

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 化支援ツールの開発とテストベッドの構築～

木村宏樹^{*1}、島津達哉^{*1}、平出貴大^{*1}、依田康宏^{*1}、牧俊一^{*2}

IoT Application of Existing Equipment Using MZ Platform/Smart Manufacturing Toolkit: Development of IoT Support Tool and Test-Bed

Hiroki KIMURA^{*1}, Tatsuya SIMADZU^{*1}, Takahiro HIRADE^{*1}, Yasuhiro YODA^{*1}
and Shunichi MAKI^{*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」を例示するテストベッドを構築した。本研究では、(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等を用いて「IoT 化支援ツール」を開発し、本支援ツールを利用してテストベッド「製品の検査工程を模した IoT システム」を実現した。稼働状況の表示や AI による画像分類などの IoT 活用ニーズに対し、具現化して示すことができることを確認した。

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に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なながら、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では、企業の IoT 活用促進に向けた取り組みが進められている^{2)~9)}。

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¹⁰⁾。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、十分に取り組め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や機器を 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 に関する企業の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(以下、「スマート製造ツールキット」という。)^{11)~13)}を使用した。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、3 年目に実施した内容のうち、スマート製造ツールキット等を用いて開発した「IoT 化支援ツール」と、本ツールを利用して構築したテストベッド「製品の検査工程を模した IoT システム」について報告する。

2. 実験方法

2.1 IoT 化支援ツール

本研究では、スマート製造ツールキットと、AI ツールとして Neural Network Console(ソニーネットワークコミュニケーションズ(株))¹⁴⁾を使用した。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もので、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も提供されている。Neural Network Console は、Windows 環境で動作し、ドラッグ&ドロップで簡単にニューラルネットワークを設計でき、ディープラーニングを用いた高度な AI 開発が可能であり、無料で利用で

^{*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 自動車・機械技術室 (現総合技術支援・人材育成室)

きる。また、構築したニューラルネットワークを Python コードで出力することができるため、学習結果を Raspberry Pi に実装して推論することも容易である。これらのツールを使用して、装置や機器の稼働状況の遠隔モニタリングや AI を活用した異常検知をするために、カメラ画像の表示やセンサ値の取得、画像データや時系列データに対する AI 推論を実行する「IoT 化支援ツール」を開発した。本支援ツールを使用して構築した IoT システムの構成を図 1 に示す。

データ送信側では、シングルボードコンピュータ Raspberry Pi(4B)にアナログ・デジタル入出力可能なマイコン Arduino Nano を接続し、スマート製造ツールキットが提供する計測用アプリ IoTEdgeApp を使用して、接続したセンサの出力値を取得する。センサ値が設定した閾値ルールを満たした場合、その識別項目(送信種別)と番号が、時刻情報と共にデータベースに登録される。本研究で付加した機能により、センサ値そのものをデータベースに登録することができる⁸⁾。また、本研究で作成した RNN (Recurrent Neural Network:再帰型ニューラルネットワーク)推論実行アプリ⁹⁾を利用して、時系列データに対する値予測による異常検知などの AI 推論も可能である。画像データに対する CNN (Convolutional Neural Network:畳み込みニューラルネットワーク)推論実行アプリ⁸⁾も作成し、画像分類による良否判定などの AI 推論も可能である。

データ参照側では、スマート製造ツールキットが提供

する可視化用アプリ IoTDBViewer を使用して、データベースに登録されたデータを閲覧する。選択した 1 つの識別項目に該当するデータ数やその推移をグラフ表示する機能に加え、本研究で付加した機能により、設定した識別項目に対するデータ数の割合をグラフ表示することができる。本研究で作成したモニタリング用アプリ⁷⁾では、データベースに登録された識別番号等のデータを参照して、モニタリング対象機器の運転・停止などの稼働状況や、その時刻の差(サイクルタイム)を表示することができる。また、Raspberry Pi に接続したカメラ画像の表示や保存も可能である。

2.2 テストベッド「製品の検査工程を模した IoT システム」

IoT 活用の具体的な事例として、IoT 化支援ツールを使用して構築したテストベッドを図 2 に示す。製品の画像検査を例に、表面欠陥を模した画像の印刷物をカメラで撮影し、画像分類により欠陥の有無を分類(OK, NG 判定)して、検査数と NG 判定数のグラフ表示や、検査時間としてワーク検出時刻の差(サイクルタイム)の表示機能を有している。表面欠陥を模した画像は、DAGM 2007 で利用された工業用部品の欠陥を人工的に作成した画像¹⁵⁾を用いた。Neural Network Console を用いて、4 層の畳み込みニューラルネットワークで学習した結果を CNN 推論実行アプリに実装し、判定した。

