

初心者のための IoT 実習

— 温湿度モニタリング機器を作ってみよう —

高草木和史¹・海津 裕¹・溝口勝¹

Introduction to IoT for beginner, try to build a temperature and humidity monitoring device

Kazushi TAKAKUSAGI¹, Yutaka KAIZU¹ and Masaru MIZOGUCHI¹

1. はじめに

2018年夏、卒業論文に関するゼミ発表の日程が決まった。会議室に集まってギュウギュウの密の状態です。ゼミを行わなくなり久しいが、当時は対面で活発な質疑応答があったこともあり、発表にはなかなかのプレッシャーがあった記憶がある。

自分の頭の中には、「農業情報」というキーワードだけは浮かんでいたが、出てくるのは理想論ばかりでそこから具体的な計画は出てこない、何から始めたらよいかもわからないと悩んだ覚えがある。このように新しいことに挑戦する際に、何から始めてよいかわからないという沼にはまることはよくある。

スマート農業の普及においても似たような構図が見られる。農業従事者の高齢化、農業を魅力ある産業にするため、農業経営の効率化のためなど、様々な理由で農業分野におけるICTの必要性が叫ばれている。しかし実際の現場はどうかというと、ICT機器を取り入れたいが何から始めたらよいかわからず途方に暮れている農業関係者が大半であるといえる。またICTの導入に成功した事例を見聞しても、どこか他人事のようにとらえてしまう農業関係者も多くいるように思える。

このような問題の根幹にあるのは、経験不足であると私は考えた。農業情報という壮大なテーマに対して、まずは自分で手を動かして経験しなければ何も始まらない。スマート農業の普及においても、まずは農業従事者に対して情報工学に関する基本的な学習・経験が必要である。そんなことを漠然と考えた挙句、卒業論文の目的が、「情報工学の初心者であり、農学分野に属する筆者自身が自らICT技術を実践することで、初心者がICTに関する知識を得る過程で起きる問題点を明らかにすること」になった。等身大の研究テーマではあったが、自分

の胸の中では、山本五十六が残した「やってみせ、言って聞かせて、させてみせ、ほめてやらねば、人は動かじ」があった。まずは初心者の自分がやってみせる、そこからしか日本の農業は変わらないだろう、そんな思いもあった。ここでは、初心者を対象としたIoT実習のための教材「初心者のためのスマート農業体験キット」を作成し、大学3年生を対象にIoT実習を実施した事例について紹介する。

2. スマート農業体験キット

体験キットのコンセプトは、「1時間以内で、必要最小限の電子部品を組み立てるだけでデータの可視化ができる」ことである。このコンセプトに従い、体験キットは電子部品の組み立てが主な作業内容となっている。可視化するデータは、身近なもので、かつ取得データの正確性を検証しやすい温湿度を選んだ。

2.1 機器の構成

Fig. 1は、作成したモニタリング機器の構成図である。開発ボードとして通信機能をそなえたESP-WROOM32を使用した。ESP-WROOM32は、低価格でありながらWi-FiやBluetooth通信が可能で、Arduinoの代用機として注目を集めているデバイスである。最終的に取得した温湿度を、Wi-Fi経由でクラウド上にアップロードできるような構成にした。データをアップロードする先のクラウドとして、Ambient (AmbientData Inc. <https://ambidata.io/>)を使用した。Ambientは細かな初期設定をしなくても送信したデータをリアルタイムでグラフ化でき、ユーザー登録のみで無料で使用できるのが特徴である。完成した際の配線図をPhoto 1に示す。

2.2 電子部品の準備

Table 1のような部品を秋月電子通商の店頭で購入した。なお、この店はオンライン通販(<https://akizukidenshi.com/catalog/>)も行っている。ESP-WROOM32に関しては、開発ボードを自分で組み立てることも可能だが、組

¹Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan. Corresponding author: 高草木和史.

