

工学実験Ⅳ E2

アグリエンジニアリングのための IOT 実習

■目的 植物工場や農業用ハウスでの環境計測では、温度、湿度、CO₂、照度、土壌水分、溶液 pH、流量、電力など、多項目多点の環境データ収集を必要とする事例が多くなっている。一方、有線では配線が多く、配線作業が煩雑、農業作業の障害になるなどから、無線が望ましい。そうするとセンサユニットには通信機能をもたせ、電池など低電力で長時間使用できる必要がある。また、データは蓄積し、携帯など端末からも随時閲覧できることが望ましい。

2 週にわたるこの実習ではアグリエンジニアリングのためのこれらのワイヤレス&IOT によるデータモニタリングを取り上げる。

今回は前回の実習の復習に加え、温湿度センサから取り込んだデータを表示させたり、クラウドサービスを利用してスマートフォンからモニタリングする実習をする。

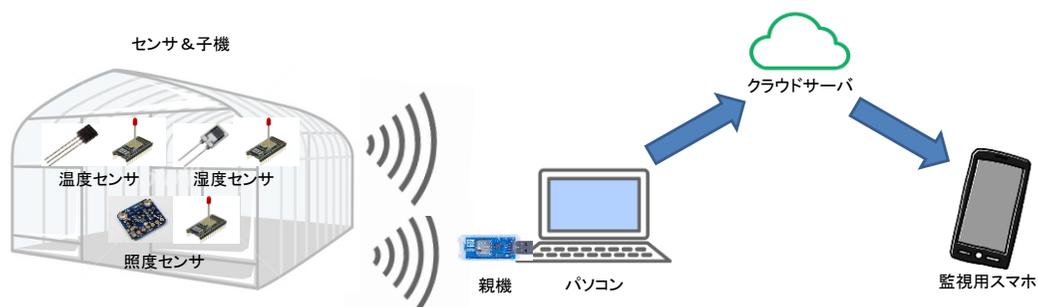
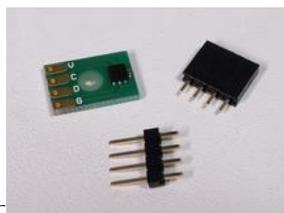


図1 植物工場や農業用ハウスでの環境データモニタリングシステム

■重要用語の解説

○**I2C**(Inter-Integrated Circuit の略で、I-squared-C(アイ・スクエアド・シー)が正式な読みとされている)：フィリップス社が提唱し開発されたデバイス間のシリアル通信の方式である。2本の信号線を使って通信する(TweLiteDip では2番 Pin と19番 Pin が使用される)。低速な周辺機器をマザーボードへ接続したり、組み込みシステム、携帯電話などで使われている。

○**温湿度センサ**(Sensiron SHT-21)：温度と湿度をセンスし、I2Cを利用して、無線モジュールにデータを随時送る。



温度・湿度センサ

図2 主要パーツ

○**TweLite 搭載用アプリ**：TweLite は無線機能をもたせたマイコンであり、プログラムを書き換えることができる。出荷時にはプログラム「超簡単！TWE 標準アプリ(App_TweLite)」がインストールされているが、もちろんオリジナルプログラムをインストールすることもできる。子機が I2C 用の各種センサの状態を収集、低消費電力で送信し、親機が情報収集するのに向いたモノワイヤレス株式会社により提供されているプログラム

に「無線タグアプリ」がある。

○**Twelite 用プログラマ(TWE-Programmer)** : Twelite 用のアプリ書き込みツール。

○**KawashimaTakanoProgram** : 川島君(5年生)により開発された「KawashimaProgram」に温度と湿度を表示させる機能が付属されたアプリ, 付属部分は 2017 年川島君・高野君(5年生)により共同開発された。

○**サーバ** : サーバとは, 本来はコンピュータネットワークで使用される分散コンピューティング技術の 1 つであるクライアントサーバモデルでの用語である。サーバはクライアントからの要求に応じて, 何らかのサービス(処理)を提供する側の機能あるいはシステムである。提供するサービスはサーバの種類によって異なり, 例えばファイルサーバであれば保管しているファイル(データ)の提供, プリントサーバであればプリンターへの印刷処理の提供, ウェブサーバであればウェブページを構成する HTML ファイルや画像ファイルなどのデータの提供をするなどがある。

