

### 1. はじめに

第10回能代宇宙イベント・CanSat 競技に向けて、本チームではランバック型の CanSat 「ココナッツ君」を開発した。本チームは約5年前から CanSat の開発に取り組み、能代宇宙イベント及び、種子島ロケットコンテストに参加してきた実績がある。能代宇宙イベントへの参加は、今回で2回目となる。

これまでに参加した競技での経験を踏まえ、随所に改良を施した機体を作成したが、動作試験を十分に実施することができず、競技当日は所期の動作を行うことができなかった。今回作成した CanSat の詳細を以下で述べる。

### 2. 参加メンバー

- 若林 誠 (責任教員)
- 越智 文太 (本科5年・機体製作及びソフトウェア担当)
- 玉井 良和 (本科5年・パラシュート分離機構担当)

### 3. 機体の紹介

今回製作した CanSat 「ココナッツ君」本体のブロックダイアグラムを図1に示す。

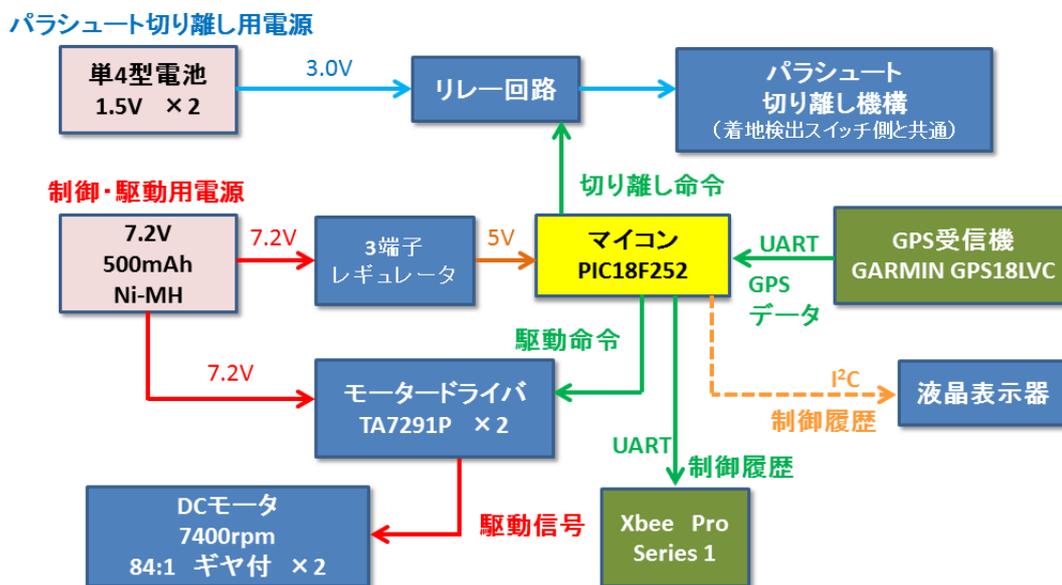


図1 CanSat 本体のブロックダイアグラム

マイコンは PIC18F252 を使い、GPS 受信機から取得する座標データを基に、自身の現在地とその移動方向を把握し、「進行方向のベクトル」及び、「目的地へのベクトル」を算出する。それらの内積と外積を用いて回転方向、回転角度を計算し、それに基づいて DC モータを駆動させ、目的地に向かう。制御履歴は XBee から送信し、パソコンに接続したもう一つの XBee で受信した後、ターミナルソフトで表示する。CanSat の動作試験段階においては、液晶表示器を接続することにより、XBee を用いなくとも

制御の様子をモニターできるようにした。回路基板は基板加工機を用い、接触不良が少なく衝撃・振動にも耐えるように作成し、特に大きな部品は衝撃に耐えるよう、樹脂を用いて基板に固定した。

また、着地検出には物理スイッチを用い、別の回路に搭載された PIC マイコンを動作させることでパラシュートの切り離しを行う。この回路のブロック図を図 2 に示す。この回路を用いることで、競技当日の気球の上昇高度に左右されることなく、確実に着地を検出できることが期待される。万が一、着地検出スイッチが動作しなかった場合には、本体側にも同様の切り離し回路が備わっているため、それをタイマーで動作させてパラシュートを切り離して走行を開始する。

