

研究論文

MZ Platform・スマート製造ツールキットによる既存機器のIoT化 ～IoT活用例示のためのテストベッド構築に向けて～

木村宏樹^{*1}、島津達哉^{*1}、平出貴大^{*1}、酒井昌夫^{*1}、依田康宏^{*2}

IoT Application of Existing Equipment Using MZ Platform/Smart Manufacturing Toolkit: Toward Building Up Test-Bed for Utilizing IoT

Hiroki KIMURA^{*1}, Tatsuya SIMADZU^{*1}, Takahiro HIRADE^{*1}, Masao SAKAI^{*1} and Yasuhiro YODA^{*2}

Industrial Research Center^{*1*2}

県内企業のIoT導入強化を図るため、産業技術センターが所有する装置・機器の稼働状況等の「見える化」や「データ活用・分析」を例示し、企業との意見交換の場となる「テストベッド」を構築する。本研究では、テストベッドの構築に向けて、熱衝撃試験機および促進耐候性試験機のIoT化(見える化)を行った。(国研)産業技術総合研究所の「MZ Platform・スマート製造ツールキット」を活用して、試験機の異常停止等の検知・通知や遠隔地から試験機の動作状況を画像で確認するアプリを開発した。

1. はじめに

本研究は、(国研)産業技術総合研究所の「つながる工場テストベッド事業(第2期)」¹⁾に採択されて実施するものである。本事業は、地域での自立的なIoT活用促進と地域課題の解決を図るための方法論を検討するもので、公設試験研究機関が地域課題に即した「テストベッド」を構築して、企業のIoTに関するニーズの抽出を行いながら、その解決を図ることを目的としている。本事業に限らず、各都道府県の公設試験研究機関においては企業のIoT活用促進に向けた取組が進められている^{2)~6)}。

愛知県は、輸送機械、電気機械、鉄鋼、生産用機械、食料品、プラスチックといった様々なモノづくり産業の中小企業が集積する「モノづくり県」である⁷⁾。IoTを積極的に導入・活用している企業がある一方で、中小・小規模事業者を中心に、IoTに関する認識やリソース(技術、人員、コスト)不足などの理由で、十分に組み立てていないという地域の課題がある。多くの企業のIoT化を支援するためには、企業ニーズの把握と課題解決へ向けた技術支援を効率的に実施する必要がある。

そこで、IoT活用の例示・意見交換の場として、「テストベッド」を構築する。具体的には、当センターが所有する装置・機器を多数IoT化し、「見える化」や「データ活用」の具体的な事例として示すことで、IoTに関する認識向上と企業ニーズの把握につなげる。また、当センターによる地域企業への技術支援を見据え、IoTツ

ールには(国研)産業技術総合研究所が開発した「MZ Platform・スマート製造ツールキット」^{8)~10)}を使用する。本ツールは、IoT化のための基本的なシステムを自前で安価に構築することができるもので、IoT未経験の企業であっても使いやすく設計されている。

本研究は3年計画で実施するものである。本稿では、1年目に実施した内容のうち、テストベッド構築に向けて「見える化」の例示を目的に開発した熱衝撃試験機および促進耐候性試験機の稼働状況のモニタリングについて報告する。

2. 実験方法

2.1 対象機器とIoT化ニーズ

熱衝撃試験機(日立アプライアンス(株):ES-106LH)(**図1(a)**)は、試料に加熱・急冷を繰り返し与え、温度変化に対する耐久性や劣化を調べる装置である。指定した温度に達しない(制御できない)などのトラブルが生じた場合、異常停止し、試験が中断・遅延する。当センターでは、試験機の設置場所が職員の居室から離れているため、装置の稼働状況を遠隔で確認したい、異常停止の場合はすぐに知りたいなどのモニタリングに対するIoT化ニーズがある。

促進耐候性試験機(スガ試験機(株):S80HBBR)(**図1(b)**)は、カーボンアークを光源とし、試料が屋外・屋内で長時間使用された時の色や機械的強度の変化などを

^{*1}産業技術センター 自動車・機械技術室 ^{*2}産業技術センター 総合技術支援・人材育成室(現産業科学技術課)



(a) 熱衝撃試験機 (b) 促進耐候性試験機
図 1 対象機器

短時間で評価する装置である。試験中、過昇温防止や降水の設定に対し、誤作動やカーボンの異常燃焼などのトラブルが生じた場合、異常停止し、試験が中断・遅延する。前述の熱衝撃試験機と同様、モニタリングに対するニーズがあるほか、異常停止した際、計装パネルに表示されている数値が時々刻々変わり、異常発生時に生じた現象の正確な把握ができていないという課題がある。このため、異常停止前後の表示データを記録することに IoT 化ニーズがある。

