

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト

<2018 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：和歌山大学宇宙開発プロジェクト

ミッション名：GSE における無線化

ミッションメンバー：システム工学部 2 年 岬恭平, システム工学部 3 年 高藤航汰

キーワード：無線通信, 遠隔支援, TWELITE DIP

1. 背景と目的

ハイブリッドロケットを打上る際に使用する装置に地上支援装置(Ground Support Equipment, 以下 GES と呼ぶ)と呼ばれる装置がある。GSE は打上射点におく GSE 本体(受信機)と点火ボタンを押す点火点におくコントロールボックス(送信機)の 2 つの部分から構成されている。GSE の役割は、ロケットの燃料である亜酸化窒素(N_2O)の注入(Fill), 酸素を注入しつつ火をつける点火(Fire), 配管内の減圧(Dump)の 3 つの動作を遠隔で行うことである。亜酸化窒素・酸素の注入配管内の減圧は配管に接続された電磁弁を用いて行い, 点火はイグニッションコイルで発生させた高い電圧による放電の際の火花を利用して行う。

現在, 自団体に用いている GSE は有線接続で本体とコントロールボックスは接続されている。そのためロケット発射地点である射点から点火をする場所である点火点までの最大距離はそのケーブルの長さに依存する。また, ケーブルを設置する際, 踏まれて損傷することを避けるため草むらや足場の悪い場所に設置する必要がある。そこは足場が悪いため怪我などの危険を伴う。

本ミッションでは点火点・射点間の通信距離を伸ばすこととより安全に GSE を運用できることを目的とした。この目的を達成する手段として今回は GSE の点火点・射点間の通信を無線にすることを検討した。有線の GSE はコンセントに電磁バルブやイグニッションコイルを接続しているが, この部分を無線にしてコンセントから各機器に接続する。

2. 活動内容

今回は無線通信を行うモジュールとして TWELITE DIP^{注1}を使用した。これは 2.4GHz 帯を使用し IoT で使われることなどを想定した製品である。

完成した送信機の写真は図 1 に示す。メインスイッチ(上左), 電圧計(上右), Fill ボタン(下左), Fire ボタン(下中), Dump ボタン(下右)を配置してある。

回路の概要は図 2, プログラムのフローチャートは図 3 に示す。電源を入れメインスイッチを入れた状態でボタンを押すと信号が送信されるという仕組みだ。ボタンはプルアップしてあり, メインスイッチを入れることでボタンが GND に接続されボタンのオン・オフを入力できるようにしてある。メインスイッチのオン・オフを無線モジュールで検出しプログラムで制御する方法もあったが回路側で制御することによりプログラム自体を簡単にすることができると考えた



図 1: 送信機写真

ため回路側で制御する方法を採用した。

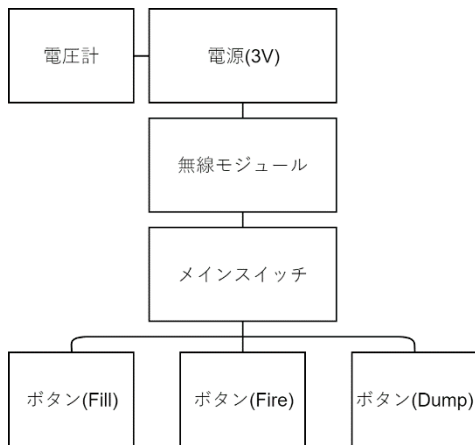


図2. 回路概要(送信)

