

# 水耕栽培の自動制御の研究

三宅温大 森田琉斗  
木村祐大 馬場隼人

## 1. 研究概要

私たちの班では Raspberry Pi を使った水耕栽培を行う装置を作成し、リーフレタス (*Lactuca sativa* var. *crispa*) を栽培した。

## 2. 研究の具体的内容

私たちがこの研究をしようと思った理由は、少子高齢化が進む今、農家の人手不足により作る人がいなくなっているため、植物の栽培を自動制御することで人の手を借りなくても植物が安定して育つ環境を作ることができる考えた。栽培方法は、土を作る必要がないことや生育が早いことから、研究期間の長さに適している水耕栽培を選択した。室内かつ狭い範囲で栽培を行うことができるので、制御機器に対しての電力の供給が行えることや雨や風などによるトラブルを阻止することも考慮した。(引用1)

## 3. 構成と動作

### (1) 製作手順

製作手順は(図1)のようにした。

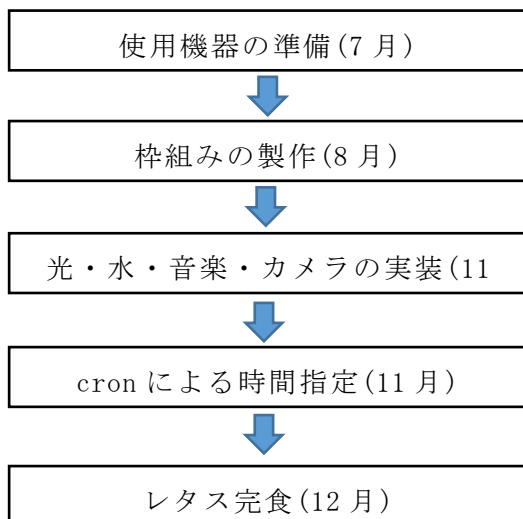


図1 製作手順

### (2) 制御方法

Raspberry Pi を用いて、植物が育つために必要な光と水、そして育成を促進させるために音楽の制御をした。(引用2) また、成長過程を記録するために WEB カメラを制御した。

制御するには Python 言語を使用し、それぞれの制御は時間指定で実行するため Linux のツールである cron を使用した。

### (3) 光の制御

- ① 「LED を消灯させる実行ファイル」  
#!/usr/bin/bash  
sudo pkill -f python3  
sudo python3  
/home/baba/Desktop/ledoff.py  
// 「LED 消灯プログラム」の起動
- ② 「LED 消灯プログラムの抜粋」  
GPIO.setup(21, GPIO.OUT)  
//GPIO21 を出力モードに設定  
GPIO.output(21, 0)  
//GPIO21 の出力を 0 にして LED 消灯
- ③ 「LED を点灯させる実行ファイル」  
#!/usr/bin/bash  
sudo pkill -f python3  
sudo python3  
/home/baba/Desktop/ledon.py  
// 「LED 点灯プログラム」の起動
- ④ 「LED 点灯プログラムの抜粋」  
GPIO.setup(21, GPIO.OUT)

図2 COB LED の制御

光の制御では普通のLEDより光量大きいCOB LEDを使用することで光合成ができる十分な光量を確保した。しかし、COB LEDの点灯時は高熱になることから、周囲の機器の故障やアルミ板がへこむなどの問題が発生した。その対策として調光器で明るさを変更することやDCファンをCOB LEDの裏側に配置し、冷却をすることで、発熱を防いだ。

(図2)はCOB LEDの制御するための実行ファイルとプログラムである。

#### (4) 水の制御

植物に必要な水を清潔に保ち、育成可能な環境にするために装置を製作した。(図3)上のパレットに開けた穴から水が流れ落ち、下のパレットに取り付けた循環ポンプが水を吸い上げ循環する仕組みにした。

また、植物の酸素不足による枯死を防ぐために水の循環装置にエアレーションポンプを追加した。エアレーションと水の循環で2台のエアレーションポンプを使用することにより酸素供給を行うことができるだけでなく、発生する泡の上昇と循環ポンプによる水流で水が動くことから、植物育成用バット全体に満遍なく水が循環する装置を製作した。

