

1. はじめに

大阪府立大学小型宇宙機システム研究センター（以下、SSSRC）は、2014年8月15-22日に秋田県能代市で開催された第7回能代宇宙イベントにおいて、缶サット放出実験を行った。本書では16日に行われた実験結果の報告を行う。

2. 参加メンバー

| | |
|-----------|-------|
| 指導教員 | 南部 陽介 |
| 代表 | 船越 貴寛 |
| 電源、カメラ 担当 | 稲田 卓 |
| 構造、脳波計 担当 | 梅本 佳歩 |

3. 機体の紹介

「脳波コントロールによる念写」と題して、地上局で測定した脳波の状態に応じてコマンドを自動生成して CanSat に送信し、集中状態であると判断された時に写真の撮影を行う。

Table 1 サクセスクライテリア

| | |
|---------|----------------------|
| minimum | OBC でカメラを制御して写真を撮影する |
| | 脳波データの取得に成功する |
| | テレメトリの取得に成功する |
| | コマンドのアップリンクに成功する |
| full | 集中状態のときに写真を撮影する |
| | 脳波に応じて電飾の点灯パターンを設定する |

Table 2 主要諸元

| | |
|----------------|------|
| 構体高さ [mm] | 157 |
| 蓋 直径 [mm] | 110 |
| 底 直径 [mm] | 100 |
| パラシュート 直径 [mm] | 1600 |
| 総重量 [g] | 718 |

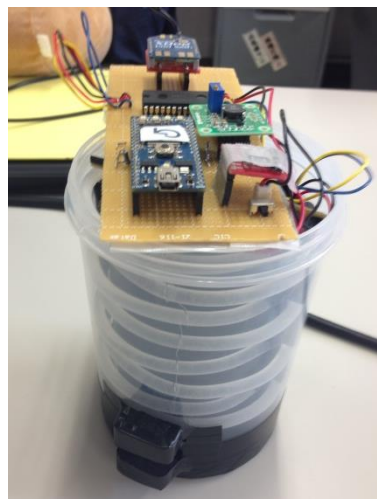


Fig 1 構体概要、基板

4. 工夫した点・苦労した点

■ 構体

基板の配置に上下から緩衝材ではさみ込むことによって、上下左右の揺れにも基板が移動することなく、また基板上の機器に衝撃が加わることがないように工夫した。カメラレンズを露出させるための穴の周りにも緩衝材を詰め、緩衝材の弾力性によってカメラを固定し、またレンズを露出させるための穴の上下に固めの緩衝材をつけることによって、レンズに傷がつくことを防いだ。

■ カメラ

SSSRC では過去にカメラを用いたプロジェクトの事例が少なく、センター内で参考となる資料がなかった。そこで今回のプロジェクトでは、CQ 出版社の「トランジスタ技術」の 2012 年 3 月号の特集「始めよう!チョコっとカメラ」を参考に開発を行った。コネクタの接触不良や、連続撮影で同じ画像しか撮れない不具合を解消するのに苦労した。

■ 電飾

CanSat の状態が一目でわかるような光方にするため、なじみの深い信号の色と同じ発光色の LED を使用し、分かりやすさを追求した。省電力のため、LED を最小数のみ使用し、直径 8 (mm) の光ファイバーを利用し、構体をどの角度から見ても発光していることが確認できるようにした。また、大会本番が昼間であり、LED の発光を目視で確認できない可能性があるため、LED の背後を黒い画用紙で覆うことで、発光していることが目視しやすくなるように工夫した。

■ ソフトウェア

扱うデータ量が少なく小規模な CanSat システムだが、衛星と同じように収集データの整理をした上でテレメトリとコマンドの定義を行い、データフローの整理や関数読み出し図の作成などを通して各作業分担者とのソフトに関する要求漏れや統合作業に対する意識統一を図った。試験パターンにも配慮しつつ、通信試験を繰り返し行うことで成功率の向上に努めた。

■ 脳波計

被験者が集中しているときの脳波の状態と、リラックスしているときの脳波の状態の傾向を調べるのに苦労した。被験者にさまざまな映像を見てもらったり、ゲームをしてもらったり、計算をしてもらったりすることによって、被験者が集中・リラックスする状況を作り、何回も脳波を測定し、測定結果をグラフ化することで閾値を求めた。



