

IoT導入支援キットVer.3の開発

－IoT組立てモジュールBravePIの共同開発と外部システム連携機能の実装－

田口 智之^{*1} 渡邊 恭弘^{*1} 林 宏充^{*1} 古賀 文隆^{*1} 川畑 将人^{*2} 前田 洋征^{*1} 小橋 泰成^{*3}

Development of IoT Starter Kit Ver.3

- Collaborative Development of IoT Assembly Module BravePI and Implementing Functionality for External System Cooperation -

Tomoyuki Taguchi, Yasuhiro Watanabe, Hiromitsu Hayashi, Fumitaka Koga,
Masato Kawabata, Hiroyuki Maeda and Yasunari Kohashi

中小企業の製造業においては、生産性向上のためにIoTやAIの活用が有効である。しかし、技術やノウハウの不足、費用対効果の不透明さなどの理由から、これらの技術の生産現場への導入は進んでいない。筆者らはこれまで、県内の中小企業が容易にIoTを体験し、効果を実感できる支援をするための「IoT導入支援キット」を開発してきた。本研究では、コネクタ接続のみで使用可能となるIoT組立てモジュール「BravePI」を株式会社Braveridgeと共同開発することで、Bluetooth® によるセンサーデータの無線収集を可能とし、センサーデータをトリガーとした通知やWebAPIによる外部との連携機能を実現した本キットのVer.3を開発した。本キットのソフトウェアはオープンソースとして無償公開しており、中小企業が手軽にIoTを始めるきっかけとなることが期待できる。

1 はじめに

日本の時間当たり労働生産性は、OECD加盟38カ国中30位（2023年）となっており、1970年以降で最も低い順位となっている¹⁾。製造業の生産性向上のためにはIoT・AIの活用が有効であるが、中小企業の生産現場におけるIoT・AI導入は進んでおらず、予定を含めても導入は2割強に留まる²⁾。IoT導入が進まない理由として、技術やノウハウを持った人材の不足、活用イメージ・費用対効果の不明確さ等が挙げられる。つまり、IoT導入を促進させるためには、企業自らがIoTを体験し、その効果を実感できるきっかけを作る必要があると考えられる。

機械電子研究所では、県内中小企業がIoT を手軽に始めることができる支援ツールとして、小型コンピュータである Raspberry Pi® をベースとした「IoT導入支援キット」を開発してきた^{3, 4)}。しかし、キットの自作が困難、自作したセンサーが不安定等の理由から、これまでIoT導入支援キットを利用してきたユーザーからメーカーによる完成品の販売に対する需要があった。また、生産現場へIoTを導入する場合は電源や通信環境整備も必要であり、これらの作業には多

大な労力や時間がかかるという問題があった。これらの問題を解決するために、株式会社BraveridgeとIoT組立てモジュール「BravePI」⁵⁾を共同開発し、「BravePI」を使用できる「IoT導入支援キット」Ver.3を開発した。本報告では、新たに開発した「BravePI」と「IoT導入支援キット」Ver.3の構成及び外部センサー・システムとの連携機能について述べる。

2 BravePIとIoT導入支援キットVer.3のソフトウェア開発

2-1 IoT組み立てモジュールBravePI

中小企業が容易にIoTを体験し、効果を実感できる支援ツールとして「IoT導入支援キット」Ver.3を開発した（図1）。本キットは、株式会社Braveridgeと共同開発したIoT組立てモジュール「BravePI」のメインボードをRaspberry Pi® に接続し、表1に示す専用のセンサーのデータ収集が可能である。電池駆動のトランスミッターと専用センサーをコネクタ接続することで、Bluetooth® 5.0 Coded PHY/Long Range による見通し500 mの長距離無線通信が可能である。また、メインボードとセンサーを直接接続する有線通信も可能である。「BravePI」の共同開発により、はんだ付けによるセンサー部の自作が不要となり無線通信ができるようになった。さらに、表1以外のセンサーも、本キット

