

# 森から電気を収穫しよう

北海道北見北斗高等学校 サイエンスクラブ

2年 原田大和

## 1. はじめに

サイエンスクラブでは、過去に色素増感太陽電池に関する研究を行ってきた。この研究を通して私は自然資源を利用した発電に興味を持ち、現在実用化されている発電方法より簡単に自然から電気を発生させられるのではないかと考え、微生物発電を研究することにした。本研究では土の種類、水の種類による発電量の違いを調べた。また、硬度の異なるミネラルウォーターを用いて硬度と発電量の関係性を調べた。

## 2. 微生物発電の概要

近年、クリーンエネルギーに対する関心の高まりから、微生物発電が注目を集めている。微生物発電は、微生物が植物の根などから供給される有機化合物を分解するときに発生する電子を回収して発電している。そのため、太陽光発電のように天候に左右されず、常温でも安定した発電が可能になると考えられる。また微生物は有機化合物を餌にして自己増殖できることなども、微生物発電の長所である。微生物発電の実験キットが市販されていて、大きな微生物電池を使ったスマホの充電が実用化されている。

## 3. 実験方法と実験項目

### 3-1 実験方法

ダイソーで購入したタッパーに土と電極（カーボンフェルトを使用した。大きさは7cm×7cmで統一した。）を”土→電極（負極）→土→電極（正極）”の順に重ねて発電装置を作成した（図1）。

図1 発電装置作成過程



### 3-2 電流の測定とプログラムについて

電圧の測定には Arduino を用いた。Arduino でシリアル通信を使い 5 秒ごとに電圧のデータを Python に送信した。Arduino で測定できる電圧の分解能は、Arduino の分解能 10bit を、アナログ入力できる電圧の最大値 5V で割り、4.88mV となる。また、温湿度センサモジュールの DHT 11 を用いて、気温および湿度のデータも Arduino を用いて取得している。



図 2 接続している様子

Arduino から送信されたデータは Python を用いたプログラムで csv にまとめた。Arduino には 6 つのアナログ入力ポートが搭載されているので 6 つのサンプルを同時に記録することができる。図 2 に実際に接続した写真を示す。

### 3-3 実験項目

4 種類の土と 7 種類の水を用いて比較実験を行った。

使用した 4 種類の土は以下のとおりである。

- A 北斗高校の森から採取した土（腐葉土）
- B 高栄南公園の池底から採取した土（腐葉土）
- C 自宅プランターから採取した土（培養土）
- D 自宅の庭から採取した土（火山灰）

使用した水 7 種類は以下のとおりである。

- 1 水道水（学校の水道から採取）
- 2 常呂川で採水した水（川の下流から採取）
- 3 井戸水（北見工大から採取）
- 4 いろはす（硬度 30mg/L）
- 5 ボルヴィック（硬度 60mg/L）
- 6 エビアン（硬度 304mg/L）
- 7 コントレックス（硬度 1468mg/L）

自然的な条件、人工的な条件を再現した。

表 1 に今回の研究で実験した土と水の組み合わせを示す。

表 1 実験した土と水の組み合わせ

	土A	土B	土C	土D
水1	実験1、3	実験1	実験1、3	実験2
水2	実験1	実験1	実験1	
水3				実験2
水4				実験2
水5				実験2
水6				実験2
水7				実験2