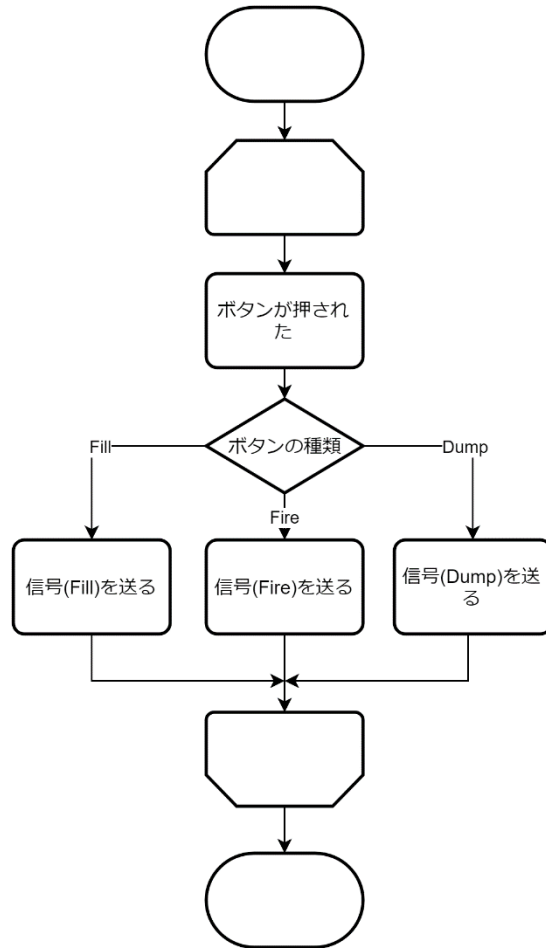


図3. プログラム概要(送信)

受信機の写真は図4に示す。トグルスイッチ3つ(上), Fill ボタン(中左), Fire ボタン(中中), Dump ボタン(中右), メインスイッチ(下左), Fire コンセント(下中), Fill・Dump コンセント(下右)。回路は完成したものの最適なものが見つからなかったためケースには入れることができていない。

回路の概要は図5, プログラムのフローチャートは図6に示す。無線モジュールからの出力とボタンでの出力でリレーを制御する。安全のためリレーにメインスイッチ, ボタンにトグルスイッチを設置している。打上の際受信機のボタンを押すことはないが, なにかトラブルが起きたときに通信に原因があるのかそれ以外に原因があるのかに原因を分けることができるため受信側にも動作のボタンを設置した。

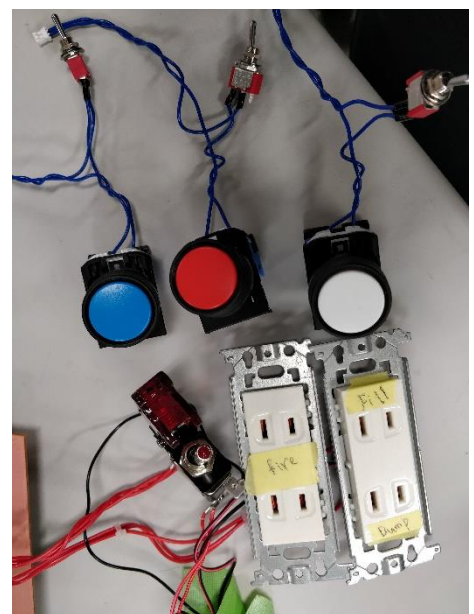


図4. 受信機写真

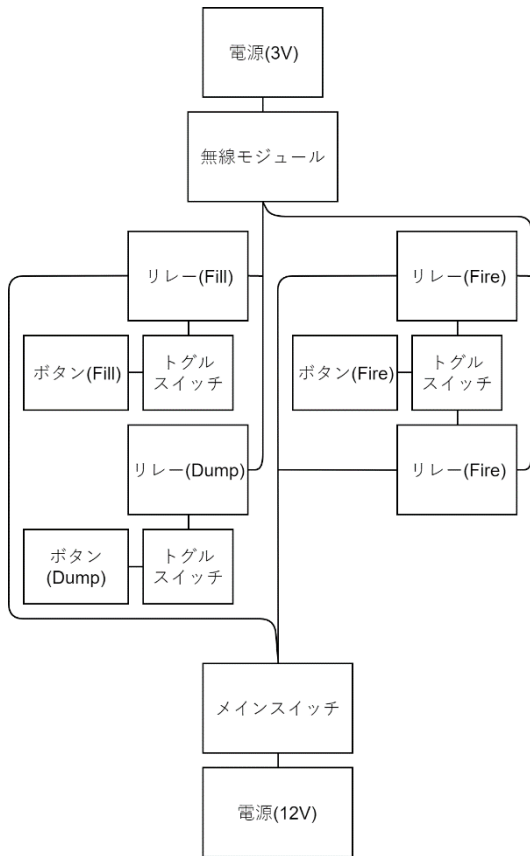


図 5. 回路概要(受信)