*1 機械電子研究所

*2 企画管理部

*3 株式会社Braveridge

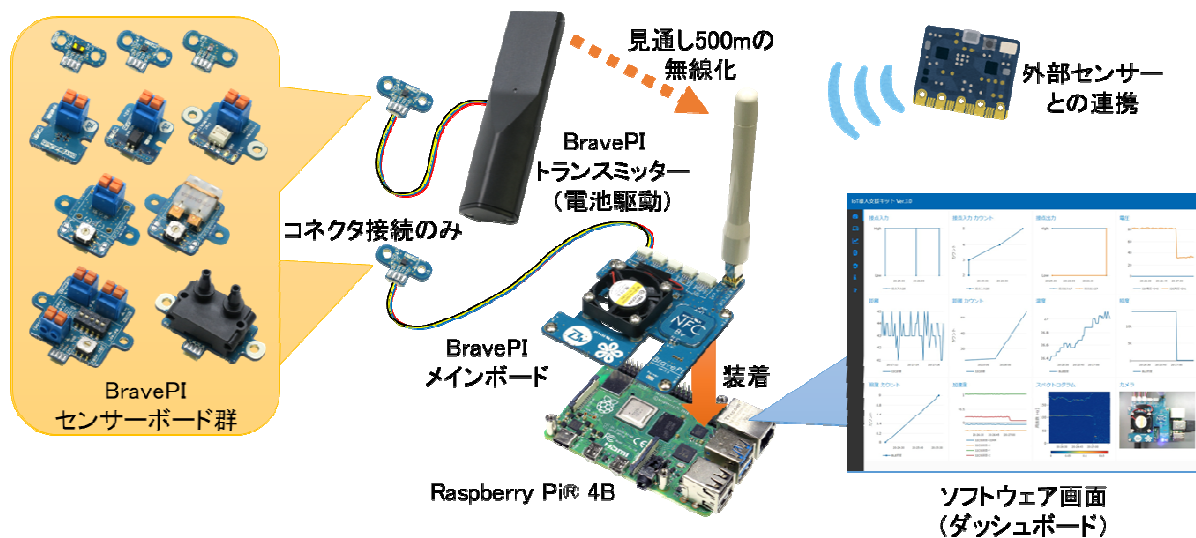


図1 BravePIとIoT導入支援キットVer. 3の全体構成

表1 IoT導入支援キットVer. 3の主なハードウェア構成

ハードウェア	仕様
シングルボード コンピュータ	Raspberry Pi® 4 Model B
メインボード	BravePI メインボード BVPMB-01
トランスミッター	BravePI トランスミッター (CR123A) BVPTB-01 BravePI トランスミッター (USB) BVPTU-01
照度センサー	BravePI 照度センサーボード BVPSB-01 センサー: Texas Instruments 製 OPT3001
加速度センサー	BravePI 加速度センサーボード BVPS3-01 センサー: STMicroelectronics 製 LIS2DUXS12
接点入力 ドライセンサー	BravePI 接点入力ドライボード BVPSID-01 制御用 FET: ローム製 RUM001L02T2CL
接点入力 ウェットセンサー	BravePI 接点入力ウェットボード BVPSIW-01 フォトカプラ: ライトン製 LTV-814S
接点出力センサー	BravePI 接点出力ボード BVPSO-01 リレー: 東芝製 無接点 フォトリレー TLP3546A
温度センサー	BravePI 熱電対センサーボード プッシュコネクタ BVPSTP-01 センサー: Microchip 製 MCP9600 BravePI 熱電対センサーボード オメガコネクタ BVPSTO-01 センサー: Microchip 製 MCP9600
測距センサー	BravePI 測距センサーボード BVPSR-01 センサー: STMicroelectronics 製 VL53L1CXV0FY/1
ADC センサー	BravePI ADC センサーボード BVPSA-01 センサー: Microchip 製 MCP3427
差圧センサー	BravePI 差圧センサーボード BVPSP-01 センサー: SENSIRION 製 SDP810-500Ps

に実装したWebAPIを使用することで、専用センサーと同様に扱うことが可能となる。

2-2 IoT導入支援キットVer.3のソフトウェア

「BravePI」の無線通信に対応し、センサーごとに任意の名称をつけて登録・管理ができるソフトウェアを開発した。本キットのソフトウェアは、表2に示すソフトウェアで構成されており、センサーの登録・トリガーの設定・膨大なデータ管理・必要なデータの検索が容易なデータベースが含まれる。本キットで使用するセンサーの情報やセンサーデータがしきい値を超えた際に動作するトリガー設定は、関係データベースであるMariaDBに保存される。また、受信したセンサーデータは、時系列データベースであるInfluxDBに保存され、任意時間のログのグラフ表示やCSV・Excel形式でのダウンロードが可能である。

表2 IoT導入支援キットの主なソフトウェア構成

ソフトウェア	仕様
OS	Raspberry Pi OS 64bit
開発環境	Node-RED
有線センサー	Python3 で開発
ドライバ	Node-RED 用にデータ形式を変換
ライブラリ	node-red-dashboard: 標準ダッシュボード
	Plotly: グラフ表示
	MJPEG-Streamer: カメラ用入力プラグイン
	smbus2: I2C 通信
	RPi.GPIO: GPIO 制御
	NumPy, SciPy: 数値・科学計算
データベース	Moment.js: 日付操作
	xlsx-js-style: エクセル作成
	MariaDB: 関係データベース InfluxDB: 時系列データベース

本キットのダッシュボード画面は、タブレット・スマートフォン・PC等のWebブラウザからで閲覧が可能であり、各種センサーデータの現在値やトリガーの発生回数等をリアルタイムに確認可能である（図2）。



