

# 水性栽培の自動制御

末井 翔太 金重 芳紀

## 1. 研究概要

Arduino とリレーを使用した水性栽培の制御、制作を行い、Arduino とリレーの基礎知識や周辺用具の制作を通してものづくりを学習する。

## 2. 研究の具体的内容

### (1) 研究の目的

私達がこの研究をしようと思った理由は、植物を栽培するうえのデメリットとして重労働、場所や地域によって栽培できる植物が制限される、植物の出来が天候によって左右されるがあげられる。しかし、栽培の自動制御を行うことで成長が早く、天候に左右されない、手間がかからないなどのメリットで解決できるためである。

### (2) 光による味の変化

まず、最初に水性栽培をするにあたって、植物に必要な光について調べた。

植物の成長には、光が大きく影響していて光の色によって味が変わることが筑波大学の研究から知られている。(引用1)

赤光色では、糖質や植物脂質類が蓄積するのに対し、青光色では、抗酸化成分として知られているフラノボール配糖体やクロロゲン酸類が高蓄積される。だから、赤光色を使用すると甘味が強くなり、青光色を使用すると苦味が強くなる。このことから使用する LED の色と量を考えた。(図1)

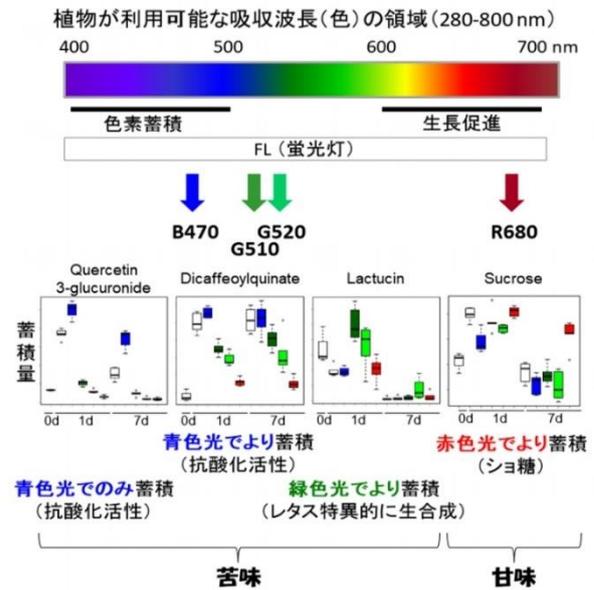


図1 味の変化

(引用1)照射する光によってレタスの味が変わることを発見-筑波大など  
著者：鷲山奈津子 2018/05/24

### (3) 使用機器

植物の生育に必要な水と空気を取り入れるために使用する。

- ・循環ポンプ

水を循環させ、きれいな水を保つ。(写真1)



写真1 循環ポンプ

・エアポンプ

DFT 方式では酸素不足になりやすいのでエアポンプを設置した。

・Arduino

私たちが Arduino を採用した理由は、USB ケーブルを PC に接続するだけで始められ、シンプルで分かりやすいという点である。また、Arduino は C 言語と C++ をベースにしたプログラミング言語を使用するので C 言語の経験がある私たちに最適だと考えた。(写真 2)



写真 2 Arduino

・CdS

CdS とは、当たる光の量で抵抗値が変わるというセンサです。この抵抗値の変化を利用して、LED を制御させた。

これを利用して日光が当たっている時は消灯し、当たっていない時は点灯させるプログラムを考えた。(写真 3)

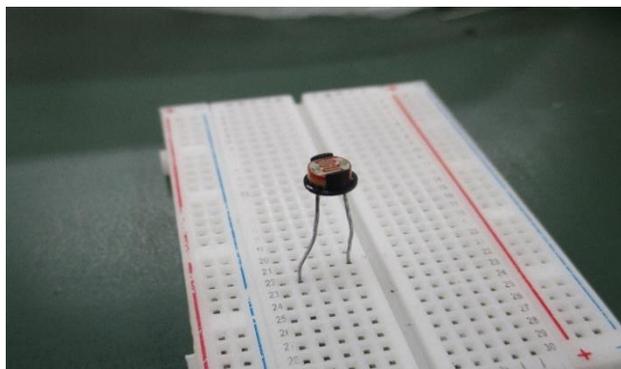


写真 3 CdS

(4)制作手順

制作手順は以下の図の通りである。(図 2)

