

IoT 機器電子工作に関する自主研修会の開催報告

○吉村文孝^{A)}、岩本祐季^{A)}、加藤舞^{A)}、後藤伸太郎^{B)}

^{A)} 生物・生体技術支援室 動植物育成管理技術グループ

^{B)} 装置開発技術支援室 精密加工技術グループ

概要

IoT 機器とは、センサーや通信機能を備え、温度、湿度などの各種データを自動で収集、送信する機器である。取扱者からの命令を受診し、特定の動作をすることも可能である。農業分野では、ハウス内環境、畜舎の監視、異常の早期発見などに活用され、省力化や省人化、作業の見える化に貢献する技術である。

市販の IoT 機器は高価である場合や現場ニーズに合わない場合も少なくない。別途通信契約を結ぶ必要がある場合があり、導入のハードルは高い。そこで小型マイコン（Raspberry Pi Pico W）を用いて IoT 機器を製作するミニ研修会を企画し、開催した。本研修では現場に即した IoT 機器を自分で作るための第一歩として、基本的なマイコン、回路の仕組みの理解から、センサーや LCD の制御、無線によるデータ転送までを行った。本発表ではこのセミナーの様子、得られた知見、課題を報告する。

1 背景

IoT とは Internet of Things の略で「モノのインターネット」と呼ばれ、機器がネットワークを介して相互に通信する技術である。IoT 機器は、センサーや通信機能を備え、温度や湿度などの各種データを自動で収集、送信する機器であり、取扱者からの命令を受信して特定の動作を行うことも可能である。

市販の IoT 機器は高価であったり、現場のニーズに合わなかったりする場合も少なくない。また、別途通信契約を要する場合もあり、導入の障壁となっている。

IoT 機器を自作することで、データ活用を自らの目的に応じて設計できるほか、必要な機能のみに絞った構成や、形状、センサーの選択を用途に応じて最適化することが可能となる。市販品に比べて比較的安価に実現できることも期待される。技術職員は各自の職場、職域に関して熟知していることから、それらの環境に対して最適な機器を制作できる点も利点である。

筆者らのうち生物・生体技術支援室所属者は、附属フィールド科学教育研究センター・東郷フィールドのフィールド（田、畑、ハウス、畜舎）で技術支援を行っている。これまで技術職員による IoT 機器の実装例はなかったが、一般の農業分野ではハウス内環境の管理、畜舎の監視、異常の早期発見などに IoT 機器が活用されており、省力化、省人化や作業の可視化に寄与している。これらは、自動化、省力化を実現する「スマート農業」や、現場データを精緻に取得・活用する「精密農業」の実現につながる。装置開発技術支援室においては稼働状況の「見える化」、予防保全（故障予知）、品質の安定化、遠隔監視および操作といった分野への応用を、計測制御分野においては火山や海洋に機器を設置してのデータ自動回収に利用されている。このように IoT 機器は複数分野への応用を期待できる技術である。

これまでに述べたように IoT 機器は業務に広く活用可能な技術であることから、技術獲得を目指して小型マイコン（Raspberry Pi Pico WH）を用いた IoT 機器を製作するミニ研修会を企画し、開催した。本研修では、現場に即した IoT 機器を自作するための第一歩として、マイコンおよび回路の基本的な仕組みの理解から、センサーや LCD の制御、無線によるデータ転送までを扱った。本発表では、本セミナーの実施内容、得られ

た知見および今後の課題について報告する。

2 目的

2.1 参加者側目的

電子工作未経験者から電子工作初心者になること。電子工作を一切未経験の状態から、最小限の工作を行い、実際に機器を動作させることができるようになることを目指す。

2.2 主催者側目的

電子工作研修会の企画、準備、実施、評価までの一連の流れを経験すること。特に時間配分の見積もりが難しかったことから参加者を最小限（3名）とした。

3 材料方法

3.1 開催概要

日時 2026年2月5日（木）13:00～17:15

場所 生命農学技術部会議室

参加者 3名

3.2 使用機材

研修会で用いた電子工作のパーツリストを以下の表1に示した。基本的な電子回路の仕組みを学ぶとともに、わかりやすいセンサー制御例としての環境センサーと、参加者の満足感の向上と稼働状態の確認のため、見栄えのする液晶を選定した。参加者が電子工作に充実感や満足感、楽しさを感じられるよう、機器に目に見える反応があることに重きを置いた。そのためLEDや大きめのLCDを使用した。本格的な現場実装の際には電力消費の大きなLCDの使用については必要性を検討すべきであり、あくまでも入門者研修向けの構成を意識した。同様にセンサーも数値をイメージしやすい気温や湿度を測定できるものとした。

