

大会報告書

東京理科大学 木村研究室

Asahi

内容

1	チームについて	2
2	CanSat 機体概要.....	2
3	大会結果	9
3.1	能代宇宙イベント	9
3.2	ARLISS	11
4	まとめ.....	15

2016年10月12日

長瀬 友佑

1 チームについて

指導教員 木村 真一

学年	名前	製作担当箇所
B4	長瀬 友佑	プロジェクトマネージャー&回路
B4	薬師寺 春光	回路
B4	上原 陽太	構体
B4	一之瀬 陸夫	構体
B4	前田 浩貴	構体
B4	田中 悠	構体
B4	田宮 英	C&DH
B4	小林 大晃	C&DH
B4	小磯 諒太	C&DH
M1	柳沢 啓介	メンター

CanSat を作る目的や大会参加理由

CanSat 作成を通じてシステム設計やものづくりに関する知識を身につけ、衛星製作の基礎技術を学ぶため

2 CanSat 機体概要

2.1 ミッションステートメント

CanSat サイズの機体においてランバックと圧電素子による振動発電の 発電効率の検証を行う

このミッションを掲げた背景

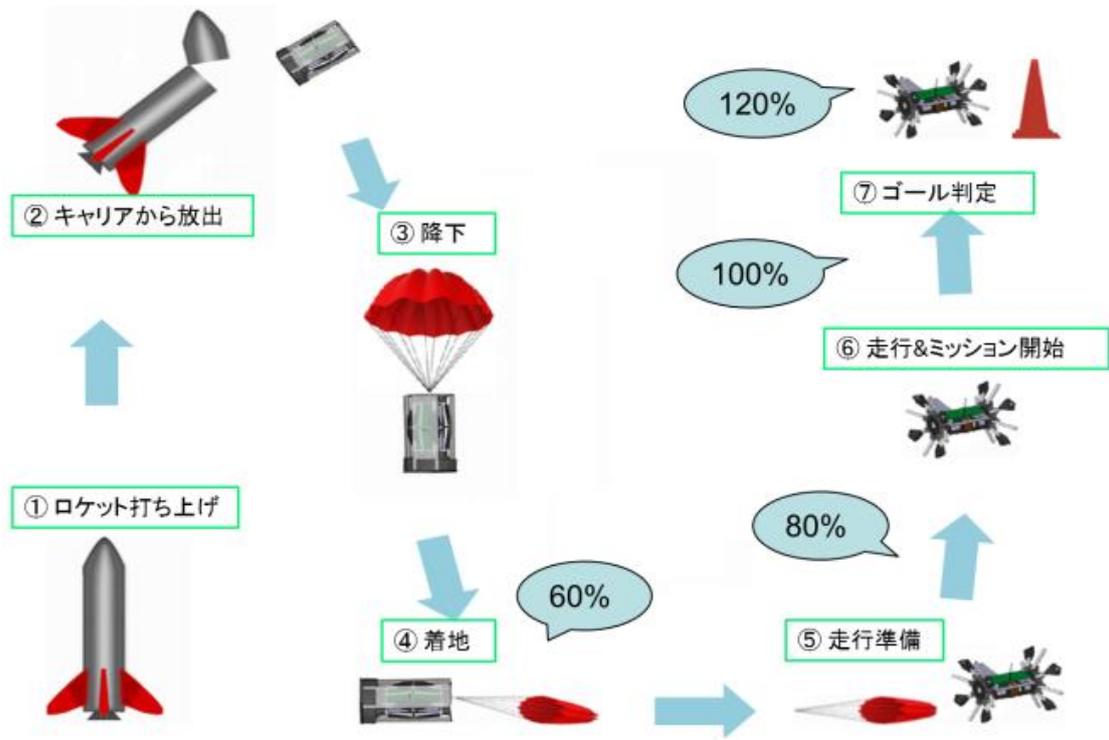
探査衛星において、圧電素子による振動発電が電力の確保の方法として用いられるかどうかの検証は探査衛星開発において重要なことであると考えた