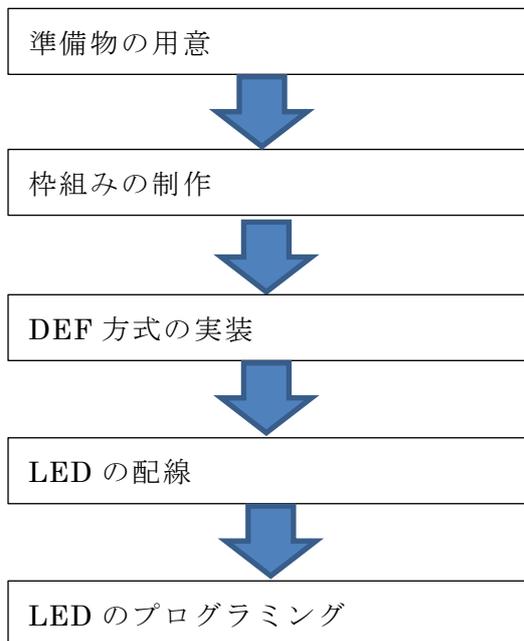


図 2 制作手順

(5)枠組みの制作

枠組みは、学校にあった木材を加工してねじ止めをし作製した。その後 LED テープを取り付けた。LED は赤色と青色のものを使用した。LED テープの配置は重量と発熱を考え、アルミ板にした。また、はんだ付けの際にはアルミ板に当たり、ショートしないよう、アルミ板側にビニールテープを貼り、絶縁した。(写真 4)

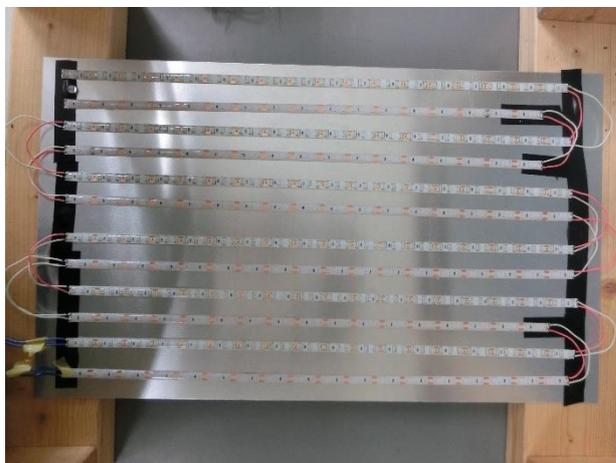


写真 4 LED の取り付け

## (6) DFT 方式の実装

DFT 方式とは、(引用 2)のように根の全体もしくは一部が溶液にひたっている方式である。水耕栽培の名の通り土を水に置き換えた様式である。(写真 5)

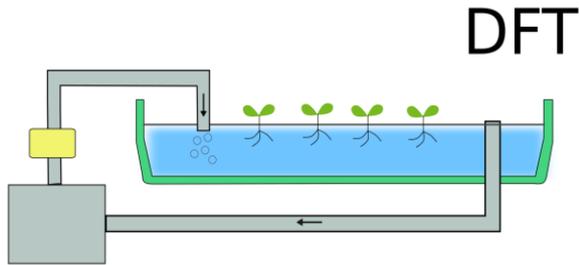


写真 5 DFT 方式

(引用 2) 2つの代表的な水耕栽培方式 DET/NFT とはどんなもの？

## (7) 配線

インターネットの文献(Arduino で明暗センサ付きライトを作ろう！光センサで LED の明るさを制御する)を参考にしながら、CDS、リレーを制御するための配線作業を行った。配線作業を行う上でトランジスタの基礎知識を復習しながら行った。(写真 6)

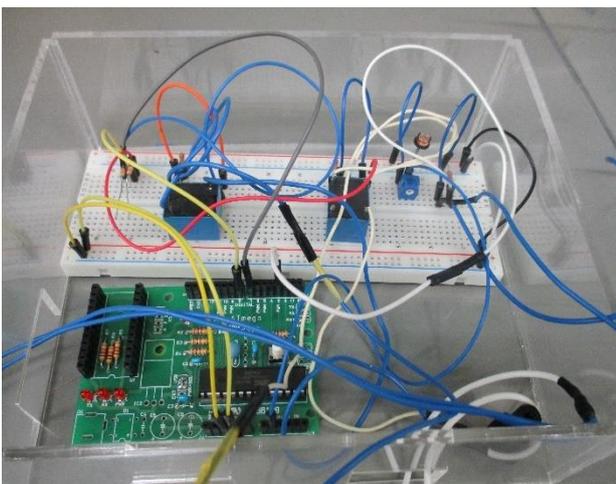


写真 6 配線

## (8) プログラムの作成

カウント変数、入出力ピンを宣言した。

(図 3)

```
const int LIGHT_S =A1;
int count_f = 0;//カウント変数
int co = 0;//カウント変数

void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT);
  pinMode(7,OUTPUT);//赤色LED
  pinMode(8,OUTPUT);//青色LED
  pinMode(3,INPUT);
}
```

