

# 省スペースにおいて太陽光および太陽熱を有効に利用するシステムの開発

藤井雅之\*<sup>1</sup>, 浦上美佐子\*<sup>2</sup>, 三原伊文\*<sup>3</sup>, 吉田年輝\*<sup>4</sup>, 一木昌典\*<sup>5</sup>, 松本修享\*<sup>6</sup>

A Development of a System Utilizing Solar Light and Solar Heat in a Confined Space

Masayuki FUJII, Misako URAKAMI, Yoshinori MIHARA,  
Toshiteru YOSHIDA, Masanori ICHIKI and Naoyuki MATSUMOTO

## Abstract

This paper is intended as an investigation of the fundamental research for the development of a system, which can efficiently produce energy from both solar light and heat. As a result of the measurements of thermal quality on the back of the solar cell module concerning the standard 3kW Type Photovoltaic Power Generation System, it proves that the heat has a greater influence on generation quality than to be expected. The result shows that losing heat out of a solar battery module enables power generation efficiency to increase and that the removed heat can be employed as well.

Key words: solar cell, photovoltaic power generation, solar light and solar heat

### 1. はじめに

近年、補助金交付による普及活動およびメーカー側の製造コスト削減などにより、太陽光発電を設置する家庭が増えてきた。しかしながら、一般家庭においては、屋上スペースに限りがあるため、現在の設備では太陽光と太陽熱のどちらからもエネルギーを取り出すことは考えられていない。

本研究グループは、「校内LANを利用した発電状況モニタリングシステム」および「組み込み機器ネットワークを用いた太陽光発電監視システム」を構築し、本校の内燃機関実験棟屋上にある標準3kWの太陽光発電設備について、発電状況と太陽電池モジュール背面の温度特性を測定してきた。

これまでに測定してきた太陽光発電の特性から、太陽電池モジュールの温度が発電特性に及ぼす影響が予想以上に大きいと考えられたため、太陽電池モジュールを冷却することによって発電効率を高めると共に、その冷却によって得られた熱を利用することはできないだろうかと考えている。

本研究では、太陽光と太陽熱のどちらからも効率よくエネルギーを得られるシステムを開発することを目的とし、システム構築に必要な基礎的な研究を行ったので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2. 1 太陽光発電設備の発電状況測定

内燃機関実験棟の屋上には、標準3kWの太陽光発電設備が設置されている。その発電状況は、図1に示す校内LANを利用した発電状況モニタリングシステムで測定されている<sup>[1][2]</sup>。

サンプリング時間は2秒であり、発生電力、日射量、太陽電池モジュール付近の気温、積算電力量を測定し、深夜0時に1日のデータをホストコンピュータに一括転送、保存している。

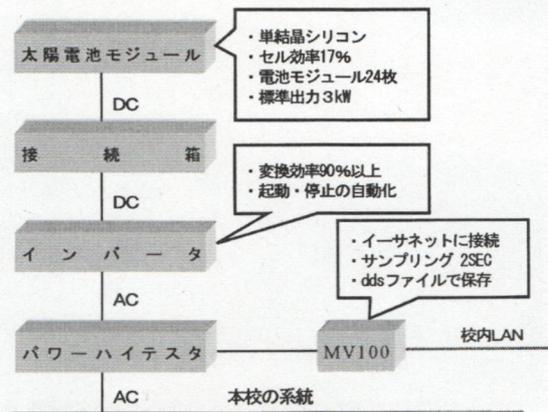


図1 校内LANを利用した発電状況モニタリングシステム

## 2. 2 太陽光発電設備の温度測定

当初、太陽電池モジュール背面の温度は、メモリ機能を持つボタン型温度ロガー(温度ロガー-3650, HIOKI)を使って測定した。太陽電池モジュールの背面4カ所に温度ロガーを取り付け、サンプリング時間10分として、連続して1週間の測定を行った。

10月以降は、情報工学科 浦上研究室の協力を得て温度をさらに詳細に測定した。太陽電池モジュールの背面6カ所にデジタル温度計を取り付け、Java搭載の小型コンピュータがサンプリング時間1分として1日のデータを測定し、そのデータをホストコンピュータに送信、保存した。<sup>[3][4]</sup>

## 2. 3 太陽電池モジュールの水冷効果

太陽電池モジュールは、全部で24枚から構成されている(図2参照)。それぞれのモジュール隙間をビニールテープで塞ぎ、太陽電池モジュール上部に設置した穴のあいた塩ビパイプから散水した(図3参照)。

