

# 黒色顔料を塗布した熱電素子による温度差発電

## Temperature Difference Power Generation Using Thermoelectric Generator Coated with Black Pigment

小林惠士<sup>1)</sup>

指導教員 黒木雄一郎<sup>1)</sup>

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

キーワード：エネルギーハーベスティング、黒色顔料、温度差発電、熱電素子

### 1. はじめに

近年、光、振動、熱、電波など周囲の環境に様々な形態で存在する希薄なエネルギーを収穫して電力に変換する技術“エネルギーハーベスティング”が大きく注目されている。この技術で発電できる電力は数  $\mu\text{W}$  から数  $\text{mW}$  程度であるが、これは小型電子機器の自立電源となりうる電力であり、近年の低消費電力化技術の進歩によって無線センサ等の自立駆動を実現するためのキーテクノロジーとして期待が高まっている。一例として、シリコン太陽電池では可視光がエネルギー源に用いられるが、それ以外の電磁波のエネルギーは捨てられているのが現状である。そこで近年、それらの電磁波（紫外線や赤外線）を電力に変換する未利用エネルギー回収技術が活発に研究されている[1]。本研究では、主に太陽光パネルに用いられる Si のバンドギャップ(1.11 eV)[2]よりもエネルギーの低い赤外領域における電磁波に着目した。Si ベースの太陽電池で利用できない赤外領域の電磁波を熱に変換できれば、未利用エネルギーの回収に資するエネルギーハーベスティングシステムの構築が可能となる。また、黒色物質の多くは光を吸収して熱に変換する。そこで、効率良く赤外領域の電磁波を吸収して熱に変換可能な黒色顔料を熱電素子表面に塗布すれば、高効率な未利用赤外エネルギーの回収が可能と考えた。本報告では黒色顔料として入手性の高いグラファイトスプレーを熱電素子表面に塗布し、黒色顔料の有無による発電特性の違いを評価した。

### 2. 実験方法

図 1 に測定実験系の模式図を示す。ペルチェ素子(株式会社ジーマックス、12707AC)の高温面に熱伝導性向上のための銅箔テープを張り、その上にグラファイトスプレーを用いて黒色顔料を塗布した。また、ペルチェ素子の低温面にはヒートシンクを取り付けることで放熱した。ハロゲン光源を用いて 60 秒ごとに光を照射し、その際に素子両端に発生する開放電圧をデータロガーで測定した。また、ペルチェ素子と銅箔テープを貼りつけている接着剤が熱の伝達を阻害している可能性がある。そこでプロパンノールを用いて接着剤を除去し、放熱用のシリコングリスにより銅箔を貼り付けた試料も製作し、再度上記と同様の実験を行った。

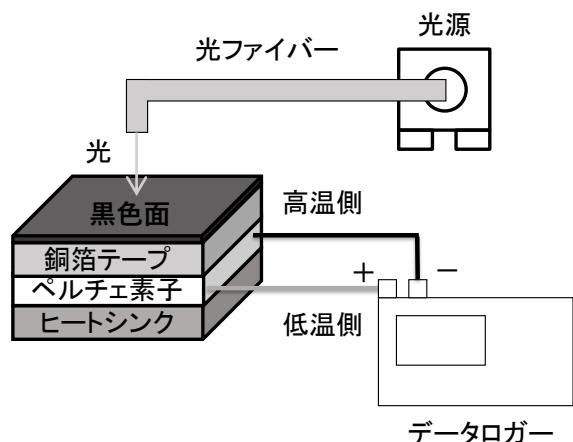


図 1. 実験系の模式図

### 3. 結果

図 2 に黒色顔料未塗布のペルチェ素子にハロゲン光を照射した際の開放電圧の時間変化を示す。この結果から、最大 6.95 mV の開放電圧が得られることがわかった。図 3 に接着剤未除去、黒色顔料塗布したペルチェ素子にハロゲン光を照射した際の開放電圧時間変化を示す。この結果では最大 36.01 mV の開放電圧が得られた。黒色顔料を塗布していない試料の結果と比較して最大開放電圧が 29.06 mV 上昇した。図 4 に接着剤を除去し、熱伝導グリスを塗布して、更に黒色顔料塗布したペルチェ素子の結果を示す。この場合は最大 37.99 mV の開放電圧が得られた。接着剤未除去の試料と比較して最大開放電圧が更に 1.98 mV 上昇した。