○**Web アプリケーション** : インターネットなどのネットワークを介して使用するアプリケーションソフトウェア。クライアント側とサーバ側のプログラムが協調することによって動作し, 多くの場合ユーザは Web ブラウザ上で利用する。ユーザはブラウザに, Web アプリケーションの URL を指定し, サーバへのリクエスト(要求)を送信する。また, ブラウザはサーバから受け取ったレスポンス(応答)に基づいて画面を構築する。サーバは, ブラウザから受信したリクエストに応じて処理をおこない, ユーザに提示すべき内容などをレスポンスとしてクライアントに送信する。狭義にはクライアントとの通信とデータの処理をするサーバ上に置かれたアプリケーションを指す。

○**クラウドコンピューティング** : ネットワーク, サーバ, ストレージ, アプリケーション, サービスなどの構成可能なコンピューティングリソースの共有プールに対して, 便利かつオンデマンドにアクセスでき, 最小の管理労力またはサービスプロバイダ間の相互動作によって迅速に提供され利用できるという, コンピューティングモデルのひとつである。この場合のサーバ群をクラウドという。

○**オンラインストレージ**(英: online storage) : クラウドストレージ(英: cloud storage), ファイル・ホスティング(英: file hosting) とも呼ばれる。ユーザに貸し出したサーバマシンのディスクスペースにファイルをアップロードすることによりインターネット上でファイルを共有するサービス。クラウドコンピューティングの語が一般的になるとほぼ同時期にクラウドストレージとしても呼ばれるようになった。一般的にはユーザごとに個別にパスワードが与えられ, 異なるユーザのファイルには原則としてアクセスできないが, 必要に応じて他人に公開できる機能を備えているものもある。

○**Google ドライブ** : Google 社が提供するオンラインストレージサービスであり, 文書(ワープロソフト), スプレッドシート(表計算ソフト), プレゼンテーション(プレゼンテーションソフトウェア), 図形などの編集機能などが提供されている。ドキュメントはいずれも Google のサーバ上に保存されるが, 他形式とのインポート・エクスポートも可能。

○**Google スプレッドシート** : Google 社が提供するオンラインストレージサービスの表計算ソフト。

○**スクリプト言語** : アプリケーションソフトウェアを作成するための簡易的なプログラミング言語の一種を指す。一般には変数に型をつけないなど, 動的型付け言語をスクリプト言語と呼ぶ定義もある。ただし, 厳密な定義ないし区別は存在しない。インタプリタ方式を採用しているものが多いが, 性能向上のため実行時コンパイルなどの利用も盛んである。例としては Web ブラウザなどに対する Java スクリプトなどがある。

○**GAS(Google Apps Script)** : Google が提供するサーバ側の Web アプリケーションのスクリプト言語で JavaScript をベースにしている。

■実習内容

○実習 1：二つの無線モジュールのプログラムを「無線タグアプリ(App_Tag)」に変更
 構成：パソコン(TeraTerm)&Monostick&TweLiteDip&TweLiteR&USB ケーブル



図 3 接続の様子

(1) パソコンに Monostick(親機)および TweLiteDip(子機)を TweLiteR を通して USB に接続する。

(2) Appendix I に従って、親機・子機に「無線タグアプリ(App_Tag)」をインストールする。

(3) 親機・子機に対し Teraterm のインタラクティブモードで設定をする。

① Teraterm を立ち上げ、設定画面でボーレートを 115200 とする。

② インタラクティブモードに入る。親機の場合「+」をゆっくり 3 回キーイン。子機の場合は少し複雑。TweLiteR を一端 USB から外し、M2 ピン(26 番 Pin)と GND ピン(14 番 Pin)をミノムシクリップ付きの導線で短絡し、再度 USB に接続する。設定画面でボーレートを 115200 としたあと、「Enter」をキーインする。

③ 親機と子機の ApplicationID が同じことを確認し、子機に対しては利用するセンサ(SHT21)を登録するため、「m」をキーインした後「31」をキーイン。

④ 「shift+S」を押して save。

⑤ 親機のターミナルには 1 秒ごとに時系列の表示があることを確認する。子機は無表示。

○実習 2：Teraterm を用いた温度・湿度の観測

構成：パソコン(TeraTerm)&Monostick(無線タグアプリ)&Dip(無線タグアプリ)&テストボード&電池ボックス&温湿度センサモジュール(SHT-21)

