

K2-7

太陽熱を熱源とする熱電発電の基礎研究

Basic study of thermoelectric generation by using solar thermal

○山口健人<sup>1</sup>, 田中勝之<sup>2</sup>, 田中誠<sup>2</sup>

Takehito Yamaguchi<sup>1</sup>, Katsuyuki Tanaka<sup>2</sup>, Makoto Tanaka<sup>2</sup>

Abstract: Thermoelectric generation converts temperature difference into electricity. Thermoelectric generation attempts solar thermal before. However the energy of solar light is low density. So the solar light is focused by using a lens to obtain the temperature difference. In this study, the method of cooling and prevented reflection, convection was deliberate to obtain the solar thermal without lens. In this result, max temperature difference were obtained of about 6.0°C

1. 緒言

熱電発電は熱を直接電気に変換する特徴があることから、排熱回収の技術として期待されている。太陽熱を熱源として発電を行う試みは以前からあったが、太陽エネルギーのエネルギー密度が小さく、熱電発電において重要となる温度差を作ることが容易ではなかった<sup>[1]</sup>。外部では、レンズを用いて集光しエネルギー密度を大きくして温度差を作っているが、集光せずに温度差を作った報告がない。本研究は集光せずに温度差を作ることとを目的とし、冷却方法の検討、反射及び対流防止策を行ったため報告する。

2. 熱電モジュール及び発電方法

図 1 に使用した熱電モジュールを示す。寸法は縦横 40mm、厚さ 3.5mm であり 254 個の熱電素子が直列接続されている。熱電発電は熱電素子の両端に温度差を与えることで熱起電力が生じるゼーベック効果を利用している。熱電発電において最大電力は温度差の 2 乗に比例関係のため、温度差を作ることが重要である。

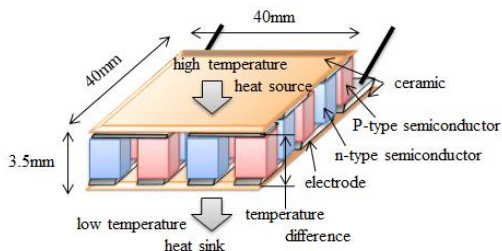


Figure1. Structuer of thermoelectric module

3. 実験装置及び実験方法

本研究は温度差を作るために 3 通りの方法を行った。

- ① 冷却方法が温度差に与える影響
- ② 反射防止策が温度差に与える影響
- ③ 対流防止策が温度差に与える影響

図 2 にそれぞれの実験装置を示す。はじめに①の冷却方法に関する実験として(a)ヒートシンクを設置していない場合, (b)ヒートシンクを設置した場合, (c)ヒートシンクを空冷した場合, (d)水冷ヒートシンクを用いた場合を行った。熱電モジュールの低温側温度はヒートシンク内部に K 型熱電対が挿入されており, 測定した温度を低温側温度とした。水冷ヒートシンクの出入口にはそれぞれ K 型熱電対が挿入されており, 入口温度と出口温度の平均温度を低温側温度とした。熱電モジュールの高温側温度は表面に K 型熱電対を貼りつけており, 測定した温度を高温側温度とした。また, 熱電モジュールとヒートシンクの接触面には接触熱抵抗の影響を小さくするためにグリースを塗布している。次に②の(a), (b)のように光の反射防止策として銅板に黒の塗料を塗布した。銅板の内部には K 型熱電対が挿入されており, 測定した温度を熱電モジュールの高温側温度とした。最後に③の(a), (b)のように対流防止策としてカバーを設置した。カバー上部はガラス板になっており光の反射を防いでいる。

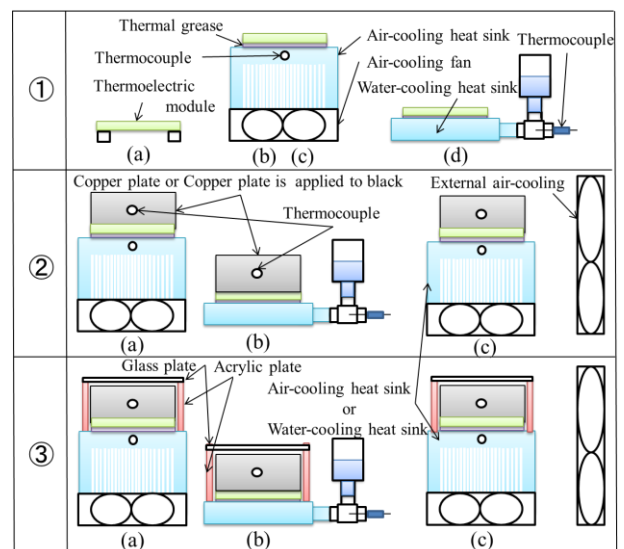


Figure2. Experimental apparatus

1 : 日大理工・院 (前)・精機 2 : 日大理工・教員・精機

4. 実験結果及び考察

① 冷却方法が温度差に与える影響

図 3 はヒートシンクを設置していない場合と設置した場合の結果を示している。ヒートシンクを設置していない①の(a)では、0.5℃と温度差を作ることができなかった。これは熱電モジュールの内部温度が一樣になってしまったためと考えられ、低温側にヒートシンクを設置し放熱を行った①の(b), (c), (d)。放熱することで約 3 倍の温度差 1.5℃を得た。