2.2 IoT ツール

2.2.1 MZ Platform・スマート製造ツールキット

MZ Platform は、中小企業の IT 化支援を目的に開発されたソフトウェア開発ツールである。高度なスキルを必要とせずに、コンポーネントと呼ばれるソフトウェアの部品を画面上に組み合わせることで、ソフトウェアを作成することができる。これを拡張した「スマート製造ツールキット」は、ソフトウェアだけでなくハードウェアまで含めた IoT システムの構築を可能とする IoT ツールである。具体的には、安価なセンサやマイコンを使用した計測・可視化などのシステムを自作することができ、そのためのアプリケーション(MZApp)も提供されている。これらのツールは、MZ プラットフォームユーザー会⁹⁾から配布され、会員登録すれば無償で利用することができる。操作マニュアルや開発チュートリアルも充実しており、独自アプリの開発も可能である。

2.2.2 IoT システムの構築

スマート製造ツールキットを使用して構築した IoT システムの構成を図 2 に示す。機器の稼働状況をデータ計測部(エッジ PC)で取得し、データ蓄積部(サーバ PC)に送信する。モニタリング部(クライアント PC)からサーバ PC のデータベースにアクセスすることで、LAN 内において稼働状況の遠隔モニタリングが可能である。

具体的には、シングルボードコンピュータ「Raspberry Pi(4B)」をエッジ PC とし、アナログ・デジタル入出力可能なマイコン「Arduino Nano」を接続した。スマート製造ツールキットの計測用アプリ「IoTEdgeApp」を利用して、接続したセンサの出力値

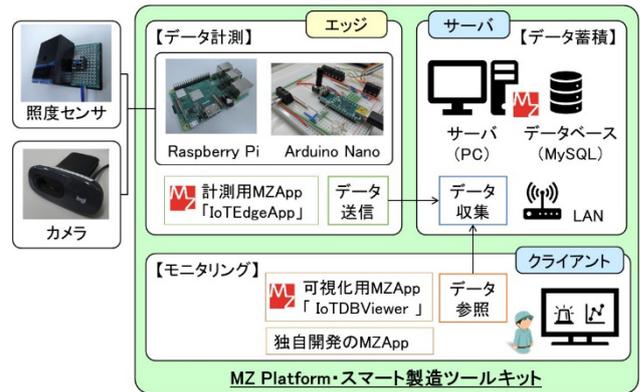


図 2 構築した IoT システム

を取得する。本アプリでは、取得したセンサ値に対する閾値と識別番号を設定する。センサ値が設定した閾値ルールを満たした場合、識別番号がサーバ PC のデータベースに登録される。データベースは、スマート製造ツールキットが提供するもので構築した。クライアント PC からデータベースにスマート製造ツールキットの可視化用アプリ「IoTDBViewer」を利用してアクセスする。本アプリでは、データベースに登録された識別番号の登録回数をカウントする。カウント数を時間・日・月別でグラフ表示することも可能である。

2.3 IoT 実装(見える化)

2.3.1 熱衝撃試験機の IoT 化

モニタリングのニーズに対し、熱衝撃試験機の運転状況の「見える化」を行った。スマート製造ツールキットの既存アプリの活用・改良と独自アプリの開発等により、エッジ側、サーバ側およびクライアント側で実施した具体的な内容を以下に記載する。

試験機の運転状況を表す表示灯(緑点灯・運転、消灯・停止、赤点滅・異常)に照度センサを設置し、スマート製造ツールキットに接続した(図 3)。スマート製造ツールキットの計測用アプリ「IoTEdgeApp」で照度センサの出力値を取得し、閾値ルールと識別番号を設定した(図 4)。閾値ルールに該当する場合、識別番号がサーバ PC のデータベースに登録される。なお、計測用アプリ「IoTEdgeApp」では、閾値ルール該当時、データベースに固定値「1」が登録される仕様だが、識別番号そのものを登録するようにアプリを改良した。

また、計装パネルの遠隔地からの閲覧と異常発生時にその表示内容を記録するため、カメラを設置した。エッジ PC に WEB 配信用アプリケーション「MJPG-Streamer」¹¹⁾をインストールして、カメラの画像を Web 配信できるようにした。

