

# スマート工場実現のための作業工程監視装置の開発

(DX 実現のための IoT と AI 技術を用いた製造業支援)

機械システム科 科 長 田 口 喜 祥

近年、製造現場で生産効率を上げるために DX(Digital Transformation)の推進が求められている。IoT(Internet of Things) 技術を用いて機械装置の稼働状況を監視することで、無駄な工程の見直しや不具合発生時の迅速な対応、生産性向上のための改善を行うことが期待されている。また、近年では IoT 技術により収集したデータを AI(Artificial Intelligence) 技術で解析することで、故障の予兆検知なども行われるようになってきている。

そこで、本研究開発では、DX を推進するため、稼働している機械装置の稼働状況を IoT 技術により収集し、AI 技術を用いて解析することで、作業の進捗状態を解析し監視する装置を開発することを目的とする。

## 1. 緒言

近年、製造現場で生産効率を上げるために DX(Digital Transformation) の推進が求められている。特に、生産設備の稼働状況の監視、生産数及び生産に要した時間を IoT(Internet of Things) 技術を用いて監視し、デジタルデータとして記録することにより、工程の効率化や不具合発生時の迅速な対応、生産性向上のための改善などが期待される。また、近年 AI(Artificial Intelligence) を用いた研究が注目されており、製造現場への応用が数多く報告されている。IoT 技術により収集したデータを AI 技術で解析して活用することが、製造業での DX 推進につながると期待されている<sup>[1-2]</sup>。

一方、生産現場では製造に使用した機械装置の稼働時間や、製造がどの工程まで進んでいるかに関するデータを収集したいとの要望がある。作業工程の監視を IoT や AI 技術を用いて実施可能となれば、工程を自動的に監視可能なスマート工場を構築でき、製造業の DX 化支援につながると考えられる。

そこで、本研究開発では、工場内で稼働している機械装置の稼働状況を IoT 技術により収集し、AI 技術を用いて解析することで、作業工程の進捗状態や生産に用いられた装置の稼働状態を解析し、監視する装置を開発することを目的とする。CNC 工作機械などはこれまでの研究開発でパトライトや電流の監視を行うことで稼働状況の監視が可能となっている。しかし、作業者が直接操作を行う手持ち電動工具や小型機械装置の稼働状況は、数が多いことに加えて使用する場所が一定しておらず測定が難しかった。本研究では作業者が直接使用する小型機械装置を対象として、電流波形の特徴から対象を認識し、稼働状況を取得する装置を開発し、作業工程の監視を行うことを目標とする。

令和4年度は作業工程監視のために必要となる、電流波形の特徴から稼働している機械装置を推定する装置(以下、監視モジュールと呼ぶ)を開発するために必要なデータ収集を行った。

## 2. システム構成

開発する作業工程監視装置の構成を図1に示す。作業工程を監視するためには、どのような機械装置が稼働中であるか認識し、自動的に記録する必要がある。これまでの研究でCNC工作機械の稼働監視は可能となっているが、仕上げ作業などで用いられる電動工具の稼働状況は、数が多く使用する場所が変わる場合があるため監視することが難しかった。そこで、本研究では、機械装置に流れ込む電流の特徴を基に、稼働している機械装置を認識し監視する装置を開発する。

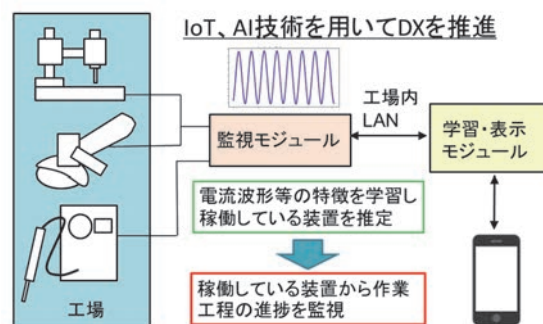


図1 システム構成

令和4年度は、電流波形の特徴から稼働している機械装置を推定する AI を開発するために、テーブルタップを流れる電流と機械装置に流れ込む電流を自動収集する IoT 装置を製作した。

### 3. データセット収集システム

テーブルタップを流れる電流波形の特徴を認識し、稼働中の機械装置を推定する監視モジュールを開発するには、稼働している機械装置ごとの電流波形から稼働している機械装置を推定する機能が求められる。このような機能を有した AI を開発するためには、機械装置ごとの電流データを収集する必要がある。そのため、電流センサと ESP32 マイコンボード用いた電流計測用マイコンボードを複数台製作した。また、製作した電流計測用マイコンボードで収集したデータを時間および機械装置名と共にサーバ PC に記録し、AI 学習用のデータセットを作成するためのデータセット収集システムを構築した。構築したシステムの構成を図 2 に示す。