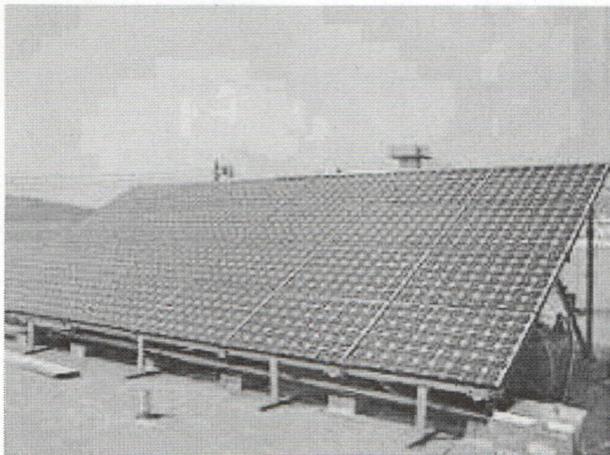


図2 24枚の太陽電池モジュール



図3 塩ビパイプからの散水の様子

散水用の水は、あらかじめタンクに40リットル貯めておき(図4参照)、市販のポンプ(バスポンプNP-5, 株仲佐)により塩ビパイプに送った。太陽電池モジュールを流れ落ちた水は、それを受ける水路により回収し(図5参照)、もう1台のポンプでタンクに戻し、水を循環させた。



図4 貯水タンク

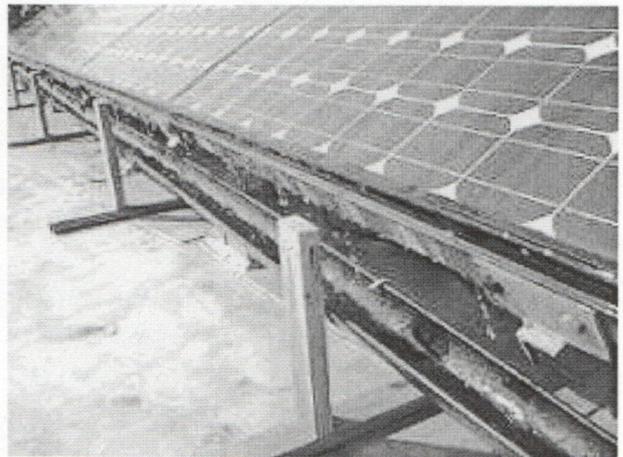


図5 冷却水回収の水路

## 3. 実験結果

### 3. 1 太陽電池モジュールの背面温度

図6は、平成15年6月25日から7月1日までの太陽電池モジュール背面の温度変化を調査したものである。天候に恵まれた日には、太陽電池モジュールの背面の温度が50℃を超える日があった。調査を実施した期間においては、まだ梅雨明けしていないため天候の悪い日もあったが、夏場の太陽電池モジュールの背面温度は、50℃を超える日が続くものと考えられる。

図7は、平成15年7月1日の太陽電池モジュール背面の温度変化を詳細に表したものである。この日は、晴れ時々曇りの天気であり、曇った時間帯に温度が低下しているが、50℃を超える時間帯もあった。このことから、冷却の必要性和温度の有効利用が求められる。また、実験に用いたボタン型温度ロガーの特性上、太陽電池モジュールの表面温度を測定することはできなかったが、表面温度は80℃近くまで上昇することが推測できる。

