

所内設備の IoT 化に関する研究

八木澤 秀人* 島田 智*

Study on Adopting IoT for in-house Facilities
Hidetō YAGISAWA and Satoshi SHIMADA

産業技術センター内設備・機器の稼働状況及び建屋全体の使用電力量（デマンドメータ）を遠隔で監視するシステムを開発した。センサデバイス部、IoT ゲートウェイ部、データベースサーバ部、WEB サーバ部から成る構成とし、センサデバイスで取得したデータを無線通信により IoT ゲートウェイに送り、IoT ゲートウェイからデータベースサーバにデータを格納するとともに、WEB サーバ内の WEB アプリケーションにより可視化を行う。

遠隔にて現在の装置の稼働状況や使用電力量が確認できることに加え、装置の過去の稼働状況や使用電力量についても時系列にグラフ形式で表示できるシステムを開発し、システムが問題なく稼働することを確認した。

Key words: IoT, 可視化, センシング, 遠隔監視

1 はじめに

近年、クラウドサービスの発展や無線通信モジュール等の低価格化に伴い、物流、医療など様々な産業で急速に IoT (Internet of Things) の普及が進んでいる。ものづくり産業においても IoT の活用が注目されてきており、欧米を中心に、ものづくり現場での IoT 活用による生産性向上等に取り組む企業が増えてきているが、中小企業においては、実際に導入まで至った企業の割合は低い状況となっており、その要因として、IoT の利用場面・効果が不明であることが挙げられている。

一方、産業技術センターにおいては、各種設備が稼働している状態であり、特に恒温槽等の信頼性評価関係設備の長時間試験では、試験機が問題なく稼働しているかを定期的に確認する作業が必要となっている。また、産業技術センターでは、建屋全体の使用電力量を中央監視室内にある監視装置（図 1）で表示し、デマンドの監視を行っているが、当該装置は所内ネットワークから独立しており、大電力を要する機器の稼働に際しては、現在使用電力量を目視等で事前把握するとともに、逐次確認を行う必要がある。

そこで、本研究では、県内ものづくり企業への IoT 化の有用性の周知及び、センター職員の作業負荷軽減を目的とし、産業技術センターで保有している設備の稼働状況等を収集・蓄積・監視するシステムを開発した。

2 研究の方法

2.1 システムの概要

2.1.1 稼働状況データ収集対象機器の選定及び収集データの検討

稼働状況データの収集対象装置については、夜間等にも稼働することがある電子機器用試験槽及び複合環境試験装置の 2 機種を選択した（図 2）。稼働確認のための収集データについては、他の設備への横展開等を考慮し、クランプセンサによる電流値取得結果を用いて稼働の有無を判断する仕組みとした。また、電子機器用試験槽については、予め備わっているシリアル通信インターフェースを活用し、稼働時の内部状態（槽内温度など）についても収集することとした。

加えて、現状目視での確認が必要となっている監視装置の使用電力量について、画像のテキスト化及びデータ蓄積を行い、遠隔での電力量監視及び使用電力量の時系列データ確認の実現を図った。



(a) 監視装置（外観）



(b) 使用電力量 LED 表示

図 1 使用電力量監視

* 栃木県産業技術センター 機械電子技術部



(a) 電子機器用試験槽 (b) 複合環境試験装置
図 2 稼働対象設備

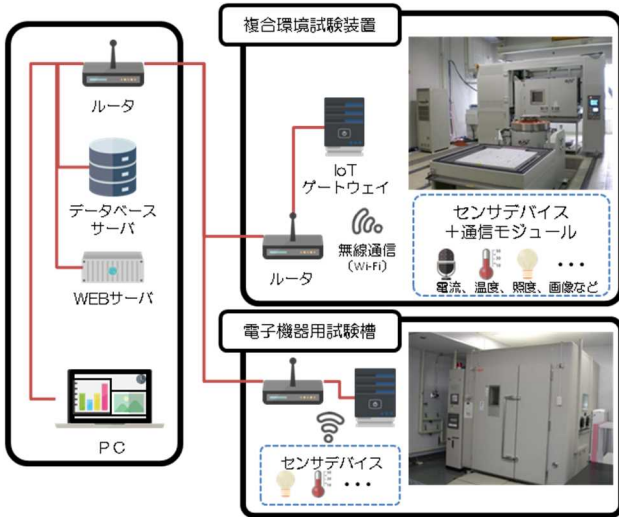


図 3 稼働状況監視システム全体構成

2. 1. 2 システム全体構成

システムの構成は、装置から必要なデータを取得するためのセンサデバイス部、装置毎のデータを集約してデータベースに追加していく IoT ゲートウェイ部、全装置のデータを蓄積するデータベースサーバ部、可視化用アプリケーション構築のための WEB サーバ部から成る構成とした (図 3)。