## 4. 実験

### 4-1 土と水の種類における電圧の関係性

A. 北斗高校から採取した土、B. 公園から採取した土、C. プランターから採取した土の土 3 種類、1. 水道水と 2. 常呂川で採水した水の水 2 種類の 6 パターンを計測した。図 3 に結果を示す。

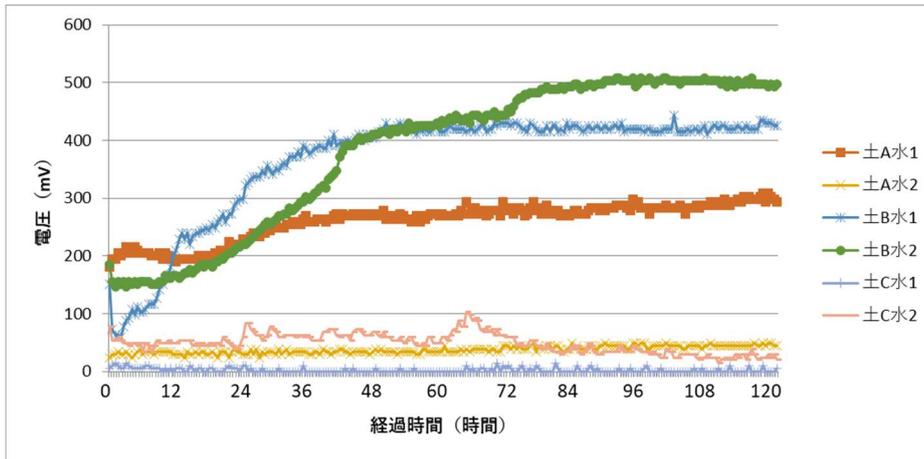


図 3 電圧の経時変化 1

土 B を用いた場合、水 1、水 2 どちらとの組み合わせでも、ほかの二種類の土を用いた場合より高い電圧を示した。土 C を用いた場合は水 1、水 2 どちらとの組み合わせでも、ほかの二種類の土を用いたときより低い電圧を示した。水 1 と水 2 では土 A を用いた微生物電池を除き、水 2 を用いた微生物電池の方が水 1 を用いた装置より高い電圧を示した。

### 4-2 水の硬度と電圧の関係性

自宅の庭から採取した土を用いて、1. 水道水、3. 井戸水、4. いろはす、5. ボルヴィック、6. エビアン、7. コントレックスの水 6 種類それぞれのパターンの計測を行った。図 4 に結果を示す。

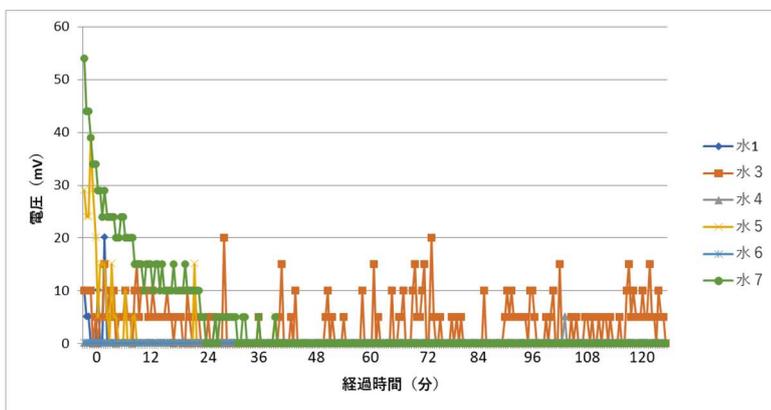


図 4 電圧の経時変化 2

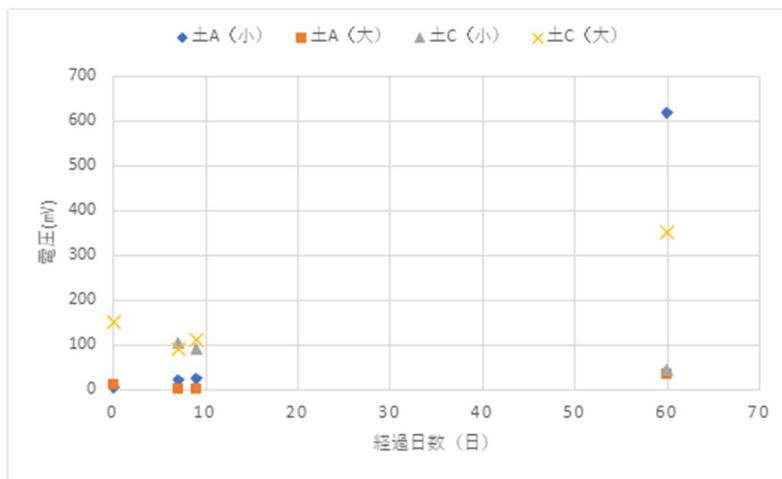
今回用意した水の中で一番硬度の高いコントレックスを用いた微生物電池が最も高い電圧を示していた。