サーバのデータベースには、試験機の稼働状況を識別する識別番号が登録される。クライアント側では、デー

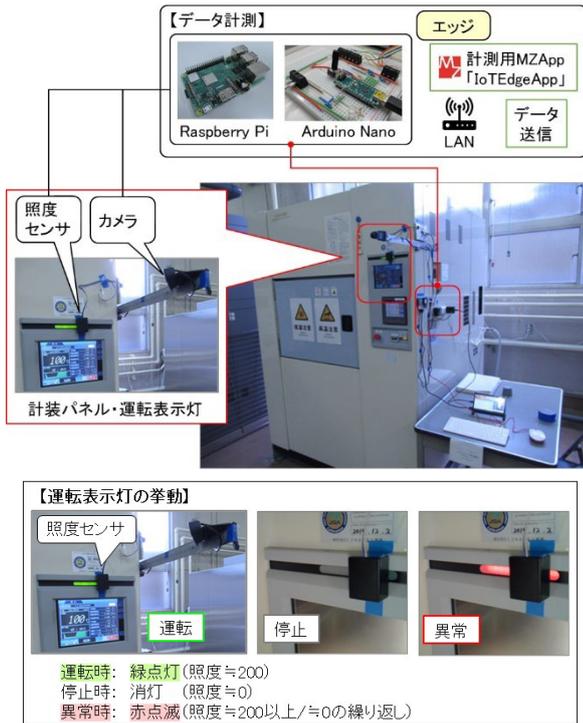


図3 環境試験機へのIoT実装

データベースにアクセスして、試験機の稼働状況を判別し、必要な情報を表示するとともにメール通知する機能が必要となる。そこで、MZ Platformを利用して、独自アプリ「モニタリング用アプリ」を開発した(図5)。本アプリには以下の機能を設けた。

- ・稼働状況の表示
 - ： 運転、停止、異常等の判別・表示
- ・メール送信機能
 - ： 異常時の自動送信・通知
- ・カメラ画像の表示・保存
 - ： カメラ画像の取得・表示、異常時の自動保存

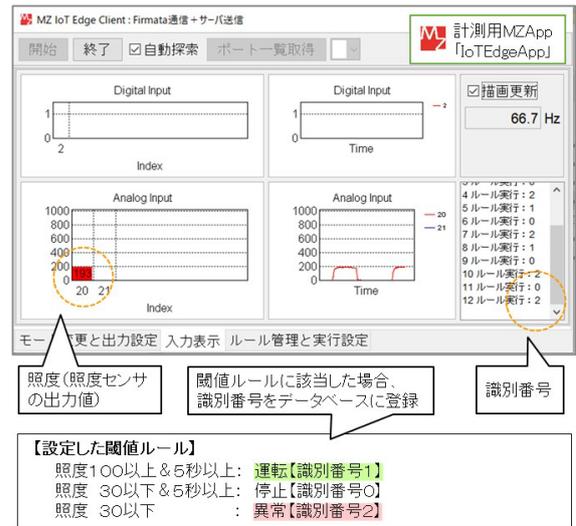


図4 計測用アプリの画面と設定した閾値ルール

本アプリでは、クライアント側からサーバのデータベースにアクセスし、エッジ側から送信された識別番号を参照することにより試験機の稼働状況を判別して、アプリ上に表示(例: 識別番号 0-停止、1-運転、2-異常)する。また、カメラの Web 配信にアクセスして試験機の計装パネルの画像を取得・表示する。表示内容の更新は、任意の周期に設定可能とした。試験機が異常停止した場合、通知用に登録されているアドレスにメール送信するとともに、その時のカメラ画像を自動で保存する。

2.3.2 促進耐候性試験機のIoT化

IoT 化ニーズに対し、促進耐候性試験機の運転状況の「見える化」を行った。モニタリングについては、熱衝撃試験機と同様のため、ここでは「異常停止前後の計装パネル表示データの記録」について説明する。

