

エンドユーザ開発と IoT 活用による製造現場の 可視化・分析・通知の自動化に向けて

古川 慈之*

産業技術総合研究所

要旨: 企業内の業務に関する知識・技術・技能の伝承を支援するために、まずはそれらの可視化と分析、さらには新たな知識の獲得とそれを活用した作業の定型化・自動化が重要である。既報では、IoT 技術を活用して製造現場の活動を可視化するエンドユーザ開発の取り組みについて述べたが、本稿ではその取り組みから 1 年経過して得られた知見と、その他の活用事例について報告する。特に、安価な小型 PC と MCU を用いた構築システムの稼働状況と、可視化だけではなく状態認識に基づく自動通知を実現した事例について述べる。

1 はじめに

企業内の業務に関する知識・技術・技能の伝承支援には、それらの存在を明確にし、多くの人が認知できる形式で可視化することが必要である。また、可視化に続いて分析を実施し、新たな知識を獲得することや、さらにその知識を活用して業務を定型化・自動化することが重要である。この観点から、近年注目される「IoT」の技術の内、センサを用いた計測と可視化を活用することで、知識・技術・技能の伝承支援に貢献することが可能である[1]。

既報[2]では、IoT 技術を活用した業務システムを中小製造業の現場に適用し、活動実績の自動収集と可視化を実現する取り組みについて報告した。このような可視化自体は、市販の製品やサービスとして各事業者から提供される範囲が広がりつつあるが、本研究はこのような可視化を使用者自らが実現する「エンドユーザ開発」の観点から考察する点が特徴である。本稿では、その取り組みから 1 年経過して得られた知見と、その他の活用事例について報告する。

2 エンドユーザ開発と IoT 活用

既報[2]で述べたように、著者らは、ソフトウェアおよびシステムの利用者が自ら開発する「エンドユーザ開発」によって、中小製造業者が自社用の業務ソフトウェアやシステムを構築すること（IT 化）を支援する活動を続けている。すなわち、エンドユー

ザ開発を支援する独自のソフトウェア開発環境「MZ Platform」の研究開発と普及活動を実施している[3][4]。図 1 に示すように、MZ Platform はコンポーネントの組み合わせで独自のソフトウェアを作成するためのツールで、これを用いて製造現場の情報をデジタル化する専用ソフトウェアをその使用者が作成すれば、独自の IT 化を実現できる。近年は、支援対象を IT 化から IoT 活用の範囲に拡張するために、「スマート製造ツールキット」の研究開発を実施している。ここで対象とする IoT 化の主要な機能としては、IT 化によって現場で人が手入力していた情報を、計測機器等を自作して情報収集を自動化・効率化することが挙げられる。

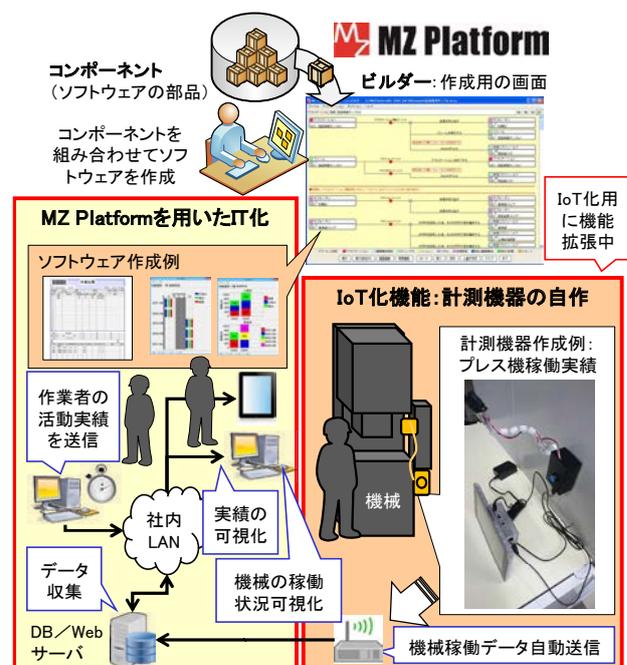


図 1: MZ Platform の概要

*連絡先：産業技術総合研究所
〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1
E-mail: y-furukawa@aist.go.jp