表1 用いたパーツリスト

カテゴリ	部品名	備考
制御マイコン	Raspberry Pi Pico WH	Wi-Fi対応、ピンヘッダ実装済みモデル
表示デバイス	LCD1602A	16文字×2行の液晶ディスプレイ
センサー	SSCI-085137(BME280搭載)	温度、湿度、気圧を測定可能な環境センサー
回路部品	ブレッドボード	はんだ付け不要の試作基板
	LED	動作確認用の発光ダイオード
	抵抗 (100Ω、50kΩ)	電流制限、信号安定用
	ジャンパーワイヤー	配線用オス-オス、オス-メス、メス-メス
電源	単三乾電池 (2本)	電池ケース付き (直列3V給電用)
	USBケーブル (type B)	PCとRaspberry Pi Pico WHの接続用

3.3 使用言語、開発環境

Python プログラミング初心者向けの統合開発環境 (IDE) である Thonny を用い Micro Python によるコーディングを行った。Thonny を用いて Pico WH へのファームウェア書き込みやプログラム転送も行った。

ネット経由の IoT プラットフォームサービスとして Blynk の無料版を利用した。Web 経由でのデータの可視化や遠隔制御を行う。

Python は簡潔な文法により記述量を少なくでき、開発効率に優れている。また、各種ライブラリが充実していることも記述量の削減に貢献している。可読性の高いコードによるデバッグの容易さから保守性、再現性の確保にも適している。さらに、電子工作制御以外の用途（統計処理、業務自動化、アプリ開発など）への発展性も有することから初心者向け講習に適していると判断し選定した。

Blynk は無料で使える IoT サービスということから利用した。

3.4 工作内容

各回路の冒頭番号は課題ナンバーである。一つ進むたびに一つずつできることの要素が増えていくように設計し、全要素を含む 07 番で研修完了となる計画とした。以下に具体的な工作内容を記した。

