

# 訓練用 IoT デバイス試作の取り組み

## Examples of prototyping for educational IoT devices

坂本 雄志\*1

SAKAMOTO Takeshi

**要約** 現在、従来インターネットに接続されなかった様々な機器の通信ネットワーク対応化 (IoT 化) が急速に進んでいる。この流れに対応するため電子情報技術科の訓練では、「第 4 次産業革命と関連技術」、「DX と関連技術」のカリキュラムが設定され、指導員はこれらの技術への対応が必要であり、指導員が習得した IoT 技術を指導することで学生の技術習得度向上が求められている。この背景から「総合制作実習」や「第 4 次産業革命と関連技術」を通じて試作した訓練用 IoT デバイスに関する情報と指導に伴って判明した事項について報告する。

### 1 はじめに

第 4 次産業革命に伴い、電子情報技術科では対応した訓練カリキュラム「第 4 次産業革命と関連技術」「DX と関連技術」が設定され、実施されているところであるが、これは座学として設定されているものであり実機を使用した動作の確認や検証ができない問題点がある。そこで、簡単な体験と学習ができるよう IoT デバイスの試作を行い、検証を試みているところである。

この取り組みは今後、DX と関連技術に関する実習科目が設定された時の題材として利用可能であり、また、IoT 技術を求める企業の求人も増えていることから、今後の進め方によって、学生の就職活動や就職後に役立つことが見込まれる。

### 2 試作した IoT デバイスの概要

現在、試作した IoT デバイスとして、「総合制作実習」を通じて製作した環境測定デバイスと、「第 4 次産業革命と関連技術」を想定して製作したワイヤレスネットワーク構築実習デバイスの 2 種がある。

試作段階であり、学生が使用するという観点から使用条件として①IoT デバイスは校内ネットワークを使用しない。②故障時に部品交換が容易であること。③訓練で繰り返し利用することと環境負荷を考え、電源はバッテリーを使用しない。としている。

今後、改善を進め仕様が固まった後にクラウドネットワークとの接続やデータベースとの接続・送受信機能の追加を見込んでいる。

また、IoT デバイスは上記使用条件①より通信に Zigbee プロトコルネットワークを使用。②より部品交換が容易であり、小型化が可能なモジュール化されている部品を選定。③より電源は AC アダプタからの供給。とした。

この結果、ワイヤレス接続構成は図 1 のようになる。Zigbee プロトコルを使用するため、IoT デバイスと PC の双方に通信モジュールが必要となる。

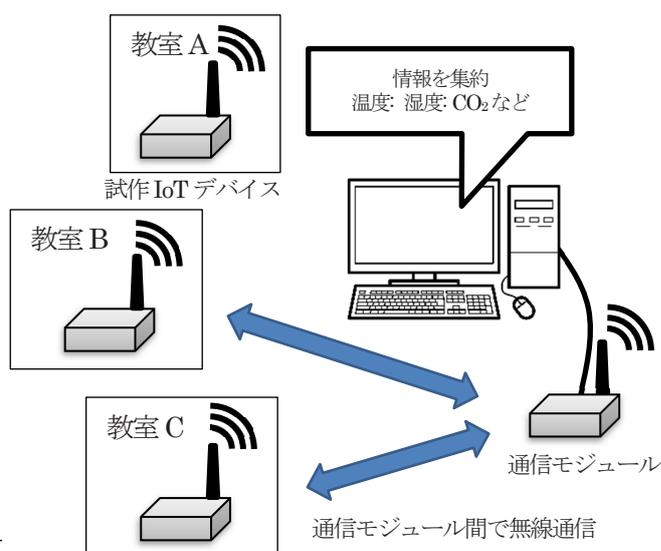


図 1 通信モジュール間の通信のイメージ

\*1 電子情報技術科 Department of Electronics and Information Technology

### 3 試作 IoT デバイスの仕様

試作した IoT デバイスの外観を図 2、図 4 に示す。  
 また、主な使用部品は表 1、表 2 に示す。



図 2 環境測定デバイスの外観

環境測定デバイスは、総合制作実習のテーマとして校内の温湿度、気圧、CO2 濃度、照度を計ることを目的として試作したものであるが、リモートでデータの送受信ができるよう無線通信モジュール XBee を使用している。

表 1 環境測定デバイスの使用部品

部品名	型番
通信モジュール	Digi /XB3-24Z8PT-J
マイコン	Microchip /PIC18F25K22
温湿度・気圧センサ	BOSCH /BME280
照度センサ	ams /TSL25721
CO2 濃度センサ	Winsen /MH-Z19C
昇降圧コンバータ	Texas Instruments /TPS63802
RTC	EPSON TOYOCOM /RTC-8564NB
LCD	Xiamen Zettler Electronics /AQM1602XA-RN-GBW

