

温泉発電による LED 照明システムの研究

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 森田 浩基

1年 森田 雄貴

1年 佐藤 新生

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

助教 長南 安紀

准教授 山口 博之

協力者 (株) ロイヤルパーツ 柴田 努 様

1. はじめに

熱電発電とは簡単に説明すると温度差を利用した発電方法である。熱電素子の一方を低い温度にし、もう一方を高い温度にすることで電気を得ることができる。熱源は身の周りの環境中にたくさんあり普段は使うことのないエネルギーを電気エネルギーに変換させることができたならエネルギーの有効活用につながる。このように身の周りの環境中にある様々なエネルギー（熱、光、振動、電波）を収穫し電気エネルギーとして利用することをエネルギーハーベスティングと呼ぶ。

2. 目的

私たちはこの自主研究を通して自然エネルギーを利用した発電についての知識を深めたいと思っていた。そこで温泉水の熱を電気エネルギーとして利用する試みを行っている「ゆざわ熱電プロジェクト」というものがあることを知り我々もこのプロジェクトに参加し活動したいと考えた。この自主研究を通じて我々の知識を深めるのと同時に大学生として地域に貢献することができる。さらに熱電発電などのエネルギーハーベスティングは、研究を進めることでIoTなどの技術の発展に貢献できる可能性が大いにある。そこでゆざわ熱電プロジェクトに参加し、貴重な経験を得たいと考えた。

3. 研究内容

3.1.1 熱電発電システム作製

今回製作した熱電発電システムは温水と冷水を用いて発電するものであり、(株)ロイヤルパーツ柴田様の指導のもと製作した。図1に作製した熱電発電システムを示す。図の青いパーツは熱を通しやすいアルミニウム合金で作られた加熱・冷却ユニットである。その加熱・冷却ユニットの間にある白いパーツは熱電素子である。冷却ユニットには左側から冷水を流し、加熱ユニットには右側から温水を流すことで加熱ユニットと冷却ユニットが交互になるようにした。これら加熱・冷却ユニットと熱電素子は隙間を無くすために上下両端から挟んで加圧した。熱電素子は4枚を1セットと

して計 32 枚を加熱ユニットと冷却ユニットの間に挟んだ。熱電素子は、16 枚直列に接続し、その 2 セットを並列に接続した。

3.1.2 熱電発電システムの性能調査

性能調査は大学内の研究室で行った。図 2 に実験の様子を示す。熱電発電システムに流す冷水には水道水（約 25℃）を用い、温水にはポットで温めたお湯（35～70℃）をポンプで循環させた。この性能調査では冷水と温水の温度差で生じる開放電圧と短絡電流を調べた。図 3 に計測した値のグラフを示す。

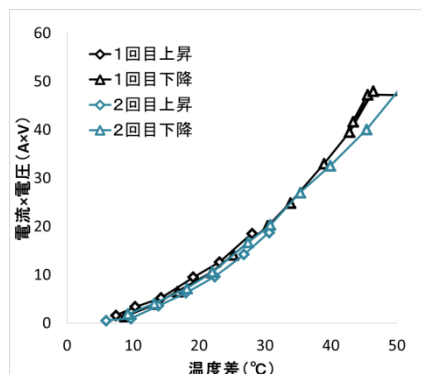
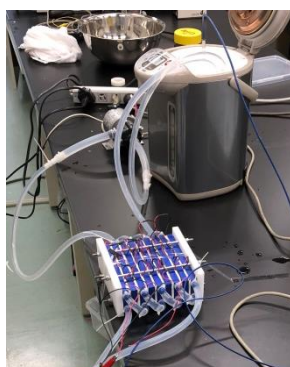
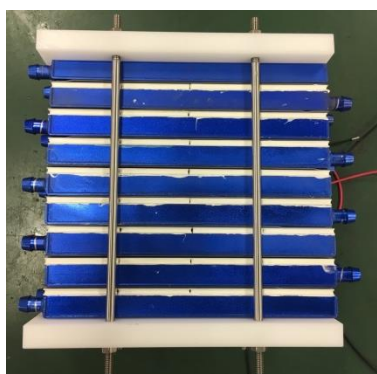


図 1 作製した熱電発電システム 図 2 実験の様子

図 3 グラフ

計測したグラフより、より温度差が大きいほど開放電圧と短絡電流は大きくなるため、より効果的に仕事ができるのは、温度差が大きいときであることが分かった。計測は 2 回行い、ほぼ同じ結果となり、再現性が得られた。

3.2 小安峡足湯での LED 照明の設置

作製した熱電発電システムの利用の一環として、湯沢市の小安峡温泉駐車場にある足湯に明かりを灯すことを試みた。小安峡温泉は県内有数の観光地であるが、そこにある足湯の近くには光源がなかった。そのため、日が沈んでしまうとそこの利用が難しくなってしまう。さらに足湯までは電源が届いておらず、コンセントからの光源の確保が難しい状況にあった。そこで今回足湯の温水を用いることで熱電発電を行い LED の電力を賄うことにした。

