

# [太陽電池で動作するセンサー回路の設計と製作]

## Design and fabrication of sensor circuit operated by solar cell

1200171 山本 征史 (プロセッサ回路の設計・制御研究室)  
(指導教員 綿森 道夫 准教授)

### 1. 本研究の概要

本研究では、M5Stack を用いてセンサー回路に太陽電池から電力を供給し、バッテリーを使用することで太陽の出ない時間でも動作できるセンサー回路を作製することを目的とする。バッテリーと太陽電池は株式会社磁気研究所の太陽電池付きモバイルチャージャー「MBSC8000FTBK」を用いた。本研究を通して、回路製作能力、プログラム記述能力の向上を目指し、モノを作る技術力を身に付けることも目的としている。

### 2. センサー回路の設計と製作

M5Stack にはボタン、カラー液晶、I<sup>2</sup>C ライン、バッテリーなどが標準搭載されているマイコン端末である。そのため今回は I<sup>2</sup>C でデータの送受信ができるボッシュ社の BME280 を搭載した温湿度・気圧センサモジュールキットを用いた。また、太陽電池によって電力を供給したいため、太陽光を識別するための照度計も取り付けることとした。太陽光が太陽電池上に当たっているかどうかを判別できればよい。そのため、照度計はフォトトランジスタ NJL7502L と抵抗のみで構成した。出力電圧を M5Stack に付属している AD コンバータで読み取り、照度を算出するプログラムを組み込むこととした。センサー回路を” 図 1” に示す。



図 1. センサー回路

### 3. プログラムにおける工夫点

メイン処理は開発環境である ArduinoIDE の void loop 内に書き込まれており、メイン処理が終わると 2 度目のメイン処理が開始し、M5Stack にバッテリーがなくなるまで動作する。また、Wi-Fi と接続し、Ambient サイト (<https://ambidat.a.io/>) にデータの送信を行うことで、インターネットを通じてグローバルネットワークから測定値を確認することができた。また、太陽電池によって動作させるために、可能な限り消費電力を少なくする必要があると考えた。そのため、ディスプレイへの測定値表示をボタン入力があった時のみ表示することとした。また、気温や湿度といった値は即座に変動する値ではないため、5 分おきに Ambient にデータ送信を行うものとした。

### 4. 測定実験について

今回、センサー回路が太陽光で稼働し、太陽の出ない夜間でも昼間に充電したバッテリーより電力を供給して稼働させることを目指した。稼働時間の測定方法は実験開始から Ambient へ最後にデータの送信が行われた時間までとする。また、太陽光の識別は照度 3000Lux 以上のものとし、照度 3000Lux 以上のデータ 1 件につき、5 分の日照があったとする。これはデータ送信間隔が 5 分おきであることと、曇り空の時の照度が 1000 から 2000Lux であったことより、この照度より高いものを日照があったと考え、このように定義する。また、事前実験によって満充電を行ったセンサー回路とモバイルチャージャーを接続したまま太陽電池部分を日照に当て

たものと曇りにより日照時間がないものとの稼働時間を比較した。この結果として考えられるのは日照に当たった時間が長いほど消費された電力を太陽電池からの発電で補充し、稼働時間が長くなると考えられる。しかし、測定結果は大変不思議なことに日照に当たったものの方が短い稼働時間となった。この結果より、無理やり原因として考えられるのはモバイルチャージャーの性質上太陽電池によって発電した電力を一旦モバイルチャージャーに移し、モバイルチャージャーから M5Stack に電力を供給している点である。これは変動する太陽電池による発電量を直接電源として回路に供給するわけにはいかないための必然的な仕様であると考えられる。さらに太陽電池は太陽光の強さによって出力が変動するため、大きな電流が流れないようにするための保護回路が付いている。今回の実験においてはたまたま太陽光が太陽電池に当たっている間、この保護回路が動作し、充電量よりも多く電力を消費してしまうという現象が起きたものと考えられる。そのため、今回は以下の手順によって測定実験を行うものとした。

- ① モバイルチャージャーのバッテリー残量を 0 にしておく。
- ② モバイルチャージャーのバッテリーを 30 分間のみ USB 接続して充電を行う。
- ③ 午前 9 時頃よりモバイルチャージャーを日の当たる窓際に設置し、太陽光による充電を行う。この時のモバイルチャージャー付近の照度を測定できるようにセンサー回路を設置する。このときセンサー回路には USB 充電器より電力供給を行う。
- ④ 日が沈んだ後、モバイルチャージャーとセンサー回路を太陽の当たらない部屋に移し、センサー回路と太陽電池付きモバイルチャージャーを接続して測定を開始する。
- ⑤ モバイルチャージャーのバッテリー残量が 0 となるまでセンサー回路を動作させ、測定開始からデータが Ambient へ送信された最後の時間までを稼働時間として記録する。
- ⑥ 稼働時間の比較を行うため、①②④⑤のみでセンサー回路とモバイルチャージャーを接続した測定を行う。

### 5. 測定結果

測定結果を以下の” 表 1” にまとめる。

表 1. 測定結果

計測日	日照時間	稼働時間
1月31日	4時間55分	13時間52分
2月1日	0時間	9時間27分

### 6. 考察

“表 1” からわかるとおり、今回は日照時間と稼働時間に正の相関関係が見られた。また、日照約 5 時間で稼働時間は 4 時間 25 分伸びていることがわかったが、到底 24 時間の稼働には届いていない。しかし、今回用いた太陽電池は最大出力 5V/0.3A のものであったため、この最大出力が今回用いた太陽電池よりも大きいものを利用すれば、24 時間太陽電池のみで出力を補うことも可能であると考えられる。