

中小企業版デジタルツインの構築

機械電子科 岩崎清斗* 山下清光 望月紀寿
鈴木悠介** 横井功毅 久保田大介

Building a Digital Twin for Small- and Medium-Sized Enterprises

IWASAKI Kiyoto, YAMASHITA Kiyomitsu, MOCHIZUKI Kazutoshi
SUZUKI Yusuke, YOKOI Koki and KUBOTA Daisuke

There is high demand to adopt IoT in manufacturing industries in a prefecture in Japan, as well as effective utilization of previously collected data was also sought after. To address these challenges, this study developed a digital twin that enables cost-effective and easy monitoring of production conditions as well as pre-assessment of equipment layouts. The digital twin was modeled on a local company engaged in metal stamping. As a result, we found that the workload for on-site managers related to patrols and preparation for setup changes was reduced, and that employee awareness of digital technology improved.

Keywords : IoT (Internet of Things) , Digital Twins, Unreal Engine

県内製造業の IoT 導入に対する要望は高く、また収集したデータの活用が求められていた。本研究ではこれらの課題を解決するため、プレス加工を行う県内企業をモデルに、安価かつ容易に生産状況のモニタリングや設備レイアウトの事前検討が可能なデジタルツインを構築した。その結果、現場管理者の巡回にかかる工数や段取り替えの準備の手間が削減され、従業員のデジタルに対する意識向上につながることが分かった。

キーワード : IoT (Internet of Things)、デジタルツイン、Unreal Engine

1 はじめに

近年、デジタル技術の進展により様々な分野で IoT (Internet of Things) の導入が進んでいる。静岡県工業技術研究所では、県内製造業の持続的な発展を目指し、生産効率を向上させるために IoT 導入支援に注力している¹⁾。しかし、IoT システムにより収集したデータは、設備の稼働状況等の見える化の用途に留まっており、十分な活用がなされていない。一方、データの活用手段の一つとしてデジタルツインが近年注目されている。デジタルツインとは、現実空間を仮想空間上に再現することで、現実空間の振る舞いを仮想空間上で確認したり、仮想空間上で自由に加工・修正を行ったりすることが可能な技術を指す。製造業のデジタルツインにおいては、現場の生産進捗の把握や設備のレイアウト、生産ライン構成の事前検

討が可能であり、管理者の現場指示や設備投資の経営判断等への活用が期待されている。ところが、デジタルツインの構築には一般的に多大な労力やコストがかかり、関連技術に精通した人材や情報が不足しているため、中小企業規模でのデジタルツイン構築は実現困難なのが現状である。そこで本研究では、オープンソースソフトウェアやビジュアルプログラミングを活用し、企業自らがデジタルツインの構築や拡張、保守が可能な「中小企業版デジタルツイン」を提案している。令和4～6年度新成長戦略研究の集大成として、実際に静岡県内企業へデジタルツインを導入した事例について報告する。

2 方法

2.1 実験条件

* 現 政策管理局 産業政策課

** 現 商工業局 商工振興課

本稿では、静岡県内で家電や自動車部品の金属プレス加工を行う企業を対象に、デジタルツイン構築による現場の課題解決に取り組んだ。具体的には、

- (1) 管理者は現場の生産進捗を把握するために頻繁に現場へ足を運ぶ必要があり、異常が発生した際には迅速に対処しなければならない。
- (2) 新たな設備の増設を検討しているが、どのようなレイアウトで設備を設置すれば良いか分からない。

といった現場の課題を抱えている。

2.2 実験方法

上記の各課題に対し、以下のような方法で課題解決を図った。

(1) 生産情報収集のための IoT システムの構築

プレス加工機等の設備が加工した時点の時間情報、現在加工している製品型番や進捗状況、在庫の数量等のデータを収集する必要がある。本研究では、これらのデータを収集するため、当所が開催する IoT 大学連携講座 2) の実習機器 (写真 1) を活用した IoT システム (図 1) を構築する。

