

センサーを使用した水田の水管理

長野県松本工業高等学校 電気科 3年

小林 姫翠 藤原充希 宮下丈琉

1. はじめに

近年、農業の人手不足が問題となっている。その問題を解消するため、スマート農業が使用されるようになった。スマート農業とは、情報通信技術(ICT)を活用し、農業の効率化を図る新たな農業のことである。私たちは、水田の管理について情報通信技術を活用し、農業の作業負担を軽減することで効率を向上させる研究を行った。

2. システムの構成

私たちは家にも水田の気温、水温、気圧、水位を知ることができるシステムを製作しようと考えた。

しかし、家から水田までは距離があり、どのように通信するかが課題となる。

私たちは、様々な場所にある水田との通信を行うためにLTE回線を利用することにした。

LTE回線は大手携帯電話会社が運用しており、一つの回線を契約すると月々数百円から千円程度の費用が発生する。

これら費用を抑え、複数個所での通信を行いやすくするため後述するSakurai.ioモジュール(LTEモジュール)と連携するSakura.ioサーバーを使用した。

Sakura.ioサーバーにSakura.ioモジュールを通して気圧センサー、水温センサー、気温センサーからの情報を送り、Sakura.ioサーバー経由でこれら情報をパソコンで観察できるようにした。

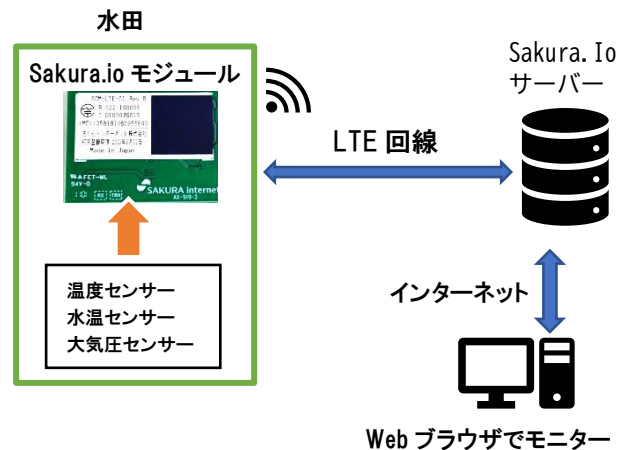


図2-1 構成イメージ

3. 使用機器について

(1) LTE モジュール

今回使用したのは、さくらインターネットが販売・サービス提供している、Sakura.ioモジュールを使用した。

以下にこのモジュールの特徴を示す。

- ・センサーなどのデバイスは、マイコンを通じて接続することで、簡単に通信ができる。
- ・Arduino シールド及びライブラリがあるため、開発が行いやすい。
- ・通信費用が1回線66円/月〜と安価で運用できる。
- ・ソフトバンクの回線を利用しているため通信可能な範囲が広い。

世界的な半導体不足の影響により残念ながら、現在は、sakura.ioモジュールの生産は行われていない。なお、さくさインターネットによるサービスは当面継続される。

(2) Arduino シールド

Arduino シールドとは Sakura.io モジュールと Arduino を接続する、インターフェース基板である。これにより容易に Arduino マイコンを利用することができる。



図 3 - 1 Sakura.io モジュールと Arduino シールド

(3) センサー

Arduino を用いて搭載予定のセンサーから値を取得するため、接続回路とプログラムを試作し、動作確認を行った。

以下に使用した回路図、プログラムフローと動作試験結果を示す。

① 大気圧センサー

大気圧センサーには、秋月電子の AE-MPL115A1-V2 モジュールを利用した。このモジュールは S P I 通信により大気圧、気温を測定することが可能である。

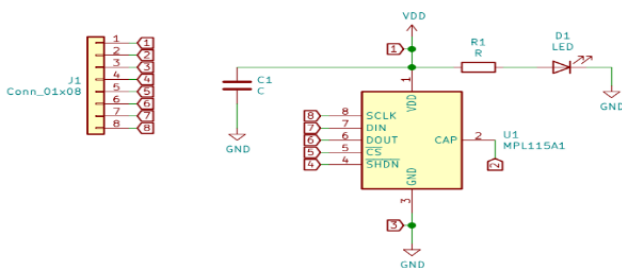


図 3 - 1 大気圧センサー 回路図



COM5	
94.52kPa	945.22hPa
24.63°C	

94.62kPa	946.15hPa
24.44°C	

94.43kPa	944.34hPa
24.25°C	

図 3 - 2 大気圧センサー-AE-MPL115A1-V2 及び出力結果

② 水温センサー

水温センサーは、直接水中へ投下可能な AT サーミスタ・103AT-11 (平行線タイプ) を利用した。回路を作成し、電圧をマイコンの A/D 変換機能により量子化し、図 3 - 5 に示す演算式により温度を求めた。



