

IoT導入支援キットVer.4と IoT/DX汎用モジュラーデバイスBraveJIGの開発

前田 洋征^{*1} 田口 智之^{*1} 奥村 克博^{*1} 西村 圭一^{*1} 小橋 康成^{*2}

Development of IoT Starter Kit Ver.4 and BraveJIG

Hiroyuki Maeda, Tomoyuki Taguchi, Katsuhiro Okumura, Keiichi Nishimura and Yasunari Kohashi

製造現場における現場課題の解決や生産性向上にはIoT/AI等のデジタルツールの活用が有効とされているが、専門知識が必要になること、人材不足や費用対効果が不透明等の理由から、中小企業のIoT導入はあまり進んでいない。そこで機械電子研究所では、自社だけではIoTを始められない企業を支援するために、簡単にIoTを始めることができ導入効果を実感できるツールとしてIoT導入支援キットを開発し、県内企業への継続的なIoT導入支援を行っている。本研究では、より幅広い製造現場におけるIoT導入を支援するためにIoT/DX汎用モジュラーデバイス「BraveJIG（ブレイブジグ）」を株式会社Braveridge（ブレイブリッジ）と共同開発し、BraveJIGに対応したIoT導入支援キットVer.4の無償公開を開始した。本稿ではBraveJIGの特徴とIoT導入支援キットVer.4についてまとめる。

1 はじめに

ものづくり中小企業は、人材不足、製造コスト増大、後継者不足などの問題を抱えており、生産性向上は喫緊の課題になっている。生産性向上の実現にはIoT/AI等のデジタルツールを活用し、作業時間の短縮や省力化、収集したデータの有効活用を進めることが不可欠である。しかしながら、総務省が公開した令和5年通信利用動向調査における「IoT・AI等のシステム・サービス導入状況」の結果では、「導入している」と回答した企業の割合は16.9%に留まっており増加傾向ではあるものの、IoT/AIを活用している企業は少ない¹⁾。

機械電子研究所では県内中小企業のIoT導入を支援するために、令和1年度より誰でも簡単にIoTを始められるツールとして「IoT導入支援キット」を開発し、県内企業への普及活動を続けている^{2,3)}。令和5年には株式会社BraveridgeとIoT導入支援 組立てモジュール「BravePI（ブレイブパイ）」を共同開発し、BravePIに対応したIoT導入支援キットVer.3を開発した。BravePIは、BravePIメインボードをRaspberry Pi®に接続し、各種センサーボードをメインボードに有線接続するか、専用のBluetooth®トランスミッターに繋げることでセンサーの無線化が可能になっている。センサーボードはコネクタを接続するだけですぐに使うことができ、電源整備が困難な場所では、センサーの

電池駆動と無線化によって設置が可能になる。

しかし、Raspberry Pi®には瞬停等によるSDカードの突発的なデータ消滅の可能性がある、信頼性に問題がある。また、Raspberry Pi®やBravePIは基板が露出しており、現場設置が困難な場合がある。そこで本研究では、信頼性・耐久性を向上させ、多様な現場設置を簡単化するIoTデバイスとしてBraveJIGを株式会社Braveridgeと共同開発し、BraveJIGに対応したIoT導入支援キットVer.4を開発した。

2 IoT/DX汎用モジュラーデバイス「BraveJIG」

BraveJIG はセンサーの無線ネットワークを構築でき、高い設置性と防水・防塵仕様を備えた IoT デバイスである。各“センサー”と Bluetooth®通信をする“ルーター”，それらに電源を供給する“給電”部がそれぞれモジュール化された構成になっており、モジュールを組み合わせた構成になっており、現場設置を可能にしている。BraveJIG と IoT 導入支援キットの構成を図 1 に示す。USB ルーターは、USB ケーブルを用いて Windows パソコンまたは Raspberry Pi®と接続して使用する。ルーターとモジュールは、天面同士を合わせることで簡単にペアリングでき、1 台のルーターに対して 100 台の接続が可能である。モジュールは、ルーターと超低消費電力の Bluetooth®通信を行い、見通しで約 200m の通信が可能である。