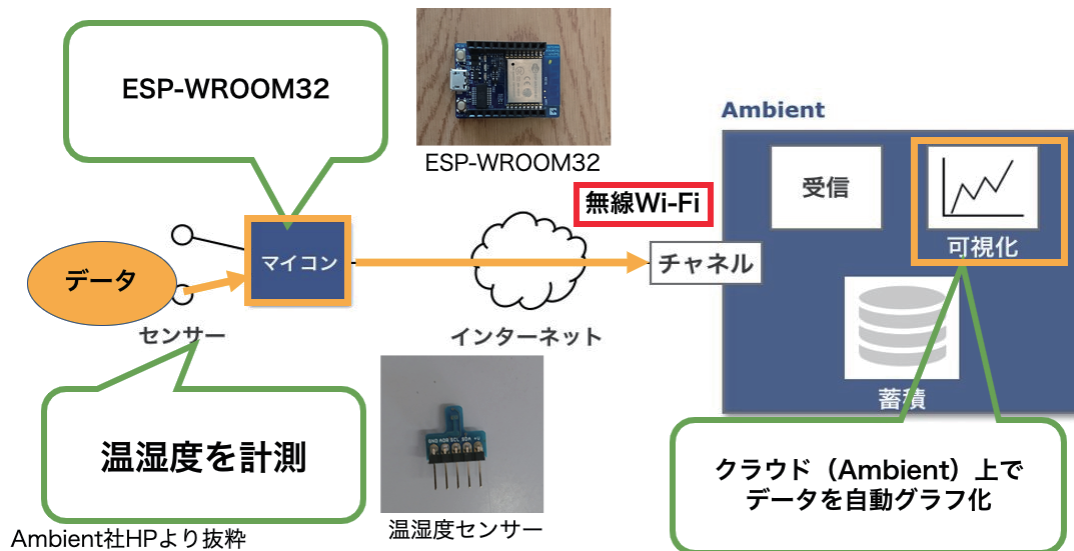


Fig. 1 作成した温湿度モニタリング機器の構成図.

み立てができていない ESPr Developer (Switch Science 社) の購入をお勧めする。

2.3 教材の作成

Photo 1 の機器を自作することを目標とし、そこに至る過程を教材としてまとめた。この教材は、(1) L チカ(LED の点滅)、(2) 温湿度の計測、(3) 計測データのグラフ表示、のステップで構成される。最初に簡単な配線を組み、LED を点滅させて学習の意欲を高め、次にやや複雑な配線にして温湿度を計測、最後に通信機能を実装してグラフ表示することで実用性を体験させる流れになっている。

教材の作成の中で、コードを開発ボードに読み込ませる工程がある。その際に使用するコードは、教材と共に配布するテスト済みのサンプルコードを使用することとした。

3. 初心者のための IoT 実習

3.1 教材の改訂

教材を学部 3 年生の講義に使う前に、同研究室の学部 4 年生の 2 名を対象に模擬授業を行い教材の問題点を指摘してもらった。Table 2 は指摘された問題点とその原因をまとめたものである。表の 1~7 番は教材の内容に関する問題点である。例えば、3 番の「図が小さい」という問題から「誤った回路を作成した」という問題が発生したため、複数スライドに分けて大きな図で回路の作成を指示するように教材に修正を加えた。Table の 8~13 番は教材の内容以外の問題点である。例えば、11 番のように PC 環境の違いが原因で、「図とは違う画面が表示された」という問題が得られた。これらの指摘事項に基づいて教材を改訂した。

東京大学農学部国際開発農学専修 3 年生 (20 名) の必修科目「国際農学実験・実習 I」(1 コマ) で教材を使って 2019 年と 2021 年に講義を行った。本専修の学生は文系と理系の学生が混じっている。

学生からは「IoT を身近に感じられた」といった、好意的な感想が得られた。

3.2 IoT 実習の実際

2019 年は、オフラインで事前に環境をチェックした WindowsPC をグループで使用したため質問には直接学生の元に出向いて問題を解決できた。しかし、2021 年は、コロナ禍で対面での実習ができなかったのでオンライン実習を実施した。各自に必要な部品を事前配布した上で教材の内容を簡単に説明し、電子工作をしたことのない大学院生が Zoom 画面越しに実際に組み立てている手元の様子をカメラで映しながら、組み立て時の注意点やエラー処理の方法を説明した。これら一連の作業を Zoom で録画し、その動画を学生に共有し、各自で 3 ステップの実習をした上で、レポートとして L チカ動画を講義サイトにアップロードするよう指示した。その際、わからない点があれば友人に聞くかメールで教員に質問