【導入フェーズ：電子回路とマイコン制御の基礎】

01：LED 点灯回路 1（電池直結）

内容：単三電池 2 本（3V）を用いたブレッドボード上での LED 点灯。

狙い：電子回路の基本構造とブレッドボードの仕組みの理解。

02：LED 点灯回路 2（オンボード LED 制御）

内容：Micro Python による Pico WH 本体 LED の点滅制御。

狙い：ブートからのファームウェア書き込み、開発環境の構築、基本的なコーディング手順の習得。

03：LED 点灯回路 3（外部 LED 制御）

内容：プログラムによるブレッドボード上の LED 制御。

狙い：「回路構成」と「ソフトウェア制御」の統合、写経によるコード構造の理解。

【展開フェーズ：データ活用と I2C 通信】

04：内蔵センサーによる CPU 温度の LCD 表示

内容：内蔵温度計のデータを I2C 通信経由で LCD に表示。

狙い：GPIO ピンを介した I2C 通信プロトコルの理解、外部ライブラリ導入の習得。

※ここより複雑化のため配布コードの実行と配布ライブラリの導入へ移行。

05：IoT サービス（Blynk）経由での CPU 温度確認

内容：CPU 温度データを Wi-Fi 経由で Blynk へ転送し、Web で可視化。

狙い：Wi-Fi 接続設定、クラウドサービスへのデータ送信、ログイン制御の習得。

【応用フェーズ：複合的な IoT システムの構築】

06：外部多機能センサーによる環境測定と表示

内容：外部センサーを用いた温度・湿度・気圧の測定と LCD 表示。

狙い：抵抗を用いたプルアップ回路などの応用的な回路工作、複数データの取り扱い。

07：フルスペック IoT システムの構築

内容：外部センサーでの環境測定、LCD 表示、Blynk へのデータ転送を同時並行で実施。

狙い：ここまでの全要素（回路・通信・Web 連携）の統合による、実戦的な IoT デバイスの完成。

3.5 事後アンケート

研修会後に参加者の意見、満足度を確認するためアンケート調査を行った。アンケートの作成には Google forms を用いた。『総合評価』の項目を目的変数とし、そのほかの項目（『アンケート数が多すぎると思う』を除く）を説明変数とした重回帰分析が可能となるようにアンケート項目を作成した。すなわち、すべての項目において 1 を「悪い」、5 を「良い」となるように設定した。なお、本研修では参加者が 3 名のみのため重回帰分析を実施しなかった。

4 結果と考察

4.1 準備

本研修は電子工作そのものに重きを置いた内容のため、制御プログラムに関しては主催側で事前に動作確認を済ませたものを準備し参加者に配布した。また、動作確認の済んだ外部ライブラリも参加者に配布した。

用いたパーツに対応したライブラリを **github** などのサイトで探して利用するが、ライブラリの中には同名だが中身の異なるものがあり、どれがパーツに合致するかは実際に動作確認するしかなかった。結果としてこの作業に最も時間を要し、準備の中で特に苦労した点となった。

当日、参加者に配布したプログラムは予定通り動作した。用意した **LCD** の一つだけ頻繁に信号消失していたがパーツの個体差か不具合によるものと考えられる。不具合は起きうるものであるが参加者全員分のパーツをテストすることは現実的ではないため、各パーツを参加者数よりも少し多めに用意しておくトラブルを小さくできると考えられる。

4.2 研修の様子

参加者は多忙な業務の合間を縫って研修に参加している。そのため午後半日で完了できることを目指した構成としたが、最終課題手前にまでは到達できた。未達の課題に関しては配線図のスライドと部品を配布し宿題とした。**Blynk** の設定に予定を超える時間を使ってしまったことが時間不足の原因である。**Blynk** の取り扱いに関して、ユーザーインターフェースの理解に手間取ったことと、主催側による解説の不足が時間浪費の要因となったと思われる。この点に関しては①**Blynk** 以外の **IoT** サービスの検討と②外部サービスの取り扱いに関する解説スライドの追加によって対処できると考えられる。

Blynk 無料版では一つのデータ項目しかネット経由で確認できないうえに、データをダウンロードすることはできないため、無料で自由にデータを利用できるサービスとは言い難い。より使いやすいサービスを探るか、自分でサーバーを立て、データをストレージするなどの対策を考えられる。現在、サーバーを作成、管理するための準備を進めている。