2.2 サクセスクライテリア

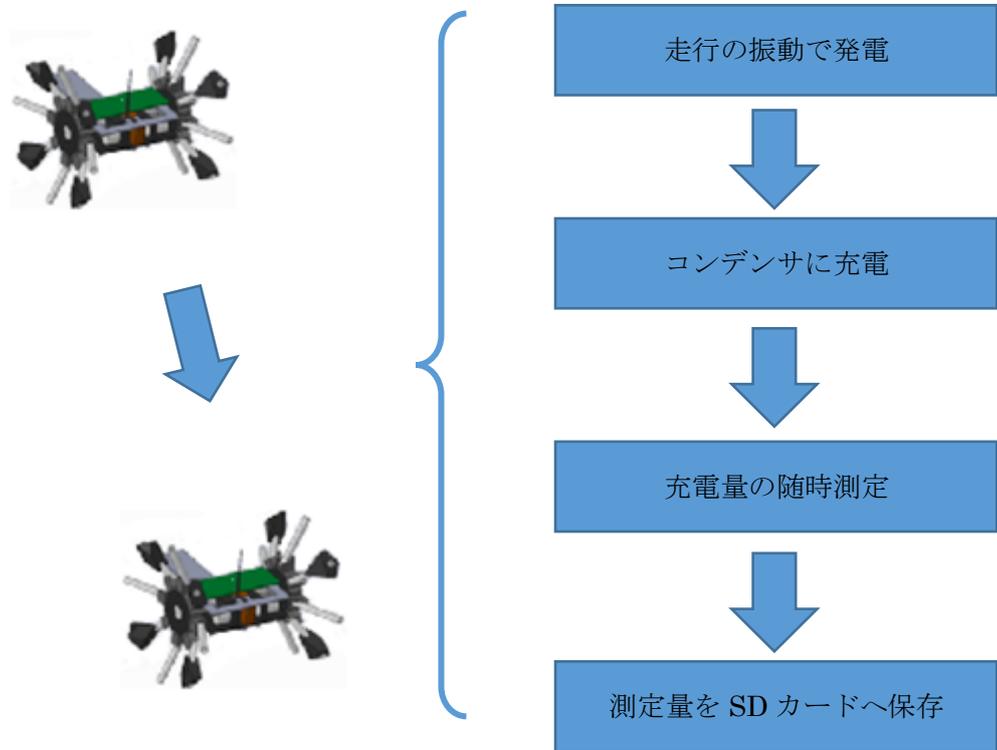
	ランバック	ミッション
Minimum Success (30%)	パラシュートを開き、安全に着地 その後走り出す	
Middle Success (60%)	ゴール 1km 圏内に到達	発電の確認
Full Success (100%)	ゴール 3m 圏内でゴール判定	電力量 2[J]の充電 (無線 15 秒間の動作に相当)
Advanced Success (120%)	2 回の打ち上げで両方ともゴール	電力量 4[J]の充電 (無線 30 秒間の動作に相当)

2.3 ミッションシーケンス

ランバック



ミッション



1. 打ち上げ前
無線 OFF、タイマー起動
3. 降下中
気圧センサ、加速度センサがそれぞれの値の変化を検知
4. 着地
気圧センサ、加速度センサにより着地判定
それらがうまくいかなかった場合、タイマーで着地判定
5. 走行準備
ニクロム線へ通電、テグスの溶断、分離機構の分離
6. 走行
GPS、9 軸センサを用いて、ゴールに向かって走行
圧電素子による発電