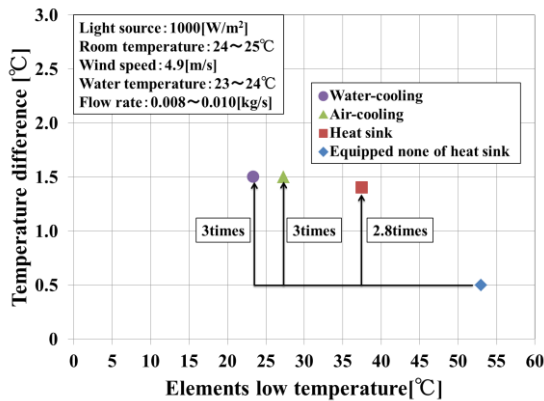


Figure3. Cooling method experiment

②及び③ 反射及び対流防止策が温度差に与える影響

図 4 は高温側に銅板及びカバーを設置した結果を示している。②の(a), (b)のように、塗布されていない銅板を設置した結果、水冷において 2.0℃、空冷において 1.0℃の温度差を得た。温度差を作る効果が得られなかった要因として、銅は光を反射するため受熱量が小さかったのだと考えられる。そこで、銅板を黒に塗布することで受熱量を大きくし、それぞれ水冷において約 2.9 倍の温度差 5.5℃、空冷において約 4 倍の温度差 4.2℃を得た。次に③の(a), (b)のように銅板と室温の温度差により対流が生じ、銅板の温度低下を防ぐためにカバーを設置した。銅板とカバーの隙間は、温度差により対流しない厚さにしている。水冷及び空冷ともに約 1.2 倍の温度差を得た。しかし、温度差を作る効果をほとんど得られなかった要因として、実験環境が室内のためほぼ無風状態だったことが考えられる。そこで、②及び③の(c)のように、外部から強制対流させた実験結果を図 5 に示す。②の(c)のように、カバーを外し外部から強制対流させた結果、水冷において約 0.7 倍、空冷において約 0.8 倍、温度差が低下した。③の(c)のように、外部から強制空冷している状態でカバーを設置した結果、水冷において約 0.8 倍、空冷において約 0.9 倍と温度差の低下を約 0.1 倍に低減することができた。

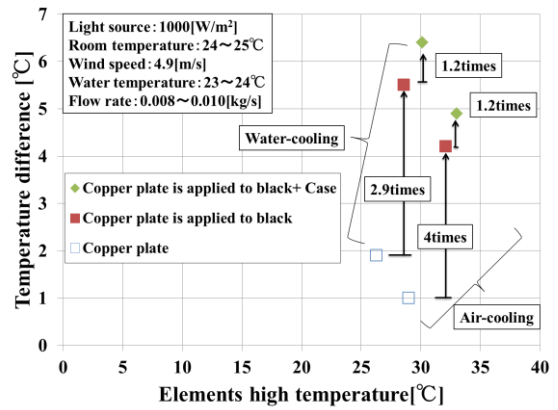


Figure4. Copper plate is applied to black and Copper plate is covered the case

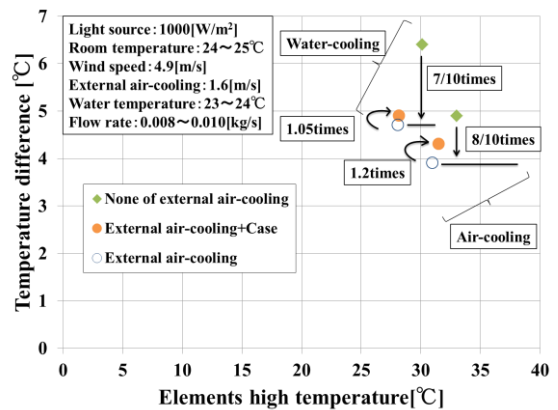


Figure5. Effect of external air-cooling

5. 結言

集光せずに温度差を作ることができ、以下のことが明らかになった。

- ・熱電モジュールに光源を当てるだけでは内部温度が一樣になってしまうため、温度差を作ることはできない。低温側にヒートシンクを設置することで約 3 倍の温度差 1.5℃を得た。
- ・高温側に銅板を設置したが、光を反射してしまい温度差を作る効果が得られなかった。銅板を黒に塗布することで、水冷において約 2.9 倍の温度差 5.5℃、空冷において約 4 倍の温度差 4.2℃を得た。さらに、カバーを設置することで、水冷において約 1.2 倍の温度差 6.4℃、空冷において約 1.2 倍の温度差 4.9℃を得た。
- ・強制空冷時に、カバーを設置することで水冷及び空冷において、温度差の低下を約 0.1 倍に低減することができた。カバーは対流が生じる状況下において効果が期待できる。

6. 参考文献

[1] Telkes, M. Solar thermoelectric generators. J. Appl. Phys. 25, 765\_777 (1954)