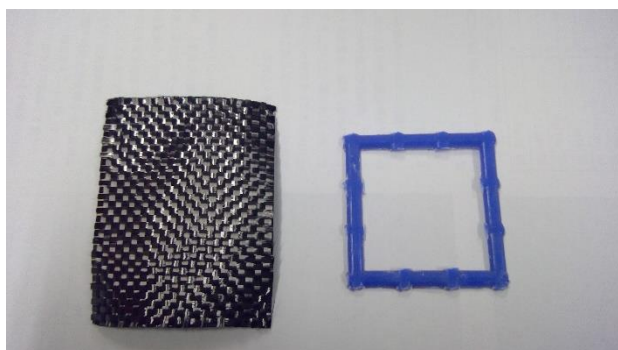


図2 使用したカーボンクロスとプラスチックの枠

【電極について】

実験にあたり自分たちで電極を作成した。カーボンクロスに3 cm×3 cmに切断し、プラスチックの枠に針金で取り付けた。

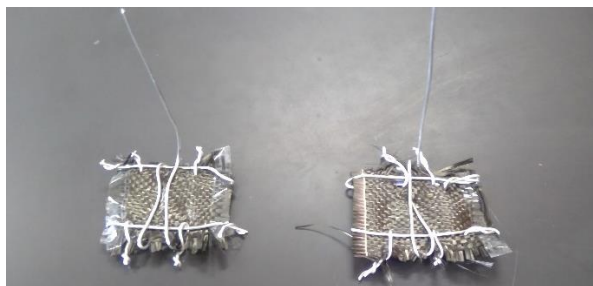


図3 作成した電極1（針金を使用）

【手順】

1. 泥の中の微生物によって発電が起きるかどうかが調べるために次の実験を行った。
2. 電極1をビーカーの底に1つ入れて上から泥400gを被せ、その上に電極1をもう1つ置いて水300gを注いだ。これを2つ作成した。
3. 泥を珪砂に変えたもの、泥の代わりに水を300g入れた発電装置をそれぞれ1つずつ作成した。
4. 各電池で二日おきに起電力と三分間での変化を3回に分けて計測した。

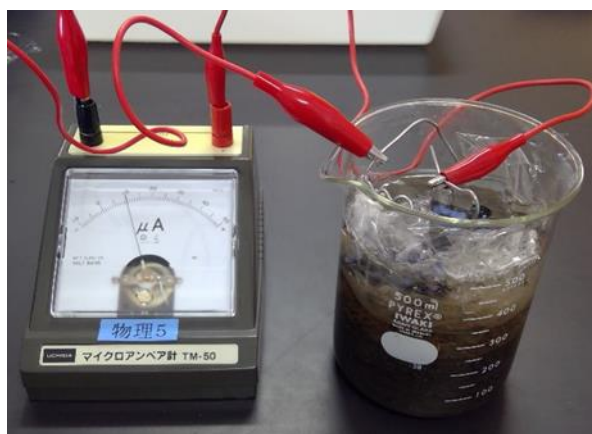


図4 計測の様子

4. 結果-1

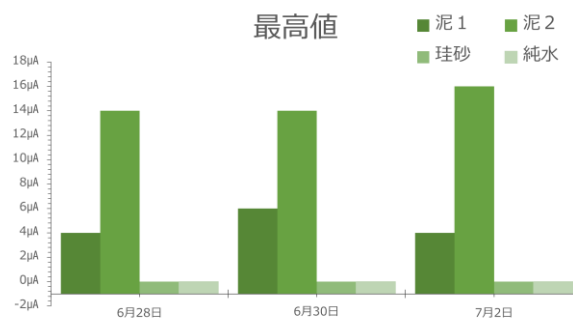


図5 各発電装置での発電量

- ・泥を使用した装置では微量ながらも電流の発生が確認できた。珪砂を土壌とした装置と純水を使用した装置では電流が発生しなかった。
- ・同じ量・田んぼの泥を使用したが発電結果に大きな差がでた。
- ・計測時に電極を揺らしてから計測すると測定値が大きくなった。
- ・時間が経った後の方が計測した値が大きくなった。
- ・pHの計測を計測したところ水、珪砂の発電装置より泥を使用した装置のほうがpHの値が低くなった。

