

無線・自立型センサモジュールの開発

— 小型風力発電機監視システムへの応用 —

電子科 竹居 翼* 望月紀寿** 岩崎清斗

Development of Self-Powered Wireless Sensor Module

— Application to small wind power generator monitoring system —

Tasuku TAKEI, Kazutoshi MOCHIZUKI and Kiyoto IWASAKI

We had taken request from an industrial company in Shizuoka prefecture for the improvement of its own product, the small wind power generator, for the monitoring of operating conditions. Since the monitoring equipment should work independently in outdoor, there remained problems in wiring, power supplying, and maintenance. In order to solve these problems, we have developed a wireless sensor module aiming for maintenance-free with environmental power generation technology and energy saving, making it easier to place sensor nodes by radio communication and miniaturization.

We constructed a data server that collects data obtained by the wireless sensor module, and realized easy visualization by linking it with a mobile terminal such as a smartphone. Demonstration tests were conducted with the cooperation of the company, in which the performance of the monitoring system for small wind power generators and industrial LED lighting fixtures was evaluated.

Keywords : Wireless, Sensor, Network, Energy harvesting

キーワード：無線化、環境発電技術、見える化

1 はじめに

県内企業より、総出力 1 kW 程度の小型風力発電機の実稼働状況などを監視したいとの要望があった。しかし、風力発電機は可動部が多いため、既存の有線式センサをそのまま用いることでは電源供給やデータ通信が難しく、実現のためには通信の無線化や独立した電源の用意が必要となる。

そこで、データ収集のために狭い空間でも自由に設置でき、メンテナンスフリーなセンサモジュールを開発することとした。本研究は小型軽量化や無線化により設置場所の自由度向上を図り、環境発電などの活用により独自の電源を保有した自立動作を実現することを目的とする。

2 方法

2.1 無線・自立型センサモジュールの開発

設置場所の自由度が高く、メンテナンスフリーなセン

サノードとするために、小型で無給電動作する無線センサモジュールを試作した。無線通信部には、メーカーよりファームウェア開発環境が公開されており、技適マーク¹を取得済みであるモノワイヤレス株式会社²の TWE-Lite シリーズを利用した。

2.2 データサーバの構築

開発したセンサモジュールで取得したデータを収集し、ユーザが要求するデータを表示するサーバを構築した。ハードウェアは、安価に入手でき、Linux ベースの OS を搭載可能な小型シングルボードコンピュータ Raspberry Pi³ を利用した。アプリケーションの実装は Python や Node.js などのスクリプト言語を利用した。主な仕様を表 1 に示す。

*) 現 沼津工業技術支援センター 機械電子科

***) 現 富士工業技術支援センター 技術支援担当

表1 データサーバの主な仕様

主な機能	ウェブサーバ、データベースサーバ、 報知メール送信、ネットワークルータ
表示	数値リスト、グラフ、データ検索、 異常ログ
通信 I/F	有線 LAN、無線 LAN(Wi-Fi)、Bluetooth TWE-Lite USB タイプ外付け
電源	DC5V、2.5A(max)、microUSB 接続
その他機能	リアルタイムクロック搭載 リモート接続によるメンテナンス対応

2.3 遠隔監視システムの開発

試作した無線センサモジュールと構築したデータサーバを用いて、開発した遠隔監視システムの構成イメージを図1に示す。データサーバは、センサモジュール群による独立したネットワークを構築し、外部のネットワーク環境とは切り離す設計とした。外部との通信は、異常検出時にユーザへ報せるメールの送信のみに限定した。

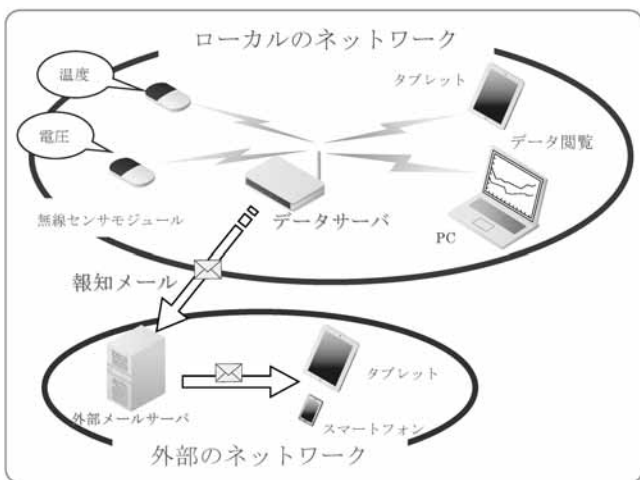


図1 監視システムの構成イメージ

2.4 実証試験

実証試験は、企業から要望があった小型風力発電機と産業用LED照明器具を対象に実施した。前者は、発電機が設置された環境周辺の温湿度や発電機の発電状態を収集して動作を評価した。后者は、工場の天井付近に取付けられたLED照明器具の放熱部および器具周囲の温度変化を収集し、監視システムの動作を確認した。