図 3 変数宣言

赤色 LED、青色 LED、リセット、両方点灯させる関数を宣言した。(図 4)

```
void RED_L (){
  digitalWrite(7,HIGH);
  digitalWrite(8,LOW);
}

void BLUE_L(){
  digitalWrite(7,LOW);
  digitalWrite(8,HIGH);
}

void LED_OFF(){
  digitalWrite(7,LOW);
  digitalWrite(8,LOW);
}

void LED_BOTH(){
  digitalWrite(7,HIGH);
  digitalWrite(8,HIGH);
}

void (*resetFunc) (void) = 0; //arduino強制リセット関数
```

図 4 関数宣言

フラグのカウントを設定した。(図 5)

```
void loop() {
  if (digitalRead(3) == 1 && (count_f == 0)) {
    count_f = 1; //フラグの設定
    co++; //カウント
    digitalWrite(13,LOW);
    delay(50); //チャタリング対策
  }
  else if (digitalRead(3) == 0 && (count_f == 1)) {
    count_f = 0;
    digitalWrite(13,HIGH);
    delay(50);
  }
  int LIGHT_S = analogRead(1);
}
```

図 5 フラグのカウント設定

カウント関数でフラグがカウントした回数によって動作させた。(図 6)

```

if((co == 1)){
  LED_OFF();
}else if((co == 2 && LIGHT_S <= 330)){
  RED_L();
  delay(100);}
}else if((co == 2 && LIGHT_S >= 330)){
  LED_OFF();
  delay(100);}
}else if((co == 3 && LIGHT_S <= 330)){
  BLUE_L();
  delay(100);}
}else if((co == 3 && LIGHT_S >= 330)){
  LED_OFF();
  delay(100);}
}else if((co == 4 && LIGHT_S <= 330)){
  LED_BOTH();
  delay(100);}
}else if((co == 4 && LIGHT_S >= 330)){
  LED_OFF();
  delay(500);}
}else if((co == 5)){
  LED_OFF();
}else if((co == 6)){
  RED_L();
}else if((co == 7)){
  BLUE_L();
}else if((co == 8)){
  LED_BOTH();
}else if((co >= 9)){
  resetFunc();
}
}

```

図6 LEDの動作

### (9)動作

ボタンが押された時、

- 1 回押されて暗くなった時に赤色 LED が点灯。
- 2 回押されて暗くなった時に青色 LED が点灯。
- 3 回押されて暗くなった時に赤色 LED と青色 LED が点灯。
- 4 回押された時に消灯。
- 5 回押された時に赤色 LED が点灯。
- 6 回押された時に青色 LED が点灯。
- 7 回押された時に赤色 LED と青色 LED が点灯。
- 8 回押された時にリセット。

これをループする。

回数をカウントすることで動作の幅が広がった。また、CdS で夜の暗くなった時に LED が点灯するようにした。

### 3. 研究のまとめ

今回の課題研究を通して、私たちは Arduino の基礎知識を身に付けるとともに物作りの難しさを実感することができた。最初は栽培に適した植物探しや準備物を決めるのに時間がかかってしまった。特に LED を用意する上で植物の成長に必要な光や栄養を調べる必要があった。

今回は CdS を使用し、明るさで LED を制御したが、時間で制御するプログラムを追加するとより自動制御の幅が広がると考えた。

課題研究では、水性栽培の自動制御を通して物作りの楽しさと難しさを体験したので、この経験を将来の仕事で生かしていきたいと思う。

### 参考文献

Arduino で明暗センサ付きライトを作ろう！  
光センサで LED の明るさを制御する

<https://tajimarobotics.com/arduino-photoresistor-led/> 2020/07/06/

### 引用

照射する光によってレタスの味が変わることを発見-筑波大など

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20180524-635615/> 2018/05/24

2つの代表的な水耕栽培方式 DET/NFT とはどんなもの？

<https://jitaku-yasai.com/knowledge/dft-nft/> 2018/2/17