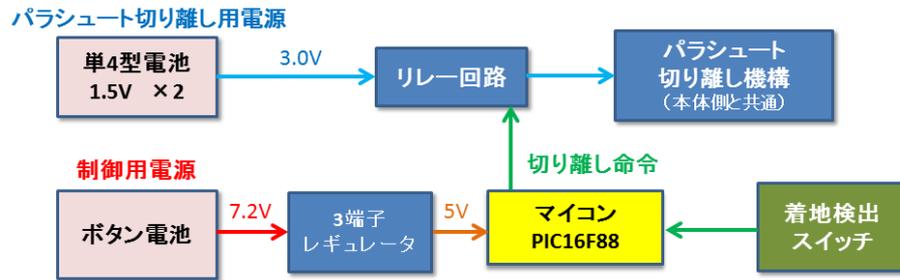


図 2 パラシュート切り離し回路のブロックダイアグラム

#### 4. 工夫した点・苦労した点

これまで参加した競技での経験上、ランバック型 CanSat において頻度の高いトラブルは、

1. 落下時の衝撃による破損
2. 落下検出に失敗し、走行せず
3. 走行してもパラシュートの紐（シュラウドライン）に絡み、走行不能

の 3 項目である。本チームでは、これらを回避する方法を考案し、今回の CanSat に実装している。

まず、機体全体をスポンジ製のタイヤで覆うことにした（図 3）。これにより、紐に絡みつく部分がなくなり、上記 3 の項目をクリアできる。同時に、外部からの衝撃にも強くなるため、上記 1 の項目にも対応できる。スポンジ製のタイヤはマジックテープで装着できるようになっているため、必要に応じて取り外して回路内部の調整が可能である。タイヤを取り付けた状態では、両タイヤ間の隙間はおおよそ 3mm 程度まで狭めることができた。タイヤを取り外した状態の CanSat を図 4 に示す。



図 3 タイヤで覆われた CanSat

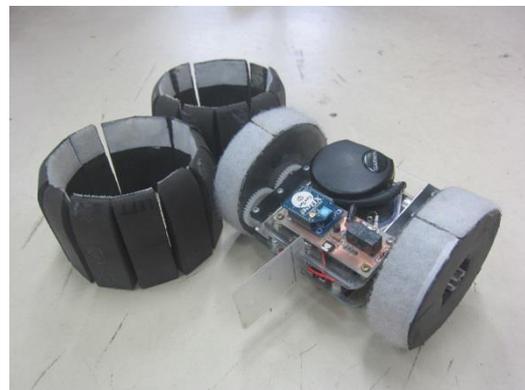


図 4 覆っていたタイヤを外した状態

3章で説明したとおり、着地検出には物理スイッチ（図5）を用いているが、これは CanSat の「底」の部分につけられる。このスイッチが着地の衝撃で ON になることで、着地を検出するのであるが、このスイッチ動作は CanSat の投下高度には左右されないため、上記2の項目をクリアできる。更に落下時の衝撃を緩和する役割も果たすことから、上記1にも対応する。また、着地した後で「着地検出スイッチ及びパラシュート」が走行を妨げないように、切り離し時にはバネで飛ばすように工夫しており、これは項目3に対応している。

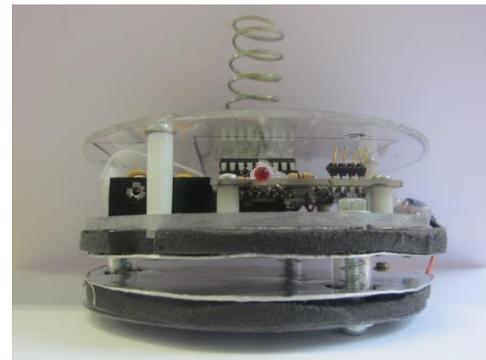


図5 着地検出スイッチの電極部分

## 5. 結果

CanSat 落下時、パラシュート展開に成功し、フィールド内に軟着陸することができた。しかしながら、本体が地面と接する際に少し傾いた状態であったため着地検出スイッチが動作せず、第一段階でのパラシュート分離はできなかった（落下時の CanSat を図6に示す）。ここでは冗長系として実装していた本体側のタイマーがうまく動作し、パラシュートを分離することに成功した（図7）。その後、走行を開始したものの、両タイヤの間にある 3mm の隙間にシュラウドラインが入り込み、実質的な走行をすることができなかった。走行は出来なかったものの回路自体は正常に動作し、CanSat の座標を取得することができ、事務局にも制御履歴として認めてもらうことができた。