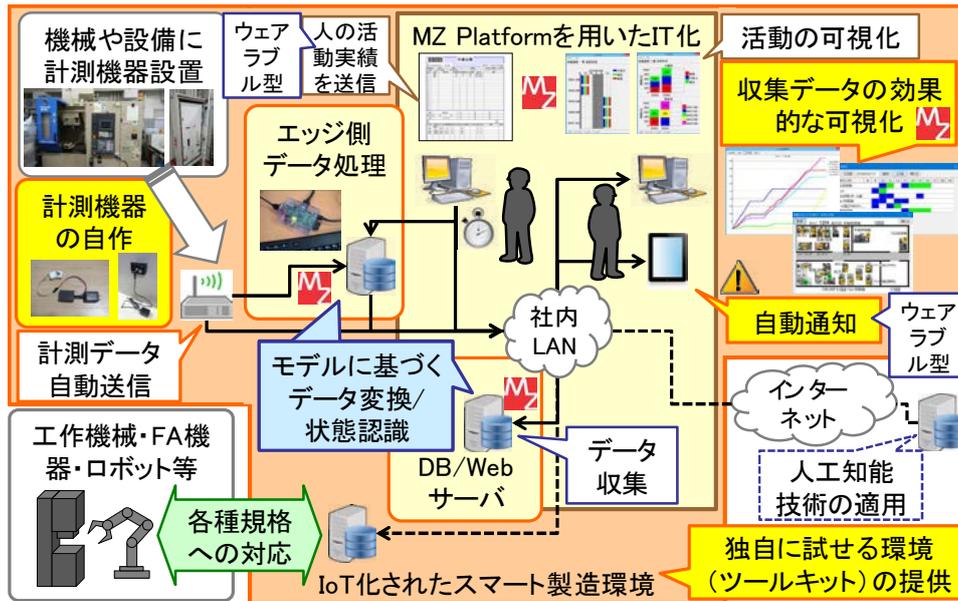


図 2:スマート製造ツールキットの研究開発の全体像

図 2 にスマート製造ツールキットの研究開発の全体像を示す。MZ Platform を用いた IT 化を中心として、左側にはエンドユーザ開発による情報収集の自動化を目指す計測機器の自作機能を配置している。また、右側には収集した情報の効果的な可視化、およびその結果から状態認識で自動通知を実現する機能を配置している。これらの情報収集と通知の機能を現場の作業者に直接届けるためのウェアラブル端末の活用も対象範囲に含まれる。

3 IoT 活用事例と経過報告

3.1 プレス機稼働実績の可視化

既報[2]では、スマート製造ツールキットの機能である自作機器を用いた計測システム構築に関して、金属プレス工場を対象に機器の試作と実証実験を実施した。図 3 に示すように、既存の金属プレス加工機が 10 台 1 列に配置されており、これに対して安価な MCU とセンサを使用した自作機器を後付けすることでプレス機の稼働実績自動収集と可視化を実現した。本研究の発表時に、聴講者からいただいた質問とコメントの要約を以下に示す。

- 安価な MCU の使用は故障が心配
- 金属の破片やクズの影響、粉塵のある環境では動作するか

発表時の回答としては、事例の環境が粉塵の舞うような環境ではなく比較的良好であり、実験の範囲では問題なかったが、その後の経緯を報告するとしたため、本稿で報告する。



図 3:プレス機稼働実績の可視化

対象システムは、2017 年 11 月 9 日に設置して実験を開始して以来、1 年以上稼働している。ただし、試作機器を MCU 単体で動作する組み込みシステム化するなど現場での運用を簡単化したが、停電等によって停止したシステムを再起動する際に現場作業者が起動順序を誤り、データが正常に記録されていない期間は複数存在した。一方、質問とコメントで懸念されていた安価な MCU や自作回路の経年劣化による故障は現時点で確認されていない。また、安価

な小型 PC をデータベースサーバとして運用しているが, 1 年程度の稼働ではデータ容量に関して十分に余裕があり, 1 年以上の連続稼働でも機器側で特に問題は生じていない. この程度の期間は安定して稼働するのであれば, 費用対効果が見込めればこのようなシステム構築を試す価値はあると考えられる.