2. 2 システム詳細設計

2. 2. 1 センサデバイス

システムのハードウェア構成を表 1 に示す。

センサデバイス部の無線マイコンモジュールは Wi-Fi モジュールを内蔵した ESPr Developer を使用し、収集するデータに応じて、クランプセンサや RS-232 レベル変換基板を接続する構成とした。センサデバイス部では、定期的にデータを取得し、そのデータを Wi-Fi 通信により送信させた。

2. 2. 2 IoT ゲートウェイ

センサデバイスから送信されたデータを受け取る IoT ゲートウェイには、シングルボードコンピュータの Raspberry Pi を使用し、プログラム言語の Python を用いてデータ受信及びデータベース格納処理、受信データが閾値を超えた場合の通知処理を実装した。

表 1 ハードウェア構成

センサデバイス	ESPr Developer (株スイッチサイエンス)
IoT ゲートウェイ	Raspberry Pi 3 (ラズベリーパイ財団)
データベースサーバ	DiskStation DS218j (Synology Inc.)
WEB サーバ	Raspberry Pi 3 (ラズベリーパイ財団)

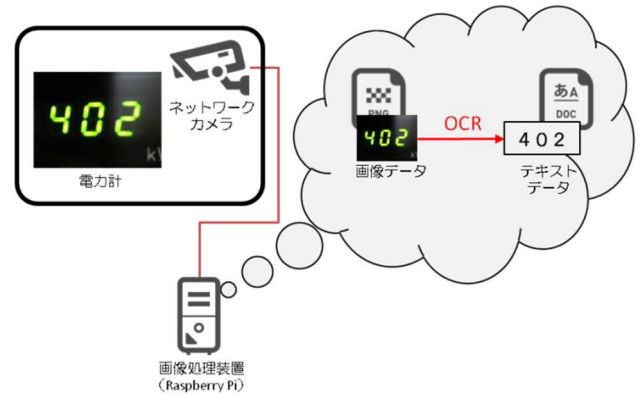


図 4 使用電力量テキスト化イメージ

IoT ゲートウェイでは、複数センサから同時にデータが送信されるケースを想定し、マルチスレッド処理によりデータ受信を行った。

2. 2. 3 可視化用アプリケーション

可視化用アプリケーションは、PC に加えて、スマートフォンやタブレット等からも確認が容易である WEB アプリ形式とした。WEB サーバソフトウェアには Apache を使用し、サーバ側プログラミング言語に PHP、クライアント側プログラミング言語に JavaScript を使用する構成とした。

2. 2. 4 使用電力量取得

使用電力量が表示されている電力計にネットワークカメラを設置し、その映像を画像処理装置で取り込み、画像データからテキストデータに変換した (図 4)。

画像処理装置には Raspberry Pi を用い、テキスト変換プログラムは Python を用いて開発した。

3 結果及び考察

3. 1 センサデータ収集

3. 1. 1 シリアル通信

マイコンに RS-232 レベル変換基板を接続したセンサデバイスを、シリアルケーブル (D-Sub 9pin) を用いて電子機器用試験槽と接続した (図 5)。マイコン部において、定期的に情報取得用のコマンドを送信し、電子機

器用試験槽からの応答を受け取った後に Wi-Fi 通信で IoT ゲートウェイにデータを送信するプログラムを開発して実装した。マイコンからのコマンド送信及び電子機器用試験槽からの応答時の信号をオシロスコープのロジックアナライザ機能を用いて計測した結果を図6に示す。