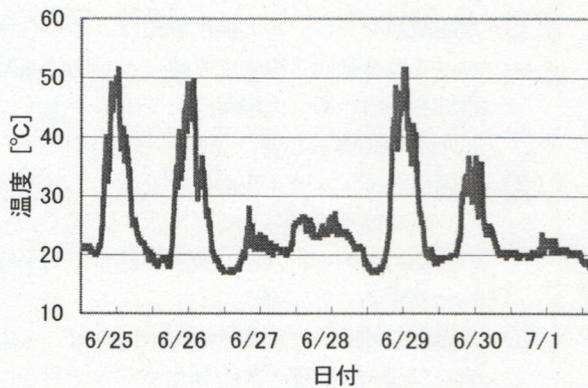


図6 平成15年6月25日から7月1日までの太陽電池モジュール背面の温度変化

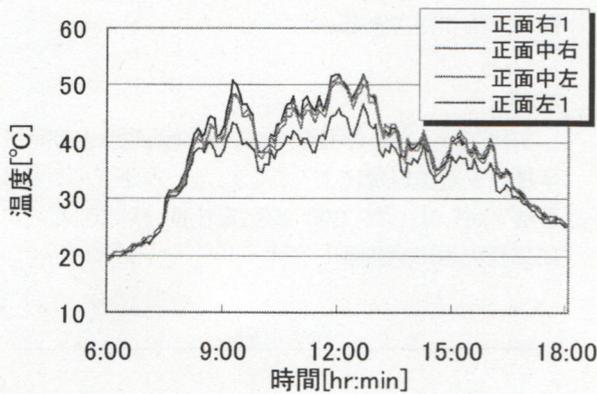


図7 平成15年7月1日の太陽電池モジュール背面の温度変化

図8は、平成16年1月22日の太陽電池モジュール背面の温度変化を表したものである。冬場の太陽電池モジュールの背面温度は、日没から日の出までの時間帯で0℃を下回ることが明らかになった。恐らく太陽電池モジュールの表面温度も0℃を下回っていることが推測できる。太陽電池モジュールの表面に水を流し、熱の積極的な利用を考えていたが、凍結による発電効率の低下も考えられる。

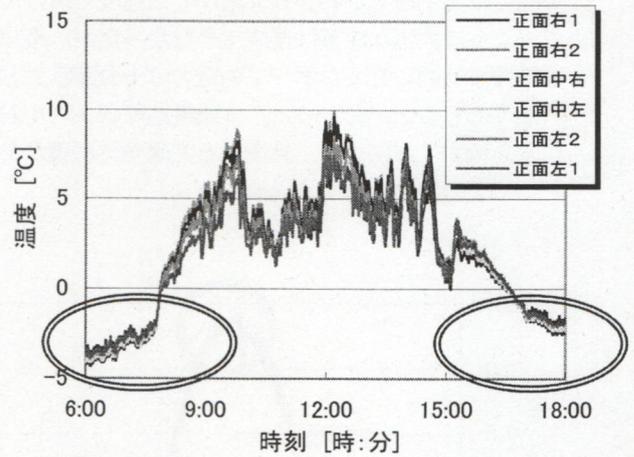


図8 平成16年1月22日の太陽電池モジュール背面の温度変化

### 3. 2 太陽電池モジュール表面の水冷効果

平成15年10月17日、太陽電池モジュール表面に水を流し、水冷効果の実験を行った。気温が高くなる時間帯(11:30~14:30)に中央4列に対して散水を実施し、太陽電池モジュール背面の温度変化を調査した。図9から分かるように、散水された太陽電池モジュールの温度は、散水されていないものに比べて約15℃も下がっていることが分かる。タンクの水温は、僅かに1℃上昇した程度であった。これは、実験時間が短く、タンクに溜めておいた水量が多かったため、期待したほど温度が上がらなかったのではないかと考えている。

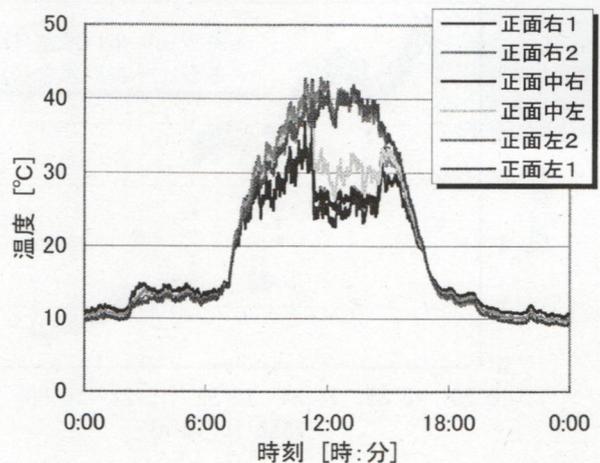


図9 平成15年10月17日の水冷実験における太陽電池モジュール背面の温度

このときの発生電力を測定したものが、図10である。水冷による発電効率の著しい向上を期待していたが、

実際には発生電力が約20%増加した程度であった。このように大幅な改善は達成できなかったが、冷却水を循環するのに必要なポンプの電力は十分賄うことが可能であることが分かった。太陽電池モジュール表面に水を流すことにより、到達する太陽光に影響があったためではないかと考えられる。