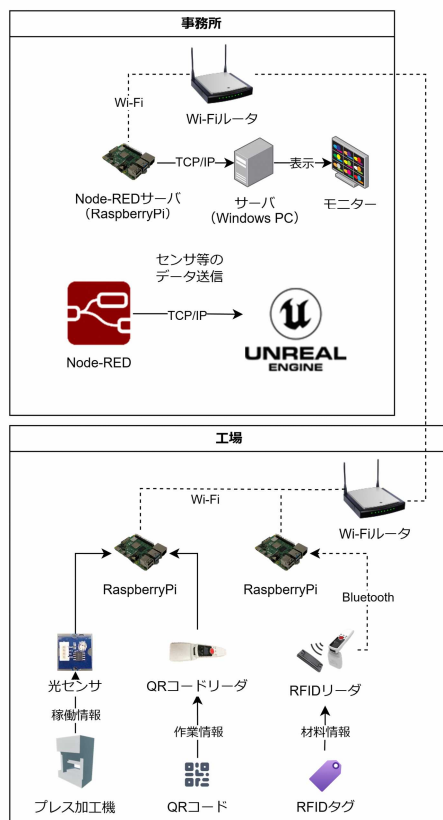


写真 1 IoT 大学連携講座で用いた実習機器

開発環境は Node-RED (図 2) を使い、センサの制御やデータの収集、ダッシュボードの表示等を行う。



図 1 IoT システムの概要

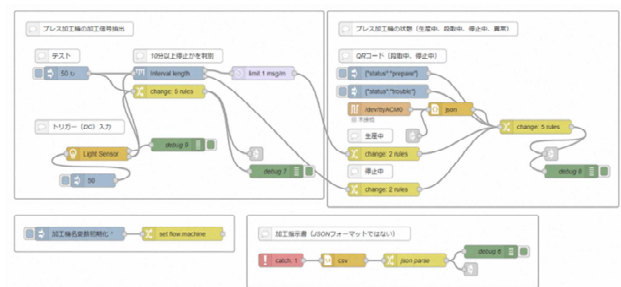


図 2 Node-RED の開発画面実習機器

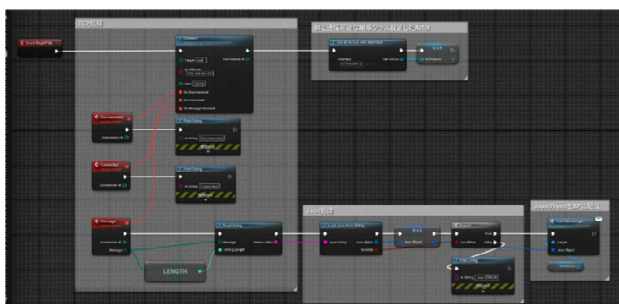
無料かつオープンソースのビジュアルプログラミング環境として、直感的にセンサの制御やデータ処理を行うことができ、企業自らの IoT システムの構築が可能である。

(2) デジタルツインの構築と情報の表示および設備レイアウトの事前検討

デジタルツインの活用法として、生産情報の可視化、設備の設置や搬入経路について事前に検討できるシミュレーション環境を構築する。デジタルツインの構築には、市販の LiDAR スキャナ (Emesent 社: Hovermap STX) を使い、作業現場の三次元点群データを取得し、三次元点群データ処理ソフト (㈱エリジオン: InfiPoints、㈱アルモニコス: ClassNK-PEERLESS) を用いて 3DCG (3D Computer Graphics) モデリングを行う。(1) で収集した設備の状態や生産に関するデータ、モデリングを行った 3DCG データを統合し、デジタルツイン上に再現する開発環境 (表) として、ゲームエンジンの一種である Unreal Engine (Epic Games 社) を用いる (図 3)。

表 デジタルツインの開発環境 (PC仕様含む)