図1 研修中の様子

スライドによる解説と工作を行き来する構成とした。

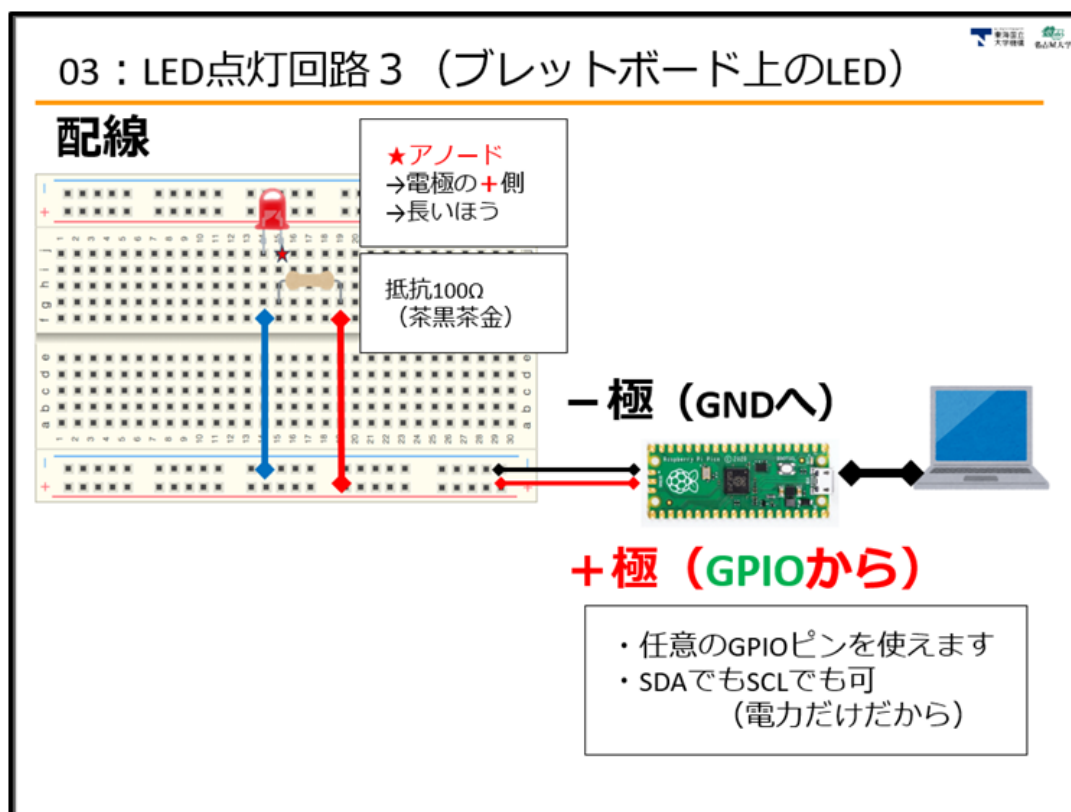


図2 研修解説用スライドの一例

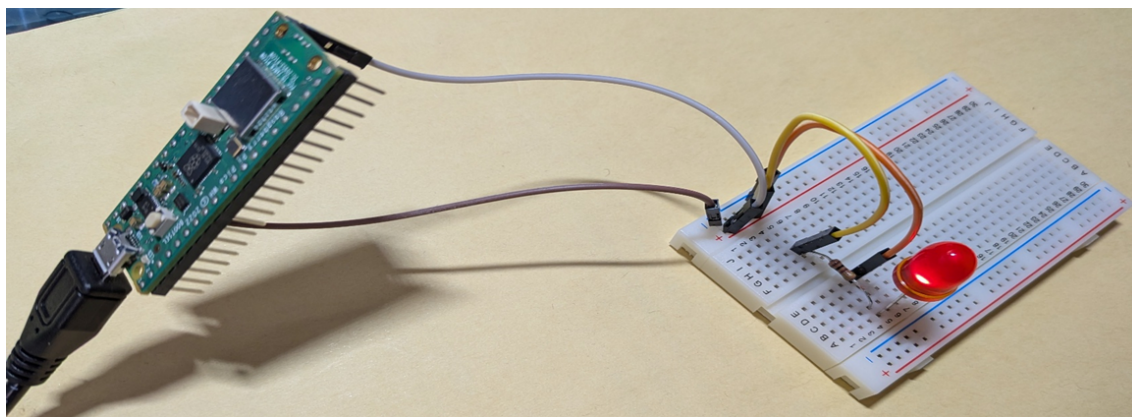


図3 作成した工作物の一例（図2のスライドによる工作物）

画像左側の Raspberry Pi Pico WH によって画像右の赤色 LED を点滅させている

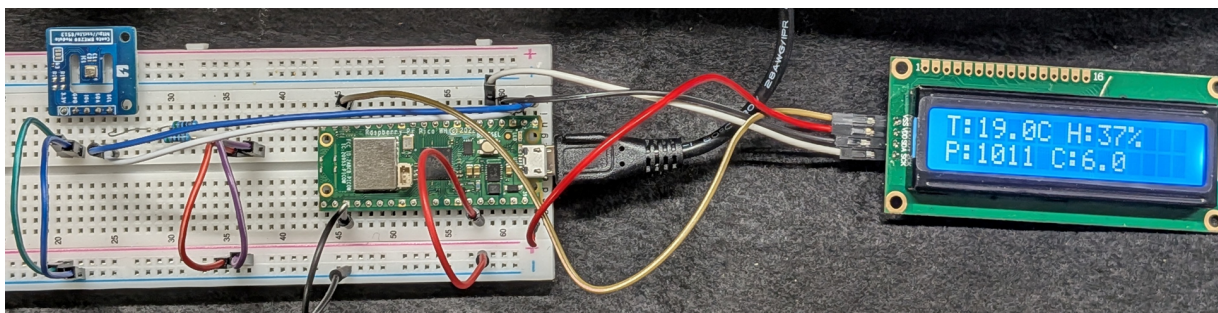


図4 研修の最終工作物

画像左上の環境センサーと Raspberry Pi Pico WH 内蔵温度計で取得したデータを
画像右側の LCD（液晶）に表示している。

LCD の表示は T：温度、H：湿度、P：気圧、C：CPU 温度。

Blynk に気温データを無線送信しており Web 経由で確認できる。

（CPU 温度の値は明らかに異常であるが、起動後しばらくすると正常になる。）

4.3 アンケート

参加者三名から得たアンケート結果を図5に示した。



図5 アンケート集計結果

次にアンケート自由記述に関する結果を以下に示した。内容を抜粋した。

- ・ 工作は難しくなかった
- ・ Blynk に苦戦した
- ・ 手元で見られる資料があると良い
- ・ 勉強になった

アンケート結果によると総合評価としては満足度の高い研修となったと見られる。特に工作自体には大きな問題なく実施できたと考えられる。『大きく詰まることなく進められた』の項目で点数が低いですが、これは Blynk の取り扱いによるものと見られる。

電子工作を行う際には Raspberry Pi Pico WH の各ピンヘッ드의機能を図示したピンアウト図を参照する。本研修ではスライドにピンアウト図を収録し、スクリーンに投影したのを見て参加者に工作をしてもらったが、紙に印刷して手元に置いたほうがより快適に作業できそうであった。次回は用意したい。

半日という短い時間であったが、電子工作で何かを作れるところまでは実現することができようであり、未経験者から初心者への橋渡しには成功したと考えられる。また、電子工作への忌避感や拒否感を覚えた参

加者はいなかったようで、この点は特に成功と考えている。

