

# 太陽自動追尾装置の開発と評価 ～自動ソーラークッカーを目指して～

福井県立高志中学校 2年 伊東優実  
指導教員 福井工業高等専門学校 電子情報工学科 小松貴大

## 概要

本研究では、自動ソーラークッカーを目指してマイコンを用いた組み込みシステムの製作を行い、性能を評価した。屋外で使用することを想定し、現在位置および日付・時刻を取得するためにGPS受信機を使用する。GPS受信機より取得した情報をもとに、その地点に適した太陽高度・太陽方位を計算し、2つのサーボモーターを制御する。ソーラークッカーを設置する場所の傾斜などの影響されないように3軸の加速度センサを用いて、フィードバック情報付きのサーボモーターをPID制御する。これら組み込みシステムにパラボラ型半球を取り付けて焦点温度を計測することでソーラークッカーとしての性能を持っているか評価した。

## 背景



図1 小学生時に作成した様々な形のソーラークッカー

小学生の頃から、ソーラークッカーの研究を行ってきた。調理するものにもよるが、ソーラークッカーの調理が成功するには天気・保温・時間・時刻・角度などの要因が関わってくる。1年間を通して行った研究で、冬でも太陽高度が20度以上であればゆで卵の調理に成功することが分かった。次の年には、3つのソーラークッカー（BOX型、簡易型、パラボラ型）を自作し、温度の上がり方の違いについて調べた。このように研究を続けている中で最も大変だったことは、太陽の動きに合わせてソーラークッカーの姿勢を維持することでした。そのような中、福井大学ジュニアドクター育成塾1年目（中学生1年）の時に参加したイベントで、太陽の動きを計算できることを知った。イベントでは、日付・時刻・経度・緯度を入力することで、現在位置における太陽の方向（太陽方位）と太陽高度を計算するプログラムについて学んだ。イベントの時の講師であった福井工業高等専門学校の小松貴大先生に指導してもらいながら、ジュニアドクター2年目の課題研究としてプログラムで制御する自動ソーラークッカーの制作を目指して研究に取り組むことにした。

## システム構成図

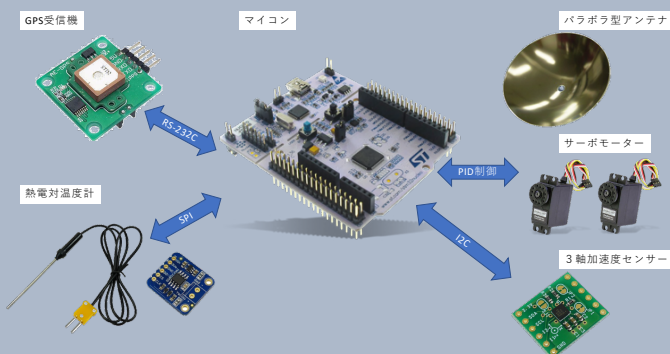


表1 使用した主な構成部品リスト

使用した機器名(俗称)	型番・規格	使用目的
マイコン	NUCLEO-F446RE	太陽方位・太陽高度の計算、各種センサ（GPS、加速度）とサーボモーターの制御
マイコン	Arduino Uno Rrev3	
GPS受信機	AE-GYSFDMAXB	RS-232Cで緯度・経度・日付・時刻を取得
3軸加速度センサー	AE-MMA452	I2Cで台座の傾斜角度を計算
K型熱電対温度計	P-00307	MAX31855使用K型熱電対アンプモジュールと組み合わせでSPIで温度を取得
サーボモーター	Parallax Feedback 360° High-Speed Servo	マイコンを用いてPID制御することで、パラボラ型アンテナを太陽の方へ向ける
パラボラ型アンテナ	直径305mm 焦点距離75mm	集光装置として使用

## 性能評価と考察

### プログラムが正しいか？

太陽高度をプログラムで計算した結果、透明半球を用いて計測した結果、カシオのWebサイトでの結果とを比較する。実験日：2019年9月24日  
WebサイトURL:<https://keisan.casio.jp/exec/system/1185781259>

表2 1時間毎の太陽高度 単位[°]

時刻	プログラム	透明半球	Webサイト
6:00	2.4	0	2.56
7:00	14.41	15	14.36
8:00	26.01	28	25.96
9:00	36.73	40	36.61
10:00	45.75	48	45.61
11:00	51.76	52	51.6
12:00	53.19	55	53.03
13:00	49.54	48	49.4
14:00	41.98	43	41.87
15:00	32.07	33	31.98
16:00	20.89	20	20.81
17:00	9.06	15	9.03

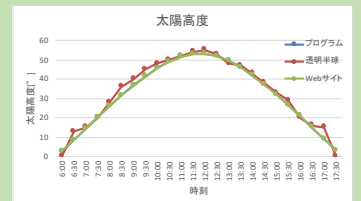


図2 3種類の方法で求めた太陽高度の違い

- ・透明半球では毎回手動で計測するため、プログラムやカシオのWebサイトの結果と比較すると、変化が滑らかではなかった。
- ・プログラムとカシオのWebサイトの太陽高度はほぼ重なっており、ズレは最大でも0.16度でありサーボモーターの制御では無視できる程度の大きさである。

### 調理ができるか？

作成したソーラークッカーシステム(試作機1号)は調理可能なレベルであるかどうか判定するために、小学生時に作成したソーラークッカー(直径80cmパラボラ型の従来機)でゆで卵を作りつつ、試作機の焦点温度を計測した。実験日：2019年9月20日

試作機1号(直径5cmの小型パラボラ装着)



従来機(直径80cmのパラボラ型ソーラークッカー)



図3 試作機1号の焦点温度の変化

- ・試作機1号の焦点温度は最大でも60°C程度でした。温度計が剥き出しの状態では保温されなかった点と、試作機1号のパラボラが直径5cmと非常に小さい点が原因と考えられる。
- ・同日12時から14時まで従来機で調理した結果、水温80度以上が20分以上続き固いゆで卵が出来た。

### より実用的な形へ

試作機1号より直径が大きなパラボラを制御するために、サーボモーターを高出力のものへ変更し、パラボラを固定するための装置を設計する必要がある。3Dプリンタを用いて直径30cmのパラボラ型半球を取り付けた試作機2号を製作した。

3Dプリンターで台座を設計



試作機2号(マイコンをNucleoに変更)



- ・3Dプリンターで作成した機構でフィードバック付きサーボモーターの制御ができた。より重量の大きいパラボラを支えるためにも機構の改良が必要である。
- ・試作機1号ではマイコンにArduinoを用いていたが、周辺機器の通信制御が多すぎるためNucleoに変更する必要がある。

## まとめ・今後の課題

プログラムの書き方だけでなく、装置の制御方法や通信方式、3Dプリンタの使い方等、自動ソーラークッカーを目指して取り組む過程で多くのことを学んだ。まだ、完成には至っていない部分(3軸加速度センサーを用いたPID制御や調理器具の設置)を進めていきたい。