

# 太陽追従機能付きソーラパネルの製作

古城 智暉 赤木 咲哉  
山崎 陽翔

## 1. 研究概要

私たちは太陽の動きを追従して効率よく発電させることができる太陽追従機能付きソーラパネルを製作することにした。それを通じてプログラミングやモータの制御、ソーラパネルについての知識の向上に挑戦してみようと思った。

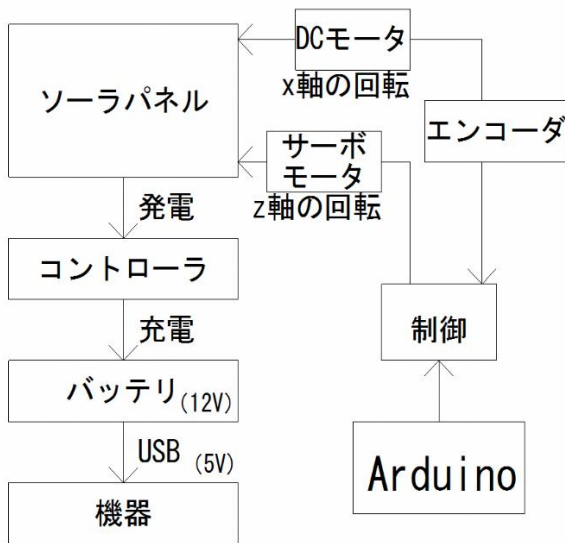


図1 構成

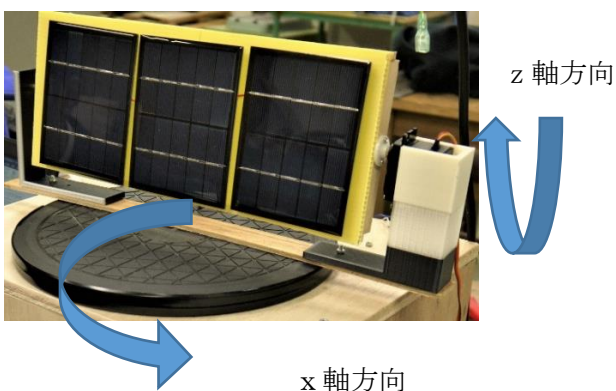


図2 モータとサーボモータによる回転方向

## 2. 研究の具体的内容

今回製作したものは太陽追従機能付きのソーラパネルである。DCモータでx軸(左右回転)とサーボモータでz軸(上下回転)の2方向で動作させた。x軸方向はエンコーダを利用し回転角度の制御をできるようにしている。ソーラパネルからの電気エネルギーをバッテリーに蓄電し、その電力でスマホやUSB機器などを充電できるようにした。

## 3. 使用機器について

図2にソーラパネルの動き(モータとサーボモータ)を示す。制御には以下の部品を使用した。

### (1) モータドライバ

Arduinoを使って制御を行った。モータドライブ用のICはTA7291Pを用いて制御した。このICは2ビットの入力信号により、DCモータを正転逆転の制御ができるものである。

### (2) エンコーダ

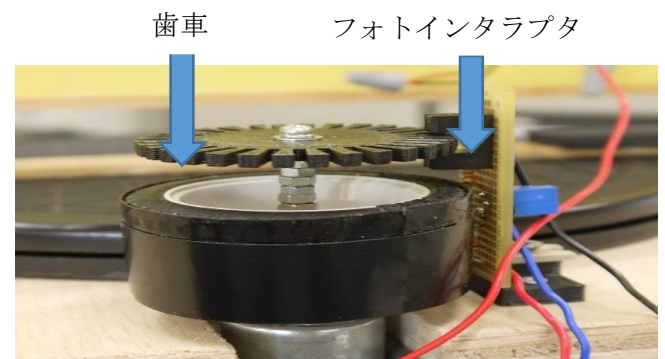
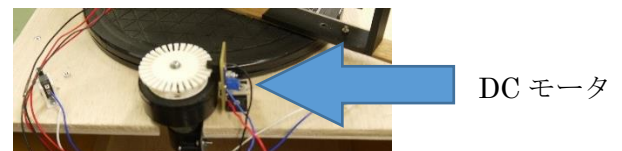