また熱電発電システムの設置に伴い、ゆざわ熱電プロジェクトのことを記したポスターの作成、掲示を行った。

設置の様子を図 4 に示し、足湯に設置した照明とポスターを図 5 に示



す。

図4 設置の様子

図5 照明とポスター

熱電発電システムとポスターの設置は2018年9月27日に行い、これらは11月中旬まで設置された。この期間に設置した理由として小安峡は紅葉の時期に観光客が増えるからである。今回設置した照明の消費電力は6Wであり、ポスターにはArduinoを用い足湯の温度を表示するようにした。なおその様子は右のQRコードから閲覧可能である。



3.3.1 熱電発電システムによる植物への補光による育成促進

足湯の後の活動として、地熱を利用したビニルハウスでの商品作物（パクチー）の栽培を行っている湯沢市の皆瀬活性化センターと協力して作物の栽培における冬季の照明の補光の影響を調査した。皆瀬活性化センターではここ数年冬季に地熱を利用した商品作物の栽培を行っているが、生育不良が発生している。冬季の湯沢市は日光量が少なくそれが原因の1つとして考えられており、ビニルハウス内を温める目的で流している温泉水を利用し、熱電発電によるLED補光を行った。

3.3.2 照明の製作

今回作物にあてた照明は図6に示すように自作した。照明には消費電力が1WのLEDが2つ取り付けられている。このLEDには大きな電流が流れる可能性があるため定電流ICを取り付け電流量を制御した。また、このLEDと定電流ICは大量の熱を発生するためその熱を逃がすためにヒートシンクを取り付けた。照明は図7に示すように木の枠を組み上げた後、成長に合わせて光の距離を調整できるように紐で吊した。また成長の違いを確認するため図の左側のように照明の光が当たらない区画を作った。

LEDには赤色と青色のものを使い、青青、赤青、赤赤の3つの照明を使用した。その3つの照明で照らしている様子を図8に示す。

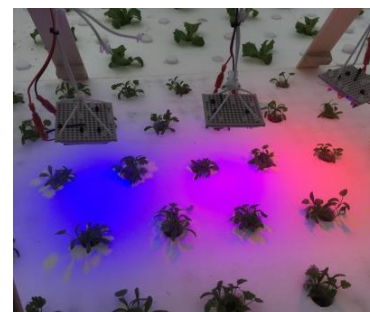
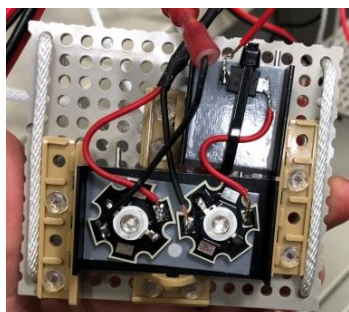


図6 製作した照明

図7 設置した様子

図8 照明の光の違い

3.3.3 実験、結果

実験装置の取り付けは2019年2月18日に行った。その様子を図9に示す。パクチ

一の成長確認作業を3月4日、3月15日、3月22日に行い、また3月22日には回収作業も行った。図10に示すように3月4日の時点ではパクチーがまだ小さいため補光によるパクチーの成長の違いは確認できなかった。一方、図11に示すように3月15日には補光によるパクチーの成長の違いがみられ補光なしでは約21cmだったが、補光ありでは約24cmであった。また、補光の色による違いは見られなかった。実験終了日である3月22日には補光なしで約30cm、補光ありでは青青と赤青で約35cm、赤赤で約38cmであった。そのパクチーの様子を図12に示す。この結果から補光の有無で約1か月で5~8cmほど成長に変化があることが分かった。



図9 2月18日の様子



図10 3月4日の様子



図11 3月15日の様子



図12 最終的な作物の成長の様子 (3月22日)

4.まとめ

本研究では企業の方々の協力のもと熱電発電システムを自作することから始まり、実際に現場で使用されたので責任感を持って活動することができた。今回の経験から今まで意識することのなかった身の周りにある使用することのなかったエネルギーに関心を向けることができた。自分たちの研究がこれからのIoTなどの技術の発展につながることであったなら嬉しく思う。

5.謝辞

柴田努様をはじめとする(株)ロイヤルパーツの皆様には、懇切丁寧な御指導並びに多大なるご支援を賜りました。心から感謝申し上げます。

また実験のために場所を提供していただいた皆瀬活性化センターおよび湯沢市役所の方々に心から感謝申し上げます。

6.参考文献

堀越智「エネルギーハーベスティング身の周りの微小エネルギーから電気を創る“環境発電”」2014年10月25日 日刊工業新聞社