(1) 小型風力発電機

共同研究企業の協力により、企業の工場屋上に設

置された小型風力発電機を対象とした実証試験を実施した。この風力発電機は、風速 2 m/s以上で発電する仕様である。

ここでは、屋外に設置された小型風力発電機の周辺環境、および屋内に設置された発電コントローラの発電状況などを監視した。対象とした小型風力発電機および発電コントローラで構成する小型風力発電システムを写真1に示す。

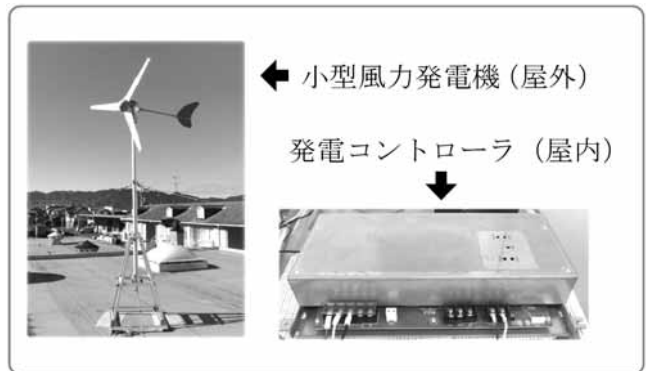


写真1 小型風力発電システム

(2) 産業用LED照明器具

研究協力企業の協力により、工場内天井付近に設置された産業用LED照明器具を対象とした実証試験を実施した。このLED照明器具は工場の天井付近に設置する都合により、設置後は容易に接近できないという課題があった。そこで、省電力動作かつ無線通信により、この課題を解決する。

ここでは、複数あるLED照明器具の周囲温度と放熱部分の温度をまとめて監視した。対象としたLED照明器具および設置している工場天井部分を写真2に示す。



写真2 産業用LED照明器具

3 結果および考察

3.1 無線・自立型センサモジュールの開発

小型風力発電機向けとして、無給電型の環境センサモジュールと外部給電型の電圧計測モジュールを試作した。

試作した無給電型の環境センサモジュールは、発電機の置かれた屋外向けとして試作した。太陽光があたる屋外のため、小型太陽電池を用いた環境発電による無給電動作を実現した。外部給電型センサモジュールは、発電コントローラの置かれた屋内向けとして試作した。屋内では太陽光発電が期待できないが、監視対象に含まれていた蓄電池からの電源供給が可能であったため、外部給電による動作として試作した。試作した無線センサモジュールを写真3に示す。



写真3 小型風力発電システム向け試作

産業用LED照明器具向けとしては、電池型温度センサモジュールを試作した。工場の天井付近という環境発電困難な場所であるため電池動作とし、特定の計測条件に限定して長期間の運用を実現した。試作した無線センサモジュールを写真4に示す。



写真4 LED照明器具向け試作

3.2 データサーバの構築

Wi-Fiなどの無線通信機能を標準で内蔵するRaspberry Pi 3にLinux系OS (Raspbian) を搭載し、各種機能を実装してデータサーバを構築した。データ収集機能はPythonスクリプトで作成し、データ蓄積機能はCSVファイル保存やデータベース保存 (MongoDB) とした。データ閲覧機能はNode.jsで作成した。データサーバがローカルのネットワークを構築し、ユーザ側のOSに依存しないように、ウェブブラウザを通して閲覧できるようにした。データサーバの外観を写真5に示す。

