

熱電変換素子を組み合わせたハイブリット PV モジュールの提案

A Proposal of Hybrid PV Module Power Generation System Combining Thermoelectric Conversion Elements

安藤貴之
指導教員 米盛弘信

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：太陽光発電，PV モジュール，熱電変換素子

1. はじめに

二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化が近年、問題となっている。産業革命開始以降による化石燃料の大量消費や森林減少により、温室効果ガスの濃度が急増したため、大気の温室効果が強まり、地球温暖化が加速した^[1]。地球温暖化が改善されない場合、甚大な被害をもたらす気候変動を引き起こす可能性があり、その影響で地球上の動植物などの生態系にも被害が及ぶ懸念がある^[1]。

このような背景を受け、世界では温室効果ガスの排出を抑える取り組みが行なわれている。日本では、昨年の 7 月にパリ協定で提出した「日本の約束草案」を基に、2030 年度は 2013 年度より 26%削減する中期目標と 2050 年度には 80%削減の長期目標に向け削減に努めている^[2]。すなわち、現代社会はいかに温室効果ガスを抑えてエネルギーを生み出せるかが課題といえる。

本稿では、太陽光発電を主軸として他の再生可能エネルギーを組み合わせ、世界各所で活用できるハイブリット発電システムを検討する。

2. 新しいハイブリット PV モジュールの提案

図 1 に、提案するハイブリット PV モジュールを示す。本研究では、従来の PV モジュールに小水力発電と熱電変換素子を組み合わせた新しいハイブリッド PV モジュールを提案する^[3]。従来の PV モジュールは天候によって発電量が左右される。これは、太陽光の輻射熱によって、PV モジュールが熱を帯びてしまい、発電

効率が低下することを指す。発電効率の改善には PV モジュール本体を冷やす必要がある。そこで、冷却媒体として水を用いる。提案方式は、従来からある PV モジュール本体の表面に水を散布するのではなく、背面に水路を確保し、水と PV モジュールの温度差を用いて熱電発電を行う。それと共に熱伝導によって、PV モジュールの本体を冷やすことで、本体の温度上昇を抑えられ、同時に水を多少温めることが可能なため生活水等に活用できると考えられる。PV モジュール本体と水の温度差を用いて温度差発電を行うため、熱電変換素子を使用する。そこで図1のように、PV モジュール本体と水との間に熱電変換素子を取り付け、素子による発電量も加算を試みる。

実施場所として、家庭用水路に設置し追い焚き機の代わりとして活用する。東南アジアの地域によく見られる家庭用貯水タンクなどがあげられる。

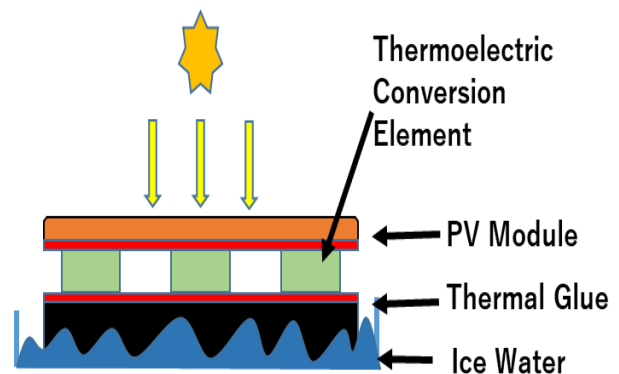


図 1 新しいハイブリット PV モジュール

3. 提案するシステムを実現する際の問題点

ここで問題点について考える。1 つ目は温度差を常に得ることが可能か否かである。天候により PV モジュール本体の温度と、水の温度が変化してしまう。そして、地域によっても、温度は変化してしまう。提案方式は従来の PV モジュールよりも発電効率を得られることができるのかを明らかにする必要がある。また、設置場所の適正を見出す必要がある。そこで筆者らは、姉妹校のネットワークを用いて、日本及びフィリピンで実地試験を行うことを予定している。

