

## ARLISS 2011 報告書

秋田大学学生宇宙プロジェクト

### 1 はじめに

本書は、2011年9月11日～16日に、アメリカ・ブラックロック砂漠にて行われた、A Rocket Launch for International Student 2011 (ARLISS 2011)の報告書である。

### 2 メンバー

佐藤 豪(プロジェクトマネージャー,B2)

浦本 真太郎(B3)

竹内 悟(B3)

縫村 博樹(B3)

菊池 恵太(B2)

板垣 智紀(B2)

### 3 機体紹介

図1に今回のARLISSで開発した機体の全体像を示す。以下、このCanSat、SEVA8についての説明を行う。



図1、機体全体像

### 3.1 構造

全長: 230mm

全幅: 580mm(翼展開時)

重量: 350g (1<sup>st</sup>-flight)

450g (2<sup>nd</sup>-flight)

### 3.2 ミッション概要

今回の ARLISS では、固定翼と 2 つのパラシュートを用いてゴールへのフライバックを行う。

まずロケットからの放出後、1 段目のパラシュートを展開し、その後固定翼の展開を行う。固定翼展開後、ジャイロセンサから得られるデータの平均値が一定値内に収まるまで待ち、一定値内に収まったこと時点で、1 段目のパラシュートのラインの一部を切断、パラシュートとしての働きを無効化する。1 段目のパラシュートのラインを切断後、固定翼を用いて重心のコントロールを行い、ターゲットを目指す。GPS より得られる高度の値が一定値を下回った時点で 2 段目のパラシュートを展開し、軟着陸を行う。

### 3.3 システム

昨年まで、秋田大学では CanSat の制御用のマイコンに PIC16F88 を用いていた。しかし、今年より CanSat に搭載するセンサの数を増やしたところ、制御を行うためのプログラムの容量が PIC16F88 のメモリ容量を超えてしてしまうという問題が起こった。そのため、今年の SEVA8 では、PIC16F88 と互換性があり、よりメモリ容量の大きい PIC マイコンである PIC16F886 を用いた。

センサには、9Degrees of Freedom を用いた。これは、加速度センサ(ADXL345)、ジャイロセンサ(ITG3200)、地磁気センサ(HMC5843)を 1 つのモジュールとして統合されている。

保存用ストレージには microSD を使用し、microSD カードアクセスモジュール(MSC-MOD10)を用いた。

電源にはカメラ用のリチウム電池 CR123A を使用した。5 本のうち 3 本を直列につなぎ、回路の電源として使用し、残りの 2 本も直列につないでサーボモータを駆動させるための電源として使用した。