### 4. 結言

ハロゲンランプからの光を照射することでペルチェ素子に電圧が発生することを確認した。ペルチェ素子に黒色顔料を塗布することで光照射の際に開放電圧が上昇することを確認した。接着剤を除去した銅箔テープをグリスで貼ることで開放電圧が最大で 37.99 mV となることを示した。

### 5. 今後の展望

今回の測定結果から、黒色顔料を塗布することによる出力電圧の向上を確認できた。しかし、カーボンは耐久性の面から本実験の用途での実用化は難しい[3]。今後は耐久性や耐摩耗性に優れる無機物質による黒色顔料を合成し、ペルチェ素子に塗布して同様の実験を行う。また、エネルギーハーベスティングの高効率化に資する黒色顔料の合成条件を検討する。

### 文献

- [1]竹内敬治, エネルギーハーベスティングの最新動向, 一般社団法人表面技術協会, 2016 年
- [2]太陽電池, 濱川圭弘 著, コロナ社, 2004 年
- [3]K. Amemiya, H. Koshikawa, M. Imbe, T. Yamaki and H. Shitomi, Journal of Materials Chemistry C, 2019

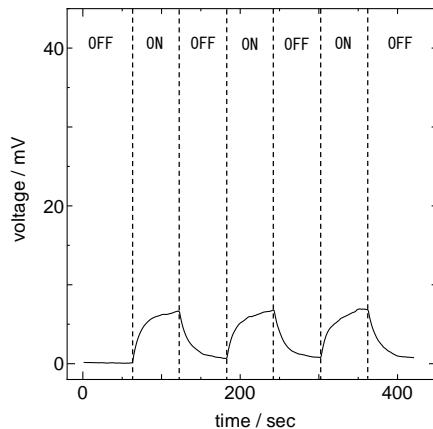


図 2. ペルチェ素子にハロゲン光を照射した際の開放電圧時間変化(黒色顔料未塗布)

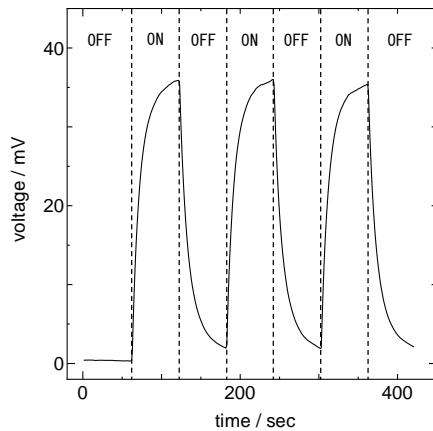


図 3. ペルチェ素子にハロゲン光を照射した際の開放電圧時間変化(黒色顔料塗布, 接着剤未除去)

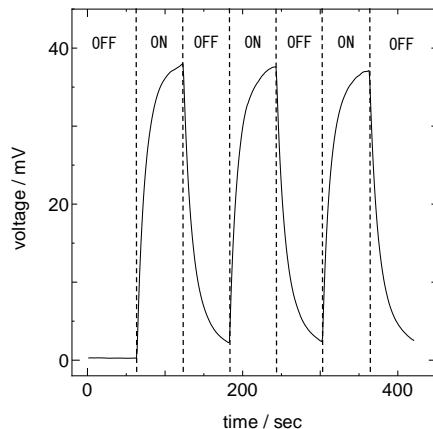


図 4. ペルチェ素子にハロゲン光を照射した際の開放電圧時間変化(黒色顔料塗布, 接着剤除去)