

Arduino 特集 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 —

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

5

高草木和史 海津裕 溝口勝

Kazushi Takakusagi, Yutaka Kaidu and Masaru Mizoguchi

10

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 x 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x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。等身大な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、そんな思いをもった。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として、「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」がある。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

図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-WROOM-32は、低価格でありながらWiFi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、WiFi経由でクラウド上にアップロードできるような構成するため、ESP-WROOM32を選んだ。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る。また、Ambientはユーザー登録のみで無料で使用することができる。

完成した際の配線例は写真1に示す。

## 2.2 電子部品の準備

表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

80 てることも可能だが、組み立てができている ESPr Developer(Switch Science 社)の購入をお勧めする。

### 2.3 教材の作成

85 写真 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。

90 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。

## 95 3. 初心者のための IoT 実習

### 3.1 教材の改訂

100 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。表の 8~13 番は

105 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。

110 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、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。

### 115 3.3 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ため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、Zoom画面越しに電子工作をしたことのない大学院生が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ステップの実習した上で、Lチカ動画をレポートとして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。

130 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）

135 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

##### 140 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。

145 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、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、といったものに分類できることが分かった。①必要なものの比較、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  
150 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

155 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  
160 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、実圃場での使用するには防水・  
防虫・熱対策が必須である。特に、湿気による結露によ  
165 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、図 1  
170 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。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  
180 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

185 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

190 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.

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	300	電子回路をつなぐボード	<a href="https://a.kizukiden.shi.com/catalog/g/gP-09257/">https://a.kizukiden.shi.com/catalog/g/gP-09257/</a>



ド		万捷電子有限公司)			
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		<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-12125/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-12125/</a>
ジャンパーワイヤー大	ブレッドボード・ジャンパーワイヤー 15cm 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。	<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02933/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02933/</a>
ジャンパー	ブレッドボード・ジャンパーワイヤー 14種類	E-CALL ENTERPRISE CO., LTD.	400	長い順に各10本ずつ封入 緑、黄色、オレンジ、	<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-">https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-</a>

ワイヤー小	× 1 0 本			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。	<a href="#">00288/</a>
開発ボード	ESP-WROOM 32	Espressif Systems (Shanghai) Pte. Ltd.	5 5 0	Wi-Fiに加え、BLE機能も搭載。オンラインで部品を購入する際は、ESP-WROOM32とピンソケットを購入する代わりに、ピンソケットを実	<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-15675/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-15675/</a>

				<p>装済みで、回路にすぐ組み込みできる開発ボードである</p> <p>ESPr<sup>®</sup> Developer (ピンソケット実装済) を推奨する。</p> <p><a href="https://www.switch-science.com/catalog/2652/">https://www.switch-science.com/catalog/2652/</a></p>	
ピンソケット	ピンソケット (10P)	Useconn Electronics Ltd+D1.	50	<p>足の長い 2.54mm ピッチのピンソケット。1列×10ピン。</p> <p>オンラインで部品を購入する際</p>	<p><a href="https://aikizukidenshi.com/catalog/g/gC-07199/">https://aikizukidenshi.com/catalog/g/gC-07199/</a></p>

				<p>は、ESP-WROOM32とピンソケットを購入する代わりに、ピンソケットを実装済みで、回路にすぐ組み込みできる開発ボードである</p> <p>ESP<sup>r</sup> Developer (ピンソケット実装済) を推奨する。</p> <p><a href="https://www.switch-science.com/catalog/2652/">https://www.switch-science.com/catalog/2652/</a></p>	
赤外	5mm赤外線LED	OptoSupply	54	オンラインでの購入の	<a href="https://a.kizukiden">https://a.kizukiden</a>

線 L E D	D			<p>際は、下記の5個入り が最小価格 のようです。</p> <p>5 m m 赤外 線 L E D 9 4 0 n m O S I 5 F U 5 1 1 1 C - 4 0 ( 5 個 入 )</p>	<a href="http://shi.com/catalog/g/gI-03261/">shi.com/c atalog/g/ gI-03261/</a>
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)	8 0 0	SHT31のセ ンサー部分 の接合に使 用する	<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/gT-02536/">https://a kizukiden shi.com/c atalog/g/ gT- 02536/</a>
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)	7 3 0	SHT31のセ ンサー部分 の接合に使 用する	<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/gT-02537/">https://a kizukiden shi.com/c atalog/g/ gT- 02537/</a>
は	鉛フリー	太洋電	2	SHT31のセ	<a href="https://a">https://a</a>

んだ	はんだ 0.8mm	機産業 株式会 社(goot)	8 0	ンサー部分 の接合に使 用する	kizukiden shi.com/c atalog/g/ gT- 06869/
----	--------------	-----------------------	--------	-----------------------	--