図 2 に回路の全体図を示す。

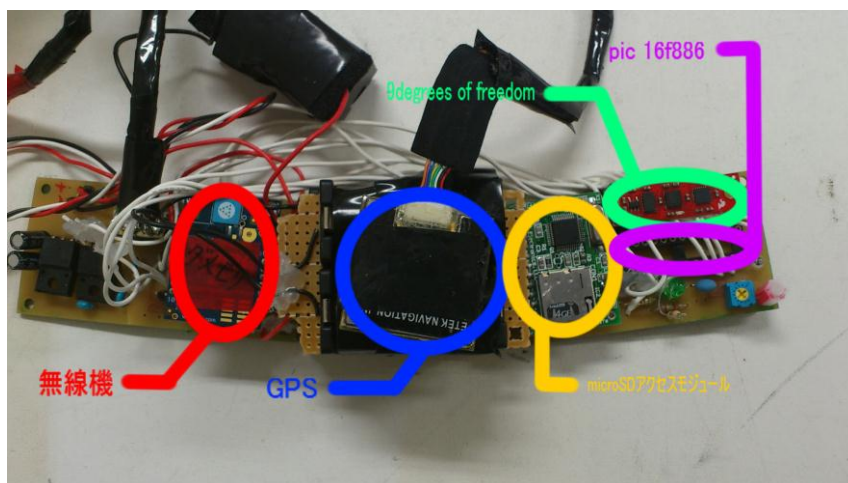


図 3 回路全体図

### 3.3.1 システムブロック図

図 3 に SEVA8 のシステムブロック図を示す。

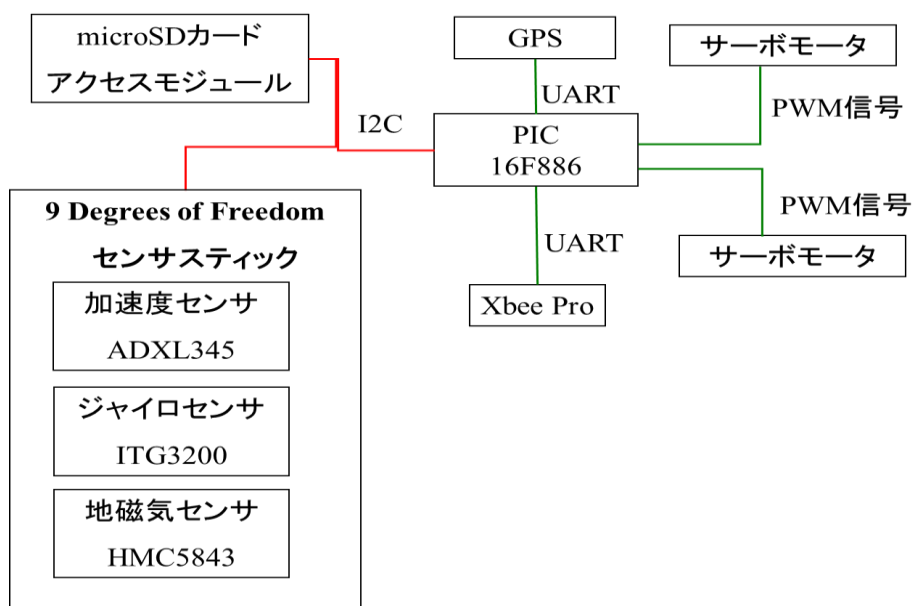


図 3 システムブロック図

今回の SEVA8 では一つの PIC マイコンですべての制御を行った。GPS からのデータ受信および、Xbee pro へのデータの送信には UART を、加速度、ジャイロ、地磁気各センサからのデータ受信および、microSD カードアクセスモジュールを用いての microSD カードへのデータの書き込みを I2C により行った。