図 3 - 3 103AT-11

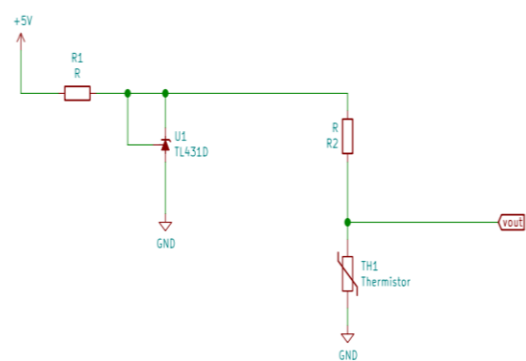


図 3 - 4 水温センサー 回路図

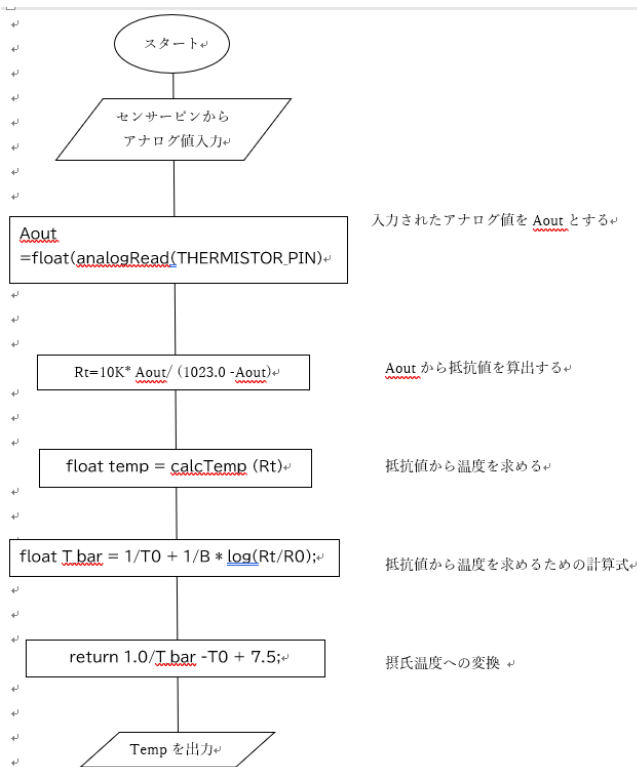


図 3-5 水温センサー値取得フロー

③ 気温センサー

気温センサーは、高精度 IC 温度センサ LM61CIZ を利用した。このセンサは内部にアンプ及び出力調整回路があり、リニア出力され安易に取り扱うことができる。

4. 制御基板

Arduino と各センサーを同時に接続する基板を製作した。

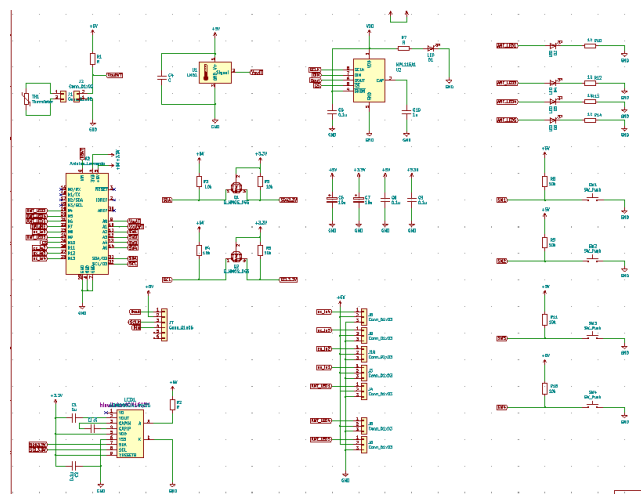


図 4-1 制御基板回路図

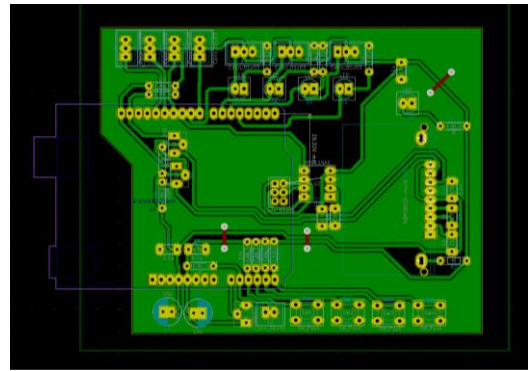


図 4-2 KiCADによるPCBレイアウト

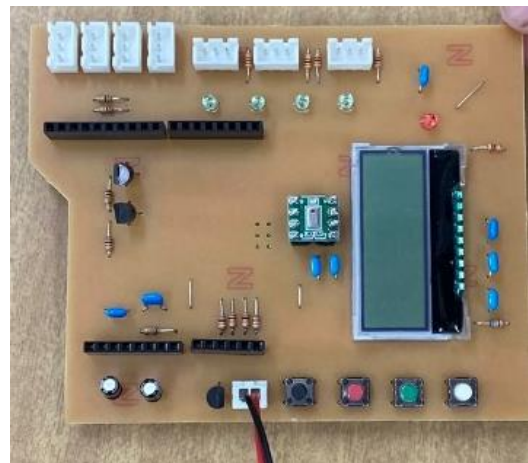


図 4-3 完成した基板

基板上でセンサー値を確認できるようにLCDとPBSも接続した。

5. 制御プログラム

各センサー値を取得するプログラムと Arduino 用 sakura.IO ライブラリを利用し、センサー値を sakura.IO サーバに送信するプログラムを製作した。

```

sakuraio.enqueueTx(0, cnt);↓
sakuraio.enqueueTx(1, pressure_hPa);↓
sakuraio.enqueueTx(2, temp);↓
sakuraio.enqueueTx(3, water_temp);↓
sakuraio.send();↓
  
