

ハイブリッドPV モジュールにおける熱電変換素子の発電特性

Power Generation Characteristics of Thermoelectric Conversion Elements in Hybrid PV Modules

中村修斗¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード: PV モジュール, 熱電変換素子, 熱電発電, 太陽光発電

1. 緒言

昨今, 日本では各所で太陽光発電が活用されており, 一般家庭でも利用されている。太陽光発電に用いられる PV モジュールは, 表面が黒色であるため, 夏場に長時間太陽光を受けると表面が高温になり, 発電効率が低下してしまう。これらの対策として, PV モジュールの輻射熱を回収してヒートポンプに利用し, 少ない電力で温水を作り出す「PV サーマルシステム」の開発も進んでいる。先行研究においては, PV モジュールと熱電変換素子を組み合わせ, 太陽光発電と温度差発電を同時に行うハイブリッド PV モジュールを試作し, 発電電力の測定を行った^[1]。本研究の目的は, ハイブリッド PV モジュールにおける2種類の発電電圧を DC-DC コンバータを用いて統一し, システム全体の発電特性を明らかにすることである。

本稿では, ハイブリッド PV モジュール背面にある流水路内の流量を変化させた場合の PV モジュールの温度と流水路内の水温変化を測定し, 熱電変換素子の発電電力を明らかにする。

2. 実験方法

図1にハイブリッド PV モジュールの構造, 図2に試作しているハイブリッド PV モジュールを示す。太陽光を模したハロゲン灯の光を PV モジュールへ照射すると, 輻射熱によって PV モジュールが高温になる。そして, 流水路内の水温との間に温度差が生じ, 熱電変換素子が温度差発電を行う。

流水路の水は水道から供給し, 流量センサを用いて流量を測定する。また, PV モジュール背面の温度, および流水路の水温, 熱電変換素子の発電電力を測定する。図1に示すハイブリッド PV モジュールにおける熱電変換素子は7つ直列接続とした。実験条件は外気温度 30°C, 水道水の温度は 25°C であった。

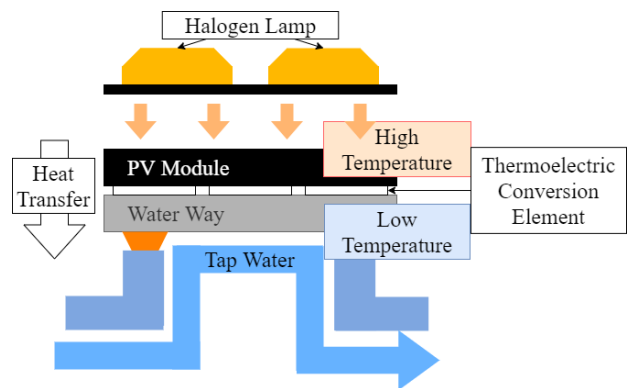
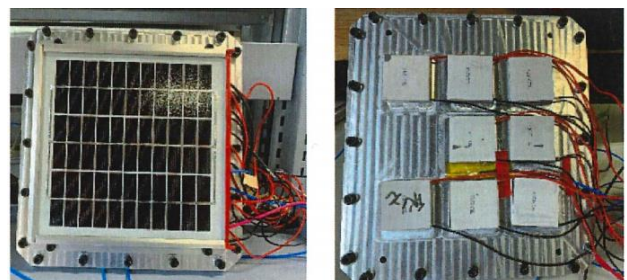


図1 ハイブリッド PV モジュールの構造



(a) PV 側

(b) 流水路側

図2 試作しているハイブリッド PV モジュール

3. 実験結果

図 3 に PV モジュール背面の温度と流水路内の水温、および温度差の変化を示す。図 3 に示す黄色線は流量であり、実験開始から 480 秒間(T_1)は静水状態、その後 480 秒間(T_2)流水し、さらにその後の 240 秒間(T_3)は流量を増加させた。流水開始直後は、流水路内の水温が下がるため、温度差は 21.2°C まで大きくなるが、熱伝導によって PV モジュール背面の温度は徐々に低下した。本実験では、最終的な温度差が 18°C まで下がった。また、流量を増加させたときの温度変化は確認できなかった。図 4 に異なる温度差を与えたときの熱電変換素子における発電電力の変化を示す。横軸は可変抵抗の抵抗値、縦軸は発電電力である。温度差が 23.1°C で最大発電電力は 56mW であった。