195

Table 2 指摘された教材の問題点とその原因

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	Webの表

	るのに時間がかかった	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

200

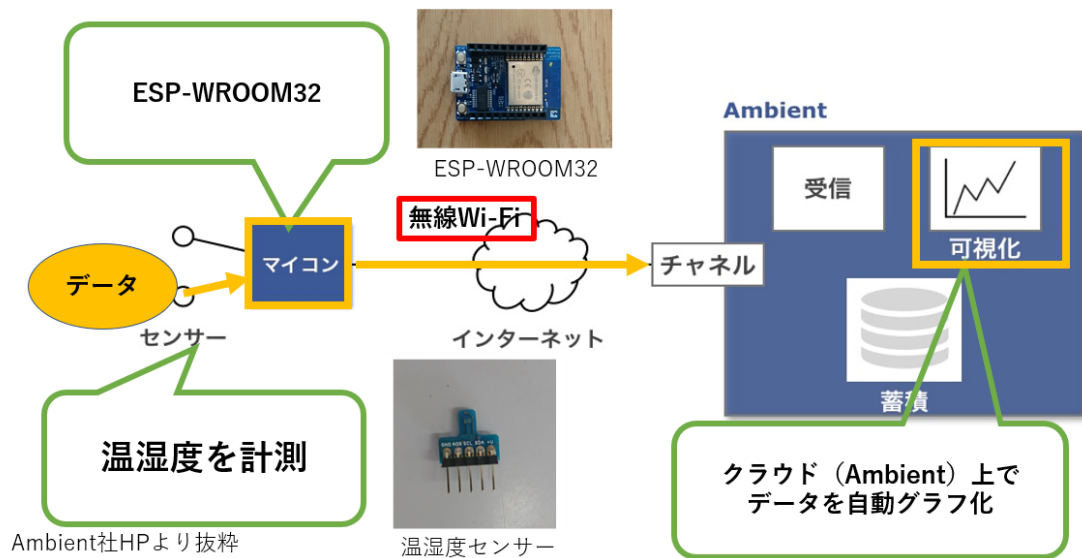
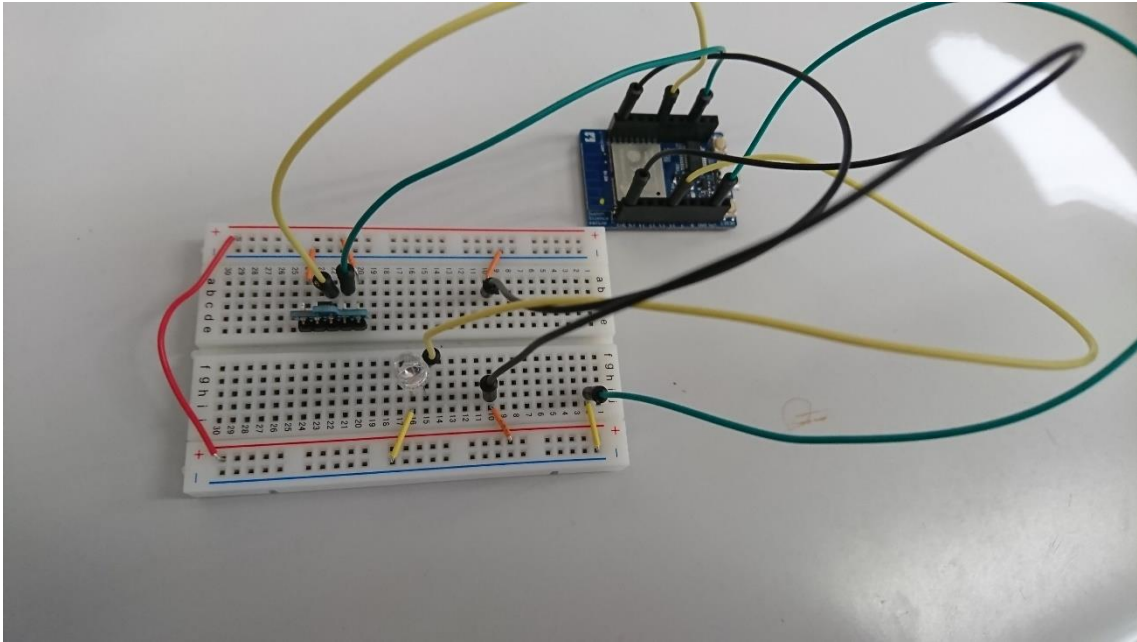


Fig.1 作成した温度湿度モニタリング機器の構成図



205 Photo.1 温湿度モニタリング機器の配線の完成写真