

## 10 ESP32 を用いた IoT 調理鍋の製作

多田有作

指導教員 飯坂覚

### 1. 目的

私は就職先で IoT に取り組む可能性がある。授業では、ESP32について実習する機会があり、料理が不得手な私は、これらのことから IoT を使って料理に取り組むことができないかと考え、このテーマとした。本研究を通して通信技術を用いた IoT について理解を深める。

### 2. 研究概要

「カレーは 2 日目が美味しい」という話は一度は聞いたことがあると思う。その理由に、60°C で 2 時間保存することで十分に具材とルーを馴染ませることができるという仮説<sup>1,2)</sup>がある。この 2 時間の煮込みを、IoT を用いて温度の制御と監視をすることができる調理鍋の製作を行う。

### 3. 開発環境

本研究は表 1 に示すように、Windows10 上で開発を進めていく。プログラミングと操作画面の作成は、Arduino-1.8.8 IDE によって行う。

制御用マイコンボードには Arduino と同様の開発環境で開発できる ESP32 (IoT Express Mk2) を使用する。ユーザからの制御には Android タブレットを使用する。

表 1. 開発環境

OS	Windows10
IDE	Arduino 1.8.8
使用端末	Android 8.0 タブレット
使用機材	マイコンボード ESP32 (IoT Express Mk2) 電気鍋 (APN-166-R, 600W) 温度センサ (Habor HBCP063AH) リレーモジュール (AE-RELAY953B-5V)

### 4. システム構成

本研究のシステム構成を図 1 に示す。電気鍋に浸された温度センサからのデータは、電圧値として ESP32 にアナログ入力される。その値と予め設定された温度を比較して、ディジタル出力からリレーに ON/OFF 信号を出力し電気鍋は動作する。

また、ESP32 から温度の状況が Wi-Fi を通してタブレットに伝送される。また、タブレットから ESP32 に電気鍋の ON/OFF 信号を送ることと、温度の確認ができ、最大で 2 時間の煮込みで自動的に OFF となる。

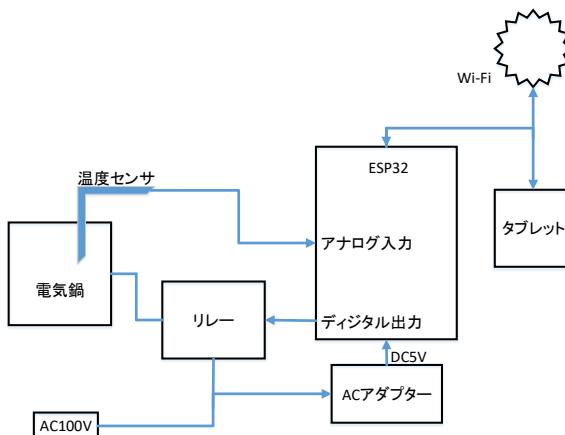


図 1. システム構成図

### 5. IoT 調理鍋の製作

#### 5.1 温度制御

電気鍋の画像を図 2 に示す。温度センサは NTC サーミスタであり、温度上昇すると抵抗値が下がる性質がある。ノイズ等を考慮し、8 回の計測温度の平均を電圧値入力としている。その電圧値  $V_x$  を表 2 に示す温度テーブル<sup>3)</sup>に従い、ディジタル値として処理している。

デジタル値  $D_x$  は、電源電圧を  $V_s$ 、ESP32 の A/D コンバータの分解能を  $M$  として、次式で求められる。

$$D_x = V_x \times \frac{2^M}{V_s}$$

ここで、電源電圧  $V_s$  は 3.3V、分解能  $M$  は 12 ビットである。

予め設定された温度と比較し設定値よりも現在の温度が高い場合は OFF、低い場合は ON とすることで温度制御を行う。頻繁に ON/OFF が切り替わることを防ぐために、設定値にヒステリシスを設ける。また、ボタン操作が行われない場合も 2 時間が経過すると動作が停止する。

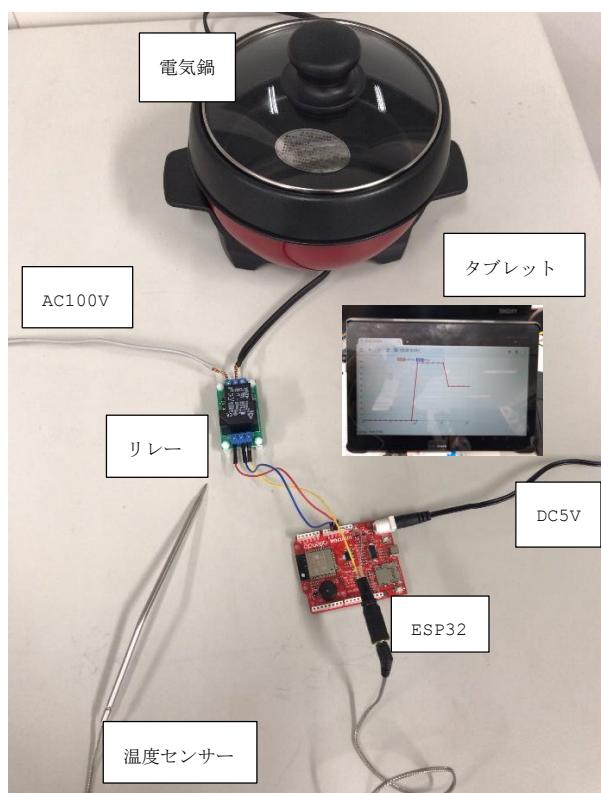


図 2. 電気鍋

表 2. 温度テーブルの一部

T[°C]	R[kΩ]	V <sub>x</sub> [V]	デジタル値 D <sub>x</sub>
0	352	0.09	113
25	100	0.30	372
60	24	0.98	1219
100	6	2.02	2510
120	4	2.43	3008

## 5.2 ESP32 を利用した無線操作

タブレットでウェブブラウザを起動し、ESP32 のアドレスにアクセスする。

タブレットの画面上には現在温度、設定温度を表示する。表示温度は Chart.js により折れ線グラフとして作成し、制御の前後 10 分間を表示する。

また、電気鍋の操作は画面上のボタンから行うことができる。実際の画面を図 3 に示す。



図 3. タブレットから見た動作中画面

## 6. まとめ

本研究を通して ESP32、Arduino についての理解を研究前よりも深めることができたが、まだまだ分かっていないことが多いのでこれからも勉強が必要である。また、私の作業の遅さによりスケジュールが滞ってしまい、操作画面のレイアウトを整えることと、機能を充実させることができなかった。産技短展までにその部分を改善し、しっかりと完成させたい。

### 【参考資料】

- 1) 生活文化編集部：“2 日目のカレーはなぜうまい？-料理上手になれる理科”，集英社，2008 年 8 月
- 2) 食品化学便覧編集委員会：“食品化学便覧”，共立出版，1978 年 5 月
- 3) インターフェース編集部：“インターフェース 2018 年 11 月号”，CQ 出版社，2018 年 11 月