3.2 住環境測定と可視化

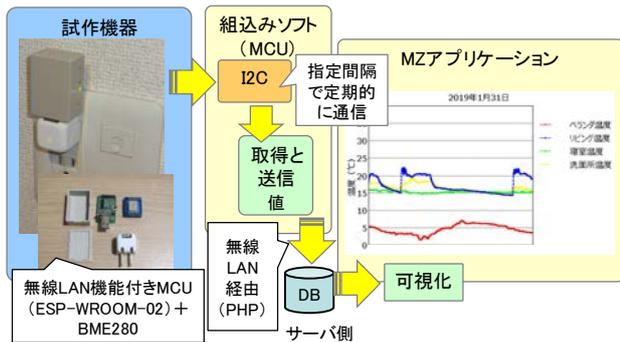


図 4: 住環境測定と可視化

プレス機稼働実績の可視化と同様のシステム構成で, 住環境の温度・湿度・気圧を測定して可視化した事例を報告する. 図 4 にそのシステム構成を示す. PC なしで単独動作する MCU (ESP-WROOM-02) を用いて, 集合住宅のリビング, 寝室, 洗面所, ベランダの 4 か所に自作の計測機器を設置し, 既設の無線 LAN 環境でサーバに計測値を収集した. 温度・湿度・気圧を同時に計測できるセンサモジュール (BME280) を用いて, MCU からは I2C で値を取得している. こちらも 2018 年 2 月に設置して以来, 1 年以上問題なく稼働している. センサモジュールからの取得値の信頼性は検証の必要があるが, MCU を含む回路の経年劣化による故障は現時点で確認されていない. 室内に設置された機器は工場に設置された機器より環境が良いと思われるが, 1 つは屋外のベランダに設置されていても問題が生じていないことから, やはりこのようなシステム構築を試す価値はあると考えられる.

3.3 機械稼働状況の可視化と通知

前述の 2 つの事例では, いずれも計測対象に適合する計測機器を自作しているが, 計測対象に適合する計測機器が市販されていれば, それを活用すると費用の問題を除いて導入が容易である.

ここでは, 市販の無線センサを用いて電流を計測することで, さまざまな機械の稼働状況を自動収集して可視化から通知まで実現した事例を報告する.

使用した市販品は GM3 社製の環境センサで, コイン電池で動作して, 単体で温度・湿度・気圧が計測できる上に, 外付けの電流クランプと接続することで電流を計測できる. 計測値は LAN に接続された送受信機を介して, 定期的に所定のサーバに送信される. 本研究では 1 分間隔で計測値を送信するように設定し, これで電池交換なしで約 1 年間連続して計測できることを確認している. 事前の実験として, 図 5 に示すように複数種類の機械設備に対して, 無線センサを用いた電流計測で稼働状況が把握できることを確認した.

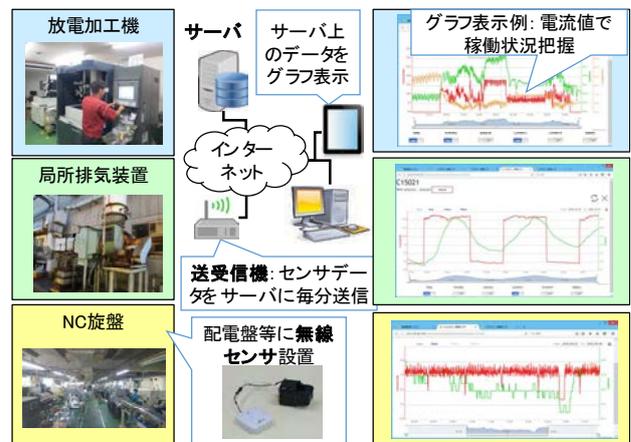


図 5: 無線センサによる機械稼働状況の可視化

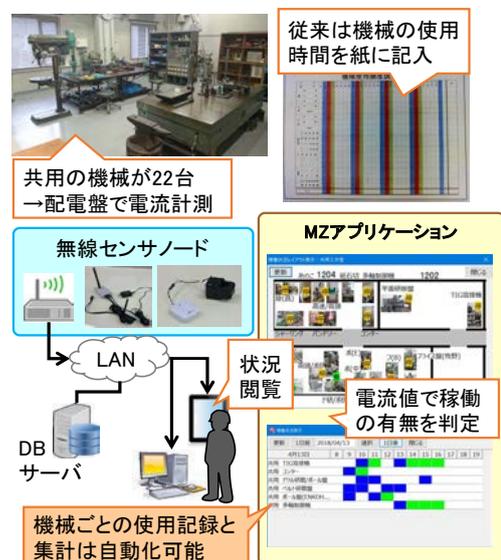


図 6: 共用工作室の機械稼働状況の可視化

構築した事例では, 図 6 に示す研究所内の共用工作室に設置された機械の稼働状況を可視化した. 共用の機械が 22 台あり, 配電盤で各機械の電流を計測して LAN 経由でサーバにデータを蓄積する. 事前の

実験では、電流値の推移で機械の稼働状態まで把握できる見通しが得られたが、構築した事例では電流値 0 を非稼働とし、0 以外の値であれば稼働とだけ判断して、工作室の機器配置図上で稼働状況を可視化している。また、従来は使用者が共用の機械の使用時間を用紙に記入して、それを管理人が手作業で集計していたが、このような IoT 化によって使用記録と集計の自動化が可能となる。

