

# Raspberry Pi を使用した環境測定システム

## — 植物栽培のための要因管理 —

伊藤 康明

### 1. はじめに

本学は畑での栽培が難しく、講座では植木鉢による栽培を行っているが、生育状態はあまり良くない。今回、栽培のための気象環境を調べることにした。

測定システムのハードウェアは Raspberry Pi にセンサを接続したものである。ソフトウェアは Python (パイソン) を使用した。このシステムは製作して間がなく、まだ十分な観測データを蓄積していない。今後、測定を続けて長期の環境データを取得し、栽培実習に資することにした。

### 2. ハードウェア

#### (1) コンピュータ

Raspberry Pi は部品の搭載されたプリント基板の状態で、手の平に乗る超小型コンピュータである。イギリスのラズベリーパイ財団によって開発され、学校でコンピュータ教育を促進することを意図しており、極めて低価格である。日本ではラズパイとも呼ばれるが、電源や OS (オペレーティングシステム) は含まれていない。いくつかのモデルがあるが、ここでは Raspberry Pi 3 のモデル B を使用した。これはボード上に WiFi ハードウェアを搭載しており、本システムのようにセンサを接続して、屋外に設置する場合に、データ収集のための通信線が必要でなく誠に都合がよい。また、カメラを接続できるようになっており、生物の長期観察にも活用可能である。

OS は Linux 系の Raspbian をインストールして使う。まず、パソコンを使って、公式ホームページから、OS をインストールするための NOOBS (ヌーブス) というソフトウェアをダウンロードする。このファイルをマイクロ SD カードにコピーし、Raspberry Pi に挿入して、電源を入れると、NOOBS の初期画面が起動する。ここで、OS の選択画面が出るので、Raspbian を選択してインストールすると、Raspberry Pi が再起動して、システムが立ち上がる。

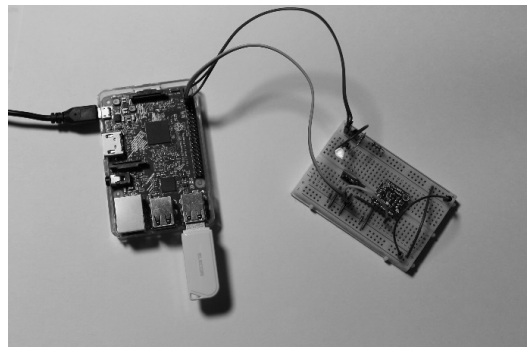


図1 Raspberry Pi とセンサ

Raspberry Pi はハードディスクを装備しておらず、マイクロ SD カードがこの役割を果たしている。

## (2) センサ

BOSCH 社の BME280 を搭載したセンサモジュールを使用する。これは温度、湿度、気圧の 3 つの環境情報を同時に測定することができる。Raspberry Pi とは、I2C という通信方式で接続する。この方式は接続する線の数少なく、モジュールが用意されていて Raspberry Pi とのインターフェースが簡単になる。主な仕様は下記のとおりである。

温度 :  $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$

湿度 :  $0 \sim 100\%$ 、 $\pm 3\%$

気圧 :  $300 \sim 1100\text{hPa}$ 、 $\pm 1\text{hPa}$

これとは別に、adafruit 社の照度センサ TSL2561 も使用する。これも I2C 方式で接続する。

照度 :  $0.1 \sim 40,000\text{Lux}$

Raspberry Pi と 2 つのセンサは図 2 のように 4 本のリード線で接続する。なお、センサによっては、図 2 のピン配置とは異なる製品も市販されているので、端子の表示を確認して接続する必要がある。

次のコマンドを実行すると、センサのアドレスが表示されるので、正常な接続が確認される。

```
$ sudo i2cdetect -y 1
```

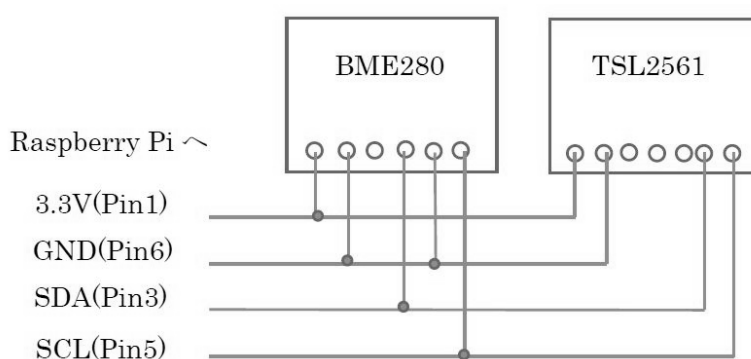


図 2 接続図

## (3) ネットワーク接続

本機は有線 LAN 接続も可能であるが、WiFi を搭載しているので、こちらを使用した方がケーブルの必要がなく、屋外に設置する場合に都合が良い。本学は WiFi が整備

されているので、校舎近くでは無線で接続することができる。ネットワークに接続するためには、**Raspberry Pi** の IP アドレスを知る必要があるが、これにはターミナルウィンドウで次のコマンドを実行する。

```
$ hostname -I
```