項目	詳細
Device	ZEFTZ30AG (BPO)
Processor	13th Gen Intel(R) Core(TM) i9-13900KF 3.00 GHz
RandomAccessMemory	128 GB DDR5
Graphics Processing Unit	NVIDIA 社 GeForce RTX 4080
OperationSystem	Microsoft 社 Windows Pro
Software	Unreal Engine 5.3.2

図3 Unreal Engineの開発画面
(ブループリント)

Unreal EngineはUnreal Engineはオープンソース、条件を満たせば無料で利用できる。Node-REDと同様にグラフィカルプログラミング環境を持っている。

3 結果と考察

(1) 生産情報収集のためのIoTシステムの構築

設備稼働情報の収集については、プレス加工機の制御灯の点灯を光センサで検出した。また、作業情報については、作業者が二次元コードリーダーで読み取る方法を採用した(写真2)。

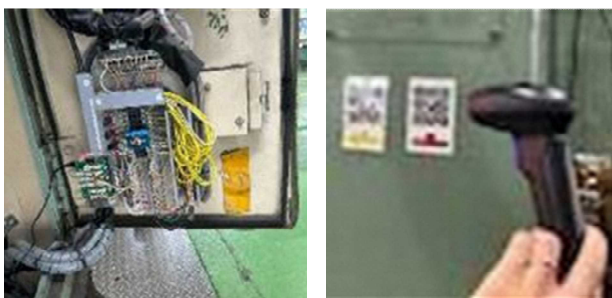


写真2 生産情報のセンシング

左：配電盤内に、加工に連動して点灯するLEDがあり、そのLEDの付近に光センサを設置した。

右：設備の段取り、異常発生等生産に関する作業情報を二次元コードで作業場に掲示し、状態発生にコードを読み取れるようリーダーを設置した。

材料情報の収集については、RFID (Radio Frequency Identification) タグを材料に貼り付けて管理する方法を検討した。しかし、RFID タグをリーダー (ATID 社 AT388) で読み取る、ID 情報と材料情報を紐付ける等一連の作業を、対象企業の材料の搬入工程に導入するには、現在の作業工程に変更が生じたため、現地での技術検証のみに留まってしまった(写真3)。一方で、これらのRFID タグを用いた在庫管理については、別企業にて導入を図った事例として別稿3)を参照されたい。



写真3 RFID タグの技術検証の様子

RFID タグの ID 情報をリーダーで読み込み、IoT システムに記録する動作を確認した。

(2) デジタルツインの構築と情報の表示および設備レイアウトの事前検討

図4のように、デジタルツインの3DCGモデルを作成した。なお、詳細については別稿4)を参照されたい。ここで作成した3DCGモデルと(1)のIoTシステムで収集したデータを用い、Unreal Engine上でデータを統合し、実際の企業にて生産状況の表示を行った(図5)。

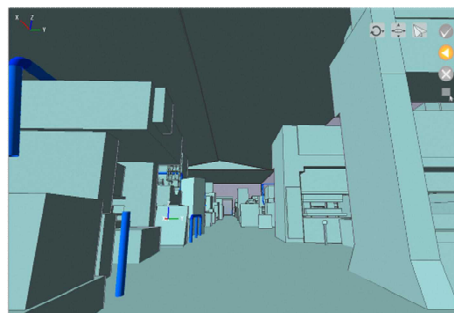


図4 3DCGモデリングの結果

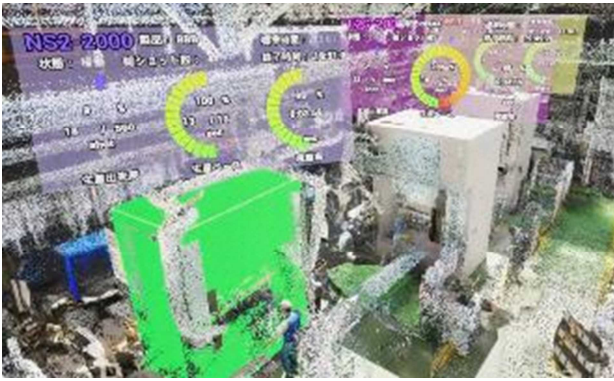


図5 デジタルツイン上で生産情報をモニタリング

対象となるプレス加工機3台について、現在の生産出来高や生産ペース、標準時間、終了時刻等をデジタルツインの対象プレス加工機上部にダッシュボードとして表示した。また、正常稼働中は緑色、段取り中は黄色、異常発生時には赤色にプレス加工機が点滅する。