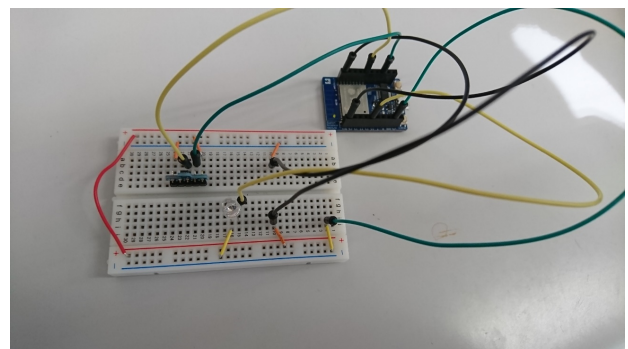


Photo 1 温湿度モニタリング機器の配線の完成写真。

Table 1 温湿度モニタリング機器の作成に用いた電子部品の購入リスト (2021 年 9 月時点).

部品名称	製品名	メーカーカテゴリ	参考価格 (円)	概要	URL
ブレッドボード	ブレッドボード BB-102	Cixi Wanjie Electronic Co.,Ltd (慈溪市万捷 電子有限公司)	300	電子回路をつなぐボード	https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-09257/
温湿度 センサー	高精度 温湿度センサー SHT31	株式会社 秋月電子通商	950		https://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-12125/
ジャンパー ワイヤー大	ブレッドボード・ ジャンパーワイヤ 15 cm 黒 (10 本入)	E-CALL ENTERPRISE CO., LTD.	350	ケーブルの長さは 15cm. 全部 で 10 本入り. 体験キット内では 6 本使用する	https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02933/
ジャンパー ワイヤー小	ブレッドボード・ ジャンパーワイヤ 14 種類 × 10 本	E-CALL ENTERPRISE CO., LTD.	400	長い順に各 10 本ずつ封入. 緑, 黄色, オレンジ, 赤, 茶, 白, 灰色, 紺色, 青, 緑, 黄色, オレンジ, 赤, 無色. 体験キッ ト内では黄色 2 本, オレンジ 4 本, 赤 1 本を使用した	https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-00288/
開発ボード	ESP8266 Developer (ピンソケット 実装済)	Espressif Systems (Shanghai) Pte. Ltd.	1980	ESP-WROOM32 をすぐに使 用できるようにピンソケット が実装されたもの. 追加で部 品を購入せず回路にすぐ組み 込みできる開発ボード. ESP- WROOM32 ではなくこちらの 購入を推奨している	https://www. switch-science.com/ catalog/2652/
赤外線 LED	5 mm 赤外線 LED	OptoSupply	54	オンラインでの購入の際は, 下 記の 5 個入りが最小価格のよ うです. 5 mm 赤外線 LED940 nm OSI5FU5111C-40 (5 個入)	https://akizukidenshi.com/ catalog/g/gI-03261/
はんだごて	ニクロム はんだごて KS-30R (30W)	太洋電機産業 株式会社 (goot)	800	SHT31 のセンサー部分の接合 に使用する	https://akizukidenshi.com/ catalog/g/gT-02536/
はんだこて台	はんだこて台 ST-11	太洋電機産業 株式会社 (goot)	730	SHT31 のセンサー部分の接合 に使用する	https://akizukidenshi.com/ catalog/g/gT-02537/
はんだ	鉛フリーはんだ 0.8 mm	太洋電機産業 株式会社 (goot)	280	SHT31 のセンサー部分の接合 に使用する	https://akizukidenshi.com/ catalog/g/gT-06869/

するよう伝えたが, 特段の質問はなく, 全員が課題を提出できた.

この講義の動画は下記リンクから閲覧できる. 動画の概要欄には教材 (講義資料) のダウンロード先のリンクもある.

<https://youtu.be/JIePb6XokmM> (1 時間 15 分)

動画内では, 時々 PC がフリーズしたように見える “間” がある. この間は初心者が作業にかかる実際の時間といえるが, 教材としてこの動画を利用する場合には, 適宜早送りをしたり停止したりしながら見るとよい.

4. IoT 実習を終えて

4.1 IoT 初学者が陥る課題

IoT 分野の初歩学習の問題点は, 大きく分けて, (1) 電子部品関連, (2) プログラミング関連の 2 つあることが分かった.

