

2高専間におけるJava搭載マイコンを用いた 太陽光発電監視ネットワークシステムの構築

浦上 美佐子* ・ 藤井 雅之** ・ 兼重 明宏***
三原 伊文† ・ 松野 浩嗣††

Construction of an Observation Network System of the Photovoltaic Power System Using the Java Embedded System between Technology Colleges

Misako URAKAMI* , Masayuki FUJII** , Akihiro KANESHIGE***,
Yoshinori MIHARA† and Hiroshi MATSUNO††

Abstract

The aim of this study is to identify the relation between cell module temperature and power generation efficiency by analyzing the data collected from the solar cell module. The solar cell module is equipped with the roof of one of our college's buildings. The power produced by the solar cell module is connected to the conventional electric power system and is used for heating and lighting. The amount of power generation has been measured by wattmeter and the data logger. The attention is made to the solar cell module which can affect the amount of power generation. In an attempt to examine the differences of cell module temperature, the comparison was made between the cell module temperature of our system and that of the other college under different environments by means of using an observation network system of the Photovoltaic Power System using the Java embedded system between Technology Colleges. The result shows that the system we adopted is effective in measuring the temperature.

Key words : Java microcomputer, solar cell module temperature, sensor networks, remote network system

1 はじめに

環境問題やエネルギー資源の枯渇などを地球規模で考えなければならぬ現在、環境負荷が少ない太陽光エネルギーを利用した太陽光発電システムの普及拡大への取り組みが世界規模で始まっている。

大島商船高専（以下、本校と呼ぶ）の屋上にも、全国の高専に同時期に設置された40kWの太陽電池モジュールと研究用の3kWの太陽電池モジュールが設置されており、その発生電力は本校の電力系統に接続され消費されている。これらの発電状況については、電力計やデータロガーなどを用いて計測されている。

40kW太陽電池モジュールの発電状況については、全国39高専間において地域の違いによる発電

量を比較する目的で、インターネット環境を利用したデータベース化への取り組みが行われている[1]。また、人工的に気象状況（風）を発生させ、発電量に対する影響についての調査研究も行われている[2]。しかし、発電量に影響を及ぼすことが既に知られている太陽電池モジュール温度に関しては、これまで十分な計測が行われておらず[3]、実際の周辺環境の違いによる細かなデータからの考察も十分には行われていない。他に、20年前には太陽電池モジュールを冷却し発電効率をあげ熱回収を行う提案も盛んに行われていたが、発電の効率化とそれに要する費用の釣合いが難しいため、現在市場に存在する太陽電池は冷却構造になっていないものがほとんどである。

一方、現在、携帯電話や情報家電機器などに組

み込まれているマイコンに対して Java 技術によって、ネットワーク化が進んでいる。Java 技術は、分散オブジェクト技術において、Java アプレットや Jini サービスのようなモバイル・コードなどに適応されており、その非 OS 依存性や安全性が評価されている。このような安価で小型な Java 搭載マイコンを用いれば、手軽に情報（温度など）を扱うためのネットワーク対応型のシステム開発を行うことが手軽に出来るようになる。

筆者らは、既に、詳細な太陽電池モジュールの温度データを測定することを目的として、本校の 3kW 太陽電池モジュールの背面に 5 個の温度センサを取り付け、その温度データを定期的に情報収集を行うためのネットワーク対応型の太陽光発電監視システムを構築した。その結果、太陽電池モジュールの位置によって温度が異なり気温に比べて著しく高くなること、隣り合うモジュール間でも 10 度以上の温度差が生じることを示す温度データが得られた^[4]。

本研究では、同じ 40kW の太陽電池モジュールがある高専のうち本校と徳山工業高等専門学校（以下、徳山高専）に本システムを設置し、両校の詳細な温度データを計測する。その温度特性をもとに、効果的に発電量を増やすために、高温になった太陽電池モジュールのみを冷却する、手軽に提供できる小型な太陽光発電監視システムを開発するための基礎的なデータを収集することを目的とする。本稿では、両校に設置するために構築した太陽光発電監視ネットワークシステムと測定された温度データの一部について報告する。

2 太陽光発電監視ネットワークシステムの概要

2.1 太陽光発電監視ネットワークシステム

温度計測を行うために、Java 搭載マイコンである TINI (Tiny InterNet Interface)^[5]を用いた。この Java 搭載マイコンは、安価で多数の 1-Wire デバイス¹をディジーチェーンで接続可能であることから、太陽電池モジュールの背面に 6 個の温度センサ (DS18B20) を取り付けた (図 1)。