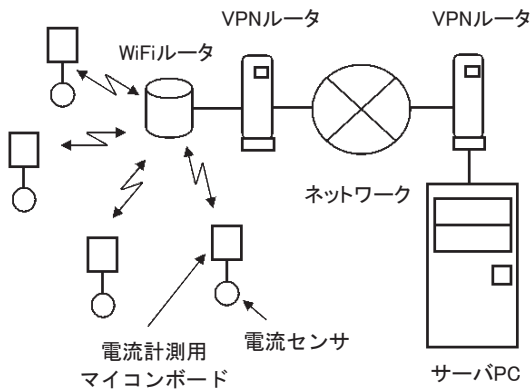


図 2 データセット収集システム

データセット収集システムは、離れた工場間での利用を想定し、プライベートネットワーク間のデータ通信のための VPN ルータや、広範囲な WiFi 環境を構築できるメッシュ WiFi を用いた構成とした。今回使用した VPN ルータは BUFFALO 製 VR-S1000、メッシュ WiFi ルータは TPLink 製 DECO X95 である。システムで収集した電流データの例を図 3 に示す。この例は、約 25 kHz のサンプリング速度で 2048 個の電流データを取得し、サーバ PC (Windows 10) で収集した結果であり、使用する装置ごとに電流波形が違っていることが確認できる。製作した 4 台の電流計測用マイコンボードを用いて、テーブルタップ本体の電流 1 か所と、そのテーブルタップに接続されている機器の電流 3 か所を収集した。安定してデータを収集できることを確認するために連続して 30 日間電流データを収集する予備実験を実施し、データセット作成のための電流データを収集できることを確認した。

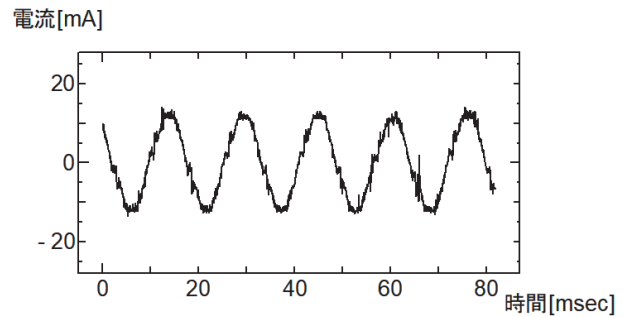
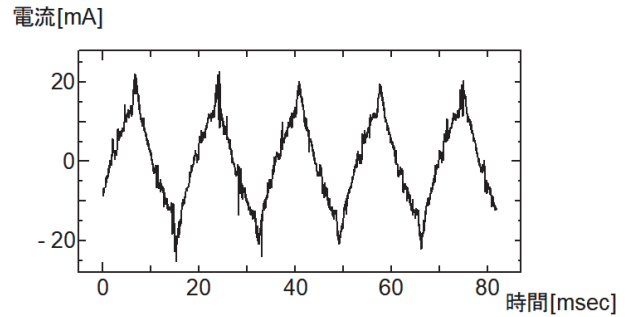


図 3 収集した電流データの例

### 4. 結言

工場内で稼働している機械装置を推定し、作業工程の進捗状態を解析し監視する装置を開発するために、機械装置ごとの電流波形を収集するデータセット収集システムを構築した。

今後、収集したデータセットを用いて、AI を学習し電流波形の特徴から機械装置を認識し、機械装置ごとの稼働状況を基に作業工程の進捗を解析・監視する装置を完成させたい。

### 参考文献

- [1] 成瀬：AI 活用が期待される工場の IoT 化、日本総研経済 Research Focus No. 2019-032, pp. 1-7, 2019. 11.
- [2] 小川、永井：IoT 等の進展が与える情報システムへの影響に関する研究、産業経済研究所紀要、第 27 号、pp. 27-88, 2017. 7.
- [3] 田口：無線ネットワークを用いた振動監視装置の開発、長崎県工業技術センター研究報告、No. 48, pp. 5-10, 2019.
- [4] 田口、久保田：AI を用いた監視装置の開発、長崎県工業技術センター研究報告、No. 51, pp. 10-15, 2022.