2.4 製作スケジュール

チーム内ミーティングの頻度・・・週 1 回程度
 審査会等・・・5、7 月に研究室内部審査会を実施

構想開始・・・2016 年 4 月

設計開始・・・2016 年 4 月

(第一回研究室内部審査会)・・・2016 年 5 月 10 日

BBM(機能モデル)製作開始・・・2016 年 5 月 16 日～

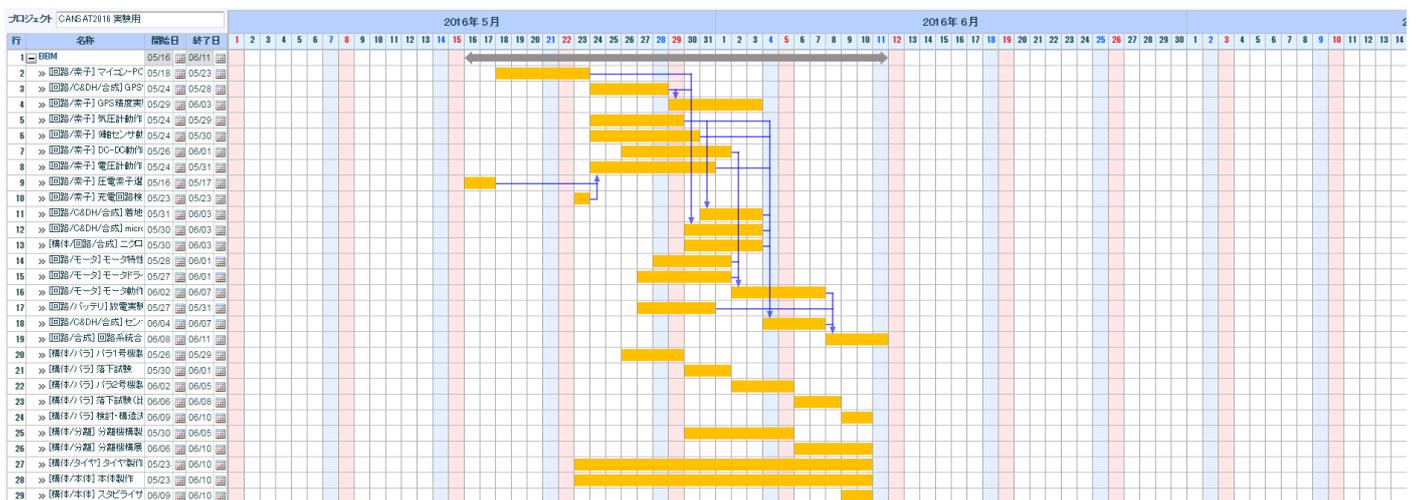
(第二回研究室内部審査会)・・・2016 年 7 月 12 日

BBM(機能モデル)検証完了・・・2016 年 6 月 11 日

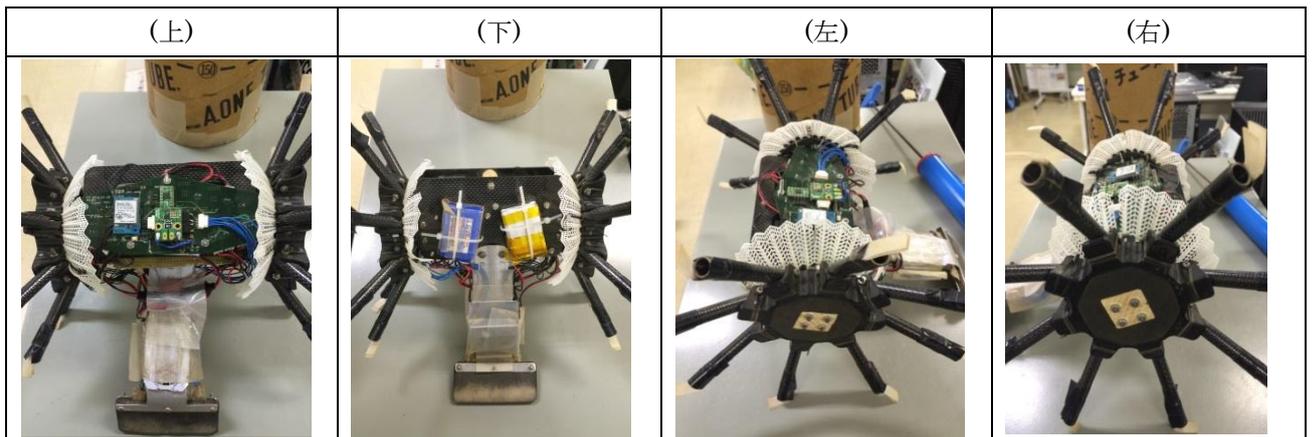
EFM(実物大モデル、負荷検証)開始・・・2016 年 6 月 9 日～

EFM(実物大モデル、負荷検証)完了・・・2016 年 8 月 12 日

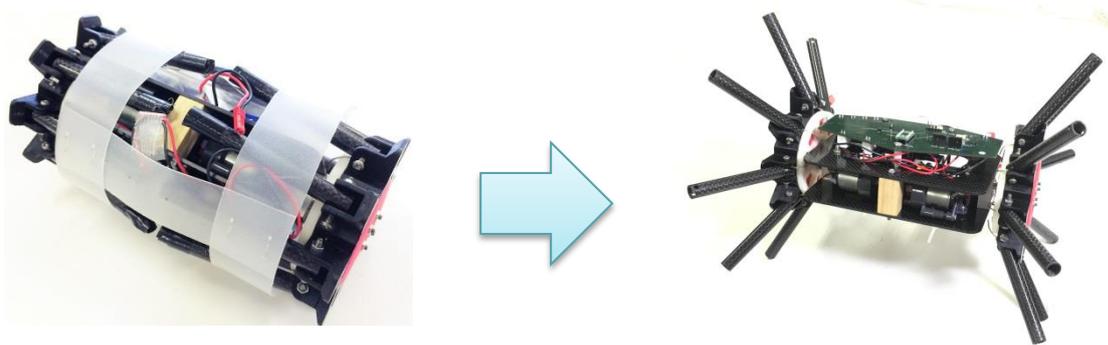
ガントチャート



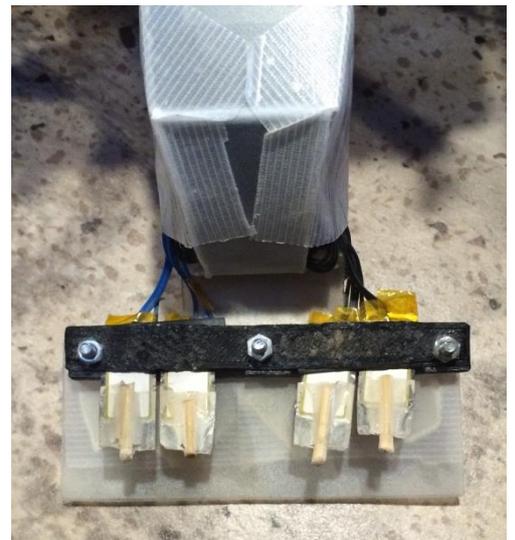
2.6 機体外観



2.7 機体構造・仕組み

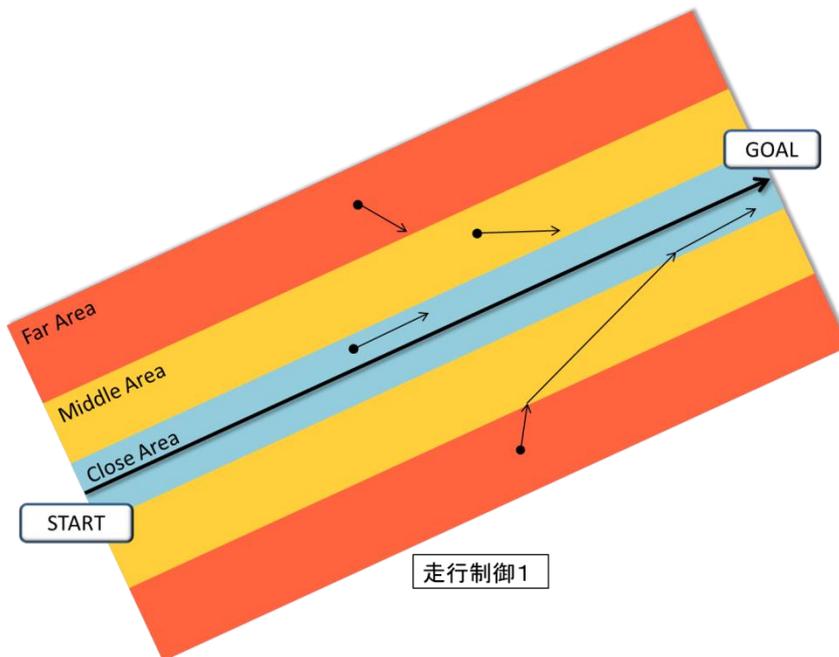