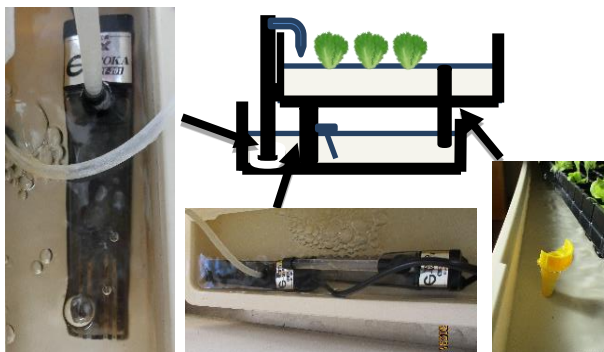


図3 循環装置

(図4)はポンプの制御をするための実行ファイルとプログラムである。

```
①「ポンプを起動させる実行ファイル」
sudo pkill -f python3
sudo python3
/home/baba/Desktop/pumpon.py
//ポンプ起動
②「ポンプを起動させるプログラム」
GPIO.setup(20,GPIO.OUT)
//GPIO20を出力モードに設定
GPIO.output(20,1)
//GPIO20の出力を1にしてポンプをつける
```

図4 ポンプの制御

#### (5) 音楽の制御

フリー音源をMP3でダウンロードした。次に、Raspberry PiでMP3を再生するためのmpg321をインストールした。

制御では、別の音楽を再生するよりも前に今の音楽をpkillで停止することで、音楽が重なって再生することを防ぎ、流したい音楽を1つだけ流すようにした。(図5)

```
#!/usr/bin/bash
sudo pkill -f mpg321
//流れている音楽の停止コマンド
mpg321 -Z /home/baba/playlist1.mp3
//絶対パスの音楽の再生コマンド
```

図5 音楽を実行させる制御ファイル

#### (6) WEBカメラの制御

写真を撮る機能と植物の様子を遠くから観察するためにMotionを使用し、(図6)のように設定した。

- ① インターバル撮影の時間設定を3600とし、1時間に1回写真を撮るよう設定した。
- ② 撮影した写真を置くファイルの場所を設定した。
- ③ 8081ポートを解放し、WEBカメラでとった映像を外部公開した。

④ localhostはRaspberry Piの中でしか見られないという設定なので off にした。

```
①#snapshot_interval 0
  snapshot_interval 3600
②
  #snapshot_filename %v-%Y%m%d%H%M%
  S-snapshot

  snapshot_filename %Y%m%d-%H:%M:%S
  -snapshot
③# The port number for the live
  stream.
  stream_port 8081
```

図 6 Motion の設定

#### (7) cron の説明

時間指定の方法は

「\*\*\*\*\* 実行するコマンド」となり、\*の箇所にコマンドを実行する時間を、左から分 時 日 月 曜日の指定が行えるので、それぞれに数値を入力し、時間指定を行った。

実行するコマンドの部分には実行ファイルのパスでも指定が行えることから、実行コマンドを複数指定する場合など、使い分けを行った。crontab は (図 7) のように設定した。

- ① 再起動(reboot)することで WEB カメラが立ち上がるように設定した。
- ② 停電などのトラブルが発生しても次の日には復旧できるように、一日ごと再起動することで制御動作が動くようにした。
- ③ 8 時 00 分に playlist1 という名前の朝用のプレイリストが流れ始めるように設定した。
- ④ 17 時 00 分に playlist2 という名前の夜用のプレイリストが流れ始めるように設定した。
- ⑤ 21 時 00 分に音楽が止まるように設定した。
- ⑥ 冬の日の出時間が 7 時 00 分だから、そ