※ 取得した座標データは付録に添付する（走行していないが、GPS データの揺らぎによって少し CanSat の位置がずれている）。



図6 着地した CanSat  
(右側に着地検出スイッチが付いている)



図7 パラシュートとスイッチを分離した CanSat  
(隙間に紐が引っかかっていることが分かる)

## 6. 今後の課題

今回は走行することができず、更なる改良が必要であることが示唆された。しかしながら、改良を施すことも確かに重要であるが、その改良が本当に効果的であるかどうか、事前に動作試験を繰り返し、試行錯誤することが本質であると思う。現実的には CanSat を作るだけで時間のほとんどを費やしてしまうため、より一層のスケジュール管理が必要であることと、前年度までのスキルをいかにして次に効率良く伝達するかが課題である。

付録 取得した座標データを図8に示す。

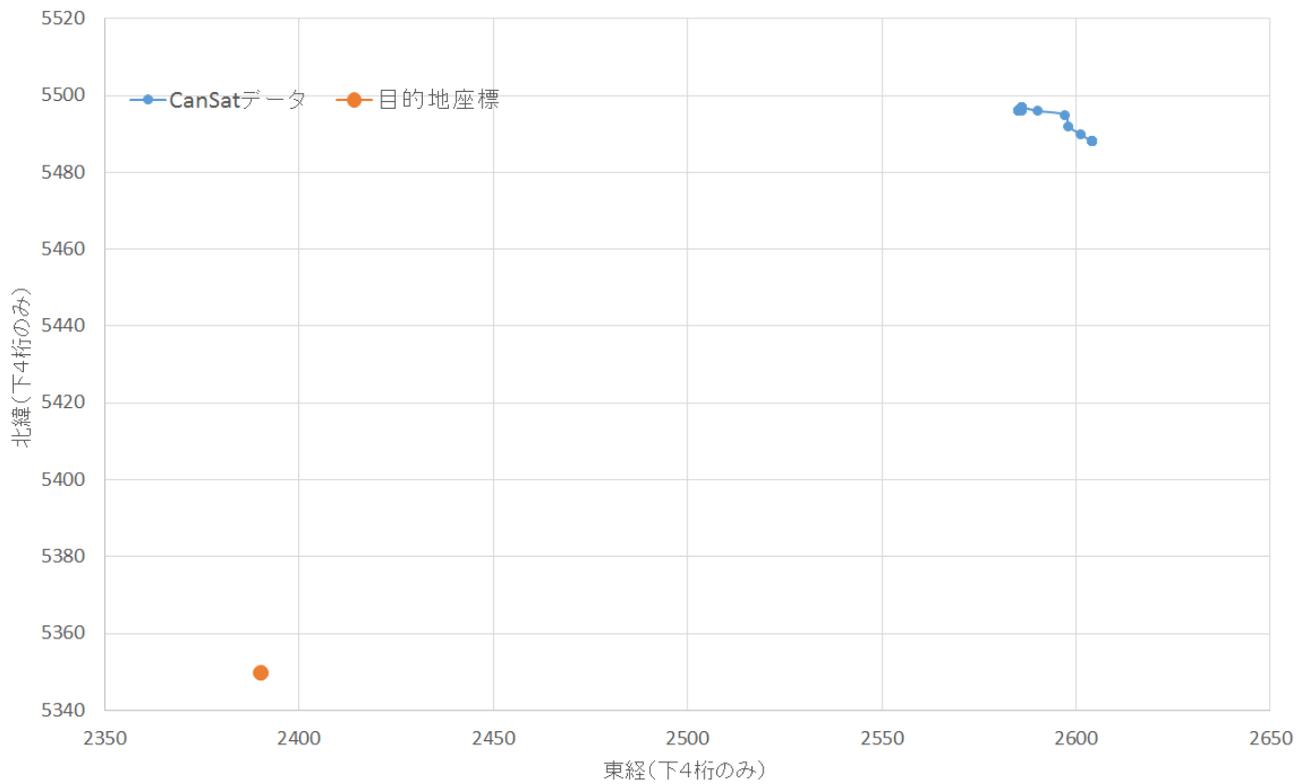


図8 取得した座標データ（北緯・東経は下4桁のみ示す。）

(作成 若林 誠)