Fig 3 点灯した CanSat

5. 結果

脳波データの取得結果を Fig 4 に示す。事前に行った試験の結果から、青より上が集中状態、赤より下がリラックス状態と判断されコマンドに反映される。CanSat は地上局から時刻合わせのコマンドを基に時刻設定を行っており、画像データもその CanSat 内時刻を基に時刻情報が付加されている。地上局プログラムの様子を動画でキャプチャして PC 時刻と脳波計の対応を確認し、画像データに付加された時刻情報が、被験者が集中したと判断された時刻と一致しているかどうか調べた。 Fig 5, Fig 6, Fig 7, Fig 8 にそれらの結果を示す。



Fig 4 脳波データの波形



Fig 5 11:56:32 の画像データ



Fig 6 11:56:33 の画像データ



Fig 7 11:56:37 の画像データ

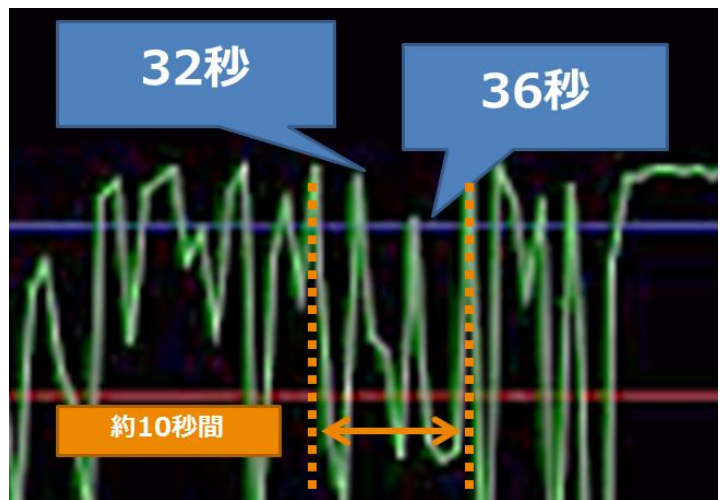


Fig 8 ミッション期間中に集中した
タイミング

また撮影された景色が本当に正しいかどうか検証するために投下中の様子を動画で撮影した。Fig 5, Fig.6, Fig 7 を Fig.9 と比較すると画像データに示された CanSat が撮影している景色と、投下中の高度は風力発電機の様子を比較することでおおむね正しいことが分かる。

以上の結果から、すべての **minimum success** と「集中状態の時に写真を撮影する」という **full success** の項目は達成できた。ただし、目視でも撮影された投下中の様子からも、競技エリア外から電飾の点灯を確認できなかったため「脳波に応じて電飾のパターンを設定する」という項目については失敗と判断した。



Fig 9 投下中の様子

6. 今後の課題

■ 電飾

LEDの発光を目視することに失敗した原因としては、省電力及びコスト削減のため、使用したLEDを必要最低限としたことで、発光が十分でなかったこと、及び光ファイバーの光の直進性によって、光が予想よりも発散しなかったことが原因として考えられる。効率よく光を分散させる方法を考える必要があった。

■ 脳波計

本当に被験者が集中しているのかどうか値を比較するための予備実験を行えず、自作の脳波計が出力した値を真値として扱った。集中状態かどうかは特定の被験者に対して行った相対的な値の評価であるため、被験者が変わると集中しているかどうかを保障できない状態で製作を進めてしまった。

■ プログラム、地上局

地上局側のプログラムがテレメトリの送信頻度が描画の更新タイミングに依存する仕様であったため、CanSatの処理能力を超えてデータ列が入力されCanSatが動作を停止することが多々あった。CanSatの側に自動復帰機能を設けて対応したが、実行中の処理が完了するまではコマンド処理を行わないようなプログラムにするか、送信頻度を調整することで対応するべきであった。

7. 提出が遅れた理由

報告書製作の最終工程において提出用の最終版を含めたデータを紛失し、復旧作業並びに再構成が間に合わず指定の期日に提出することができませんでした。当方の文書管理並びにスケジュール管理の甘さが招いたミスであり、多大なるご迷惑をおかけしたことを謹んでお詫び申し上げます。

(作成 船越 貴寛)