XBee は、Wifi 通信タイプも市販されていることから、将来的に XBee を Wifi 通信タイプに変更し、使用する通信モジュールの数を減らし (図 1 の PC 直結の

通信モジュールを不用とする。) 校内ネットワークでデータの送受信を可能とする。

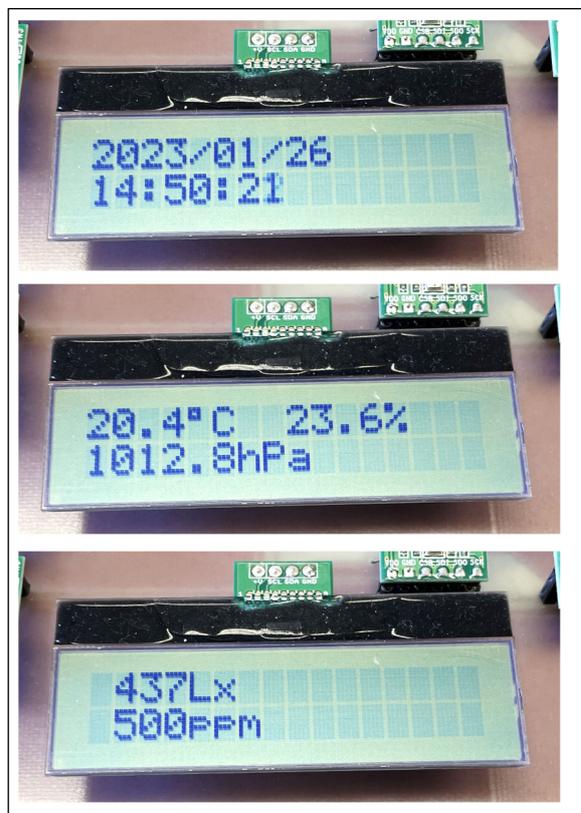


図 3 測定中の液晶表示

システムの主な制御はマイコンで行い、センサモジュールは I2C 通信を使用する。CO2 濃度センサはコストの面からシリアル通信タイプを選定する。この構成によりマイコンを使用しての複数の通信規格に係る技術が習得できるものとなっている。

また、一部センサ (特に CO2 濃度センサ) の動作電圧と消費電流が異なることから、簡易な電源の設計と配線幅への配慮が必要となり、基板設計の技術の向上を見込めるものとなった。

図 3 は、液晶表示器に測定値等が表示される模様で、取得している日付と時刻、温度、湿度、気圧、照度、CO2 濃度が表示されているところである。

図 4 に示すワイヤレスネットワーク構築実習デバイスは、前述の環境測定デバイスが製造工程やデバイスが多く短時間で実習をするには困難であることから別途試作したものである。

システムの主な制御を XBee が行い、設定は Digi 社提供のソフトウェア XCTU で行う。通信フォーマットは決まっているが、データフォーマットは任意にすることも可能であり、仕様に応じて変更が可能である。



図 4 ワイヤレスネットワーク構築実習デバイス

表 2 ワイヤレスネットワーク構築実習デバイスの使用部品

部品名	型番
通信モジュール	Digi / XB3-24Z8PT-J
照度センサ	JRC / NJL7502L
温度センサ	ANALOG DEVICES / ADT7410
その他 入出力デバイス	プッシュスイッチ LED

現在未検証であるが、通信モジュールは BLE に対応し、MicroPython で任意の動作にプログラミングできることから、近接通信を伴う組込みプログラミングを含めた様々なケースへの対応が見込まれる。

#### 4 試作 IoT デバイスに対応するアプリケーション

これらの試作 IoT デバイスは、測定した結果を PC 上で確認できるようにする必要がある。これまで以下のアプリケーションが作成された。

##### 4.1 環境測定デバイス向けアプリケーション

環境測定デバイスに対応したアプリケーションはプログラム例が入手しやすく、ハードウェア完成後のアプリケーション開発となり開発期間が非常に短いことから Microsoft Visual Basic で作成されている。これは総合制作実習において学生が作成したアプリケー

ションであり、GUI は図 5、図 6 のようになっている。図 5 は測定するためのメイン画面であり、図 6 は測定結果をグラフ表示した画面である。測定は建物の 5 階と 6 階の電子情報技術科が使用している 6 つの教室を使用して、データを収集する PC から各環境測定デバイスに測定指令を送信、環境測定デバイスはこれに応じて測定データを返信する方式で行った。XBee が機能として持っているルーティング機能によりフロアが異なっても通信できることを確認した。

