調査・報告

インダストリアルIoTの活用に関する調査研究

木嶋　祐太*　星野　公明**　石井　啓貴***　土井　康平***　本多　章作****
石澤　賢太*****　福嶋　祐一*****　馬場　大輔******　明歩谷　英樹*******

Research Report on Utilization of IoT in Manufacturing Industry

KIJIMA Yuta*, HOSHINO Kimiaki**, ISHII Hirotaka***, DOI Kohei***, HONDA Shosaku****,
ISHIZAWA Kenta*****, FUKUSHIMA Yuichi*****, BABA Daisuke****** and MYOBUDANI Hideki*******

1. 緒　　言

本調査研究事業では，県内企業の生産性向上を図るため，製造業におけるIoT（Internet of Things）の普及状況やAI（Artificial Intelligence）などの関連技術動向について調査した。

また，県内企業のIoT活用推進を支援するツールとして，（国研）産業技術総合研究所の「MZプラットフォーム」「スマート製造ツールキット」[1)]などを技術シーズとし，その普及活動や試行実験を実施した。

2. 国内企業の状況

AI・IoTやIT化などはDX（Digital Transformation）と関連することが多い。本来のDXの定義は，データとデジタル技術を活用して，製品やサービス，ビジネスモデルを変革するとともに，業務そのものや，組織，プロセス，企業文化・風土を変革することである。そのために，まずは業務をデジタル化する必要があり，AI・IoTはDXを推進する手段となる。

（独）情報処理推進機構（IPA）が収集した2020年でのDX推進指標[2)]によると，実に全体の9割以上の企業がDXにまったく取り組めていない（DX未着手企業）か，散発的な実施に留まっている（DX途上企業）状況であることが明らかになった。

また，2020年は新型コロナウィルスの影響によりこれまでの環境が大きく変化してしまうことを体験し，企業文化を変革する機会にもなった。経済産業省のDXレポート2[3)]には，テレワークをはじめとした社内のITインフラや就業に関するルールを迅速に変更し変化に対応できた企業と，対応できなかった企業でDXの進捗に差が開いている，という記載がある。

このような状況に遅れをとらないためにも，これまで当所として実施してきたDXの認知向上，ツールの導入支援，人材育成といった対応が依然として必要であると思われる。

3. 県内企業調査結果

3.1 IoTやIT化について

生産状況の取得や見える化といったIoTやIT化に関して，県内企業の状況を調査した。

- 企業内にITを専門としている部署がなく，データを取得したいと思っていてもどう進めたらよいかわからないという部分は依然として課題である。
- 外部委託で構築した既設の情報システムを保持している場合があるが，メンテナンスが難しいので，サブシステムを自社で構築したいという要望がある。

*　研究開発センター
**　企画管理室
***　下越技術支援センター
****　県央技術支援センター
*****　中越技術支援センター
******　上越技術支援センター
*******　素材応用技術支援センター

・既に IoT や IT システムでデータを取得している企業は多い。県の補助金を活用し IT 企業の協力を得て，クラウドの音声認識を利用し生産状況を入力するシステムを使っている企業もある。
・クラウドやセンサを活用した新しいサービスを開発している県内企業もある。取り組みが進んでいる企業には必ずキーとなる IT 人材がいて，推進役となっている。

3.2 AI について

機械学習やディープラーニングといった AI に関連した技術の県内企業における活用について調査した。

・AI に関連した技術の活用状況について，AI 関連セミナーに参加した企業に取ったアンケートによると，図 1 に示すとおり，まだ活用していないという企業が多い。
・外観検査に AI を活用したいという企業が多い。当所が開催したディープラーニングの使い方講習会に参加し，これをきっかけに開発を開始し活用に至った企業もある。
・機械装置の状態の読み取りのため，数字の認識に AI を活用してみたいという要望があった。
・ある程度データが集まっている状況にあり，その解析に AI を活用してみたいという要望があった。その場合，解析の方法と，自社にとって役に立つ情報が本当に得られているのかがわからないことが課題である。