検査の具体的な流れを表 1 に示す。工程①～⑥を繰り返し行う。光電センサと照度センサが出力するセンサ値を計測用アプリ IoTEdgeApp で取得して、あらかじめ

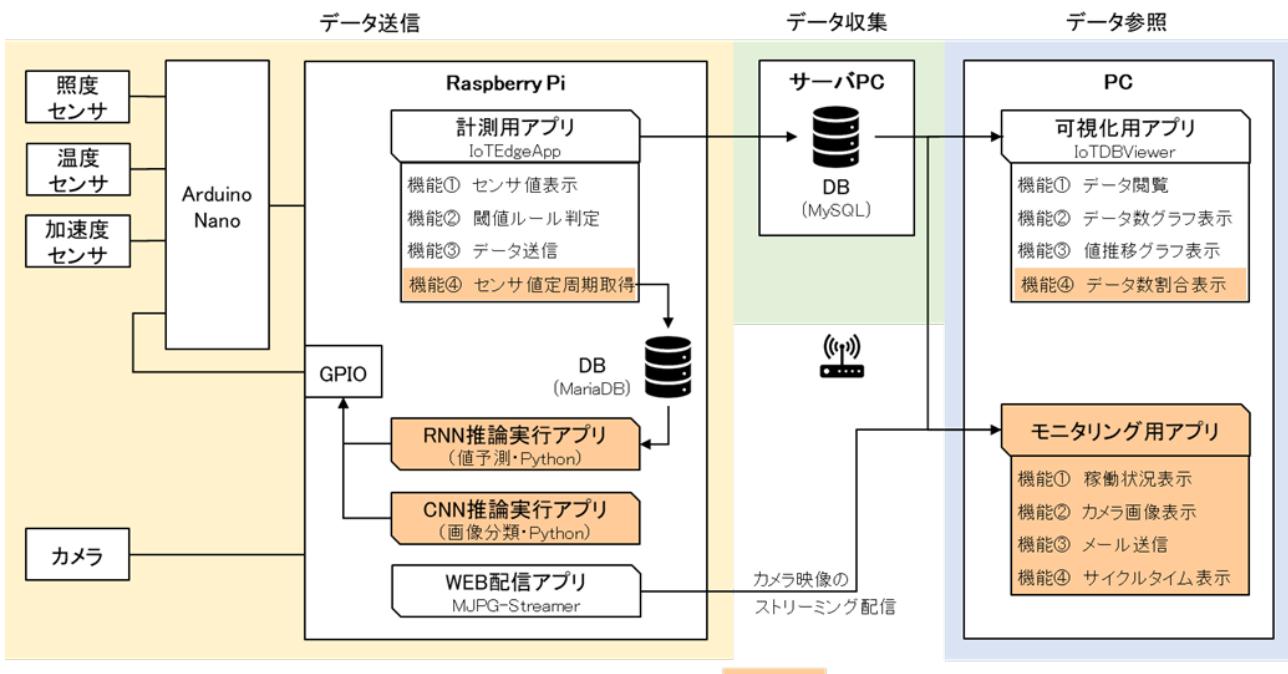


図 1 IoT 化支援ツールを使用して構築した IoT システム

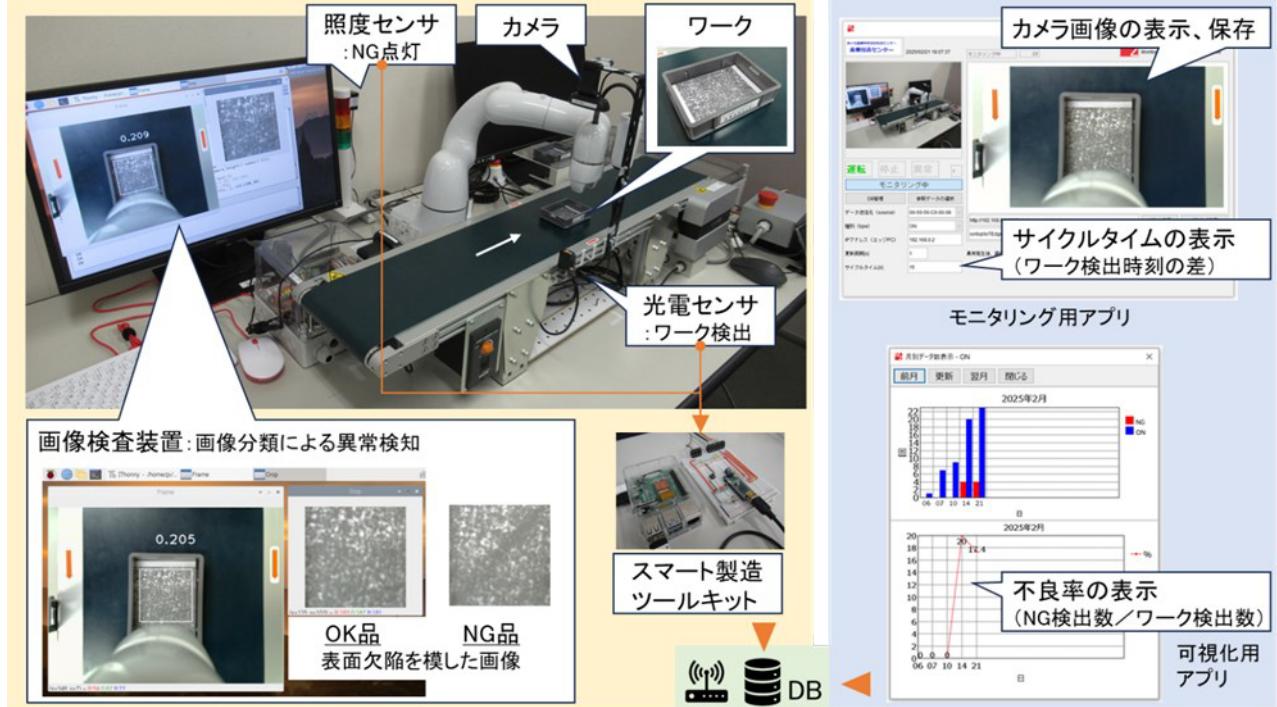


図2 テストベッド「製品の検査工程を模した IoT システム」

表1 表面欠陥を模した製品の検査工程

工程①	コンベアで搬送されるワークを光電センサで検知し、コンベアが停止する
工程②	ワークをカメラで撮影し、CNN で画像分類(OK、NG 判定)を実行する
工程③	NG 判定の場合は、表示灯が点灯する
工程④	表示灯の点灯を照度センサで検出する
工程⑤	アームロボットがワークを把持し、判定結果に応じて所定の位置にワークを搬送する
工程⑥	コンベアが再び駆動する

定めたセンサ値に対する閾値ルールに基づいて、識別項目等がデータベースに登録される。具体的には、ワークが光電センサの前を通過する際の遮光を検知した場合に送信種別「ON」を、照度センサが表示灯の点灯を検知した場合に送信種別「NG」を時刻情報と併せてデータベースに登録するように設定した。

データベースにアクセスして登録されたデータを参照することで、サイクルタイムと不良率を取得して表示する。具体的には、モニタリング用アプリにおいて、送信種別「ON」を指定することで、直近のワーク検出時刻の差としてサイクルタイムを表示した。可視化用アプリでは、処理数として送信種別「ON」を、NG 数として送信種別「NG」を指定することで、それぞれの数を棒グラフ表示し、その比である不良率を折れ線グラフ表示した。

3. 実験結果及び考察

構築したテストベッドを約 3 時間稼働させて、稼働状況(サイクルタイムと不良率)を取得して表示させる実験を行った。サイクルタイムの表示結果を図3に、不良率の表示結果を図4に示す。各図から、データベースに登