3.3.2 フローチャート

図 4 に SEVA8 のフローチャートを示す。

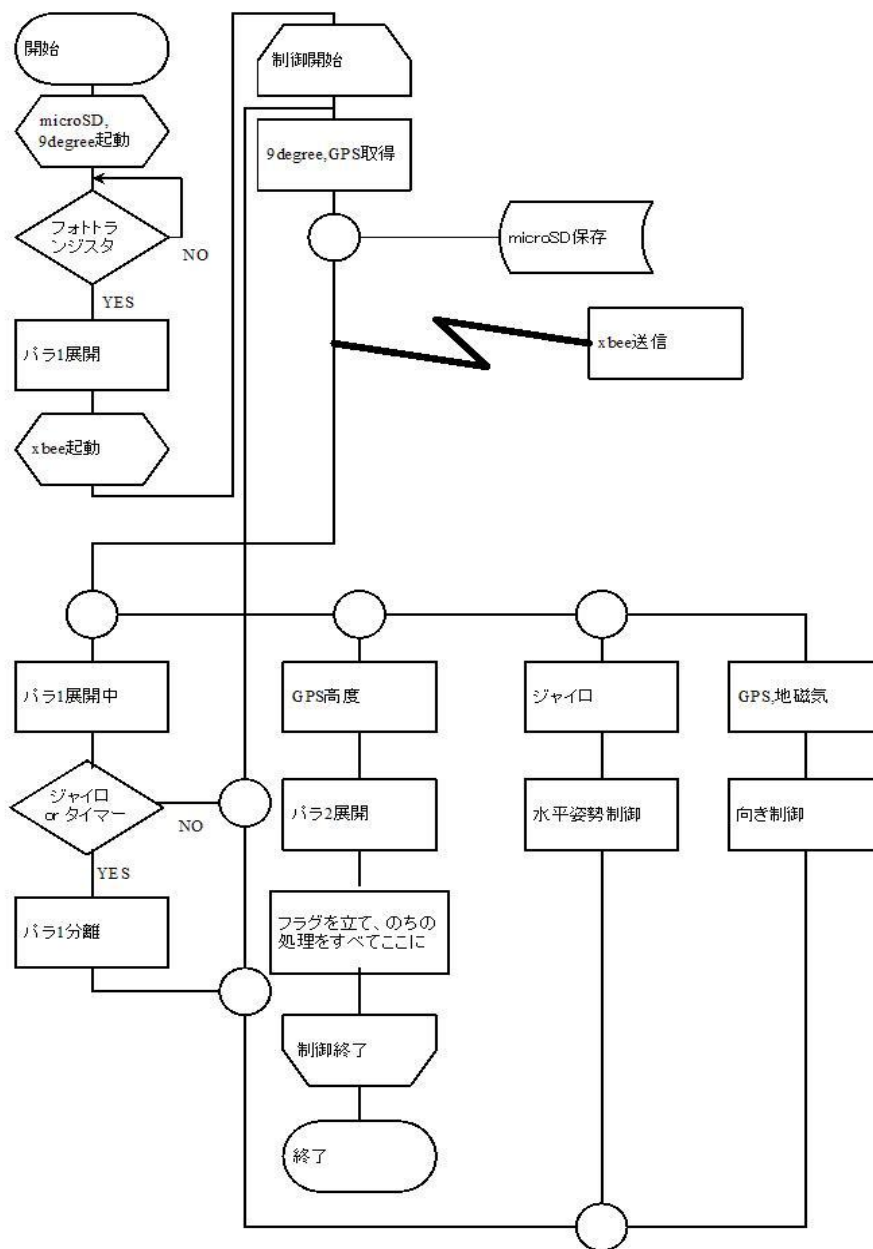


図 4 フローチャート

### 3.4 基板

SEVA8 では回路にユニバーサル基板ではなく、基板加工機により製作した基板を使用した。これにより基板の小型化および CanSat 自体の小型化に成功した。また、基板を長方形に切り出し、電池を含めたすべての部品を直線上に設置することで、体積を小さくした。

### 3.5 筐体

CanSat の筐体には、衝撃を吸収し和らげられる素材を考え、ある程度の柔らかさを持っている、ペットボトルを使用した。ペットボトル 2 本をつなぎあわせ、その両端をペットボトルの底で塞いだ。図 5 に組み立てた状態のペットボトルを示す。

翼の軸にはピアノ線を用いた。ピアノ線は、許容応力が高く、金属疲労にも強い素材であり、さらに細く軽いなど、CanSat の軽量化には最適な素材であると考えて翼の軸として採用した。今回の SEVA8 では、ピアノ線のもとの形に戻ろうとする力を利用して、翼の展開を行った。

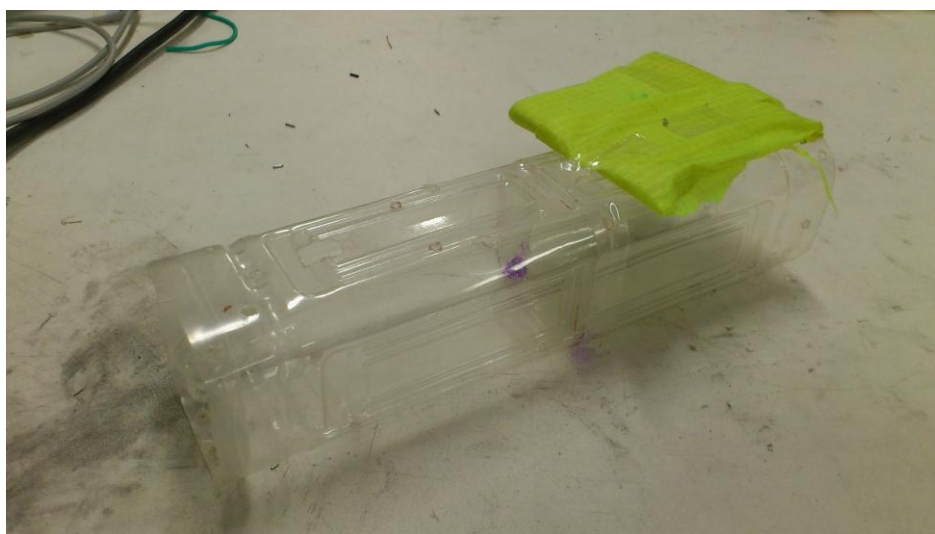


図 5 組み立てた状態のペットボトル

## 4 打ち上げ結果

機体の開発が大幅に遅れたため、当初予定していた 2 段パラシュートのうちの 1 段目のパラシュートの放出、切り離しを断念した。ARLISS 本番ではロケットからの放出後、すぐに翼を展開、重心飛行によりゴールを目指し、最後にパラシュートによる軟着陸を行うこととした。