コマンドを送信した際に期待される応答があることを波形レベル及びシリアル出力レベルで確認した。

3. 1. 2 クランプセンサ

マイコンに AD コンバータを接続し、それぞれの装置が接続されている配電盤にクランプセンサを設置した(図7)。クランプセンサからの出力を AD コンバータでデジタル値に変換し、マイコン部においてそのデジタル値を定期的に読み取るプログラムを開発・実装した。単体テストにより、装置稼働状態と非稼働状態とで、読み取り結果に差があることを確認し、クランプセンサを用いて装置の稼働状態が判別可能であることを確認した。

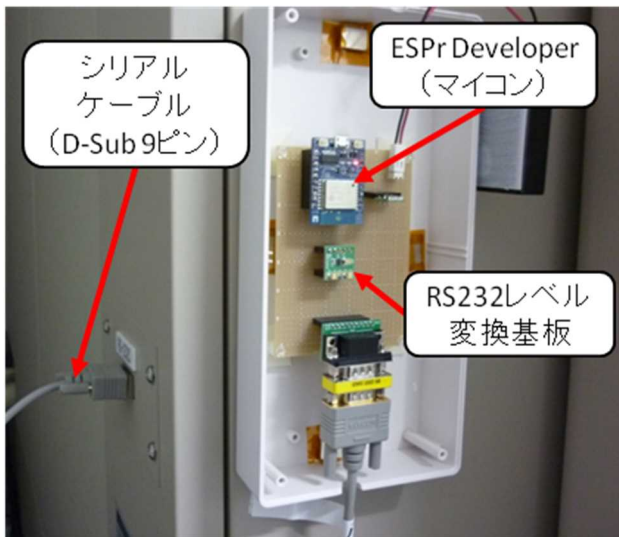
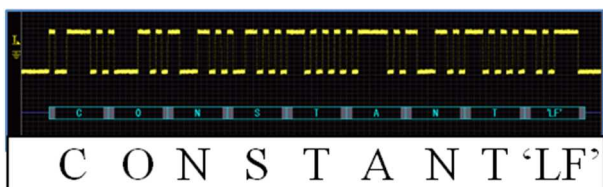


図5 センサデバイス設置状況



(a) マイコンからのコマンド送信時



(b) 電子機器用試験槽からの応答時

図6 オシロスコープ波形

3. 2 収集データ蓄積

センサデバイスから送信されるデータを待ち、データ受け取り後にデータベースサーバに格納するプログラムを開発し、IoT ゲートウェイ上で常時実行させた。

複数センサから同時にデータを送信した場合に、正しくデータ受信及び格納ができることをデバッグ出力及びデータベース上で確認した。

3. 3 蓄積データ可視化

図8に開発したWEBアプリケーション画面を示す。アプリケーションTOP画面(図8(a))では、各装置の現在の稼働状況や現在の使用電力量、加えて電力計に設置したネットワークカメラ映像等を表示し、各ボタンをクリックすることで、過去の装置の稼働状況(図8(b))や使用電力量(図8(c))をグラフ形式で確認できる仕様とした。各グラフ上では、データ表示範囲を指定することにより、ある1日分のデータや直近1週間分のデータを表示といった選択が可能である。

3. 4 メッセージ通知

IoT ゲートウェイのプログラム上で、センサデバイスから受信したデータをチェックし、予め設定した閾値を超えた場合に通知を行う処理を開発・実装した(図9)。通知手段は、メール及びLINE (LINE Notify)¹⁾により行い、インターネット回線を介して、予め指定したメールアドレスおよびLINE アカウント宛てに通知を行えることを確認した。

