

中小企業へのIoT導入支援の実例 (第3報)

－ 自作型IoTシステムの導入効果分析 －

機械電子科 岩崎清斗
宮川工業株式会社 宮川昌久 宮川尚士 山下敏弘

Supporting small and medium-sized enterprises in utilizing IoT technology (3rd Report)

－ Analysis of the effect of the introduction of self-made IoT systems －

IWASAKI Kiyoto, MIYAKAWA Yoshihisa, MIYAKAWA Shoji and YAMASHITA Toshihiro

Self-made IoT initiatives are being implemented across Japan, where companies attach sensors to production machinery in the field to collect data and visualize productivity in order to improve productivity. However, since there are few cases where the specific effect of the introduction of IoT has been clarified, and it is not possible to find a method to utilize the collected data, companies are hesitant to make capital investments for the introduction of IoT. In this study, we provided technical support for the introduction of IoT at a company engaged in press processing, and developed a system that detects contact signals output to counters and other devices during equipment operation as production history data, and displays information such as production output, work pace and scheduled end time of production on a monitor near the equipment. As a result of analyzing the collected production history data, we were able to confirm the contribution of the introduction of the IoT to the improvement of worker productivity and the quantitative evaluation of the impact of *kaizen* activities. The findings from this study can be used as an example of the implementation of IoT in a model factory to address issues common to many sites, including production and inspection processes, and can be expected to be widely deployed in other industries in the same field.

Keywords : IoT (Internet of Things), visualization, press working

企業が生産性向上のため、現場の生産機械にセンサを取り付け、データ収集や生産性を可視化する自作型IoTの取組みが全国的に行われている。しかし、IoTの具体的な導入効果が明示された事例は少なく、収集したデータの活用方法が見出せないことから、企業はIoT導入のための設備投資を躊躇している。これが、未だにIoT導入のハードルが高いと言われる要因のひとつである。これまで、プレス加工を行う企業を対象にIoT導入の技術支援を行い、機器の動作時にカウンタ等へ出力される接点信号を生産履歴データとして検出し、機器付近のモニタに生産出来高、作業ペース、生産終了予定時刻等の情報を表示するシステムを構築した。本研究では、収集した生産履歴データを分析した結果、作業者の生産性向上への貢献や、改善活動による影響の定量的な評価が可能となったことをIoT導入効果として確認できた。本研究より得られた知見は、モデル企業のIoT導入事例として、生産工程および検査工程等、多くの現場で共通している課題として捉えることができるため、同業他業種への幅広い展開が可能である。

キーワード : IoT (Internet of Things)、見える化、プレス加工

1 はじめに

当所では、現場の困りごとに対しIoT導入により解決を図るPDCAサイクルを基に、県内企業のIoT導入の技術支援を行ってきた¹⁾。プレス加工機による家電・自動車部品を主力製品とする協力企業では、生

産性向上のため、現場の生産機械にセンサを取り付け、データ収集や生産性を可視化する機器の稼働状況監視システム及び自作IoTシステム(以下、自作IoT)(図1)を当所の技術支援により構築した²⁾。また、ユーザである現場作業員へのアンケート結果が

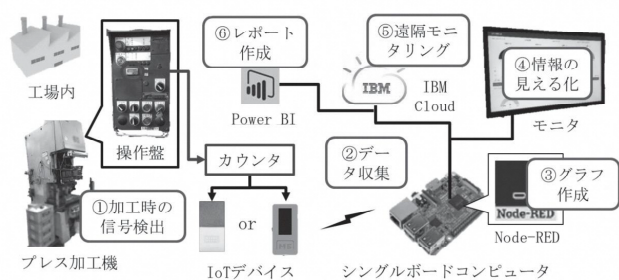


図1 システム全体の概要

ら、効果的に作業者に生産出来高や作業ペース及び作業の終了予定時刻を提示するシステムへ改良するなど、自作IoTの継続的な拡張を進めている³⁾。しかし、収集した機器の稼働データを有効に活用する方法が見出せていない現状から、本研究では、自作IoTより収集した機器の稼働データを用いて生産性の改善効果を分析した結果について報告する。

2 方法

自作IoTは、機器の稼働時にカウンタ等へ出力される接点信号を検出し、その際の時間情報を生産履歴データとして扱う。生産履歴データは各機器のIDと機器動作時の時間情報で構成されており、 n 番目の生産における時間情報 $\{T=T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 秒のとき、生産にかかる時間をサイクルタイム (Cycle Time : CT) とすると、直前のCTは、 $CT_n=T_n-T_{n-1}$ ($n \leq 2$) 秒となる。生産性の改善効果は、自作IoT導入直後のCTと導入後一定時間経過後のCTの比較により求めた。なお、協力企業にて収集した2020年3月6日～2021年9月24日までの期間における機器22台のうち、欠損値や異常値を除去し、データを時系列に整列した5,970,008点の生産履歴データを分析対象とした。

2.1 製造工程における改善効果の分析

自作IoTの導入によるCTの変化を分析するため、以下の条件①、②に該当する機器の年別CTのBoxplot⁴⁾を作成した。Boxplotはデータの中央値とばらつきを可視化するグラフであり、データを小さい順に並べたときの25～75%範囲を箱の長さで表し、これが長いほどCTのばらつきが大きく、短いほどCTが安定しているといえる。

①CTの年別比較において、2020年～2021年のCTデータを持つ機器 (例：2021年以降より生産履歴データを収集し、2020年以前のデータを持たない機器は除外)