次に太陽光発電監視ネットワークシステム（以下、本システム）の動作の流れを示す。

1. 図 2 のように、両校の太陽電池モジュール付

¹ 固有の ID を持ち、TINI から Java プログラムにより識別および制御可能な電子デバイスのこと

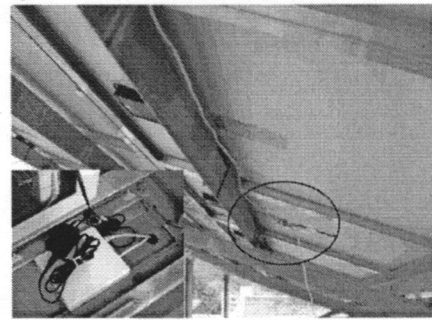


図 1: 太陽光発電監視ネットワークシステムと太陽電池モジュールに取り付けた温度センサ（徳山高専）

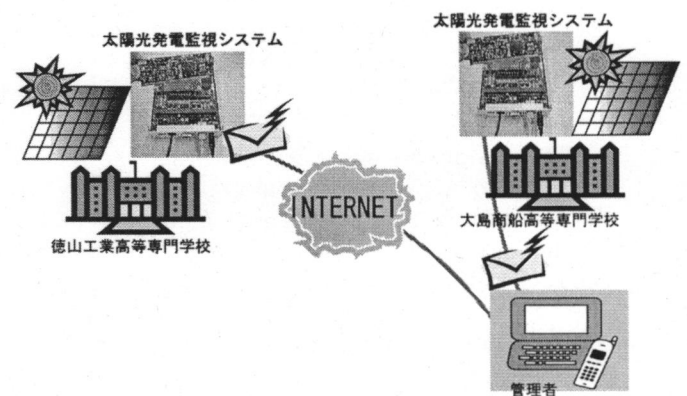


図 2: 高専間における太陽光発電監視ネットワークシステム

近に本システムを設置し、モジュール背面に複数個の温度センサを 6ヶ所取付ける。1分毎に計測を行い、そのデータをファイルに蓄積する。

2. 本システムは、IP アドレスを付与することができ、メールサーバ機能を持つ。定期的に、計測した太陽電池モジュールの温度データを含んだメールを管理者宛に送信することで、データ収集を行う。

両校に既設されている太陽光発電測定システム (図 3) により、発電量、日射量、気温などが計測され逐次蓄積されている。その情報を提供していただき、本校と徳山高専の両校の温度データを比較する。

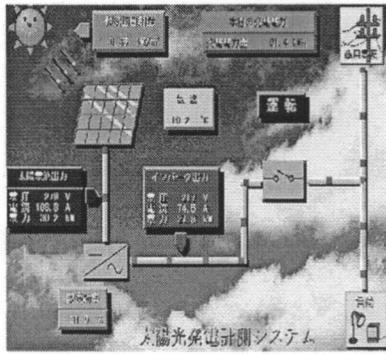


図 3: 太陽発電装置計測システムの画面 (大島商船)

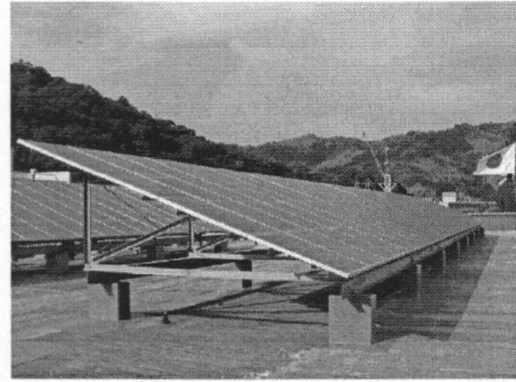


図 5: 太陽電池モジュール周りの風景 (徳山高専)

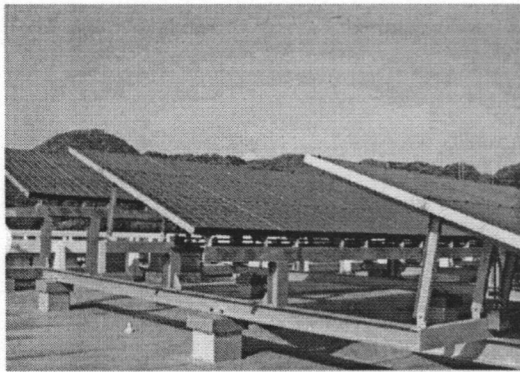


図 4: 太陽電池モジュール周りの風景 (大島商船)

2.2 両校の太陽電池モジュールの配置

両校の太陽電池モジュールは、図 4、図 5 に示すように、日当たりのよい屋上に設置されている。太陽電池モジュールは両校とも校舎屋上に複数列に設置されているが、その配置の仕方、傾斜角など異なっている。本校は海沿い、徳山高専は高台に建っているため、周辺環境の影響も異なったものだと考えられる。そのため、複数列に設置されている太陽電池モジュールのうち、一列分の 6ヶ所のモジュール背面に温度センサ (1-Wire デバイス) を接続し、取り付けした。

2.3 計測結果

平成 16 年 8 月 13 日に計測した各温度センサによる太陽電池モジュール背面の温度を図 6 と図 7 に示す。なお、当日の降水量は 0mm である。本校は、最高気温 32.3 度、最低気温 23.4 度、徳山高専は、最高気温 31.8 度、最低気温 23.8 度あった。Temp1 から Temp6 は、太陽電池モジュールの一列の端から順番に取り付けた温度センサのデータである。各温度センサの取り付け位置ごとのデー