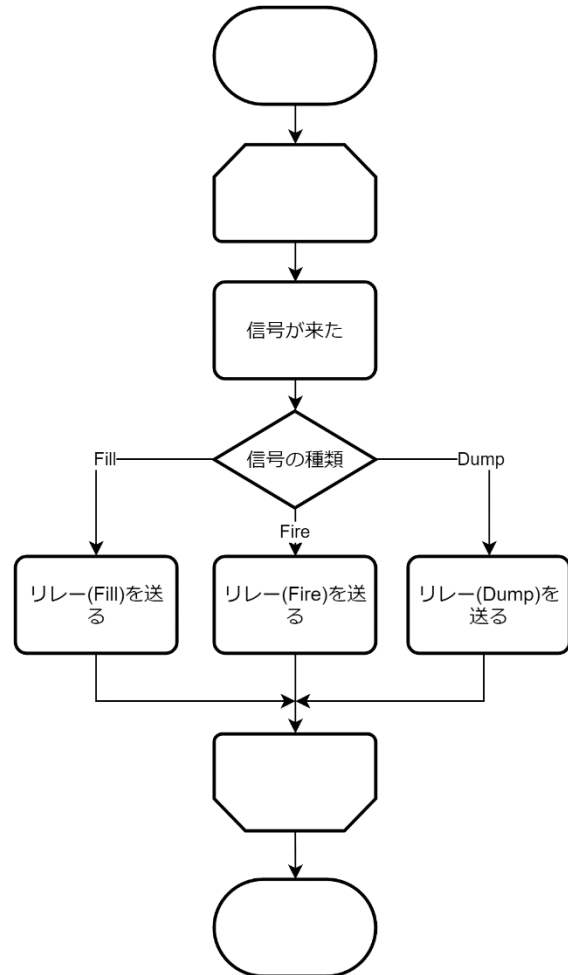


図 6. プログラム概要(受信)

無線通信の工夫点としては、無線モジュールに専用の電源をもたせたこと、暗号化通信を用いることが挙げられる。無線モジュールに専用の電源をもたせることで消費電力の大きい機器をつないでいるカーバッテリーの電圧が低下した場合でも通信そのものに影響が出ないようになる。また、暗号化通信を用いることで他の機器が誤って送信したデータを受信してしまいご動作を起こすというのを防ぐことができると考えられる。安全に使用できるように非常時のときに止まることはあっても勝手に動き出すことがないようにしている。

3. 活動の成果や学んだこと

中継機を用いず送信機・受信機だけの通信で最大距離は 400m 程度であることがわかった。これは有線時の 100m より長い距離であり目的の一つの通信距離を伸ばすということを達成することができた。しかし、燃焼実験・打上実験でのテストはおこなうことができていない。このため、GSE の運用の注意点などは把握できていない。

電磁バルブやイグニッションコイルなど大電力が流れる機器を使用するため、電気回路を設計するときに電源を分けることやノイズが乗りにくい設計にすることを学ぶことができた。

4. 今後の展開

送信機の安全のためのスイッチがメインスイッチ一つであるため誤操作などが考えられる。それらのヒューマンエラーに対応するため他のスイッチを併用するなど少しでもリスクを減らすことができるよう工夫したい。

受信機をケースに入れることができていないため最適なケースに収めることも予定している。その際、操作が行いやすくなおかつ誤動作につながらないように設計するつもりだ。

また、燃焼実験・打上実験でのテストを重ねていくことでトラブル時の対処法などを考え、より安全な GSE になるようにしたい。

5. まとめ

ハイブリットロケット打上時に必要となる GSE の無線化を行った。その結果、有線時より通信距離を伸ばすことができた。しかし、受信機のケースを作れておらず GSE が完成したとは言い難い。今後はテストを行い安全で簡単に運用できる GSE を完成させたい。

注

- 1) <https://mono-wireless.com/jp/products/TWE-LITE/index.html>