4. 実験方法

新しいハイブリット PV モジュールを実現するために、PV モジュールに熱電変換素子を組み合わせる。以下に実験方法を記述する。

- ① 図 1 中のヒートシンク部分を氷水で冷し、パネル部分はハロゲン灯を照射し温度差を確保する。
- ② 各熱電変換素子(40×40×5mm)にショットキーバリアダイオードを接続し、バイパス回路を設ける。
- ③ 各熱電変換素子 8 個を直列に接続する。
- ④ データロガーに K 型熱電対を接続し、低温部と高温部にとりつけ、温度差を常に 30°C になるように追従させる。
- ⑤ 熱電変換素子の両端を電子負荷に接続し、負荷を変化させ際の電力-電流($P-I$)特性と電圧-電流($V-I$)特性を測定する。

5. 実験結果

図 2 は熱電変換素子における電力-電流特性である。また、図 3 は電圧-電流特性である。図 2 より、8 個接続した際の最大電力は 0.38W と、極めて小さいことが分かる。1 つの熱電変換素子からは、140mW 発電するため、本来は 1 W 近く発電される。従って、得られた結果が計算値通りでなかった。また図 3 より、電圧-電流特性におけるグラフの傾きがなめらかではない。これらのことから、接続方法などに原因が存在していることが推測できる。これは、熱電変換素子を挟む PV モジュールとヒートシンクとの接着方法があげられる。今回、接着媒体として Thermal Glue を用いた。接着時に凹凸が存

在していたため、高温部、低温部での熱伝導が上手くいかなかったことが原因として考えられる。

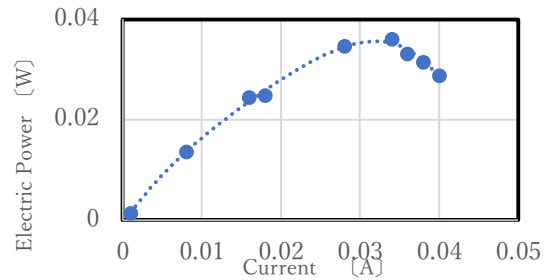


図 2 熱電変換素子における電力-電流特性

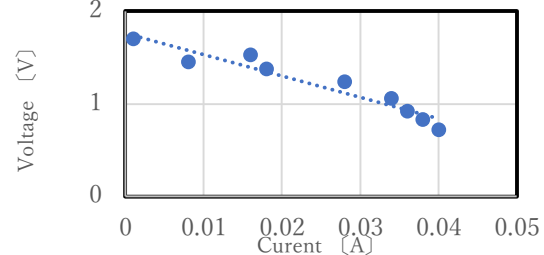


図 3 熱電変換素子における電圧-電流特性

6. まとめ

本稿では、ハイブリット PV モジュールの提案を行い、他の再生可能エネルギーを組み合わせたハイブリット PV モジュールの発電能力を確認した。その結果、接着部を再度考慮する必要があると分かった。今後は適切な接着媒体の検討と再実験を行い、計算値通りのデータを得ることを目指す。今回は、8 個の熱電変換素子を組み合わせた際の発電効率のみを測定した。

今後は PV モジュールと接続した際の発電効率を測定する。また、生活様式にくみこむため生活様式に合わせた治具の開発も行う。また、設置場所の検討を行い日本国内と海外に提案した装置を設置し実際のデータを得る。そこで得られたデータより利点・欠点を判断し、問題解決を行うことで製品化を目指す。

参考文献

- [1] 気象庁 “地球温暖化の原因”
http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p02.html 20001002
- [2] 環境省 “地球温暖化”
<https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka.html> 20001008
- [3] 児玉速汰, 米盛弘信: “小水力発電を組み合わせたハイブリット PV モジュール発電システムの提案” 第 38 回電気設備学会全国大会講演論文集(2020) p7