開発期間が短かったことにより、現時点で測定場所や日時によるフィルタの機能等の運用に必要な機能は実装されていない。また、環境測定の場合はデータ量が膨大になるためデータベースが使われることが常であるが、同様の理由により実装ができていない。



図 5 環境測定デバイスのアプリケーション画面(1)

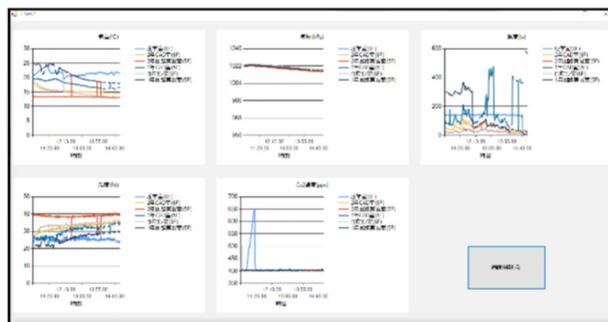


図 6 環境測定デバイスのアプリケーション画面(2)

#### 4.2 ワイヤレスネットワーク構築実習デバイス向けアプリケーション

ワイヤレスネットワーク構築実習デバイスは「第 4 次産業革命と関連技術」の訓練で使用するため OpenJS Foundation が開発した Node-RED で作成した。画面の例を図 7 に示す。



図 7 測定、遠隔制御用のアプリケーション画面

図 7 は照度センサの電圧値を A/D 変換したものをレベルメーターで表示している画面である。また、画面下部はデバイスの状態を表示し、LED をリモートで ON/OFF するボタンがある。

## 5 試作した IoT デバイスの訓練への展開

製作したデバイスの訓練への展開についてその経過と問題点を述べる。

環境測定デバイスは総合制作実習で製作したが、学生を指導し、学生がハードウェアの理解とそれに合わせた組込みプログラミングの習得、そして基板設計から組立て、動作確認とデバイスを完成させるため 9 ヶ月を費やした (※6 台製造)。このため、アプリケーション開発に十分な時間が確保できず最低限の機能の実装で終わっている。アプリケーション作成を担当した学生の感想としては、これまで GUI アプリケーションに触れる機会が少なかったこともあり興味を持って楽しく取り組み、満足できる完成度とはいえないものの、一通りのデータ取得と視覚化を達成したことにより、満足度が高いとのことであった。

ワイヤレスネットワーク構築実習デバイスを使用した訓練では準備段階で①校内のパソコンシステムの環境に様々な制約があり Node-RED のインストールが困難。②Node-RED をインストール後、セキュリティ設定によりインストールガイドに従った実行が速やかにできないため、PC の設定変更が必要。③XBee 用の

ノードがないため、ノードを開発するかファンクションノードで対応する必要がある。等の問題点が判明した。①と②の問題は、校内パソコンシステムの PC を使用せず、制御実習等で使われる他の PC で対応を行った。校内パソコンシステムの PC はブラウザを通じて Node-Red にアクセスするために使用した。(図 7)

また、訓練を展開する際は学生にハードウェアの仕様からソフトウェアの使い方まで一通り説明してから実験と実習を行う必要があるため、限られた時間内では特定箇所のコードの値の変更のみに留まる形となった。

一方、学生からの観点では、ワイヤレスでデバイスと通信して制御している様子が見て体験できるため好評であった。

## 6 今後の課題

ハードウェアの開発ができているため、今後はアプリケーション開発が課題となる。当校の PR に使用できる水準にするためには、アプリケーションの開発に時間をかけ、デザイン性が良く興味を引く動作をするデバイスが必要となる。これに加え、IoT デバイスの活用となる MQTT のような軽量プロトコルの実装、クラウドおよびデータベース連携まで実装を目指したい。

## 参考文献

- 1) 坂東大輔, IoT 開発がしっかりわかる教科書, 技術評論社, 2020.12.
- 2) 後閑哲也, 電子工作のための Node-RED 活用ガイドブック, 技術評論社, 2021.5.
- 3) Node-RED UserGroup Japan  
<https://nodered.jp>
- 4) 濱原和明、佐藤尚一ほか, 超お手軽無線モジュール XBee, CQ 出版社, 2015.2.
- 5) Digi International, Digi XBee3 Hardware Reference Manual, 2018. 10.
- 6) Digi International, Digi MicroPython Programming Guide, 2021.11.