

1. はじめに

高知県産業振興計画にもある通り、商工業分野についてはデジタル技術を活用した本県のあらゆる分野における課題解決が求められ、技術提供や支援といったその役割から各産業の基盤となっていることがわかる。このことから、高等学校における工業教育を考える上でも、特に電子情報分野においては様々なデジタル技術を活用、駆使し課題解決に向かう技術及び態度をもった技術者を育成することは大きな使命であるといえる。

近年急速に実用化が進んでいる先端テクノロジーのひとつに IoT (Internet of Things) が挙げられる。この IoT 技術は昨今注目されている DX (Digital Transformation) 推進においても、AI やビッグデータ、エッジコンピューティングなどと並ぶ重要な要素として位置づけられ、企業の生産性向上や危機管理など様々な目的での導入、活用に期待がもたれている。また一方で IoT というテーマは、初心者でも入門がしやすく、その目的が多岐にわたり様々なシチュエーションで広く考えさせることができる点などから、高等学校での教材 (題材) として比較的取り入れやすいのではないかと考えられる。

本研究は、学生が IoT をより身近なものとして捉え、その可能性や必要性について探求し、センシングやネットワーク管理といった IoT を行う上で欠かすことのできない要素も含めて技術の一端を習得することをねらいとし、教員自身の指導力向上と環境整備及び教材づくりに取り組むものとする。

2. 研究概要

2.1 Raspberry Pi (ラズベリーパイ)

年間を通して研究を行う上で、主となるマイクロコンピュータとして“Raspberry Pi” (以下、本体を指す場合は“ラズパイ”と表記する) を用いることとした。ラズパイは、小型且つ軽量であることから電子工作との相性も良く、その拡張性の高さに加え比較的安価に入手できるため、趣味としてはもちろん、企業や研究機関でも様々な用途での実用化に向けた取り組みが進んでいる。そして、ラズパイによる電子工作は、OS の導入、配線、プログラミングなどを基本的にすべて自分自身で行う必要があり、何度も失敗を重ね都度原因を究明し修正を加えるといった作業を行う。そのため、完成した際の達成感や、粘り強くものづくりに取り組む態度を培うための教材としては非常に有用であると考えられる。

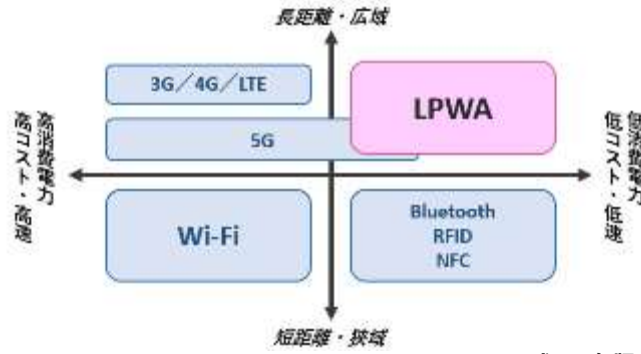
年度当初よりラズパイに関する基本操作習得のため、ラズパイ 4 をベースに IoT 学習 HAT を用いて、LED 及び各種センサの動作確認や LCD への計測値表示等を行い、学習を進めた。

(図 1) また、Raspberry Pi OS の基本となる Linux について、nano エディタの操作方法や使用するコマンド及び開発言語として推奨される Python についての学習も行った。

尚、Raspberry Pi OS は Debian11、Python は 3.11.0 がそれぞれ最新のバージョンとなっている。(2022 年 12 月現在)



図 1. ラズパイ 4 と IoT 学習 HAT



平成 29 年版 情報通信白書
1-3-3 IoT化する情報通信産業 より

図 3. LPWA とその他の通信方式の位置づけ

LPWA にはいくつかの種類があり、使用にあたり免許や申請が不要なアンライセンスバンドを用いる方式が比較的導入しやすい。今回は、株式会社クレアリンクテクノロジーが開発した、LoRa 通信モジュール搭載のラズパイ用 HAT を提供いただき、ラズパイ Zero と組み合わせて使用することとした。(図 4,5) LPWA の一種である LoRa (ローラ) は、アメリカの SEMTEC 社が策定した無線通信方式で、微弱な信号でも通信ができ、見通しの良い環境であれば数十km、市街地レベルでも数km程度の通信が可能とされている。本モジュールは UART での入出力によってパラメータ設定や送受信を行うため、まず初めにデフォルトで無効になっているラズパイのシリアルポートを有効にし、その後モジュールの動作モードを適宜変更し動作の準備を行う。