*1 機械電子研究所

*2 株式会社Braveridge



図1 BraveJIGとIoT導入支援キットの構成

表 1 BraveJIG センサーモジュールの仕様

センサー	センサーIC	測定範囲	精度
照度	TEXAS INSTRUMENTS製 OPT3001	40 ～ 83865 [Lux]	<100[lux] : ± 20 [%] ≥100[lux] : ± 10 [%]
加速度	STMicroelectronics製 LIS2DW12	0 ～ 8 [G]	± 50 [mG]
温湿度	SENSIRION製 SHTC3	温度： -10 ～ 60 [℃] 湿度： 10 ～ 85 [%]	± 0.8 [℃] ± 6% [RH]
測距	STMicroelectronics製 VL53L1X	40 ～ 1100 [mm]	<100mm : ± 40 [mm] ≥100mm : ± 30 [mm]
気圧	STMicroelectronics製 LPS22DF	260 ～ 1260 [hPa]	± 1.0 [hPa]

令和 7 年 4 月時点では、USB ルーターと照度、加速度、温湿度、測距、気圧センサーモジュールがラインナップされており、各センサーの仕様は表 1 に示すとおりである。モジュールには、さまざまな給電方法が用意されており、給電アダプターを用いた制御盤や AC からの給電、専用バッテリーモジュールからの給電や USB Type-A 変換ケーブルを用いてモバイルバッテリー等からの給電も可能になっている。更に、専用ケーブルにより 1 台のルーターから複数台のモジュールへのリレー給電も可能になっている。

BraveJIG ルーターとモジュールは、IP65 相当の防水・防塵仕様（※各種ポートに専用ケーブル、アンテナが正しく接続され、保護キャップが装着されている状態において。なお、USB ポート部分は防塵・防水仕様ではないため、必要に応じて対策が必要）になっているため、粉塵や蒸気、水しぶきが掛かるような過酷な環境に設置でき、さまざまな製造現場で利用できる。

ルーターとモジュール、バッテリーモジュールは図 2 に示すように、ワンタッチレバー&フックでモジュールとバッテリーを積み重ねて固定することができる。また、マグネット、両面テープや T スロット、Φ28mm パイプなどの汎用部材に対応した取付ベースが用意されており設置を簡単化できる。

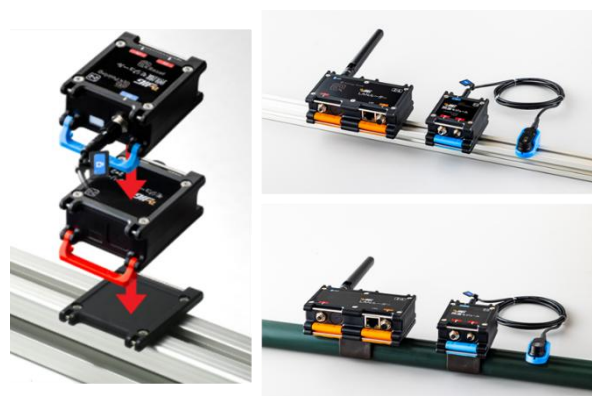


図 2 ワンタッチレバーと取付ベース

3 IoT導入支援キット(ソフトウェア)

従来のBravePIに加えて新たにBraveJIGに対応し、新機能を実装したIoT導入支援キットVer. 4を開発した。Ver. 4では、Ver. 3と同様にRaspberry Pi®上で動作する「IoT導入支援キットVer. 4」とWindowsパソコン上で動作し、BraveJIGのみに対応した「IoT導入支援キットVer. 4 for BraveJIG」の2種類を開発した。

3-1 IoT導入支援キットVer.4

IoT導入支援キットは、BravePI/BraveJIGのセンサーデータを管理できるWebアプリケーションである。Webブラウザから閲覧でき、画面操作で使うことができる。ソフトウェアの主な構成を表2に示す。

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(64-bit)
開発環境	Node-RED
有線センサードライバ	Python3で開発 Node-RED用にデータ形式変換
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
	Moment.js：日付操作
データベース	xlsx-js-style：エクセル作成
	InfluxDB：時系列データベース
	MariaDB：関係データベース

接続したセンサーには、任意の名称を付けて登録することができ、センサーデータはリアルタイムにグラフ表示される。取得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、CSVやExcel形式でダウンロードすることができる。また、センサー情報や各機能の設定情報はリレーショナルデータベースであるMariaDBに保存される。

IoT導入支援キットは、閾値を設定して閾値を超え

図3 センサー設定画面

た時にトリガーをかけるトリガー出力機能が備わっている。トリガー出力を設定するセンサー設定画面を図3に示す。閾値には立上りと立下りを設定し、立上りの値を超えた時または立下りを下回った時を条件として、接点出力デバイスを用いた外部機器の駆動やカウントアップ、メール通知、MQTT通信による外部システムとの連携が可能である。