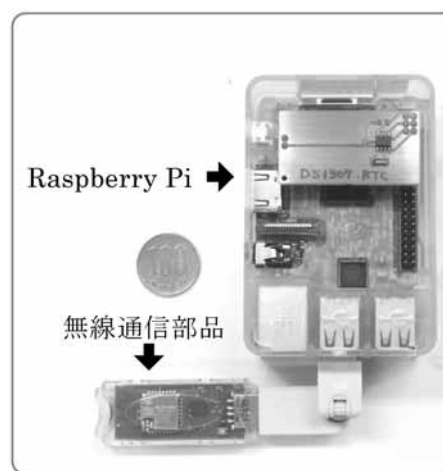


写真5 データサーバ外観

3.3 遠隔監視システムの開発

データサーバをルータとして、センサモジュールのネットワークとデータ閲覧用のネットワークを構築した。収集データに異常を検出したときの報知は、これらネットワークとは別のインターネット接続を利用、あらかじめ設定したメールアドレスへ異常報知メールを送信する処理として実装した。

開発した遠隔監視システムによるデータ閲覧の例を図2に示す。



図2 データ閲覧の例

3.4 実証試験

(1) 小型風力発電システム

実証試験を通して収集、蓄積したデータのうち、ある1週間の平均風速と発電電圧の関係を図3に示す。平均風速2 m/s以下の時間が多く、平均風速2 m/s以上の時間も短いため、この1週間はあまり発電していないことが確認できた。しかし、日によって差はあるものの平均風速2 m/s以上ある時間帯がほぼ毎日あり、今回対象とした風力発電機を設置した場所は、午後3時前後に発電しやすい傾向であることが確認できた。

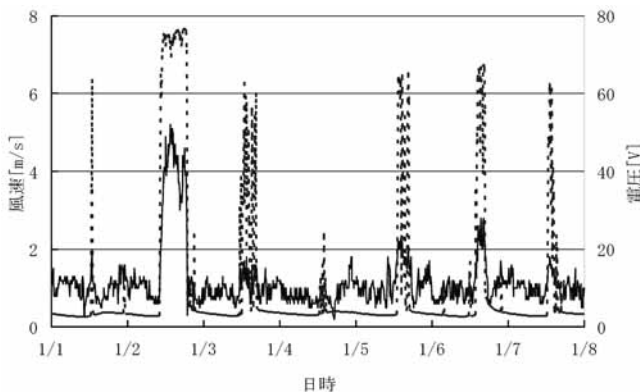


図3 1週間の平均風速と発電電圧の関係
— 平均風速 … 発電電圧

(2) 産業用LED照明器具

実証試験により収集蓄積したデータのうち、ある1週間の温度変化を図4に示す。放熱部分の温度は周囲の温度と比べて10℃程度高い傾向が見られたが、異常報知条件の設定温度(50℃)には満たず、報知のメールも送信されていないことを確認した。

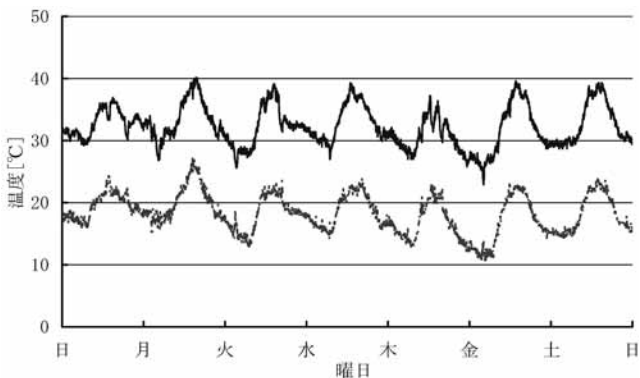


図4 1週間の温度変化
— 放熱部分温度 … 周囲温度

4 まとめ

環境発電技術を用いて無給電で動作する無線センサモジュールのほか、外部給電および電池で省電力動作する無線センサモジュールを試作した。試作したセンサモジュールで取得したデータを収集し、モバイル端末などを用いたデータ閲覧や異常報知の機能を有した監視システムを開発した。

謝辞

本研究を行うにあたり、実証試験の調整など研究に協力をしていただいたアルファ工業株式会社の佐藤様、株式会社マキセンサーサービスの川口様、および工場内での実証試験にご協力頂いた関係企業の皆様に感謝いたします。

* 1 総務省：電波利用ホームページ - 技適マーク、無線機の購入・利用に関すること。
http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/summary/qa/giteki_mark/index.htm (2017.3.27アクセス)

* 2 モノワイヤレス株式会社：トップページ。
<https://mono-wireless.com/jp/> (2017.3.27アクセス)

* 3 Raspberry Pi Foundation：トップページ。
<https://www.raspberrypi.org/> (2017.3.27アクセス)