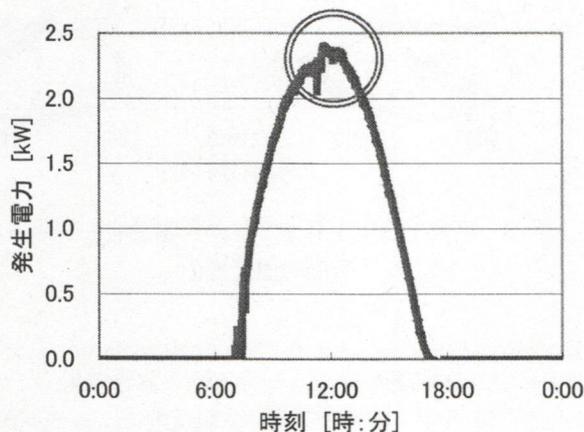


図10 平成15年10月17日の水冷実験における太陽光発電設備の発生電力

### 3.3 水の層が太陽光発電特性に及ぼす影響

太陽電池モジュール表面に水を流すことにより、到達する太陽光に影響があったためではないかということが考えられたため、小型の太陽電池モジュール2枚を使って比較検討した。この2枚の太陽電池モジュールは、ほぼ同じ発電特性である。

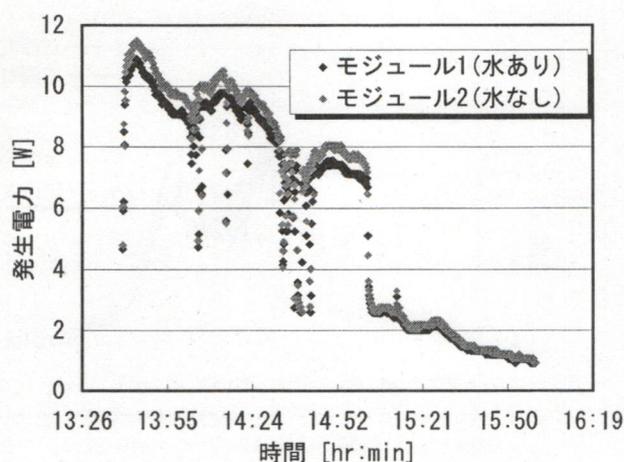


図11 平成16年1月15日の発生電力の比較

図11は、平成16年1月15日に、2枚の小型の太陽電池モジュールを使って、発電特性を調査した結果である。太陽電池モジュール1には、深さ約4mmの水

を貯めてある。太陽電池モジュール2には水を貯めなくて、表面に直接太陽光が当たるようにしてある。水を貯めた太陽電池モジュール1は、何もしていない太陽電池モジュール2に比べて、発生電力が若干減少していることが分かる。

この結果から、太陽電池モジュール表面に水を流すことによって、冷却効果は得られたものの、水の影響で太陽光の強度が弱められたり、波長に影響がおよぼされたりしたのではないかと考えている。

### 4. 今後の方針

- (1) 太陽電池モジュールの温度利用は、春から秋にかけては有効な手段となり得るが、冬は凍結の恐れもあるため、太陽電池モジュール温度に応じた水量制御も必要になると考えられる。
- (2) 太陽電池モジュール表面に水を流すことによって、冷却効果は得られるが、水の影響で太陽光の強度が弱められたり、波長に影響がおよぼされたりすることが考えられた。
- (3) 太陽熱を補助的に利用するのであれば、太陽電池モジュール背面の熱を利用すべきであることが分かった。

今後は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する方法なども検討しながらさらに研究を進め、実用機を試作する予定である。

### 謝辞

本研究は、(株)原弘産からの研究助成および平成15年度校長裁量経費により行われた。本研究の目的をご理解下さいました(株)原弘産社長 原将昭様ならびに校長先生に感謝致します。

### 参考文献

- [1] 藤井他, 「系統連系型太陽光発電装置の発電状況モニタリングシステムの構築」, 大島商船高等専門学校紀要 第36号, 2003年11月
- [2] 菅原他, 「校内LANを利用した太陽光発電監視システムの構築」, 第33回学生員卒業研究発表講演会, 2003年3月, 鳥取大学工学部
- [3] 浦上他, 「組み込み機器ネットワークを用いた太陽光発電監視システムの構築」, 大島商船高等専門学校紀要 第36号, 2003年11月
- [4] 村井他, 「Java搭載マイクロコンピュータを用いた太陽光発電監視システムの設計」, 平成15年度電気・情報関連学会中国支部第54回連合大会, 2003年10月, 広島国際学院大学