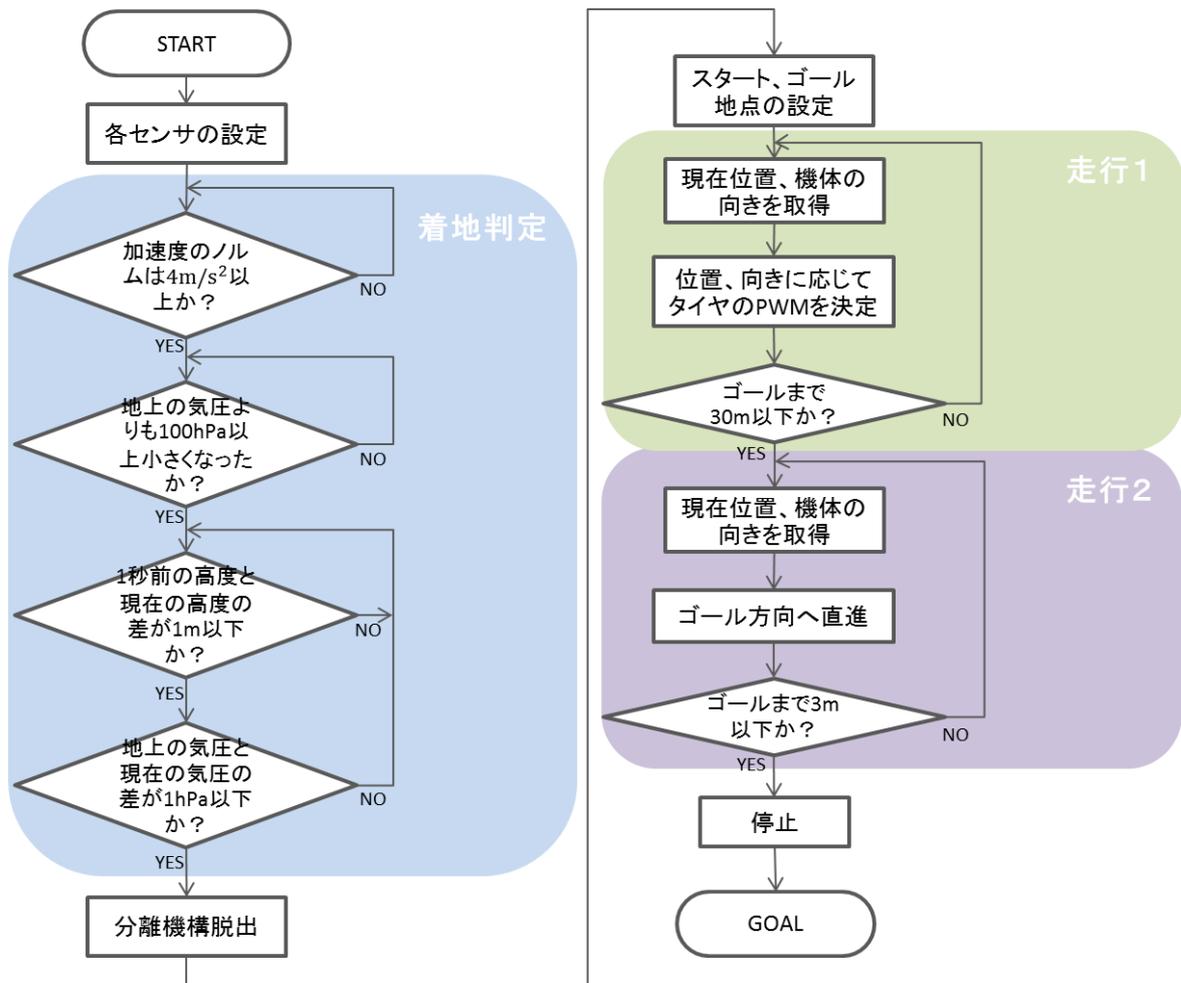


タイヤ径を大きくするために展開式のタイヤを採用した。脚を抑えている分離機構をテグスを溶解して外すことで脚内部にあるバネの力で展開する。機体本体は二枚の CFRP 板で挟むことで機体の頑丈さを高めている。パラシュートはもう一つの分離機構についており、その分離機構を分離することでパラシュート分離を行う。そのためこの CanSat には分離機構が二つある。またスタビライザにはミッションで用いる圧電素子が4つ付いている。機体が走ることでこの圧電素子が地面と当たり振動し発電する。



2.8 プログラム・アルゴリズム

使用言語:C 言語



走行制御はゴールから離れている場所とゴール付近で違う制御法を用いた。

ゴールから離れている場所での制御(走行制御1)は、まずスタート地点とゴール地点を直線(基準線と呼ぶことにする)で結び、その直線に沿って走行するように制御した。基準線からの距離に応じて Close Area, Middle Area, Far Area に区間を分ける。Close Area 内では基準線と平行に直進するよう制御す