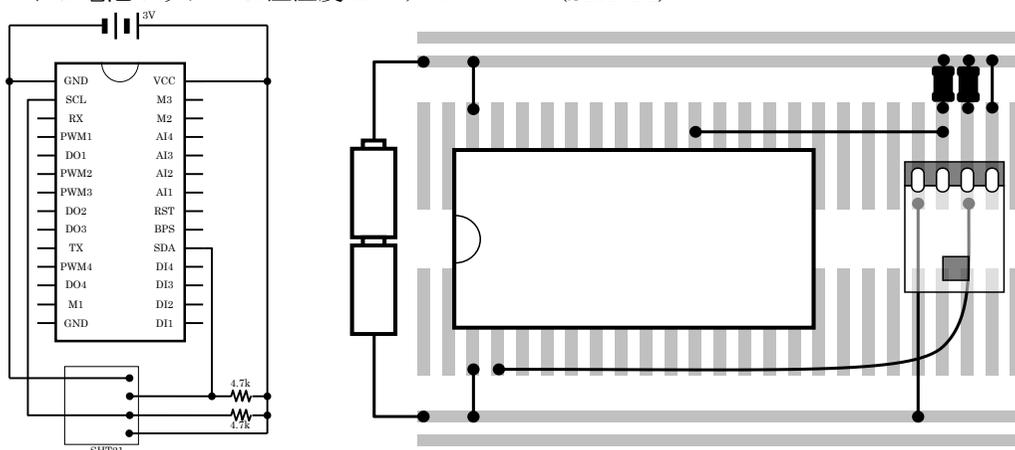


図 4 回路図と配線図

(1) ブレッドボードに回路を組み、電源 SW を ON すると、Teraterm に次のような表示が出る。

```
.....
::ts=604
::rc=80000000;lq=180:ct=0018:ed=810E2AF1:id=0:ba=2950:a1=1138:a2=0656:te=2
711:hu=4673
::ts=605
.....
```

::rc=に続く行において、温度が te=2711、湿度が hu=4673 と表示されている。これは温度が 27.11 度、湿度が 46.73% の意味である。センサを手で触ったり、息を吹きかけて温度や湿度が変わることを確認。

(2) 表示方法を変更するために、親機に対し、Teraterm のインタラクティブモードにてオプション「o」をキーインした後、20 をセット。表示が次のように変わったのを確認。

```
.....
;36;
;36;00000000;153;013;10e2af1;2960;2711;4673;1138;0651;S;
;37;
.....
```

○実習 3 : オリジナルプログラムを用いた温度・湿度の観測

構成 : パソコン(KawashimaTakanoProgram (by 高野&川島 H29 卒))&Monostick(無線タグアプリ)&Dip(無線タグアプリ)&テストボード&電池ボックス&温湿度センサモジュール(SHT-21)&スマホ

(1) KawashimaTakanoProgram を立ち上げる。設定にて COM ポートを選ぶ。次に接続を選択し、ターミナルモードで実習 2 と同様の表示を確認する。

(2) 観測タブを開き、温度と湿度が表示されるのを確認する。

○実習 4 : Google ドライブでスプレッドシートを作成。

(1) 自分のスマホにあらかじめ Google スプレッドシートのスマホ用アプリをインストールしておくといよい。必須ではないが、実習 6 でのデータの up が速い。

(2) パソコンから自分の Google アカウントで自分の Google ドライブにログイン、Google スプレッドシートを新規作成。

(3) 自分のスマホからこのスプレッドシートを開いて確認する。

○実習 5 : Web ブラウザからの Google スプレッドシートへのデータの up

(1) Appendix2 に従って、Google スプレッドシートと GAS のプロジェクト(Web アプリケーション)を作成し、Web ブラウザから Google ドライブのスプレッドシートにデータを書き込んでみる。URL に加えるパラメータを変えて、スプレッドシートが予期される通り入力されていることを確認する。

○実習 6 : KawashimaTakanoProgram からの Google スプレッドシートへの気温・湿度データの up

構成 : 携帯 & パソコン(KawashimaTakanoProgram (by 川島 & 高野 H29 卒)) & Monostick(無線タグアプリ) & Dip(無線タグアプリ) & テストボード(図 3 の回路) & 電池ボ

ックス&温湿度センサモジュール(SHT-21)

- (1) KawashimaTakanoProgram を立ち上げ，実習 3 でやったように観測タブで，温度・湿度を観測する。
- (2) 実習 5 で作成した Google スプレッドシートを開く。
- (3) KawashimaTakanoProgram の観測タブの URL に Google スプレッドシートのプロジェクトの URL を書き込み「Enter」キーを押す。Google スプレッドシートに温度・湿度データが取り込まれていることを確認する。
- (4) 自分のスマホから Google スプレッドシートが更新されていることを確認する。

○実習 7：二つの無線モジュールのプログラムを「超簡単！TWE 標準アプリ(App_TweLite)」に戻しておく。

構成：パソコン(TeraTerm)&Monostick&TweLiteDip&TweLiteR&USB ケーブル

- (1) パソコンに Monostick および TweLiteDip を TweLiteR を通して USB に接続する。
- (2) Appendix I に従って，親機・子機に「超簡単！TWE 標準アプリ(App_TweLite)」をインストールする。
- (3) Monostick および TweLiteDip のアプリケーション ID を Teraterm のインタラクティブモードで元に設定しなおす。