ネットワーク接続状況を確認するには、次のコマンドを実行する。

```
$ sudo ifconfig
```

本機は非常に小型であり、屋外へ持ち出すには便利であるが、キーボードやマウス、ディスプレイは邪魔になる。そこで、ネットワークに接続された **Windows** パソコンから **SSH** を用いて遠隔操作を行う。これは暗号を使って、安全に通信するためのプロトコルである。今回は **Window** アクセサリの中にある「リモートデスクトップ接続」を利用した。**Raspberry Pi** の ID とパスワードを入力して接続する。

#### (4) 外部電源

**Raspberry Pi** を環境測定ロボットにする場合、電池駆動にすると便利である。**Raspberry Pi** は最大で約 600mA の 5V 電源が必要である。5V は安定したものが必要であり、今回は乾電池 6 個を使用した約 9V の電圧を、レギュレータ IC を用いて 5V の安定化電源にし、**Raspberry Pi** とセンサに供給した。

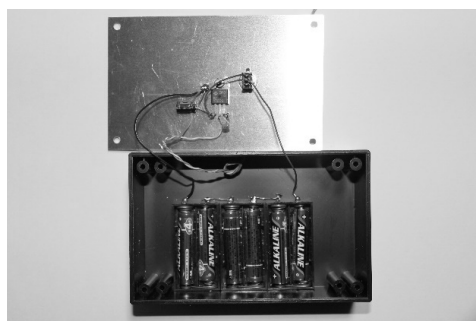


図3 乾電池による外部電源

## 2. ソフトウェア

### (1) 開発言語

**Python** (パイソン) を使用した。特徴はシンプルなことである。様々な分野で使用されており、**Web** アプリケーションや科学計算、ゲーム、**OS** 等の管理ツールなど多岐にわたる。多くの企業も **Python** を主要言語としている。また、ライブラリが豊富に揃っており、センサやロボット関係のものが多くある。**Python** には **Python 2** と **Python 3** があるが、今回は前者を使用した。これはハードウェア関連で開発された膨大なライブラリの中に、**Python 2** で書かれたものが存在するからである。両者には互換性のない部分があり、**Python 3** への移行が推奨されている。

### (2) 開発環境

**OS** の **Raspbian** には **IDLE** という **Python** 開発ツールが付属している。メニューから「**Python 2**」を選択すると、**Python Shell** というラベルが付いたウィンドウが開

く。Python は対話モードで動作しているので、作成したプログラムの実行結果はすぐに確認することができる。プログラムを記述するときは、「New File」を選択すると、エディタ画面が開くので、ここに命令群を入力していく。書き上げたら、メニューから「Run」を選択すると、プログラムが保存されると共に実行される。結果はすぐに表示されるので、エラーがあれば修正し、デバックが終了したらプログラムは完成する。

### (3) 測定プログラム

環境センサを使用した測定プログラムは、GitHub(ギットハブ)で公開されている。GitHub はソフトウェア開発プロジェクトのための共有ウェブサービスであり、多くの Python プログラムが登録されている。ここから、センサのデータを取得するためのサンプルプログラム `bme280_sample.py` と `tsl2561.py` をダウンロードする。これらのプログラムはデータを 1 回だけ取得して画面に表示するだけのものであるが、実行してみて、センサの値が取得できることを確認し、関数として定義しておく。全体のプログラムは、一定時間毎にこの関数を呼び出して、取得したデータを画面表示するとともに、ファイルに書き込み、CSV 形式で USB メモリに保存するようにした。この処理はキーボードから `[Ctrl]+[C]` が押されるまで、繰り返し実行される。作成したプログラムの主要部を図 4 に示す。# 以降はコメント文である。

```
setup()                                # 初期設定
get_calib_param()

try:
    while True:
        log_data()
        time.sleep(log_period)
except KeyboardInterrupt:
    print('End')
```

# 繰り返し  
# データ取得・保存  
# 測定時間間隔  
# キーが押されたとき終了

図 4 プログラムの主要部

## 3. 環境データの取得

取得された環境データは USB メモリに保存されているので、Excel 等のスプレッドシートに読み込んで自在に加工できる。Raspberry Pi の中で、Python を使って 10 行程度のプログラムでグラフを描くことも可能である。以下の図は 2 月の取得データを基に Excel で作成した。気象庁が公表している地域気象観測システム（アメダス）四日市（四日市市日永）の観測データと比較したが、妥当なデータが取得されている。