れと同じタイミングである 7 時 00 分に COB LED が消灯するように設定した。

⑦ 冬の日没時間が 17 時 00 分だから、それと同じタイミングである 17 時 00 分に COB LED が点灯するように設定した。

⑧再起動することで循環ポンプが立ち上がるように設定した。

```
①@reboot sudo motion
②0 0 * * * sudo reboot
③0 8 * * *
  /home/baba/Desktop/playlist1-
  start.sh
④0 17 * * * /home/baba/Desktop/
  playlist2-start.sh
⑤0 21 * * * pkill -f mpg321
⑥0 7 * * *
```

図 7 crontab の設定

#### 4. 構成部品

構成部品は (表 1) のものを使用した。

名前	型番
Raspberry Pi	Raspberry Pi 4 Model B
安全ブレーカー	安全ブレーカーHB 型 100V 2 極 1 素子
リレー	SLA-05VDC-SL-C
COB LED	AC110V-F60400 WX
DC ファン	9G1212A402
調光器	BTA24-600CW
エアレーション ポンプ	イーロカ PF-201
スピーカー	USB ミニスピーカー
WEB カメラ	C920S
ろ過マット	LIFEEX 汚れが取れやす いろ過マット 8 枚入り
苗ポット	移植機用育苗ポットト レー

表 1 部品名と型番

## 5. 研究のまとめ

今回の課題研究を通して、私たちは光、水、音楽、WEB カメラの制御をすることで Raspberry Pi の知識を身につけることができた。また、Raspberry Pi を使って、ネットワークを使用してハードウェアを制御することができた。

最初はどのような機能を持たせたら、水耕栽培によるリーフレタスの栽培が早く、美味しくできるかどうか試行錯誤した。

そのため、部品を用意するにあたって植物の成長に必要な光量や、水を変える頻度などを踏まえてそれに適した部品を選択することにこだわった。

効率よく研究を進めるために、プログラミングを行う際には、デバッグ作業をスムーズに行えることや誰が見ても理解できるように配慮したプログラムを作成することを意識した。

夜でも光を与えることで、日光が足りない屋内で育成ができ、通常より早く育成できる水耕栽培のメリットを十分に生かした装置を実現することができた。

このような装置で実際に良質なリーフレタスを育てることができた。(図8)

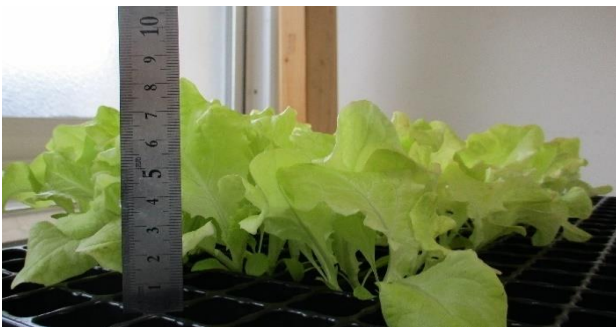


図8 リーフレタス

しかし、装置の作製に時間がかかったため、肥料や蒸発した水の補充は制御できず、手作業で行うことや制御の ON と OFF をボタンによる操作で実行することができなかった。

最後に、水耕栽培の自動制御を普段の授業で学んだことを生かし、実践に移したことに

よって、モノづくりの手順や方法を体感することができた。また、役割分担や個人での作業効率をよくする程、装置に機能を追加でき、質のある装置が作れることを実感した。

## 6. 参考文献

1. 【cron の参考サイト】(2023/12/15)

【Linux】cron の設定方法 #Linux - Qiita

2. 【使用した音楽】(2023/12/15)

「著作権フリーBGM【クセになる 36 曲 2 時間】  
ライブ配信 作業用 勉強用 BGM 【2023】」  
<https://www.youtube.com/watch?v=FUSZ2WxeLpw>

3. 「著作権フリーBGM【クセになる 35 曲 2 時間】  
ライブ配信 作業用 勉強用 BGM」

<https://www.youtube.com/watch?v=AHxUmubgwtcjj>

4. 【引用 1】(2023/12/15)

<https://shisetsuengei.com/news-column/yield-quality-up/yield-quality-up-011/>

5. 【引用 2】(2023/12/15)

ssh13\_16.pdf (nara-wu.ac.jp)