図3 エンコーダの全体

x軸方向の制御にはエンコーダを使い歯車の回転に応じてフォトトランジスタでカウントを行い回転する角度の制御を行った。図3に使用したエンコーダを示す。

### (3) サーボモータ

z 軸方向の制御にはサーボモータを使いプログラムによって指定した一定の角度で回転するように制御を行った。図4にサーボモータの画像を示す。



図4 サーボモータ

### (4) 制御回路

図5は、Arduino とモータドライバを接続した回路である。図6はその回路図である。

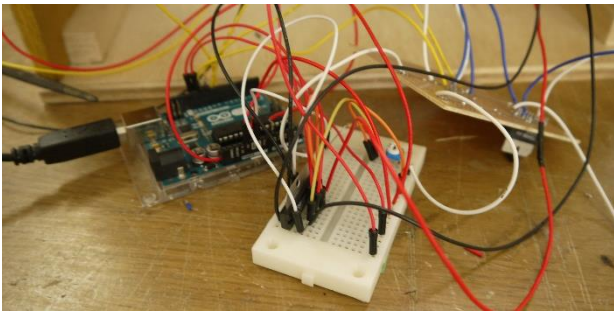


図5 実際の回路

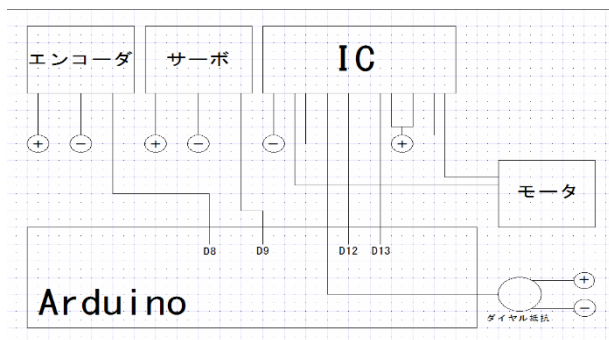


図6 回路図

### (5) ソーラパネル

ソーラパネルは、1枚1.5Wの電力を作り出すものを3枚使用した。ソーラパネルは光が照射されることで、パネルを構成している半導体の電子が動き発電が起きるものである。

### 主な仕様

- ・最大出力電力(Pmax) : 1.15W
- ・開放電圧(Voc) : 5.9V
- ・短絡電流(Isc) : 0.27A
- ・最大出力時電圧(Vmp) : 4.9V
- ・最大負荷時電流(Imp) : 0.24A
- ・サイズ : 90x116x3mm

### (6) バッテリ

バッテリーはソーラパネルで発電した電気を蓄電するために使用した。ソーラパネルの発電した電気を直接充電するには問題があるため、途中にコントローラを配置し充電できるようにした。