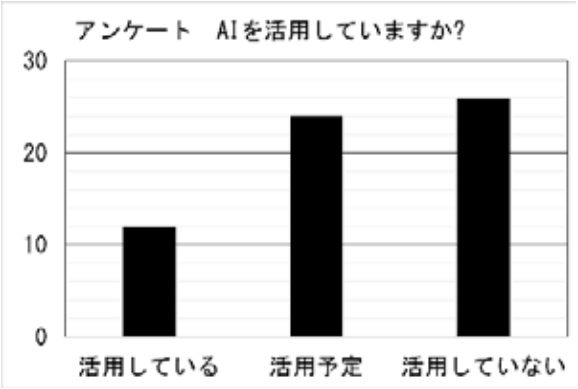

図 1 アンケート（AI の活用状況）の結果

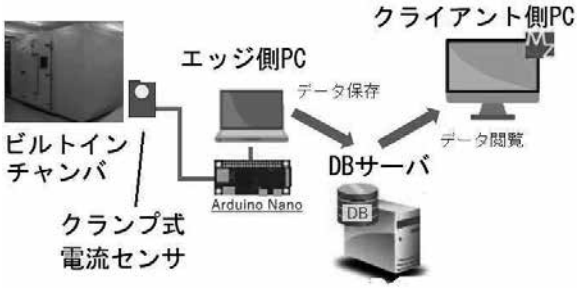

図 2 計測システムの構成

4. MZ プラットフォームの試行

IoT を推進するツールとして MZ プラットフォームとスマート製造ツールキットの計測システムを製作した。MZ プラットフォームを活用し，IoT システムを安価で比較的簡便に，かつ測定対象側を大きく改造することなく，ある程度 IoT 側で独立して構築したものである。

令和元年度は，当所試験棟 1 階の疲労試験機を対象に，計測機器の試作と実証実験を実施した [1)]。今年度は，試験棟研究室に設置されたビルトインチャンバーの消費電流を，職員室においてリアルタイムに観測できるシステムを製作した。ビルトインチャンバーを観測対象としたのは，製造業における大規模設備の稼働状況をモニタリングするにあたって，消費電流を対象とすることで，比較的簡易に大型設備の稼働実績を把握することを見据えているからである。

また，取得したデータは機器故障の予防保全に活用できる可能性がある。

4.1 システムの構成

計測システムの構成を図 2 に示す。消費電流を計測するセンサとしてクランプ式電流センサ CTL-24-CLS（（株）ユー・アール・ディー製）を使用した。リングコアに巻かれた二次巻線と，貫通電線の間が対巻き線数の変流比となる，電流トランス方式のセンサである。出力電流を負荷抵抗に流すことで電圧信号に変換する。測定する電線をクランプ内に貫通させるだけで

電子回路に直接入力可能な電流情報が得られるので，測定対象となる生産設備の大きな改造を施すことなく，生産系とは独立で IoT システムが構築できる。今回使用したクランプ式電流センサは，測定範囲が，300Arms （50/60Hz）までとなっており，負荷抵抗に応じてアナログ電圧が出力される。エッジ側 PC はアナログ入力ポートを持たないため，センサヘッドとして，Arduino Nano を使用した。

4.2 MZ プラットフォームのアプリケーションと計測の原理

エッジ側 PC のアプリケーションおよびクライアント側 PC の消費電流グラフ確認のソフトウェアについては，MZ プラットフォームを使用して作成した。

（Arduino Nano の処理）

ビルトインチャンバーに電源を供給している配電盤の 1 相にセンサをクランプする。クランプ式電流センサは 2 次側巻き線出力に接続する負荷抵抗に応じて計測できる最大電流が変化するので，設備の定格に応じて負荷抵抗を設定し結線した。クランプ式電流センサの 2 次巻き線出力を Arduino Nano のアナログ入力ポートに接続し，クランプ式電流センサの 2 次側電圧出力を検出することとする。2 次側電圧出力は交流電圧であるため，Arduino Nano のタイマー割り込み処理を使用し，1 周期当たり 80 回電圧値をサンプリングし，交流電圧の実効値を Arduino Nano 側で算出した。さらに 2 次側電圧出力の実効値とクランプ式電流センサの換算係数から，クランプに流れる 1 次側の電流値を算出する。

また，Arduino Nano とエッジ側 PC は，シリアル通信を使い，エッジ側 PC からクランプ式電流センサの電流値の問い合わせのための文字コードを受信するごとに，Arduino Nano 側で算出した電流値を出力するようスケッチを作成した。