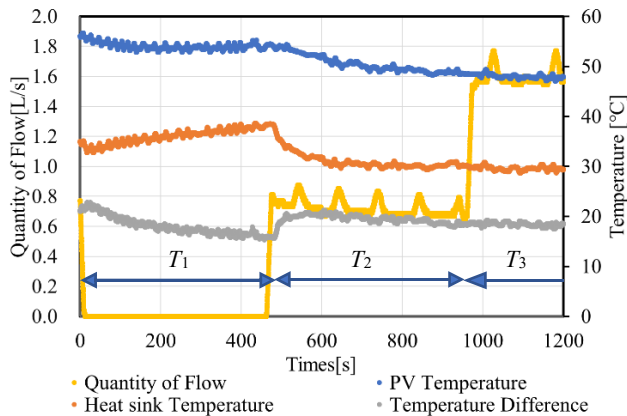


図 3 流量と温度差の関係

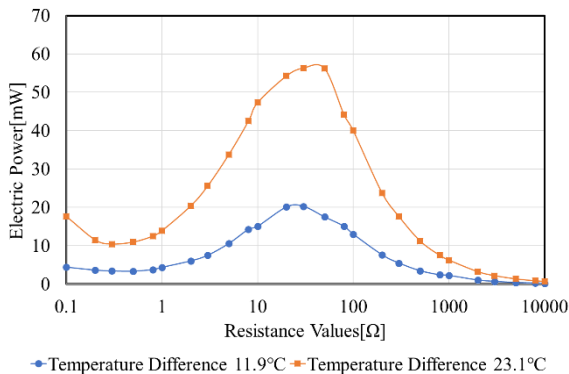


図 4 熱電変換素子の発電電力

4. 考察

図 5 は、使用している PV モジュールの背面の写真である。事前に行った熱電変換素子の発電特

性測定より、熱電変換素子 1 つ当たりの発電電力は最大 136mW であったため、7 つ直列接続した際の合計は最大 952mW の発電電力を見込んでいた。しかし、実際には 56mW と非常に少ない値となった。原因としては、図 5 に示すような PV の背面にある微小な凹凸やシールが隙間を作り、熱伝導が不十分になったことが考えられる。

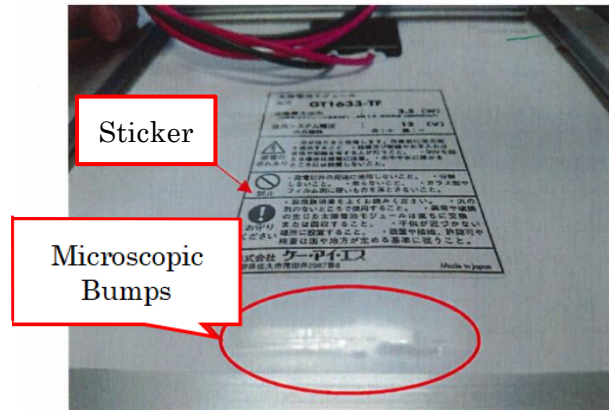


図 5 PV の裏面

5. 結言

本稿では、ハイブリッド PV モジュール背面にある流水路内の流量を増加させたときの PV モジュール温度と流水路内の水温変化を明らかにした。また、熱電変換素子の発電電力を測定した結果、得られた値が想定よりも低かったため、改善を行う必要がある。

今後の予定としては、熱電変換素子の発電電力改善のため、熱電変換素子と PV モジュールの間に挟んでいる熱伝導シートを増やし、さらに加圧を高くすることで熱電変換素子と PV モジュールの接合面をより密着させ、伝熱を高めることを試みる。また、PV モジュールの発電電圧と熱電変換素子の発電電圧を DC-DC コンバータを用いて 12V へ統一し、1 つの電源として扱えるようにする。そして、ハイブリッド PV モジュールにおけるシステム全体の発電特性を明らかにする。

参考文献

- [1] 田中紫苑,米盛弘信:“ハイブリッド PV モジュールの熱交換特性改善に関する研究”,2020 年(第 2 回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集,A-9,pp.17-18,(2020)