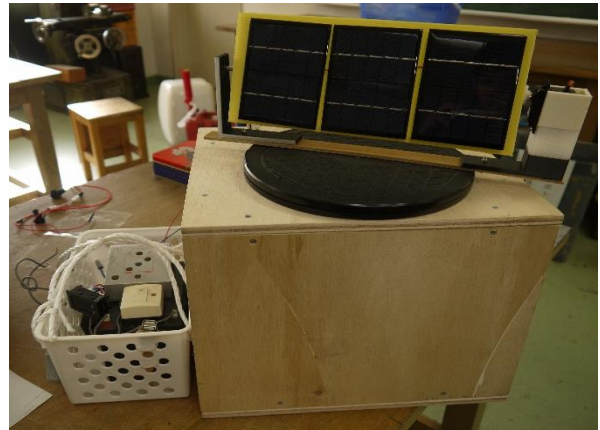


図7 完成品全体図

## 4. 製作について

図8に完成までの流れを示す。

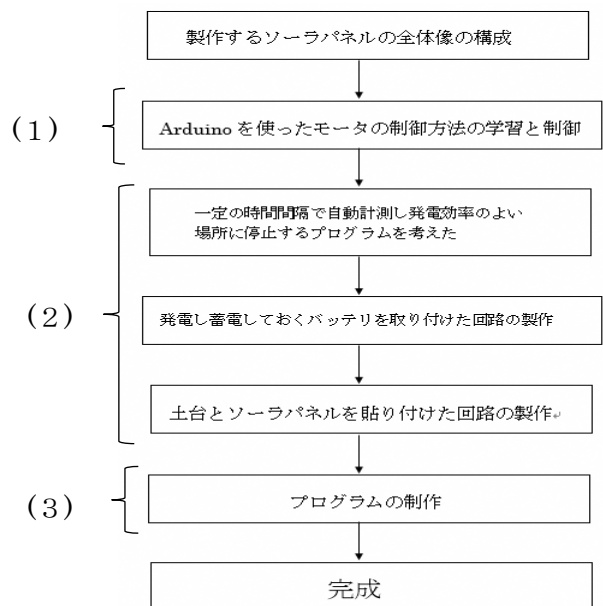


図8 完成までの流れ

### (1) 制御方法の学習と制御について

まず基礎であるモータの制御方法から学習し Arduino を使ったモータの制御を行った。はじめは2枚のソーラパネルを使い、ソーラパネルの発電量によってモータの回転方向が制御できる様にした。

### (2) 本体の製作について

次に一定の時間間隔で自動計測し最も発電効率の良い場所で停止するプログラムを考えた。また、ソーラパネルで発電した電気を蓄電しておくバッテリーを取り付けた回路を製作した。そして、ソーラパネルの土台を製作し、実際に発電するソーラパネルを取り付けた。

### (3) プログラムの制作について

#### (a) 基礎部分について

最初に、モータの制御方法から学んだ。まずモータを正転逆転する基礎的なプログラムを復習した。次に、ソーラパネルを使って、2枚の発電量をアナログで入力し、その2枚の発電量を比較してモータの回転方向を変えるというプログラムを作成した。

#### (b) サーボモータの制御について

次に、本番のプログラムの作成を行った。本番は、サーボモータを使用したz軸方向の制御と、モータとエンコーダを使用したx軸方向の制御を作成した。まずz軸方向のプログラムを作成した。完成のプログラムは、ソーラパネルの発電量を入力して、多数のデータの中から、最も発電の効率のいいところで停止させるというプログラムである。

図9にサーボモータでのz軸方向の制御方法を示す。

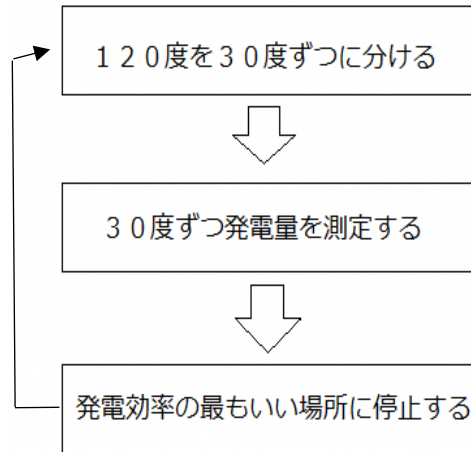


図9 サーボモータの動き

図10が、発電量計算と発電量表示のプログラムである。このプログラムによって、現在のソーラパネルの発電量がモニタに表示されるようになった。このプログラムを、30度ごとにソーラパネルを停止させ、実行させることでソーラパネルの発電状況が記録できる。図10に測定した値を示す。

```
79 int i = analogRead(SORA1);  
80 Serial.print("i=");  
81 Serial.println(i);
```