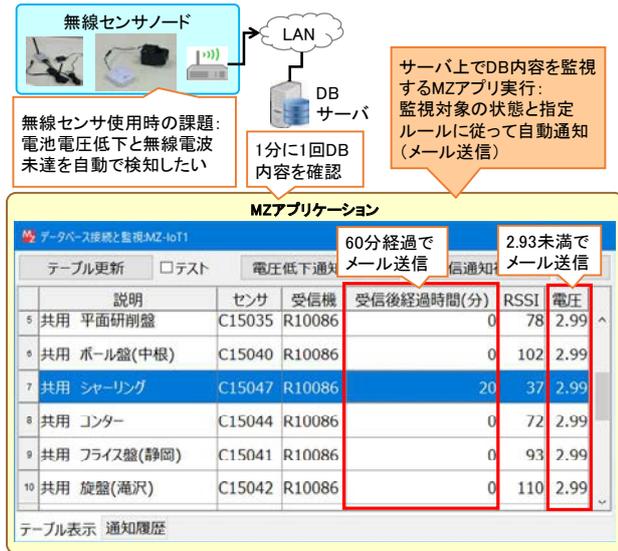


図 7: 共用工作室のデータ収集状況の自動通知

さらに、この事例では可視化だけでなく自動通知の機能も実装した。無線センサ使用時の課題は、電池の電圧低下や他の要因による無線電波の未達である。ここでは、図 7 に示すデータベースを監視するアプリケーションをサーバ側で実行することで、データ未受信時間が長い時と電圧値が低い時に自動通知のメールが指定の宛先に送信される。

なお、ここで報告した事例は、図 8 に示す研究所内の複数拠点をまたぐ機械稼働状況可視化システムとして対象を拡大中である。今後はこのシステムを中心に、それぞれの研究テーマに対する AI 適用の研究と、複数拠点からのデータ収集と分析による製造業向けの応用研究に取り組む予定である。

参考文献

- [1] 古川: 知識・技術・技能の伝承支援に関する考察—暗黙知と形式知の関係—, 人工知能学会研究会資料, SIG-KST-2014-03-02, 2015.
- [2] 古川: エンドユーザ開発と IoT 活用による現場作業活動実績の可視化, 人工知能学会研究会資料, SIG-KST-032-01, 2017.
- [3] 古川ら: 業務システムを対象としたエンドユーザ開発支援の課題と展望, 2014 年度人工知能学会全国大会(第 28 回)論文集, 1L4-NFC-05a-3in, 2014.
- [4] 澤田ら: 高度な専門知識不要の IT システム開発ツール: MZ Platform—製造業におけるエンドユーザー開発の実現—, Synthesiology, 8(3), pp.158-168, 2015.

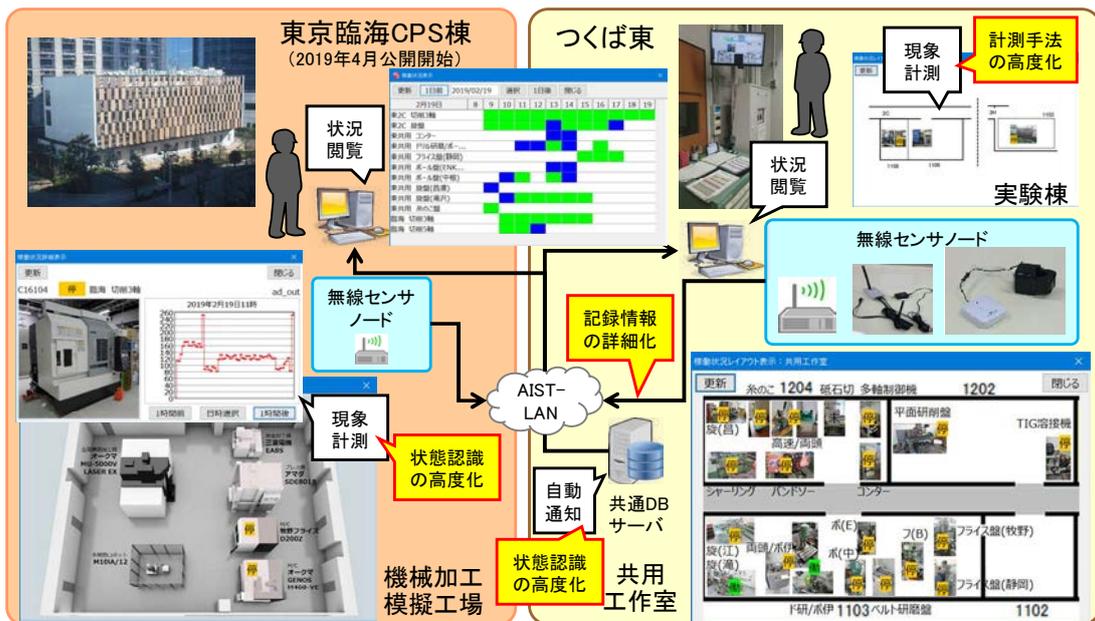


図 8: 複数拠点の機械稼働状況可視化と研究対象