#### 4.1 1st-flight

ロケットから放出後、目視により翼の展開に成功したことを確認した。しかし、翼による滑空には失敗しており、ほぼ自由落下する形で地上へと落下した。さらに、落下した衝撃により microSD カードアクセスモジュールが外れてしまったため、microSD カードへのデータの保存に失敗した。

発見時の SEVA8 の状態から、パラシュートを展開するための機構は動作していたことが確認できた。しかし、パラシュートはたたまれた状態を維持しており、展開に失敗していた。

以上の結果より、1st-flight では一切のデータの取得が行えず、CanSat が上空でどのような動きをしていたのかの確認も行えなかったため、ミッションに失敗したと言える。

図 6 に CanSat 発見時の様子を示す。翼がねじれているが、これは CanSat の状態から地面に落下した衝撃によりねじれたものと考えられる。



図 6 発見時の CanSat

回収後、宿で SEVA8 の総点検を行ったところ、幸いにして、回路、筐体どちらも大きな損傷はなかった。回路については、動作チェックを実施した結果、再使用が可能であると判断し、損傷が見受けられた部分を予備部品と交換した。まプログラムについても 1st-flight で気が付いた問題点の修正を行った。

1st-flight の結果から、現状のままの翼ではロケットから高速で投げ出された場合に滑空することができないことが分かった。そのため、翌日は砂漠には向かわず、1日かけて翼の改良を行った。

#### 4.2 2nd-flight

ロケットから放出後、目視により CanSat が滑空している様子を確認した。し

かし1回目同様、2段目のパラシュートの展開機構が動作したにも関わらず、パラシュートの展開に失敗した。また、パラシュートの展開に失敗した影響で、減速できないまま地上に落下してしまったため、その衝撃により、翼を筐体に固定させるためのネジが基板を断裂させてしまった。さらに基板の断裂により、microSD カードアクセスモジュールへの電力供給がストップしてしまい、データの保存に失敗、1<sup>st</sup>-fright 同様、一切のデータの取得が行えなかったため、ミッションに失敗したと言える。

今回のミスについては、基板作成側と、筐体作成側での話し合いが不足していたことが原因であったと考えられる。

図7に CanSat 発見時の様子を示す。



図7 発見時の CanSat

## 5 今後の課題

### 5.1 技術的課題

- 滑空状態を維持するための翼の開発
- 取得データからゴールを目指すアルゴリズムの最適化
- 確実にデータを保存できる方法の考案
- 長距離通信を可能とする方法の考案

### 5.2 プロジェクトマネージメント的課題

- 現実的なスケジュール管理
- 開発担当者同士の話し合いを設ける

## 6 感想

秋田大学学生宇宙プロジェクトとしては、ARLISS への参加経験はあるが、そのメンバーすべてが引退してしまい、実質初めての参加となった。そのため、わからないことが多く、手探りの状態でプロジェクトが進んでいき、問題も多々発生した。

スケジュール管理がうまくいかず、ARLISS までに開発が間に合わないこととなってしまう。これにより、ミッションの一部を断念するという事になってしまった。また、データの取得もうまくいかず、すべてのミッションにおいて失敗してしまい、非常に悔しい結果となった。

一方で、最後まで諦めずに開発を進め、ARLISS に参加できたということは良かったと思う。実際、開発段階では、実機レビューの段階で不合格になり、ARLISS に参加できないかもしれないという状態から、諦めずに開発を進め、なんとか合格を頂いたという形であった。

今回の反省を CanSat の開発に携わったメンバーだけでなく、ASSP 全体で共有し、来年以降の開発に取り組んでいきたい。