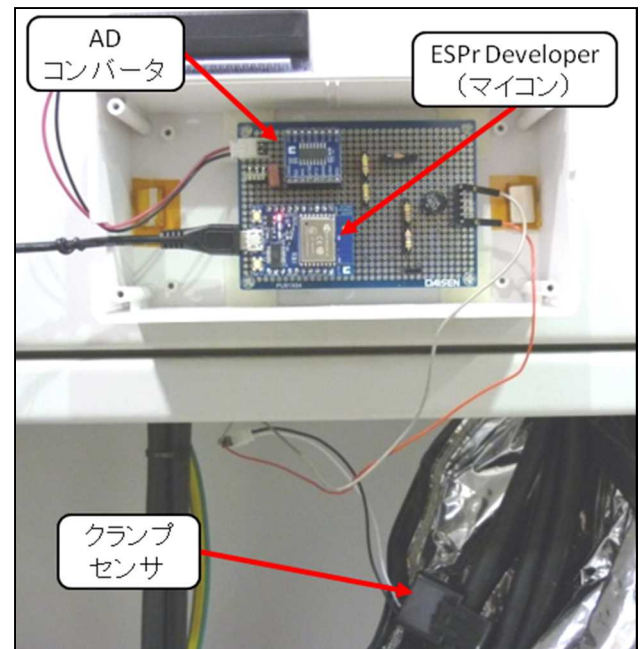
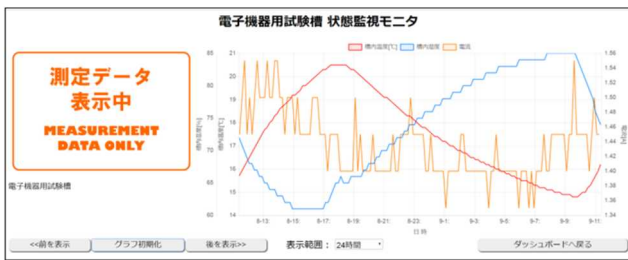


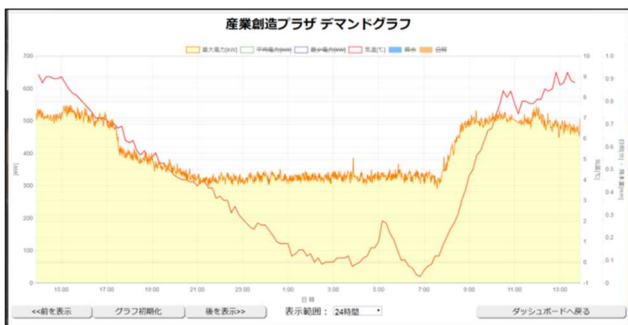
図7 センサデバイス設置状況



(a) TOP 画面



(b) 電子機器用試験槽稼働状況グラフ



(c) 使用電力量推移グラフ

図 8 WEB アプリケーション画面

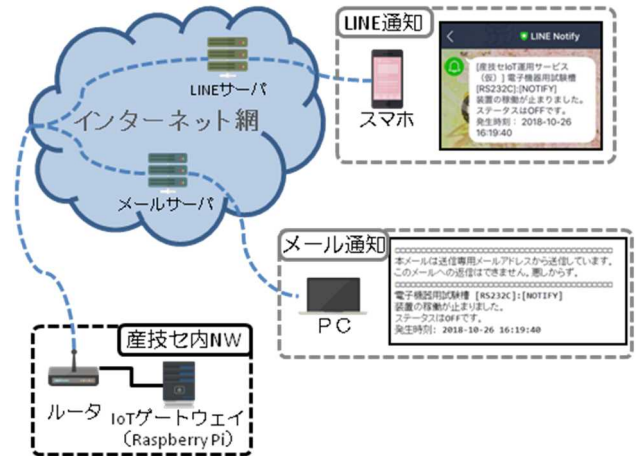


図 9 メッセージ通知

3. 5 運用テスト

開発した各種センサデバイスやIoTゲートウェイ等を常時稼働させ、データの収集・蓄積・可視化が行えるかを検証し、問題なくシステムが稼働することを確認した。また、別室での装置の稼働確認や複合環境試験装置の加振機の切り替えタイミングの把握等が可能になり、稼働している装置の管理が容易になることを確認した。

4 おわりに

センサデバイス、IoTゲートウェイ、データベースサーバを用いて、産業技術センター内設備の稼働状況等を収集・蓄積するシステムを開発するとともに、WEBサーバを用いて、各装置の現在の稼働状況等を確認可能なWEBアプリケーションを開発した。また、システムをテスト稼働させ、装置の稼働状況や使用電力量を遠隔で監視できることを確認した。今後は、引き続きシステムを稼働させ、適宜システムの改良等を検討する。

参考文献

- 1) LINE Notify: "https://notify-bot.line.me/ja/", LINE 株式会社