タに着目する。

本校は、Temp1 寄りが山側で屋上へ出入りする建物があり、Temp6 寄りが海側の配置になっている。図 6 より、海寄りの Temp6 温度が全体的に一番低い温度になっており、最大で 10 度程度の差が生じていることが分かる。また、徳山高専は、太陽電池モジュールの背面が山側、前面は高台の斜面に面しており、Temp6 寄りには屋上へ出入りする建物がある。図 7 より、この Temp6 の建物部分に近い温度データだけが突出して高くなっている。

太陽電池配置において、海からの風が太陽電池モジュールを空冷している影響や建物などのような障害物の影響で太陽電池モジュールの熱が放出されない影響などが考えられる。今後、日射量や発電量等のデータと比較し、詳しく検討していく予定である。

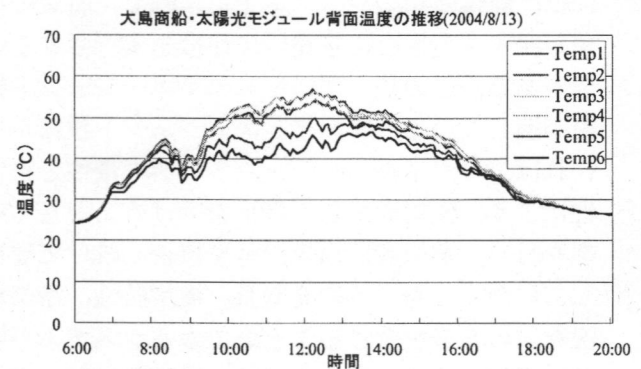


図 6: 太陽光モジュール背面温度の推移 (大島商船)

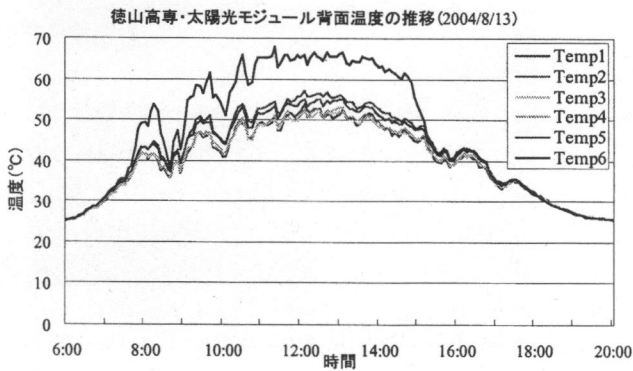


図7: 太陽光モジュール背面温度の推移(徳山高専)

3 おわりに

本稿では、小型で安価なJava搭載マイコンを用いて、高専間における太陽電池モジュールの詳細な温度データを収集したことにより、2高専間においてもその変化が異なることが分かった。

一方、既存の太陽光発電装置計測システムでは、各高専ごとに発電量などの記録間隔、保存方法、そして計測チャンネル数などが異なっており、そのシステムを変更することは難しい。

以上のことから、小型で安価な本システムを用いることで、計測した温度特性により、その太陽電池モジュールごとに冷却などを行うことができるようにシステムにインテリジェンス性を持たせることが出来れば、さらに効果的に発電効率を高めることができる。これらのことを実現するためには、監視対象のシステム上に常駐し、特定の事象が発生する場合に自律的に処理を実行させる必要がある。この技術にはモバイルエージェント技術が適している。モバイルエージェント技術を用いれば、モバイルエージェントの非同期性と自律性により、監視者からの指示を受けることなく処理を行い、監視者は通信回線を接続し続けて監視していなくても、その発電量、温度特性、冷却状況などの報告を受けることができるシステムが容易に構築可能である。今後は、継続的にデータを蓄積していき、実際の周辺環境の違いによる細かなデータからの考察をしていき、さらにモバイルエージェント技術を取り入れたシステム構築に取り組みたい。

謝辞

本システム設置や太陽光発電装置計測システムのデータ提供において、徳山高専および本校の会計課施設係には大変お世話になりました。また、本システム設置やデータ解析において、現大島商船高専5年生柳川君、萩元君の多大な協力を得ております。

参考文献

- [1] 中川重康, 所哲郎, 仲間巧, 葉山清輝, 大山英典, 山口利幸, "39 高専に設置された太陽光発電設備データベース", 平成14年度高専教育講演論文集, 1-B-02, pp.81-82, 2002.
- [2] 森内基隆, 福村一実, 北原紀之, 高橋一郎, 中川重康, "風に起因する温度分布の太陽電池モジュール発電電力への影響", 論文集「高専教育」第25号, pp.61-66, 2002.
- [3] 赤木貴, 森山正和, 芝池英樹, 竹林英樹, "太陽光発電システム発電量の予測方法における太陽電池セル温度の影響に関する研究", 日本建築学会近畿支部研究会, 2001.
- [4] 村井祐介, 中尾紗弥香, 浦上美佐子, 藤井雅之, 松野浩嗣, "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的设计", 平成15年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, pp.201-202, 2003.
- [5] DALLAS-MAXIM 社, TINI, <http://www.maxim-ic.com/TINIplatform.cfm>