

加工機・電気炉の稼働状態遠隔監視 IoT システムの開発

Development of IoT system for remote monitoring of the operating status of processing machines.

電子・機械技術部 電子・情報科 柿崎正貴 三瓶史花 鎌田直樹

応募企業では、保有する加工機・電気炉の稼働状態を離れた管理室から遠隔で監視したいというニーズがある。本事業では、加工機等の稼働状態をセンサーで検知し、管理室のサーバへ稼働状態データを伝送、ダッシュボードでリアルタイム監視する IoT システムを構築した。また、非常停止時にアラート通知を行う機能を実装し、実現場へ試験導入・機能検証し、本システムが正常に動作することを確認した。

Key words: IoT、無線通信、稼働監視、ダッシュボード

1. 緒言

応募企業では、アルミ鋳造を主力として、設計から木型・金型製作、加工、組立てまで、一貫生産体制を構築している。加工工程で使用する加工機及び鋳造工程で使用する電気炉について、使用状況や稼働状態を現地で確認しているため、離れた管理室から遠隔で監視・管理したいというニーズがある。また、地震により電気炉が非常停止する等、復旧作業が必要となる状況が発生した際、非常停止の通知を社外で受け取る方法はないかと相談を受けた。

そこで本事業では、加工機及び電気炉の稼働状態を管理室から遠隔監視する IoT システムを構築し、加工機及び電気炉の非常停止を検知した際にアラート通知を送信する機能を実装した。さらに、本システムを実際の工場へ試験導入し、機能検証した。

2. システム構築

2. 1. 概要

稼働監視 IoT システムの概念図を図 1 に示す。加工機及び電気炉に取り付けたセンサノードにより稼働状態（稼働、停止、非常停止等）を検知し、管理室に設置したデータベース・ダッシュボードサーバへ LPWA 無

線通信を用いてデータ伝送する。また、稼働状態データを時系列データベースへ格納し、ダッシュボード機能によりリアルタイムの稼働状態を表示することで、管理室で加工機・電気炉の稼働状態を確認できる。データベース・ダッシュボードサーバは社内 LAN に接続され、同一の社内 LAN に接続された PC・タブレット等から本サーバにアクセスし、ダッシュボードを確認できる。

2. 2. センサノード

加工機等に取り付けるセンサノードは、照度センサを加工機の積層灯や電気炉の制御盤ランプに取り付けることで稼働状態を読み取り、センサデータをマイコンで処理したうえで、無線モジュールでデータ伝送する設計とした。無線モジュールにはローム(株)製 Wi-SUN FAN 対応 無線通信モジュール BP35C5¹⁾ を搭載した USB 基板²⁾ ((株)日新システムズ製) に、 $\lambda/2$ ダイポールアンテナを接続して使用した。マイコンには Raspberry Pi Pico³⁾、センサには波長 550nm に感度のあるフォトトランジスタを使用した。これらを実装した基板を設計、基板加工機を用いて製作し、3D プリンタで造形した筐体に収め、マグネットで加工機側面および制御盤上部に取り付けた。図 2 に、開発したセンサノードの外観と、加工機積層灯への取付けの様子を示す。

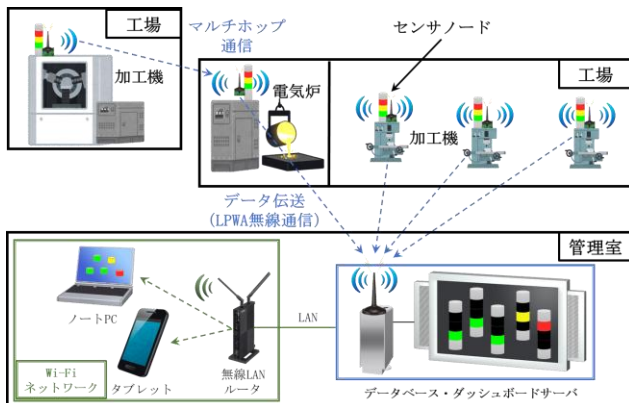


図 1 稼働監視 IoT システムの概念図

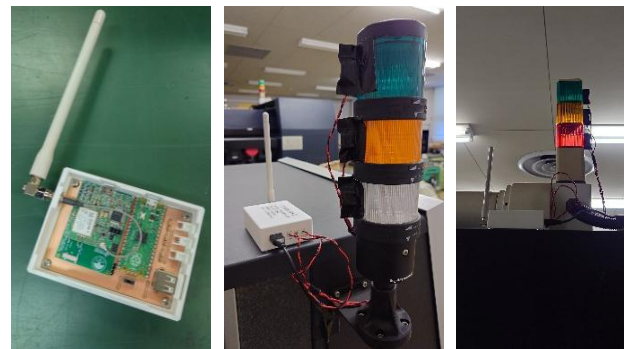


図 2 センサノード外観と加工機積層灯への取付け

2. 3. システム構成

図3に、稼働監視 IoT システムのシステム構成を示す。加工機等に取り付けたセンサノードから、管理室へ Wi-SUN FAN ネットワークによりデータ伝送し、Wi-SUN FAN ボーダールータで LAN (IP ネットワーク) へ接続する。さらに、データベースへ稼働状態データを格納し、ダッシュボードからデータベースを参照する。また、管理室の IP 網へサーバを接続し、同じく管理室の IP 網へ接続した端末からダッシュボードへアクセスすることで、端末から現在の稼働状態と稼働履歴を確認できる設計とした。なお、データベース管理には MySQL⁴⁾、ダッシュボードにはデータ可視化ツールキットである Grafana⁵⁾ を使用して開発した。また、クラウド型 SMTP サーバサービス SMTP2GO⁶⁾ を利用して、加工機等が非常停止した際に特定のメールアドレスへアラート通知を行う機能を実装することで、社用スマホ等のメール受信によって、社外で非常停止の発生を確認できる。