る。その外側の **Middle Area** 内では緩やか角度で基準線へ近づくよう制御する。さらに外側の **Far Area** ではできるだけ早く基準線へ戻れるよう、より角度をつけ走行させる。基準線のどちら側にいるか、どの領域にいるか、機体の方向の3つの要素から左右のタイヤの **PWM** を決定し、制御を行った。

ゴール付近での制御(走行制御2)は、常にゴールの方向を向き、直進するよう制御した。

ゴールから遠い場所ではゴールの方向へ大まかに進んでいき、ゴール付近では正確にゴールへ向かうようにした。

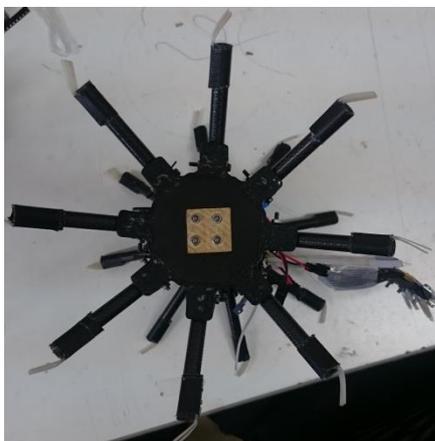
2.9 特に工夫した点・苦労した点

・パラシュート



今回展開式のタイヤを用いることになったため、そこに質量を大きく割かなければならなかった。そのためリップストップナイロンを用いてパラシュートを自作することで、パラシュートの重さを抑えた。またこのパラシュートは丈夫で最後まで破れることなく活躍した。

・タイヤ



展開式のタイヤにしたことから地面との接地面積が小さく、またモータのトルクが大きかったことから、機体を走らせたときに機体全体が跳ね上がってしまったり滑ってしまいあまりスピードが出ない問題が発生した。そのため左図のように脚の先にクラフトシートで作成した“爪”をつけた。この爪が地面に当たった時に曲がることで脚が地面に当たる衝撃を抑えることで跳ね上がることを抑え、接地面積が大きくなることで、走行スピードを上げることができた。

・圧電素子



この **CanSat** にはミッションのための圧電素子がスタビライザについている。この圧電素子は曲げることで発電するのだが、曲げすぎてしまうと折れてしまうという問題があった。そのため左図のようなクラフトシートの壁とバネを用いることで、圧電素子が適度に曲がりかつ曲がり過ぎない構造にした。この構造によって圧電素子は壊れることなく長時間発電できるようになった。

3 大会結果

3.1 能代宇宙イベント

3.1.1 目的

大会形式で気球から投下、ゴールへの走行を行うことで、これまで製作してきた機体の評価を行うため

3.1.2 結果

サクセスクライテリア		1回目	2回目
Minimum Success	パラシュートを開き、安全に着地 その後走り出す	○	○
Middle Success	ゴール 1km 圏内に到達	×	○
Full Success	ゴール 3m 圏内でゴール判定	×	×
Advanced Success	2回の打ち上げで両方ともゴール	×	×

能代	<u>パラシュート開傘</u>	<u>壊れずに着地</u>	<u>パラシュート分離</u>	<u>走行開始</u>	<u>10m以上制御走行</u>	<u>50m以上制御走行</u>	<u>ゴール</u>
1回目	○	○	○	×	×	×	×
2回目	○	○	○	○	×	×	×