図2 IoT導入支援キット Ver. 3 のダッシュボード例

2-3 外部機器・システムとの連携

トリガー設定は、本キットで受信したセンサーデータがしきい値を超えた際に動作する設定である。設定された立上り・立下りしきい値を上回った、若しくは下回った場合に、その回数のカウント、表1に示す接点出力センサーによる High/Low 出力、MQTT 通信によるトピックのパブリッシュ、メール送信といった各種通知を行うことができる（図3）。この各種通知をファンやパトランプ等の外部機器や外部のシステムが受け取ることで、本キットとの連携が可能となる。

図3 IoT導入支援キットVer. 3の測距センサー設定例

3 オープンソースソフトウェアとしての無償提供

企業自身によるソフトウェアカスタマイズや、本キットのソフトウェアを組み込んだ製品開発を無償で可能とするために、本キットのソフトウェアにはオープンソースソフトウェアライセンスを適用している⁶⁾。キット操作マニュアルや外部センサーのサンプルプログラムとともに、福岡県工業技術センターホームページにおいて2023年11月9日より無償提供を開始した⁷⁾。

4 IoT普及促進について

機械電子研究所では、IoTの普及を促進させるためのエコシステムを次の順序で推進している（図4）。①IoT導入支援キットの技術情報（ソフトウェア、活用方法）を無償公開する。②全国の支援機関・公設試と連携し、勉強会等の相互向上の場を提供する。③IoTの普及が進むことで、中小企業間のコミュニティ活動を活性化させる。④中小企業のAI/IoT需要が喚起され、IoTベンダーへの支援に発展する。⑤支援機関・公設試・中小企業・IoTベンダーの知見で、IoT導入支援キットの改良・連携を加速する。

2024年4月1日時点での具体的な成果としては、IoT導入支援キットのソフトウェアが累計800件以上ダウンロードされていること、全国16都道府県の支援機関と連携して、それぞれの支援機関が独自に開発したIoT関連ツールの相互提供による相互向上に取り組んでおり、一つの機関だけでは成し得なかった規模の支援体制構築を目指している。さらに、積極的にIoTベンダーとの連携強化を図ることで、新製品や新サービスの開発・普及支援を進めている。

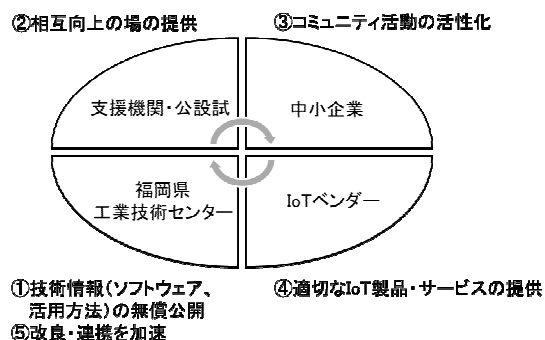


図4 IoT普及エコシステム

5 まとめ

中小企業が容易にIoTを体験し、効果を実感できるIoTツールとして開発していた「IoT導入支援キット」を改良し、株式会社Braveridgeと共同開発したIoT組立モジュール「BravePI」に対応した「IoT導入支援キット」Ver.3を開発した。コネクタ接続のみで無線によるセンサーデータの収集を可能とし、収集したセンサーデータをトリガーとした通知やWebAPIによる外部との連携を実現した。本キットのソフトウェアにはオープンソースソフトウェアライセンスを適用しており無償で使用可能である。BravePIの活用により、電源や通信環境がない生産現場のセンサーデータ取得が可能であり、センサー部の自作も不要であるため、IoTを手軽に始めるきっかけとなることが期待できる。

今後も、支援機関やIoTベンダーとの連携強化によりIoT普及促進のためのエコシステムを強化し、中小企業の支援拡大を図っていく。

6 文献

- 1) 日本生産性本部：労働生産性の国際比較2023，日本生産性本部（2023）（オンライン）<https://www.jpc-net.jp/research/detail/006714.html>
- 2) 総務省：令和4年通信利用動向調査，総務省（2023）（オンライン）https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/230529_1.pdf
- 3) 林宏充，川畑将人，奥村克博，吉村賢二：福岡県工業技術センター研究報告，No. 29，pp. 41-44（2019）
- 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，No. 32，pp. 59-62（2022）
- 5) 株式会社Braveridge：BravePI（ブレイブパイ），株式会社Braveridge（オンライン）<https://www.braveridge.com/product/bravepi>
- 6) The Apache Software Foundation：Apache License, Version 2.0, The Apache Software Foundation（2004）（オンライン）<https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>
- 7) 福岡県工業技術センター：「IoT導入支援キットダウンロードページ」，福岡県工業技術センター（2024）（オンライン）<https://www.fitc.pref.fukuoka.jp/case-study/iot.php>