異常発生前後の計装パネル表示データの記録のため、モニタリング用アプリに改良を加え、発生前は更新周期

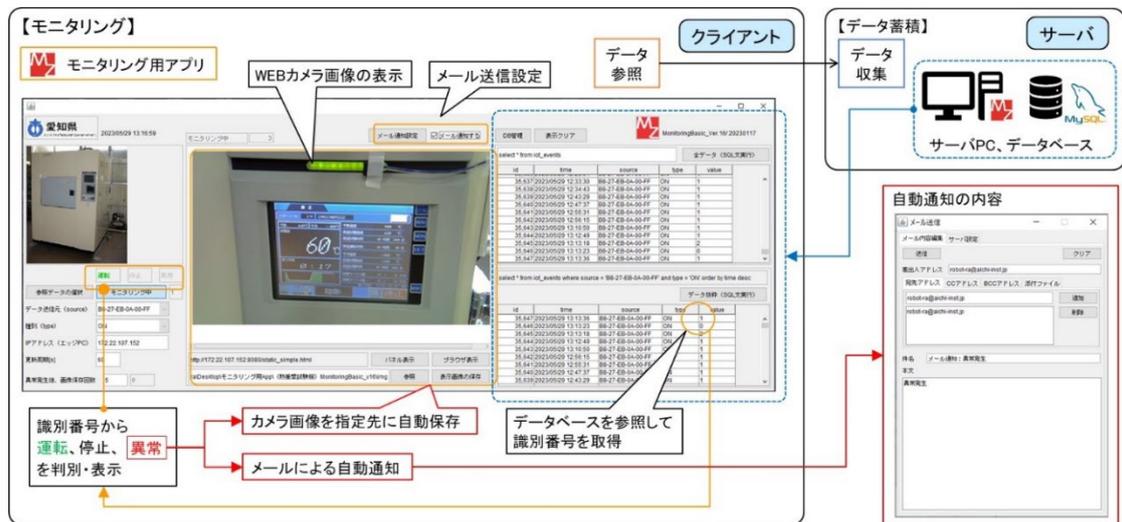


図5 開発したモニタリング用アプリの画面と機能



図 6 異常停止前後のカメラ画像の連続保存機能 文献

5 回分、発生後は指定回数分のカメラ画像を自動で保存できるようにした(図 6)。なお、保存される画像のファイル名は、日時刻と運転状況の識別番号で表現することとし、後から確認しやすいようにした。

3. 実験結果及び考察

熱衝撃試験機に実装した IoT システムの動作確認をするため、異常表示灯に設置した照度センサに対し、設定した閾値以上の照度のライトを照射する実験を行った。その結果、以下のことを確認した。

- ・計測用アプリは、閾値ルールにより識別番号「2」(異常)をデータベースに登録した。
- ・モニタリング用アプリは、設定した更新周期(60 秒)でデータベースにアクセスして識別番号「2」を取得し、その時点及びその前後 5 周期分のカメラ画像の保存とメール送信をした。

識別番号の登録に要する時間は 30 秒程度、画像データの保存に要する時間は 60 秒程度であった。これらの時間は LAN 環境に左右されるが、今回対象とした機器のモニタリングにおいては、十分な性能と考えられる。

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) テストベッドの構築に向けて、熱衝撃試験機と促進耐侯性試験機の IoT 化(見える化)を行った。
- (2) 「MZ Platform・スマート製造ツールキット」を活用して、試験機の異常停止等を検知・通知するとともに、遠隔地から画像確認するモニタリング用アプリを開発した。

付記

本研究は、(国研)産業技術総合研究所の「つながる工場テストベッド事業(第 2 期)」により実施した。

- 1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 企画本部 地域部：つながる工場テストベッド事業，https://regcol.aist.go.jp/sgr/kenkyukai/gmiot/tsunagaru_top. (2023/05/15)
- 2) 赤堀篤，望月紀寿，望月健治，大澤洋文，竹居翼，岩崎清斗，松下五樹，中山洋，鈴木敬明：静岡県工業技術研究所研究報告，**15**, 26(2022)
- 3) 成瀬哲哉：岐阜県生活技術研究所研究報告，**23**, 23(2021)
- 4) 渡邊恭弘，林宏充，田口智之，川畑将人：福岡県工業技術センター研究報告，**32**, 59(2022)
- 5) 島津達哉，木村宏樹，石川和昌，斉藤昭雄：あいち産業科学技術総合センター研究報告，**11**, 82(2022)
- 6) 木村宏樹，酒井昌夫，島津達哉，平出貴大：あいち産業科学技術総合センター研究報告，**12**, 26(2023)
- 7) 愛知県経済産業局産業部産業政策課：あいちの産業と労働 Q&A2022，22(2022)，愛知県
- 8) 澤田浩之，徳永仁史，古川慈之：Synthesiology，**8**(3)，158(2015)
- 9) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 製造技術研究部門：MZ プラットフォームユーザー会，<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/>. (2023/05/15)
- 10) 古川慈之：人工知能学会第二種研究会資料，**2017(KST-32)**, 1(2017)
- 11) GitHub, Inc.: jacksonliam / mjpg-streamer, <https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer>. (2023/05/15)