2. 4. データ送受信

センサノードは照度センサにより常時加工機等の稼働状態を検知し、状態が変化したタイミングでデータサーバへデータ送信を行う。また、状態変化が無くとも3分間隔で Keep-Alive 信号を送信し、サーバ側で10分以上データ受信がないセンサノードを稼働状態「Connection Lost」としてデータベースへ登録することで、センサノードの死活監視を行う仕組みとした。

2. 5. ダッシュボード

稼働監視 IoT システムのダッシュボード表示画面を図4に示す。図中左にリアルタイムの稼働状態を表示するパネルを、図中右に稼働履歴をタイムライン表示するパネルを配置した。これら2つのパネル(1行)を装置1台分の稼働情報として、図4では加工機等3台分(3行)の稼働情報をダッシュボード表示している。稼働履歴の表示方法は装置毎に異なるが、下記を目安に設定した。

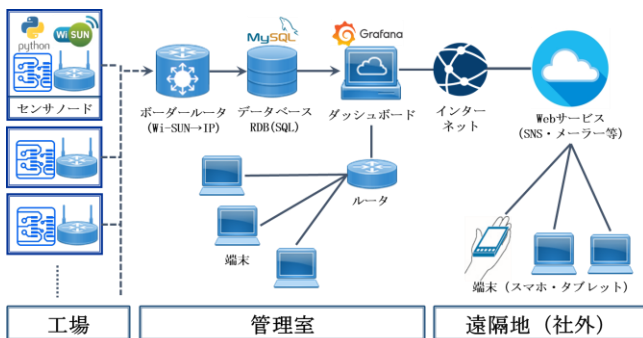


図3 システム構成



図4 ダッシュボード表示画面（デモデータ使用）

- ・稼働中 : 「Active」、緑カラーバー
- ・停止中 : 「Ready」、黄カラーバー
- ・非常停止中 : 「Emergency Stop」、赤カラーバー
- ・電源OFF : 「Stop」、グレーカラーバー
- ・通信途絶 : 「Connection Lost」、黒カラーバー

3. 実験

3. 1. 実験環境

稼働監視 IoT システムを工場へ試験導入し、機能検証した。応募企業が保有する5軸加工機・NC旋盤等の大型加工機4台及び電気ヒータ式低圧铸造炉3基の計7台にセンサノードを取付け、管理室にデータベース・ダッシュボードサーバを設置した。また、当所が保有するメールアドレスを用いて、当社の社用メール(Gmail)へアラート通知を送信するよう設定した。

3. 2. 実験結果

センサノード7台とボーダールータ間のデータ通信、及びデータベース・ダッシュボード等のシステムは正常に動作することを確認した。また実験中、加工機の非常停止ランプが点灯した際、アラート通知を受信したことから、通知機能も問題なく動作することを確認した。一方、センサノードを1週間以上動作させた際、一部のセンサノードが停止する事象が発生した。なお、センサノードは電源を差し直し再起動することで復旧した。原因として、データ伝送失敗時のエラー処理不具合を想定しているが、今後詳細を調査する。



図5 加工機(左)及び電気炉(右)の外観⁷⁾

4. 結言

本事業では、加工機及び電気炉の稼働状態を離れた管理室で遠隔監視するため、加工機等の稼働状態をセンサで検知して管理室のサーバへ伝送、ダッシュボードでリアルタイム監視し、非常停止時にアラート通知を送信する稼働監視 IoT システムを構築した。また、本システムを実際の工場へ試験導入し、機能検証した。

工場の加工機 4 台・電気炉 3 台を用いて本システムの機能検証した結果、データ通信・システム動作・アラート通知機能は問題なく動作することを確認した。一方、加工機等に取り付けたセンサノードを 1 週間以上動作させた際、一部のセンサノードが停止する事象が発生した。

今後は、センサノード停止の原因を調査するとともに、長期稼働時のシステム安定性を検証する。

参考文献

- 1) “BP35C5 : Wi-SUN Module” , ROHM Co., Ltd., https://fscdn.rohm.com/jp/products/databook/datasheet/module/power_module/specified_low_power/bp35c5-j.pdf, (参照 2026-2-24).
- 2) “Wi-SUN 搭載 USB 基板” , (株)日新システムズ, https://www.conss.co.jp/products/download/catalog/catalog-wisunfan_usbboard.pdf, (参照 2026-2-24).
- 3) “ Raspberry Pi Pico” , Raspberry Pi Foundation, <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-pico/> (参照 2026-2-24).
- 4) MySQL” , Oracle, <https://www.mysql.com/jp/> (参照 2026-2-24).
- 5) “Grafana: The open observability platform | Grafana Labs” , Grafana Labs, <https://grafana.com/> (参照 2026-2-24).
- 6) “SMTP2GO: Reliable & Scalable Email Delivery Service “, Sand Dune Mail Ltd, <https://www.smtp2go.com/> (参照 2026-2-24).
- 7) “主要設備 | 株式会社ミウラ “, 株式会社ミウラ, <https://www.miural.co.jp/equipment/index.htm> (参照 2026-2-24).