Ver. 4の新機能として、オフセット機能とデバウンス機能を実装した。オフセット機能は、取得したセンサーデータに対してゼロ点補正（基準設定）を行い、センサーデータの基準値（ゼロ点）を調整する機能である。加減算の値で設定し、測定誤差やセンサーの個体差等による値のバラつきを補正できる。デバウンス機能はチャタリングを防止するための機能で、取得したセンサーデータが指定した秒数の間に連続して閾値の条件を満たした時だけトリガーをかける機能である。

IoT導入支援キットVer. 4においてBraveJIGを使用する場合は、USBルーターとRaspberry Pi®をUSBケーブルで接続するだけで、すぐにルーターにペアリングされたセンサーモジュールのデータを取得・表示することができる。

さらに、BraveJIGルーターとモジュールに対するアップデート機能（DFU）と通信設定機能の実装も行った。BravePIのアップデートや各種通信設定にはiOSアプリが必要になったが、BraveJIGではIoT導入支援キットから設定できる。ルーターに対しては、ファームウェアのアップデートやペアリングされているデバイスIDの確認、ペアリング解除が可能である（図4）。モジュールに対しては、BLE通信モードの変更や計測モードの変更、Advertise間隔（センサーデータ送信間

隔)やUplink間隔(センサーデータ取得間隔)を設定でき、モジュールのファームウェアアップデートも可能である(図5)。



図 4 BraveJIG ルーター詳細画面

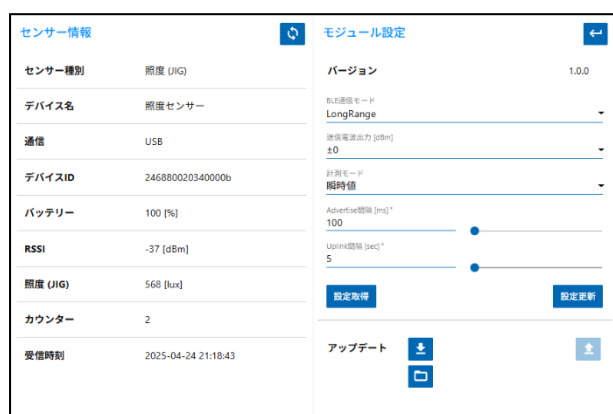


図 5 BraveJIG モジュールの設定画面

3-2 IoT導入支援キットVer.4 for BraveJIG

IoT導入支援キットVer.4 for BraveJIGは、Windows 10/11上で動作し、BraveJIG専用のIoT導入支援キットになっている。WindowsパソコンにはBroadcom社の仮想マシンソフトウェアであるVMWare Workstation Proをインストールして使用する。なお、VMWare Workstation Proは、2024年11月より商用利用も含めて無料で使用できるようになった。VMWare Workstation Pro上でUbuntu OSを起動してNode-REDを実行することで、IoT導入支援キットVer.4 for BraveJIGを使用する仕組みになっている。USBルーターはWindowsパソコンと接続し、VMWare Workstation ProにUSBルーターを認識させることで、すぐに使い始めることができる。

IoT導入支援キットVer.4及びIoT導入支援キットVer.4 for BraveJIGは、オープンソースソフトウェアのライセンスを適用し、福岡県工業技術センターホームページ上で操作マニュアルと共に無償公開しており、簡単なアンケートに答えることで誰でもダウンロードして利用できる。

4 IoT普及エコシステム

弊所ではIoT導入支援キットを使用し、さまざまな機関や企業等と相互に連携を深めながらIoTを普及させる取り組みとして、「IoT普及エコシステム」を推進している。県内の支援機関や他都道府県の公設試験研究機関と連携し、1社毎の支援だけではなく、各業界に向けた導入支援や人材育成をとおして、多くの企業へのIoT普及を目指しており、IoT導入支援キットのカスタマイズなどより高度な案件は、ITベンダーとも連携を図ることで、幅広い企業へのIoT導入を目指している。今後は、新しい支援ツールとして加わったBraveJIGも活用した幅広いIoT普及支援を進めていく。

5 まとめ

本研究では、IoT/DX汎用モジュラーデバイスBraveJIGとIoT導入支援キットVer.4の開発を行った。IoT導入支援キットは、より安価にIoTを導入したい場合はBravePIを使用し、信頼性や設置性を重視する場合はBraveJIGを使用するなど、用途や環境に合わせて使用するIoTデバイスを選択できるようになった。

今後は、BraveJIGの新ルーターやモジュールの共同開発を継続しつつ、より幅広い業界や企業へのIoT普及活動を続けていく。

6 参考文献

- 1) 総務省：令和5年度通信利用動向調査，p.7
- 2) 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）
- 3) 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）
- 4) 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，No.34，pp.80-83（2024）