しかし、その次に硬度が高いエビアンを用いた微生物電池は計測結果がほぼ 0V となった。いろはすを用いた微生物電池でも計測結果はほぼ 0V となった。

また、全体的に電圧の減少が見られた。

### 4-3 長期間経過した場合の電圧

水道水と A. 北斗高校から採取した土、C. プランターから採取した土を用いて、大きいタッパー（電極サイズ 9cm×12cm）と小さいタッパー（電極サイズ 7cm×7cm）それぞれのパターンの計測を行った。図 5 に結果を示す。



北斗高校から採取した土を用いた場合には小さいタッパーを使ったもののほうが計測開始から 60 日後の電圧が高いことが確認できた。プランターから採取した土では大きいタッパーを使ったもののほうが計測開始から 60 日後の電圧が高くなった。小さいタッパーと北斗高校から採取した土の組み合わせでは、0.6V を超える電圧を確認できた。

### 4-4 まとめ

実験結果の最大値を表 2 に示す。

表 2 最大電圧値

	±A	±B	±C	±D
水1	308mV	444mV	15mV	20mV
水2	49mV	508mV	103mV	
水3				20mV
水4				5mV
水5				39mV
水6				0mV
水7				54mV

## 5. 考察

4-1の実験において、公園から採取した土を用いた場合、水道水、川の水どちらとの組み合わせでも、ほかの二種類の土を用いた場合より高い電圧を示した。このことより、公園の土には発電菌が多く存在していたと考えられる。プランターから採取した土を用いた場合は水道水、川の水どちらとの組み合わせでも、ほかの二種類の土を用いたときより低い電圧を示した。このことより、プランターから採取した土には発電菌の存在が極めて少なかったと考えられる。水道水と川の水では川の水を用いた微生物電池の方が水道水を用いたものより高い電圧を示した。このことより、川の水の水中に発電に関わる微生物が存在していたと考えられる。実験 4-2 において、硬度が非常に高いコントレックスを用いた微生物電池で最も高い電圧を示した。このことより、硬度の高さと電圧の高さに何かしらの関係があると考えられる。また、全体的に電圧の減少が確認できた。このことより、自宅の土には発電菌の存在が非常に少なかった可能性が考えられる。実験 4-3 の結果より、時間経過により電圧が増加する条件がある可能性があると考えられる。

## 6. 今後の展望

今回は電流の測定が不可能だったため、多くの装置を直列に接続して電流の測定を行いたい。また今回は、同一条件の装置を複数用意することができなかった。そのため、複数の微生物電池を用意して試行回数を増やし、再現性の高い研究を行っていきたい。

## 7. 参考文献

- 「DIY で微生物発電キットをつくろう」 ACTANT\_FOREST  
[https://note.com/actant\\_forest/n/n398d39b7f0a7](https://note.com/actant_forest/n/n398d39b7f0a7)
- BOTANICAL REPORT 第1弾 「CHARGING SPOT BOTANIST」を開催しました。  
<https://botanistofficial.com/shop/t/t1126/>
- アナログ入力で電圧を読み取る  
[https://deviceplus.jp/arduino/arduino\\_f07/](https://deviceplus.jp/arduino/arduino_f07/)
- 室内の温湿度計測&csv ファイルに保存  
<https://opuktr.hatenablog.com/entry/2018/08/20/000801>