■報告

以下を A4 用紙 2 枚にまとめ，表紙をつけレポートとする。

- (1) 今回の実習の目的を記しなさい。
- (2) 今回の実習に用いられている装置類とプログラムの関係がわかるような全体図を考案し，解説しなさい。
- (3) 実習 1～7 で確認できた内容を記す。

■Appendix 1 : TweLite プログラム(TWE-Programmer)の使用方法

- ① TweLite プログラム(TWE-Programmer)を起動する。
- ② ターゲットとなる無線モジュールの COM ポートを選択する。
TweLite がプログラムモードになっていない場合は，下部にメッセージが出るので，もう一度接続・プログラムモードの確認を行う。
- ② プログラムファイルを選択する。
中央のボタンを押して選択するか，ファイルをドラッグアンドドロップする。正しいファイルを選択した場合は，自動的にプログラムが始まる。
「超簡単…アプリ」Monostick 用 : App_Twelite-Master-BLUE-MONOSTICK.bin
「超簡単…アプリ」TweLiteDip 用 : App_Twelite-Master-BLUE.bin
「無線タグアプリ」Monostick 用 : App_Tag-Parent-BLUE-MONOSTICK.bin
「無線タグアプリ」TweLiteDip 用 : App_Tag-EndDevice-BLUE.bin
- ③ 書き込み後はプログラムモードを解除するために必ずリセットする。
リセットする場合は【TWELITE のリセット】ボタンを押す。エラーなどで止まったり，操作順などで自動でプログラムが始まらなかった場合は，【(再)書き込み】ボタンを押す。

■Appendix 2 : Web ブラウザから Google スプレッドシートへの入力

- ① Google ドライブに新規の Google スプレッドシートを開く。(ドライブ上の適切な場所

にマウスを合わせて右クリックし「Google スプレッドシート」を選択する。）

② メニューの「ツール」→「スクリプトエディタ」を選択。「コード.gs」に以下のマクロプログラムをそっくりコピーして貼り付ける。

//↓スプレッドシートの URL に変更してください。

```
var spreadsheetURL = "https://docs.google.com/spreadsheets/...../edit#gid=0";
function doPost(e)
{
    return AddData(e);
}
function doGet(e)
{
    return AddData(e);
}
function AddData(e)
{
    var ss = SpreadsheetApp.openByUrl(spreadsheetURL);
    var sheet = ss.getSheetByName("Test");
    if(sheet == null)
        sheet = ss.insertSheet("Test", 0);
    sheet.appendRow([e.parameter.Param1, e.parameter.Param2]);
    return ContentService.createTextOutput("値を追加しました");
}
```

③ 2 行目の "https://docs.google.com/spreadsheets/....."; の部分にスプレッドシートの URL をコピーして貼り付ける。

④ メニューから「公開」→「Web アプリケーションとして導入」→「プロジェクト名の編集」→入力の上「OK」ボタン→「ウェブアプリケーションの導入」→一番下の「アプリケーションにアクセスできるユーザー」→「全員(匿名ユーザーを含む)」を選択→「導入」ボタン→「承認が必要です」→「許可を確認」→「アカウントの選択」→自身のアカウント選択→*→「許可」ボタン→「ウェブアプリケーションとして導入」→「現在のウェブアプリケーションの URL」の下に示された URL をコピー(これが web アプリケーションの URL)→「OK」ボタン。

なお、*の部分で「このアプリは確認されていません」と表示される場合は、→「詳細」→「このアプリは確認されていません」→「詳細」→下の方の「無題のプロジェクト(安全でないページ)に移動」を選択→「ようこそ」→「許可」ボタン→ の操作が挿入されます。

⑤ web 上に別のタブを立ち上げ、URL に④の作業でコピーした URL(web アプリケーションの URL)を張り付け、その後に次のパラメータを加える。

?Param1=ABC&Param2=123

全体としては次のようになる。

<https://script.google.com/macros/u/0/s/AKfycbyjbeLknTXoccZ5ciH2YRPOUjgCYRJFRDOV2g3jeSR7KMqOGSk/exec?Param1=ABC&Param2=123>

さらにこの中の「/u/0」の部分削除し次のようにする。

<https://script.google.com/macros/s/AKfycbyjbeLknTXoccZ5ciH2YRPOUjgCYRJFRDOV2g3jeSR7KMqOGSk/exec?Param1=ABC&Param2=123>

「Enter」キーを押すと、スプレッドシートの新たなシートに「ABC」、「123」が入力されていることが確かめられる。