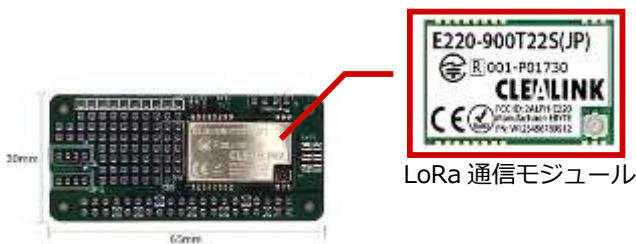


図 4. ラズパイ Zero 用 LoRa HAT



図 5. ラズパイ Zero に装着した HAT

HAT 及び専用アンテナを接続したラズパイ Zero を 2 台準備し、一方を子機 (図 6)、もう一方を親機 (図 7) としてラズパイ間での無線通信を行った。遠隔地の屋外に設置した子機でセンシングしたデータを親機で受信するという想定のもと、システム構築に取り組んだ。温湿度センサである DHT11 を用いて計測データを csv 形式で保存 (図 8) し、定期的に追記 (蓄積) していくプログラムを作成した。定期的なプログラムの実行には、Linux などの UNIX 系 OS で標準的に用いられる定時実行システムである crontab を使い、今回は 1 時間おきに動作するよう設定した。



図 6. 子機



図 7. 親機

ファイル名: temp_hmdt.csv

1	date_time,temp,hmdt
2	2022-10-06 18:00,27.2,53.0
3	2022-10-06 19:00,26.9,52.0
4	2022-10-06 20:00,26.1,52.0
5	2022-10-06 21:00,26.0,52.0
6	2022-10-06 22:00,25.8,54.0
7	2022-10-06 23:00,25.8,51.0

図 8. 温湿度サンプルデータ

ラズパイ間のデータ通信は送信側、受信側それぞれあらかじめ用意されたスクリプトを実行することによって可能となる。図9のように送信側でデータを持つファイルを指定し、send.pyを実行する。その際、受信側は前もって受信待機モードにする必要があるため図10のようにreceive.pyを実行しておく。下図はラズパイに標準で備わっているターミナルの画面で、子機から親機にデータが送信された直後の状態を示している。それぞれの画面の右側にtemp_hmdt.csvの内容が表示されていることがわかる。

```

pi@space54:~/loRa/sample_code/operation_code $ python3 send.py /dev/tty58 --f
--target_address 0 --target_channel 0 < temp_hmdt.csv
serial port:
/dev/tty58
send data hex dump:
00000000: 00 00 00 e4 61 74 65 5f 74 69 60 65 2c 74 65 60
00000010: 70 2c 68 64 60 74 6a 32 38 32 32 20 31 30 20 30
00000020: 36 29 31 38 3a 39 36 2c 32 37 2e 32 2c 35 33 2e
00000030: 30 0a 32 30 32 32 2d 31 30 20 38 36 20 31 39 3a
00000040: 30 30 2c 32 36 2e 39 2c 35 32 2e 39 6a 32 30 32
00000050: 32 29 31 30 20 39 36 29 32 36 3a 38 39 2c 32 36
00000060: 2e 31 2c 35 32 2e 30 6a 32 38 32 32 29 31 39 20
00000070: 30 36 29 32 31 3a 30 30 2c 32 36 2e 30 2c 35 32
00000080: 2e 30 6a 32 39 32 32 2d 31 30 20 39 35 20 32 32
00000090: 3a 30 30 2c 37 35 2e 38 2c 35 34 2e 39 6a 37 39
000000a0: 32 32 2d 31 39 20 30 36 29 32 33 3a 39 30 2c 32
000000b0: 35 2e 38 2c 35 31 2e 39 6a 6a
SENDING