5. 実験-2

【目的】

実験-1で使用した発電装置内で、水が蒸発した後に電極周辺に、白い菌のコロニーのよう

なものが確認できたため、実際に菌であるかを確認する。

#### 【方法】

実験－1を行い、約2ヶ月が経った頃、電池の電極の部分に白い塊が見られたため、顕微鏡で観察した。

#### 6. 結果－2

・600倍で観察したところ小さい、緑色の丸い微生物らしき物を確認できた。

#### 7. 実験－3 (実験中)

##### 【目的】

実験－2で確認できた微生物によって発電が起きているか調べる。

##### 【使用した器具・装置・材料】

- ・インキュベーター
- ・酵母エキス 2.5 g
- ・ペプトン 5.0 g
- ・ブドウ糖 1.0 g
- ・寒天 15 g
- ・ビーカー
- ・ラップ
- ・カーボクロス
- ・ニッケル線
- ・純水 300 g
- ・実験2で用いた白い塊

##### 【新しく作成した電極について】

カーボクロスとニッケル線を用いて新たな電極を作成した。ニッケル線は電気抵抗率が比較的 low、また、耐食性が良好で中性塩及びアルカリ性溶液による腐食や酸化に強い。



図6 作成した電極2 (ニッケル線を使用)



図7 白い塊を液体培養したもの



図8 発電装置 (培養液)

##### 【手順】

1. 白い塊を採取し、培養液に入れ、インキュベーターを用いて30℃で液体培養した。
  2. 培養液66gと水300g、電極2を用いて発電装置を作成した。
  3. 今後計測を行う。
- #### 8. 実験－4 (実験中)

##### 【目的】

気温の変化による微生物発電の発電量の変化を調べる。

##### 【使用した器具・装置・材料】

- ・泥 400g
- ・電極 2
- ・純水 300g
- ・インキュベーター
- ・ラップ
- ・温度計

#### 【手順】

1. 電極 2 を用いて泥を土壌に使用した発電装置を 2 個、実験-1 と同様に作成した。
2. 2 個のうち一方は室温（15～20℃ほど）に置き、もう一方は、インキュベーターを 30℃ に設定し、その中に置いた。
3. 今後計測を行う。



図 9 発電装置（実験-4 のために新しく作成した発電装置）

#### 9. 考察

- ・実験-1 より珪砂を土壌とした装置と純水を使用した装置では電流が発生しなかったことから泥が発電にかかわっていることが分かった。
- ・実験-1 より泥 1 と泥 2 で発電量が違ったことから同じ場所で採取した泥を使用しても発電量に差があることが分かった。その差は採取した泥を容器から取り出し、装置を作成する際に、電量生成菌が嫌気性であるため、容器の上のほうの泥（空気とより触れていた）と下のほう泥

のどちらの泥の割合が高いかで、発電量に差ができたと考えている。



図 10 インキュベーターを用いた発電装置の温度管理の様子

#### 10. 展望

今回の実験では、泥が発電に関わっていることを確認することができた。今後は現在進めている実験-3 で、培養した微生物が発電に関わっているかどうか確かめていきたい。また、土壌の解析を進め、微生物と発電の関係を細かく調べていきたい。また、進行中の実験-4 より微生物発電と温度の関係を明らかにしていきたい。実験-4 で温度との関係が明らかになった場合は、より細かく温度を設定し発電に適した温度を調べていきたい。その後は、電極の形状や材料の違い、土壌内の有機物量や有機物の違いによって、発電量がどのように変化するかを調べ、発電効率を上げる方法を探っていきたい。

#### 11. 謝辞

この研究にあたりご意見をくださった先生方ありがとうございました。

#### 12. 参考文献

- ・国立大学 56 工学系学部ホームページ  
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/181012.php>

- ・水田の『泥』に住む微生物が電気を作る！見えてきた微生物燃料電池の実用化。発電と環境浄化が同時にできる「泥の電池」

<https://www.rikelab.jp/study/9140>

- ・世界初！ 廃水から「発電+リン回収」。微生物燃料電池が水処理の未来を変える。

<https://www.gifu->

[u.ac.jp/about/publication/g\\_lec/special/201411.html](https://www.gifu-u.ac.jp/about/publication/g_lec/special/201411.html)

- ・「微生物発電」

恵那高等学校 サイエンスリサーチⅢ（令和2年度）

- ・「電流発生菌を利用した電池の作成」

サイエンスリサーチⅢ（令和元年度）