图 5

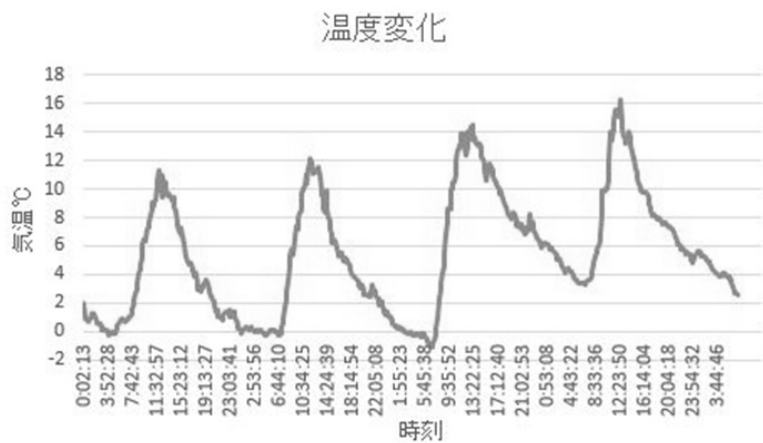


图 6

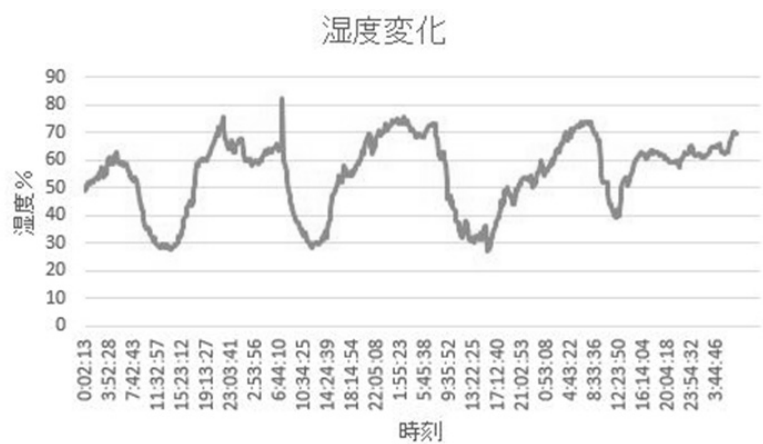


图 7

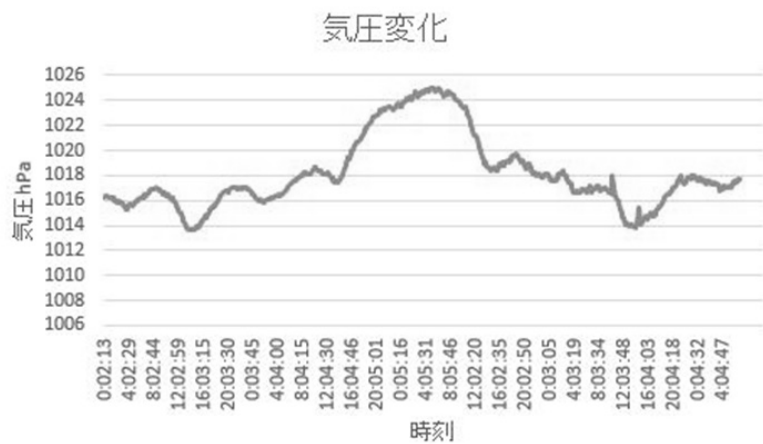
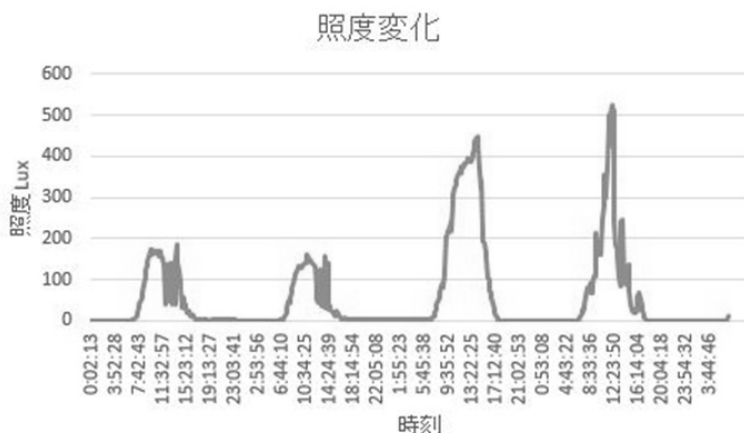


図 8



#### 4. おわりに

この Raspberry Pi システムは安価に製作でき、極めて軽量であり、無線でデータを取得できるので、屋外に設置して観測するツールとしては重宝なものである。カメラを搭載することも出来、写真や動画の記録も可能である。動物や植物の成長の記録などにも応用したいと考えている。

今回は測定システムの製作に時間を要し、長期に渡る十分な環境データの取得には至っていない。今後、十分なデータを取得し、適切な栽培環境での教材作りの資料としたい。

#### 参考文献

1. Simon Monk : Raspberry Pi クックブック第2版、オライリー・ジャパン、2017
2. 中村文隆 : ラズベリー・パイで作る手のひら Linux パソコン、CQ 出版社、2013
3. 金丸隆志 : 実例で学ぶ Raspberry Pi 電子工作、講談社、2015
4. 環境センサーの測定データを Google スプレッドシートでグラフ表示、ラズパイマガジン 2017 年 8 月号 P94、日経 BP 社、2017
5. 株式会社エスキュービズム : Python 入門、秀和システム、2016
6. 伊藤裕一 : 1 日で基本が身に付く ! Python 超入門、技術評論社、2017
7. Raspberry Pi Documentation <https://www.raspberrypi.org/documentation/>
8. Python 3.6.4 documentation <https://docs.python.org/3/>