```

図9. ターミナル画面 (子機)

```

pi@space54:~/loRa/sample_code/operation_code $ python3 receive.py /dev/tty58 --f
serial port:
/dev/tty58
receive waiting...
recv data hex dump:
00000000: 64 61 74 65 5f 74 69 60 65 2c 74 65 60 65 2f 74 68 60 79 2c 68
00000010: 64 60 74 6a 32 38 32 32 20 31 30 20 38 36 29 31
00000020: 38 3a 39 36 2c 32 37 2e 32 2c 35 33 2e 30 6a 32
00000030: 38 32 32 2d 31 30 20 38 36 29 31 39 3a 38 30 2c
00000040: 32 36 2e 39 2c 35 32 2e 39 6a 32 30 32 30 6a 37 30 32 32 2d 31
00000050: 30 20 39 36 29 32 36 3a 38 39 2c 32 36 2e 31 2c
00000060: 35 32 2e 30 6a 32 38 32 32 2d 31 30 20 39 35 20
00000070: 32 31 3a 38 39 2c 32 36 2e 30 2c 35 32 3e 38 2c 36 32 2e 30 6a
00000080: 32 38 32 32 2d 31 39 20 38 36 29 32 32 3a 38 38
00000090: 2c 32 35 2e 38 2c 35 34 2e 39 6a 32 30 32 29
000000a0: 31 38 20 38 36 29 32 38 3a 38 30 2c 32 35 2e 38
000000b0: 2c 35 31 2e 39 6a 6a
RECEIVED

```

図10. ターミナル画面 (親機)

親機側で得られたデータはラズパイに取り込んだあと PC 側でデータベースとして管理する。また、データをグラフ化してLINE 通知することで、遠隔地の情報をリアルタイムに知ることができる。

3. まとめ

LPWA (LoRa 通信モジュール) の最大の魅力は前述にも記載した通り、伝送可能な距離と消費電力の小ささにあり、このことによってインターネット接続がない区域との中～長距離通信が可能で且つ、デバイスによっては一定期間を電池で運用することができるため、コンセント等での電源供給が難しい区域でも使用できるという強みを持ち合わせている。また、今回は取り扱うことができなかったが WOR (Wake On Radio) の機能を搭載した HAT であれば、省電力待受待機が可能となりスクリプトの定時実行のタイミングのみラズパイを起動させることができるためさらに効率良く運用することができる。今回使用した HAT 等は一般向けに発売されて間もないため、今後の新たな製品の発売にも注目したい。本研究では農業や施設園芸分野での環境制御におけるシーンを想定し、その基本となるセンシング及びデータ送受信について取り組んだが、LPWA の技術を活用すれば環境情報伝送をはじめ、自然環境における危険検知やホームワイヤレスセキュリティ等、あらゆる分野に活用することに期待ができる。今後の課題として、今回は HAT の都合上ラズパイ Zero で研究を進めたが、さらに省電力で小型化されたラズパイ pico での運用の検討、屋外での長時間使用による耐久性の検討などが必要となってくる。これらを踏まえ、その時々で求められるニーズに合ったシステム、ものづくりを学生とともに検討していきたい。

4. 謝辞

令和4年度産業教育内地留学に際し、高知職業能力開発短期大学校 原校長、石川部長はじめ、職員の皆様には多大なるご支援を賜り、大変充実した貴重な時間を過ごさせていただきました。特に電子情報技術科の職員の皆様には懇切丁寧にご指導いただき、また世界的に RaspberryPi が入手困難な状況の中、素晴らしい研究環境を提供いただきましたことに重ねて感謝申し上げます。

最後に、この研修の機会を与えていただきました、高知県教育委員をはじめ須崎総合高校並びに関係の方々にお礼を申し上げます。一年間、大変お世話になりました。有り難うございました。