ポスター展 優秀賞受賞

・一回目

投下後風で草の刈っていない場外まで流され、着地後パラシュートを分離し走り出したが、すぐに草に引っかかってリタイア

・二回目

着地直後の GPS 取得時に機体の位置を本来とは 50mほど離れた位置と誤検知し、ゴールとは反対の場外へ向かって走り、場外の草に引っかかってリタイア

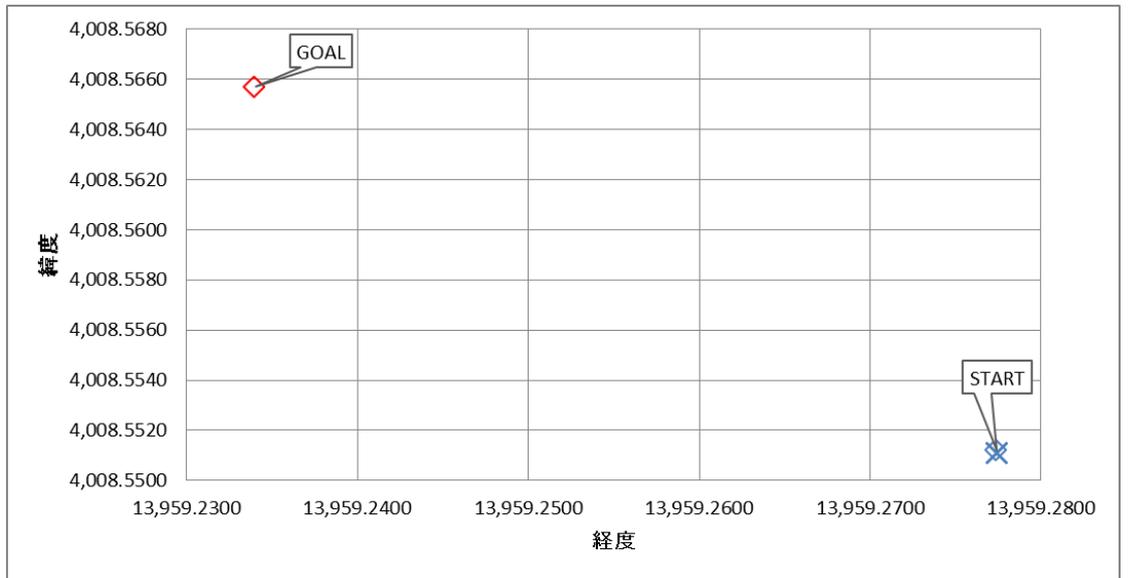
3.1.3 取得データ

能代宇宙イベントの実験で取得したデータについて図示し、可能であれば元データも同じフォルダにアップロードしてください。取得データは、いわゆる制御履歴だけではなく、落下中の高度など断片的なものでも、取得できていれば提示をお願いします。

能代宇宙イベントでは落下中のログは保存していないので省略する。緯度経度は ddmm.mmmm である。

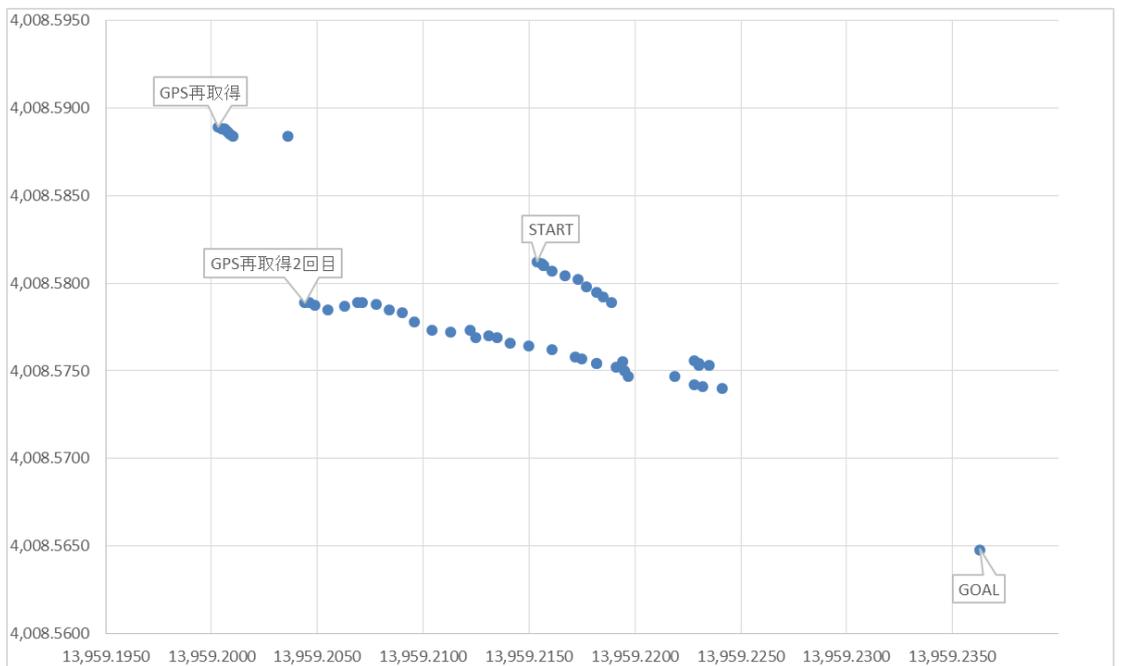
1. 1回目

a. 走行時のログ



2. 2回目

a. 走行時のログ



実際はゴール方向に向かって進んでいたが、取得した GPS の位置座標が不安定であったため自機状況把握ができず、何もないところでスタック判定した。

3.1.4 故障原因解析

3.2 ARLISS

3.2.1 目的

CanSat 製作の集大成として実際に機体を打ち上げゴールへ向けた走行を試みることで、今までの部品選定や試験の妥当性を評価するため

3.2.2 結果

サクセスクライテリア		1回目	2回目
Minimum Success	パラシュートを開き、安全に着地 その後走り出す	×	×
Middle Success	ゴール 1km 圏内に到達	×	×
	発電の確認	○	×
Full Success	ゴール 3m 圏内でゴール判定	×	×
	電力量 2[J]の充電	×	×
Advanced Success	2回の打ち上げで両方ともゴール	×	×
	電力量 40[J]の充電	×	×

	パラシュート開傘	壊れずに着地	パラシュート分離	走行開始	10m 以上制御走行	100m 以上制御走行	1km 以上制御走行	ゴール
1回目	○	○	△	×	×	×	×	×
2回目	○	○	×	×	×	×	×	×

・一回目

ブラックロック砂漠の気候により、テグスが固くなり、かつテグスをつけてから溶断するまでに1時間以上の時間がかかったことによりテグスが固まり、テグスを溶断しても脚を抑える分離機構が取れず脚が展開できずにリタイア