図10 測定部のプログラム

```
i=645  
i=652  
i=678  
i=683  
i=729
```

図11 実際の発電量表示画面

#### (c) 計測部分について

図11では600や700と表示されているが、実際に645と表されているのは6.45Vのことである。これは、ソーラパネル1枚の発電量で、このソーラパネルを直列に3枚接続して発電している。これで、発電量が最大になった位置を、別の変数に保存することで、一番発電量の大きい位置に停止するプログラムができた。

図12にサーボモータのプログラムについて示す。

```

83     if (MAXTAIYOU < i) {
84         MAXSERVO = pos;
85         Serial.print("最大角度 (サーボ) ");
86         Serial.println(MAXSERVO);
87         MAXTAIYOU = i;
88         Serial.print("最大発電量");
89         Serial.println(MAXTAIYOU);
90     }

```

図 12 最大発電量の記憶と位置の記憶

しかし、サーボモータのプログラムより、モータで制御するプログラムのほうが、時間がかかった。

```

Moter_kansei $
49     f = 0;
50     iti++;
51     digitalWrite(M1, LOW);
52     digitalWrite(M2, LOW);
53     int i = analogRead(SORA1);
54     Serial.print("i=");
55     Serial.println(i);
56     delay(1000);
57     if (MAX_TAIYOU < i) {
58         MAX_MOTA = iti;
59         Serial.print("最大角度 (モータ) ");
60         Serial.println(MAX_MOTA);
61         MAX_TAIYOU = i;
62         Serial.print("最大発電量");
63         Serial.println(MAX_TAIYOU);
64         delay(1000);

```

図 13 最大発電量の記憶とその位置の記憶

#### (d) モータの制御について

図 13 のプログラムがモータとエンコーダを使用したプログラムで、原理は先ほどのサーボモータのときに使用したプログラムとほぼ同じである。次の図 14 にモータのプログラムの動きを示す。

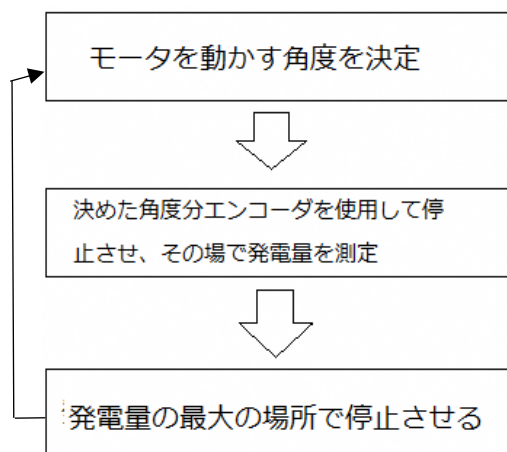


図 14 モータの動き

モータの発電量測定プログラムで、難しかったところは、発電量を測定しながらモータを回すプログラムを作るところが難しかった。何度も調整を重ね、完成することができた。最後に 2 個のプログラムを組み合わせ、うまく動くことを確認してプログラムは完成した。

#### 5. 研究のまとめ

今回の課題研究を通して、ハードウェアやソフトウェアについてより深く学べたと思う。課題研究が始まったばかりのときは、基礎的なプログラムの勉強を主にしていた。モータの制御が主だったが、そこに時間がかかってしまい本番の制御プログラムに移るのが少し遅れてしまった。ハードウェアとソフトウェアを作っていく人を私たちの中で分担し、行動できたのがよかったと思う。しかし、理解度に差が生まれてしまいソフトウェアとハードウェアで、臨機応変に修正できなかったところは問題点だったと思う。複数の IC や 3 枚のソーラパネルを組み合わせる組んだ回路は複雑なため行き詰るところもあったが、班員と協力して完成まで進めることができた。土台の製作においてはバッテリーの大きさ、ソーラパネルなどを取り付けるにあたり採寸を測って作った。Fusion360 と 3D プリンタを用いて必要なパーツの作成を行った。出力したモデルのネジ穴の位置が合わないことがあり、ミリ単位での正確性がとても重要であると分かった。計画性がなく時間がかかってしまって、放課後遅くまで残ることがあったので、計画性の重要さに気づくことができた。