また初心者が陥る大きな課題として, ①必要なものの比較と選択, ②用語の解説, ③モノづくりの方向性, ④問題解決をする良質な情報交換の場がない, といったも

Table 2 各センサノードの欠測率.

番号	問題点	原因
1	画像が小さくてスライドが見づらかった	図が小さい
2	文字が細かくてスライドが見づらかった	文字が小さい
3	誤った回路を作成した	図がみづらい
4	組み立ての手順が終わっても操作の意図が理解されなかった	学習目標がない
5	2.4.2 のところ 2.5.0 を誤ってインストールした	指示が曖昧
6	「上から二列下から」の表現が分からなかった	指示が曖昧
7	Arduino exe をクリックするという指示がなかった	指示が曖昧
8	インストール時、Windows 版を発見するのに時間がかかった	Web の表記
9	Arduino が寄付の募集を有料サイトと勘違いした	Web の表記
10	ツールのメニューで指定した項目 (Generic...) に	項目の数が莫大
11	写真、図とは違う画面が表示された	PC の環境
12	ライブラリのインストールのエラーとの勘違いした	読込時間が長い
13	シリアルポートを読み込みのエラーとの勘違いした	読込時間が長い

のに分類できることが分かった。①必要なものの比較と選択, ③モノづくりの方向性は, 教材の中でコンセプトと必要なものを指定することで解消できる。④問題解決をする良質な情報交換の場がないに関しては, 授業の際に手を動かしながら質問できるハンズオン形式で行うことで解消できた。

4.2 実習で陥りやすい問題

動画では Windows 環境で説明しているが, 学生には Mac ユーザも多い。教材に沿って実習を進めていく過程で, パソコンの環境によってはシリアルポートから開発ボードを読み込めないことが度々あった。IoT 実習をするにあたっては事前に PC 環境を調査しておく必要がある。

4.3 現場での利用上の注意点

今回は室内で IoT 実習を行ったため, 配線がむき出しになっている。しかし, 実圃場で使用する際には防水・防虫・熱対策が必須である。特に, 湿気による結露により回路がショートしないようわずかな隙間でも埋めるよう注意が必要である。

4.4 土壌センサーへの応用

初心者のための IoT 実習は土壌センサーに興味のある土壌物理研究者にとっても有用である。すなわち, Fig. 1 のシステム構成図のセンサーを温湿度センサーから土

壌水分センサー (アナログ) に代えることで簡易的に土壌水分モニタリングも可能になる。

5. おわりに

新しいことに挑戦する際に障害になるのは経験不足である。しかし経験不足を理由に動き出さないのであれば何も変わらない。卒論を通して初心者であれば,むしろ堂々とわからないと言ってよいことを学部時代に学べたのは大変良かった。情報工学の初心者だと堂々と胸を張って, たくさんの教えを乞い, 学べばよかったからだ。

土壌の物理性の読者が本論を読んで何か新しいことに挑戦する意欲がわけば幸いである。また, 情報工学の初学者であっても, この教材を使って温湿度を計測し, そのデータをクラウドにアップロードすることを経験することで, 情報技術やスマート農業へのハードルが下がることを期待する。

引用文献

- 高草木和史, 溝口勝 (2019): 初心者のためのスマート農業体験キットの開発. 農業農村工学会全国大会講演要旨集, 142-143.

要 旨

農業者の IoT の知識の不足がスマート農業の普及を妨げていると考えられる。本研究では初心者である私が温湿度モニタリング機器を自作する過程で遭遇した問題点に基づいて, 初心者が農業 IoT 分野の初歩を手軽に体験するための教材を作成した。その教材を研究室の IoT 初心者に使ってもらったところ, サービスに依存する問題と PC に依存する問題が明らかになった。そこで教材に改定を加え 2019 年 (対面講義) と 2021 年 (オンライン講義) に元文系学生を含む学部 3 年生を対象に実習を行った。その結果, 全ての学生が課題を解くことができ, 学生アンケートでも好意的な評価が得られた。今後, 農学や土壌分野でこの教材を活用することで IoT のハードルが下がり興味を持つ人が増えることを期待したい。なお, 教材と実習の様子は YouTube に公開されている。

キーワード: IoT, Arduino, 教育, 温湿度モニタリング