・二回目

安全に着地したが回路が動作せずリタイア

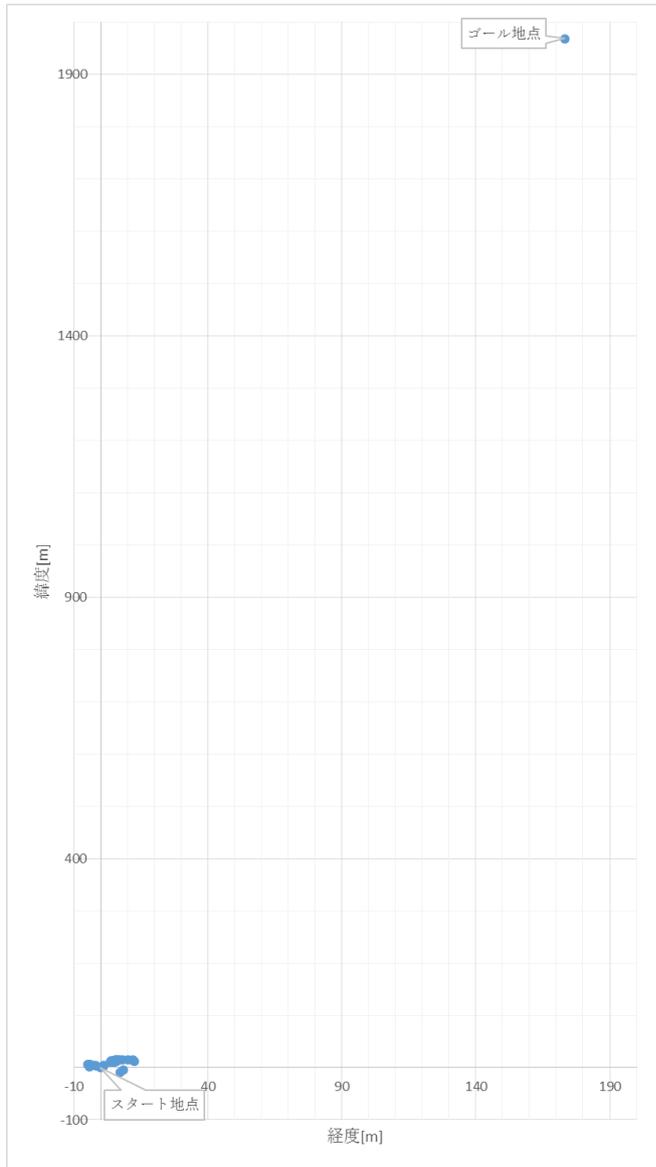
3.2.3 取得データ

ARLISS の実験で取得したデータについて図示し、可能であれば元データも同じフォルダにアップロードしてください。取得データは、いわゆる制御履歴だけではなく、落下中の高度など断片的なものでも、取得できていれば提示をお願いします。

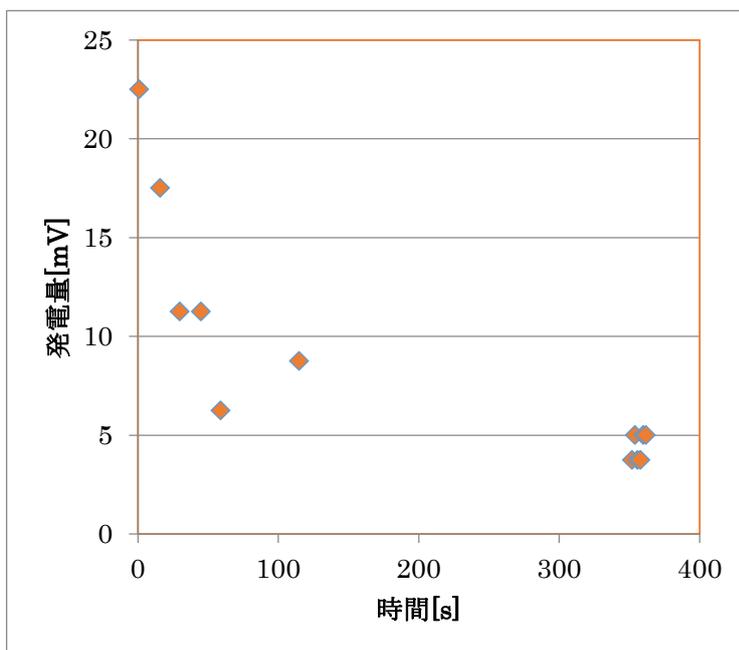
ARLISS では2回目のみ落下中のログを記録するプログラムに変更したため、落下中のログは2回のみ示す。