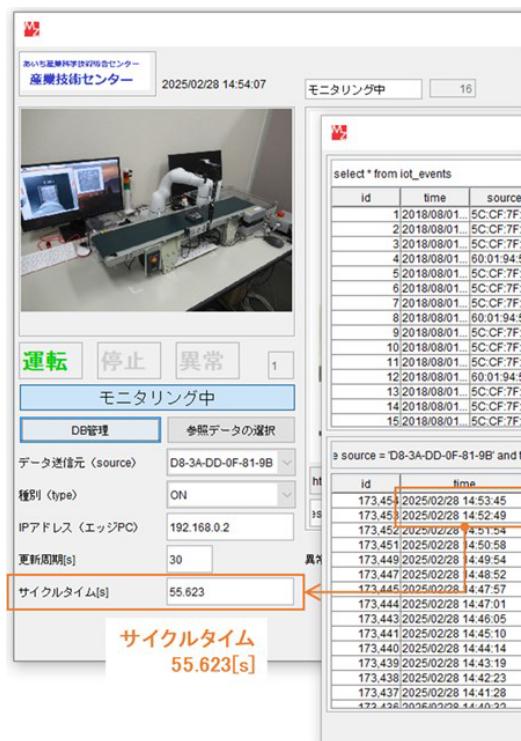


図3 モニタリング用アプリのサイクルタイム表示例

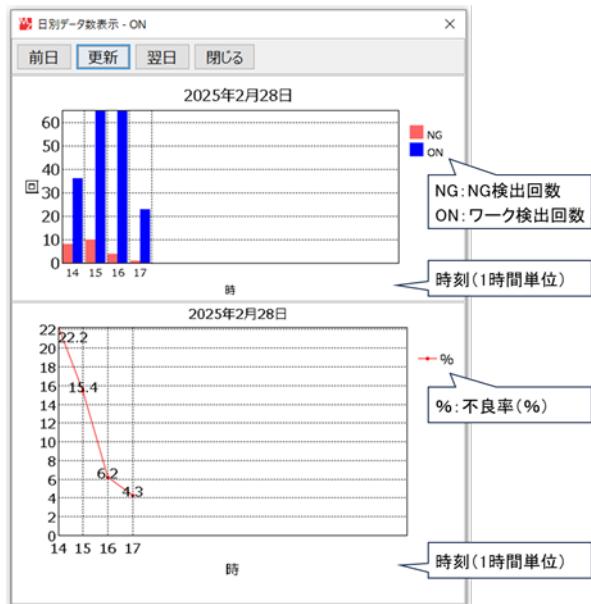


図 4 可視化用アプリの不良率の表示例

録されたワーク検出時刻の差からサイクルタイムを算出して表示でき、画像分類の結果からNG数を取得して処理数との比から不良率を算出して表示できた。

以上の結果から、本研究で開発したIoT化支援ツールを使用して構築したテストベッドは、稼働状況の表示やAIによる画像分類などのIoT活用ニーズに対して、具現化して示せることを確認できた。

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) MZ Platform・スマート製造ツールキットやNeural Network Consoleを用いて、IoT化支援ツールを開発した。
- (2) 開発したIoT化支援ツールを利用して、テストベッド「製品の検査工程を模したIoTシステム」を構築し、稼働状況の表示やAIによる画像分類などのIoT活用ニーズに対し、具現化して示すことができるこことを確認した。

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。

文献

- 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, (2025/04/28)

- 2) 中村信介, 奥山隆史: 山形県工業技術センター報告, **55**, 1(2023)
- 3) 赤堀篤, 望月紀寿, 望月健治, 大澤洋文, 岩崎清斗, 松下五樹, 中山洋: 静岡県工業技術研究所研究報告, **16**, 20(2023)
- 4) 成瀬哲哉: 岐阜県生活技術研究所研究報告, **23**, 23(2021)
- 5) 小林宏明, 長谷見健太郎, 多田幸弘, 高原茂幸, 坂東慎之介, 福本靖彦, 吉村祥一, 神内杜夫: 香川県産業技術センター研究報告, **22**, 18(2021)
- 6) 田口智之, 渡邊恭弘, 林宏充, 古賀文隆, 川畑将人, 前田洋征, 小橋泰成: 福岡県工業技術センター研究報告, **34**, 80(2024)
- 7) 木村宏樹, 島津達哉, 平出貴大, 酒井昌夫, 依田康宏: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **12**, 22(2023)
- 8) 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)
- 9) 木村宏樹, 島津達哉, 平出貴大, 酒井昌夫, 牧俊一: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **13**, 44(2024)
- 10) 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
- 11) 澤田浩之, 徳永仁史, 古川慈之: *Synthesiology*, **8**(3), 158(2015)
- 12) 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/>, (2025/04/28)
- 13) 古川慈之: 人工知能学会第二種研究会資料, **2017(KST-32)**, 1(2017)
- 14) ソニーネットワークコミュニケーションズ株式会社: Neural Network Console, <https://dl.sony.com>, (2025/04/28)
- 15) Interdisciplinary Center for Scientific Computing-DAGM 2007 29th Annual Symposium of the German Association for Pattern Recognition, <http://resources.mpi-inf.mpg.de/conferences/dagm/2007/prizes.html>, (2025/04/28)