```

上記のプログラムは Sakura.io へセンサーの情報を送信するものである。

sakuraio.enqueueTx(0,temp)

チャンネル

送信データ

6. 成果と課題

作成した制御通信モジュール図6-1を用いた本格的な運用を想定し、webブラウザ上に表示各センサー値の表示や機器操作が行えるWebモニターを作成した。特徴は、以下の通りである。

- ・ 気温変化を見やすくするためのグラフ表示
- ・ 受信時間間隔を自由に設定
- ・ 後述の水門も遠隔で自動開閉
- ・ 専用アプリを必要としないので、デバイスに依存しない

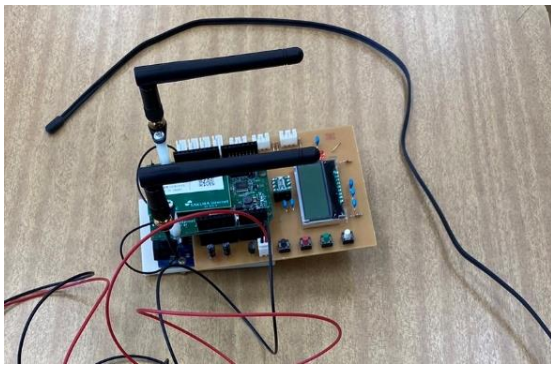


図6-1 制御通信モジュール

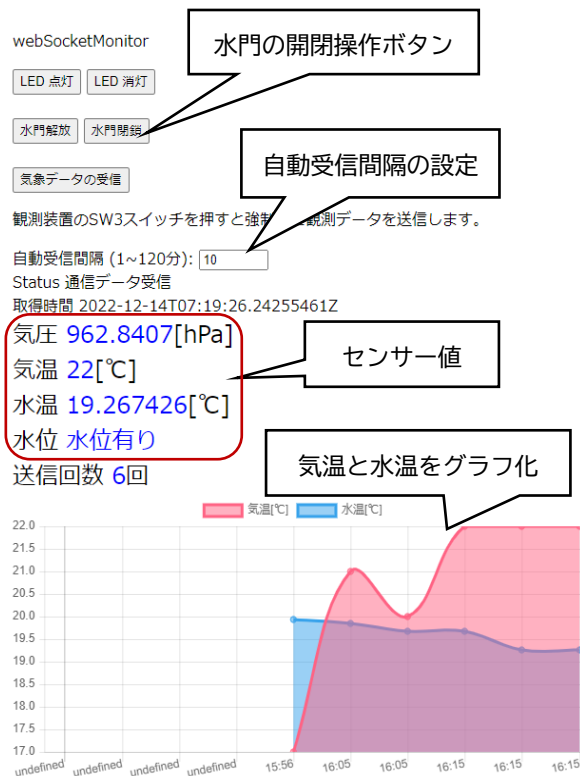


図6-2 Webモニター

製作した通信制御モジュールは屋外で動作実験を行い、連続動作においてもセンサー値の受信や水門模型図6-4の開閉動作が行えることを確認した。

製作が遅れてしまい、実際に水田で運用することはできなかったが、通信費用を抑えつつ必要な情報を取得し、水門の開閉動作を行うことで農業の作業軽減へつなげられることをある程度実証することができた。



図6-3 屋外で動作実験



図6-4 水門模型

7. 終わりに

この度は本研究に助成していただき心から感謝申し上げます。

今回、基板の設計やプログラミングなどに挑戦し新たな知識を身につけることができました。難しいことや考えることが多かったのですが完成した時は達成感が大きく、良い経験となりました。

今回の研究で学んだことを今後に活かしていきたい、より一層努力して参ります。