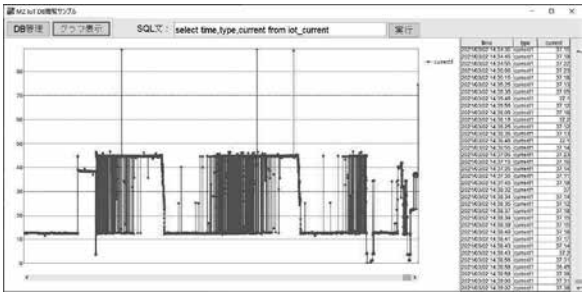

図 3　クライアント側 PC の MZ プラットフォームによるアプリケーション

（エッジ側 PC の処理）

エッジ側 PC では，MZ プラットフォームにより作成したアプリケーションにより，Arduino Nano とシリアル通信を行い，Arduino 側で算出した消費電流の実効値を取得する。エッジ側アプリケーションでは電流値のサンプリング間隔を設定できるようにし，設定されたサンプリング間隔ごとにシリアル通信で Arduino 側と通信して，取得した電流値を SQL コマンドにより MySQL サーバに送信し，電流値を時系列で格納するようにした。

（クライアント側 PC の処理）

クライアント側 PC では，MZ プラットフォームで作成したアプリケーションにより，電流値の時系列データを折れ線グラフで可視化する。まず，クライアント側アプリ内で時系列データを取得するための SQL 文を作成し，MZ プラットフォームのデータベースアクセスコンポーネントを通じて，MySQL サーバに接続する。SQL 文により出力された，時系列データをアプリ側へ取り込み，グラフコンポーネントで折れ線グラフと，テーブルコンポーネントで数値データを表形式で表示させるようにした。

4.3 試行実験の結果

消費電流のサンプリング間隔は 10 秒間隔に設定した。測定結果のグラフおよびアプリケーション画面を図 3 に示す。試行実験の結果，ビルトインチャンバーの運転特性の要因で，電流

のオン・オフの制御が頻繁に行われている様子や，グラフの形状から温度プロファイルごとの大まかなトレンドが見えるようになり，消費電流の時系列の推移を遠隔で容易に観測することができた。

4.4 MZ プラットフォームに関連した県内企業の調査

MZ プラットフォームの使用感や，企業が抱える AI・IoT 関係の技術課題などについて聴取した。

・プログラム開発における汎用性の高さや適用範囲の広さに可能性を感じるなど，前向きに評価されている一方，独特の操作感への戸惑いや，ソースコードの記述が不要とはいえ現場の初級者にはやや難しいとの感想もあった。
・生産現場における IoT によるデータ収集，帳票作業の効率化，収集されたデータの見える化などに技術的課題やニーズがあった。
・MZ プラットフォームの啓蒙普及，ツールの習得には，さらなる継続的な取り組みが必要である。

また，データベース管理システムの基礎知識や SQL 構文の基礎，IoT システム構築にあたっての基礎知識などを組み合わせた，総合的な研修計画が必要である。

・MZ プラットフォーム以外にも様々なノーコード・ローコード系のツールに関心がもたれていた。

5. 課題とその対応

県内企業の AI・IoT の活用について，既に取り組んでいる企業もあるが，一方で社内に体制ができていない企業もあり，そういった企業にとっては推進が難しい状況が伺える。

サブシステムとして自社で構築したいという要望や取得したデータを AI によって解析したいという要望など，その範囲が広がっており，各企業内で取り組めることを増やしていくことが必要と思われる。

今後の対応として，今回実施した試行実験のような情報を提供するなどして，様々なデバイスやツールなどの導入支援を引き続き支援していく必要がある。

6. 結　　言

(1) 国内企業の状況を見ると，DX 化推進に関して，9 割以上の企業が DX 未着手企業，DX 途上企業であり，コロナ渦によりさらなる 2 極化が進む可能性もある。
(2) 県内企業では既に取り組んでいる企業もあるが，一方社内に体制ができていない企業など AI・IoT を進めることが難しい状況は依然としてある。引き続き導入支援などをしていく必要がある。
(3) MZ プラットフォームを活用して測定対象を大きく改造することなく，比較的容易に IoT システムを構築できることが確認できた。この仕組みを県内企業に展開していきたい。

参考文献

1) 星野公明ほか，“インダストリアル IoT の活用に関する調査研究”，工業技術研究報告書，新潟県工業技術総合研究所，No.49，2020，pp.73-76.
2) デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会，“DX レポート 2（中間とりまとめ）”，経済産業省，2020，p.7.
3) デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会，“DX レポート 2（中間とりまとめ）”，経済産業省，2020，pp.9-12.