事務所のモニタ等で図5のシステムを表示することにより、離れた場所でも現場の生産状況を確認することができ、現場管理者の巡回の手間や段取りにかかる時間の短縮効果が得られた。また、このデジタルツインが表示されたモニタ周辺で議論ができるようになり、従業員のデジタルに対する意識の向上につながった。

また、デジタルツイン上で設備の搬入経路に際し、どの経路で搬入するのが最適かを事前検討するシミュレーションを実施した。その結果、搬入口と設備が接触してしまう経路があることが分かり、その搬入口を避けた経路を選択する提案を行った(図6)。

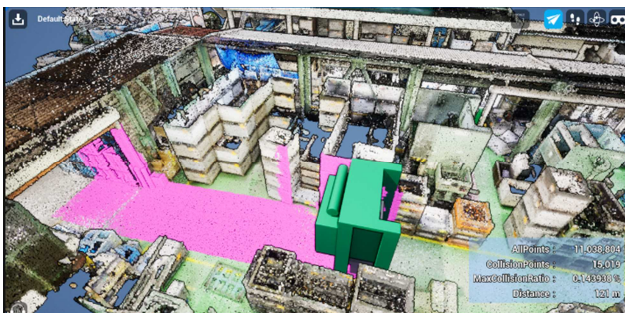


図6 デジタルツイン上で設備の搬入経路を検討

設備搬入の際、工場との干渉が見られた箇所は着色され、移動距離や着色点群数について確認することができる。

4 まとめ

県内製造業のIoT導入に対する要望は高く、また収集したデータの活用が求められていた。本研究ではこれらの課題を解決するため、プレス加工を行う県内企業をモデルに、安価かつ容易に生産状況のモニタリングや設備レイアウトの事前検討が可能なデジタルツインを構築した。その結果、現場管理者が巡回にかかる工数や段取り替えの準備の手間が削減され、従業員のデジタルに対する意識向上につながることが分かった。

これらの結果から、オープンソースソフトウェアやビジュアルプログラミングを活用し、企業自らがデジタルツインの構築や拡張、保守が可能な「中小企業版デジタルツイン」導入により、生産現場の生産性向上の一助となることが分かった。この知見を活用し、以降は他産業・他分野への展開への普及を図る。

謝辞

本研究の実施にあたり、デジタルツインの導入検証にご協力いただいた岸本工業株式会社の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 赤堀篤, 望月紀寿, 望月建治, 大澤洋文, 竹居翼, 岩崎清斗, 松下五樹, 中山洋, 鈴木敬明, “工業技術研究所のIoT導入支援について(第2報)”, 静岡県工業技術研究所研究報告, 第15号, p26-p31, (2022) .
- 2) 横井功毅, 山下清光, 望月紀寿, 鈴木雄介, 松下五樹, 岩崎清斗, “IoT大学連携講座による導入支援(第2報)”, 静岡県工業技術研究所研究報告, 第17号, p55-p56, (2023) .
- 3) 望月紀寿, “RFIDによる倉庫内の在庫管理について”, 静岡県工業技術研究所研究報告, 第17号, p51-p52, (2023) .
- 4) 久保田大介, 岩崎清斗, 山下清光, “デジタルツインに用いる工場モデルの開発”, 静岡県工業技術研究所研究報告, 第18号, p44-p45, (2024) .