②CTに固有の特性を持たない機器 (例：機器の予備動作や接点信号のチャタリングによりBoxplotから真のCTの判別が困難な機器は除外)

2.2 検査工程における改善効果の分析

協力企業では、製品別の検査治具を備えた4台の検査機が稼働しており、未検査製品の間在庫 (仕掛品) の発生や稼働率の低下を課題として抱えていた。そこで協力企業では、検査治具の共通化により、仕掛品や作業者の手待ちの解消を試みた。この改善活動による効果を客観的に評価するため、自作IoTにより収集した検査機の生産履歴データを分析した。m台の検査ラインのバランスを表す作業効率 E は、 $E_n = E_{n-1} CT_n / (\max CT \times m)$ より求め、 E が大きければ、検査ラインのCTが平準化されていると考えられる。本研究では、以下の条件①、②に該当する検査機a～dのCTの月別中央値より E を求め、改善前後を比較した。

①検査機a～b全てが揃っている2021年4月1日～2021年7月31日までのCTデータ

②検査機固有の特性 (予備動作) を除外した $70 < CT < 250$ の範囲にあるCTデータ

3 結果

3.1 製造工程における改善効果の分析

2.1の条件に該当するプレス加工機A、Bの生産履歴データ711,367点によるBoxplotを図2に示す。加工機Aの2020年と2021年のCTを比較すると、中央値が約0.7秒短縮し、ばらつきが25%程度低減していることが分かった。また、加工機Bの2020年と2021年のCTを比較すると中央値が約1.1秒短縮し、ばらつきが28%程度低減していることが分かった。

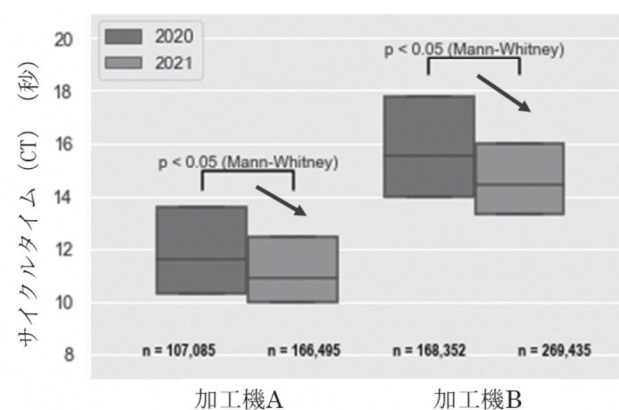


図2 年別CTのBoxplot

3.2 検査工程における改善効果の分析

2.2の条件に該当する生産履歴データ31,520点より求めた検査機a~dのCTの月別中央値とその作業効率Eを図3に示す。検査治具は2021年6月以降に共通化されており、共通化前3月と共通化後7月のEを比較すると、15%程度作業効率が向上していることが分かった。

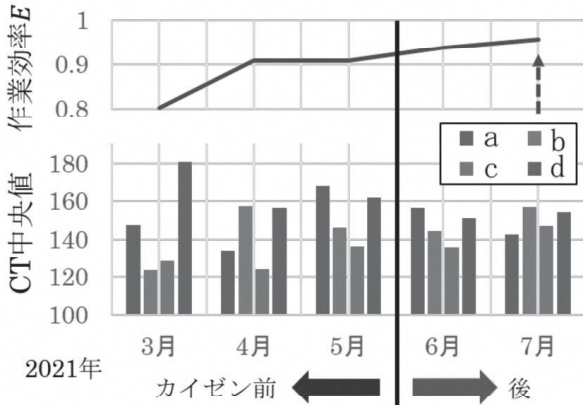


図3 作業効率Eのカイゼン前後比較

4 考察

3.1の結果から、作業ペースや作業の終了予定時刻等を提示する自作IoTにより、作業者が必要な情報を取得できるようになったことで、CTの短縮や安定化に繋がったと考えられる。また、3.2の結果から、検査機治具の共通化という改善活動により、どの程度の改善効果が得られたかを作業効率Eの数値変化から定量的に読み取れることが分かった。

5 まとめ

本研究では、プレス加工を行う企業を対象に、自作IoTより収集した機器の生産履歴データの分析結果から、作業者の生産性向上や、改善活動による影響

の定量的な評価結果をIoT導入効果として確認することができた。これまで、IoTの具体的な導入効果が明示された事例は少なく、収集したデータの活用方法が見出せないために、企業はIoT導入のための設備投資を躊躇していた。これが、未だにIoT導入のハードルが高いと言われる要因のひとつであった。本研究より得られた知見は、協力企業によるモデル企業のIoT導入の成功事例として、生産工程および検査工程等、多くの現場で共通している課題に対し有効であることが考えられるため、同業他業種への幅広い展開が可能である。

謝辞

本研究の実施にあたり、協力企業としてデータをご提供いただいた宮川工業株式会社の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 岩崎清斗 他：プログラミング教材活用による中小企業のIoT導入支援事例，静岡県工業技術研究所研究報告，第12号，41-42 (2019)。
- 2) 岩崎清斗 他：中小企業へのIoT導入支援の実例 I —プレス加工現場へのIoT導入支援の実例—，静岡県工業技術研究所研究報告，第13号，28-29 (2020)。
- 3) 岩崎清斗 他：中小企業へのIoT導入支援の実例 (第2報) —自作型IoTシステムの使いやすさ評価について—，静岡県工業技術研究所研究報告，第14号，50-51 (2021)。
- 4) 岩崎清斗 他：ビッグデータ分析技術に関する研究，静岡県工業技術研究所研究報告，11，26-29 (2018)。