アンケート自体の制作も発表者にとって初めてのことであったが、質問数に関してはアンケート結果を見る限り妥当だったように思われる。将来的なアンケート内容の解析につながる質問項目としたが、実際に分析をかけていないため、この点に関しての有効性は不明である。

4.4 主催側としての感想

本研修の企画から実施までを行ったことで研修の時間配分、難易度、参加者の詰まる場所、こちら側の説明不足な点といった今後の研修開催について有益な情報を得ることができた。IoT 技術は農学、工学以外の分野でも活用可能であり、発想次第で広範に応用できる。本研修は入門者向けの内容ではあるが、電子工作を実用できる人間の数を増やすことで、高レベルに到達する人や高い適性を秘めた人材の発掘につながることを期待している。他技術系では業務で高レベルに電子工作を利用している技術職員もいる。利用者を増やす活動とともに他技術系との情報交換を行い、統括技術センター全体としての技術力向上につながることを目指したい。

本研修では時間の制約から複雑なコーディングを行っていない。参加者が将来的に自分自身で電子工作を行う際にはコーディングを避けて通ることはできず、コーディング技術の強化に関しては別の研修を用意するか、自学自習をする必要がある。主催側としてプログラムを準備する際に生成 AI の補助を受けたが、現状、生成 AI の生成したコードのみで機器を完全に動作させることはできず、自力での修正を要した。プロンプトの問題なのか生成 AI の仕様上やむを得ないことなのかはわからなかったが、電子工作を行うには生成 AI の間違いを見つけて修正できる程度のプログラミング知識を必要とすると考えている。この事項に関しても一緒に取り組める仲間を求めている。もしくは、既に実施している教育、実習などあればぜひとも参加させていただきたい。

謝辞

本研修は令和 6 年度全学技術センター自発的技術研鑽助成プログラム（採択番号 2024-05 番）によって実施された。

本研修を開催するにあたって、令和 6 年度東海国立大学機構技術職員研修（計測・制御コース）の内容、開催方式を大いに参考にしている。技術的な内容だけでなく参加者に寄り添った丁寧な研修運営は今回の計画、運営を行うにあたり大きな力となっている。講師の皆様に感謝申し上げます。