1. 1回目

a. 走行時のログ

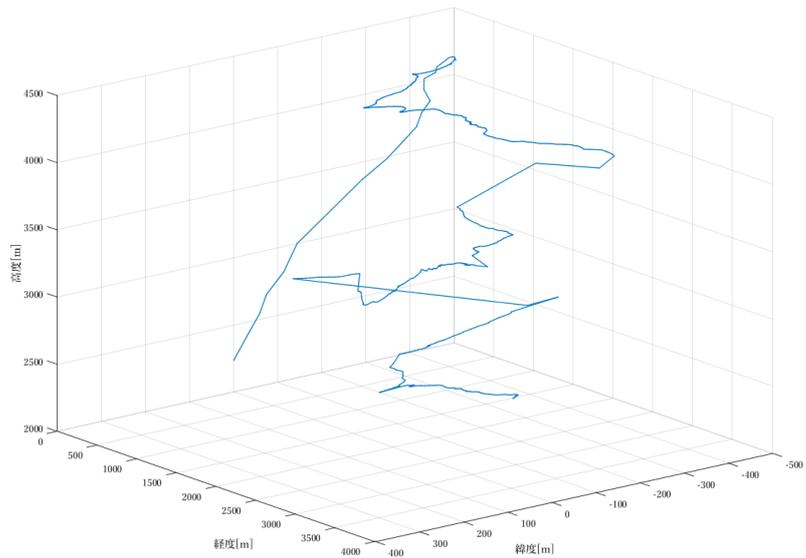


b. 振動発電による発電量の確認

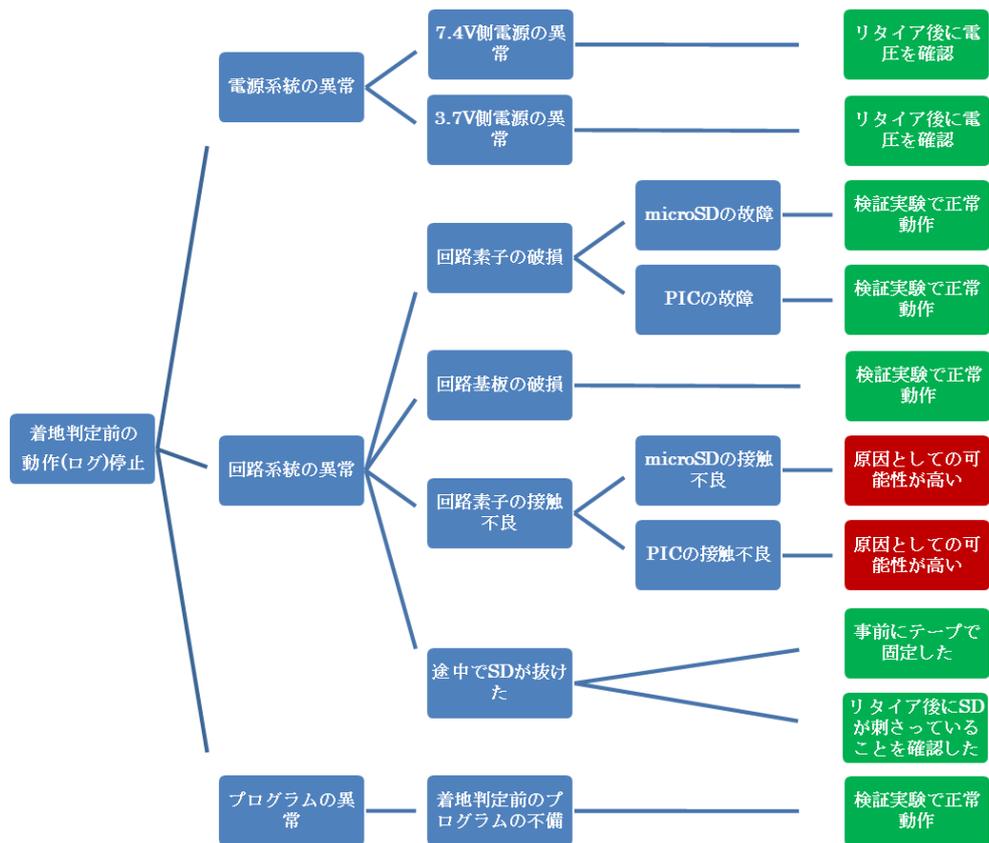


2. 2回目

a. 落下時のログ



3.2.4 故障原因解析



二回目の打ち上げの失敗の原因としては上記 FTA より microSD の接触不良が挙げられる。

SD の接触不良によりプログラムにリセットがかかり、microSD が再び接触する前に microSD の設定が来てしまい、設定を行う対象がいなくなりプログラムがストップして動作が停止してしまったと考えられる。

参考) 情報マネジメント用語辞典 :

FTA (えふていーえい)

<http://www.itmedia.co.jp/im/articles/0906/17/news098.html>

金星探査機「あかつき」は推進系の異常か・原因が徐々に明らかに

http://news.mynavi.jp/articles/2010/12/18/planet-c_fta/

4 まとめ

- 故障解析の結果から導き出された対策/今後の課題
 - 分離機構にテグスを用いる場合はテグスが固まっても動作するような機構を考える必要がある
 - 打ち上げ前に長時間待機からの分離機構脱出試験を行う必要がある
 - 接触不良時にプログラムストップを回避するようにソフトを変更する
 - microSD に保存する前にバッファとしてフラッシュメモリなどを挿入する

- 今回の CanSat 機体の良かった点・うまくいかなかった点
 - 自作したパラシュートが一度も壊れなかった
 - 落下衝撃による機体の損傷がなかった
 - 轍程度のスタックの乗り越えが容易にできた
 - 圧電素子を壊さず、たくさん発電するような機構を作れた
 - マイコンの開発環境や公式ライブラリにバグがあり、原因の特定に時間がかかった
 - 無線のデータ通信設定が難しい
 - 設計のため分離機構の装着に手間がかかってしまった
 - つけ外しを考慮していないねじの配置にしてしまった
 - ケーブルが多く基板の取り外しが面倒になってしまった

- チームのマネジメントなど、プロジェクト全体を通じてよかった点・うまくいかなかった点などを中心に総括を行ってください。
 - 実際に機体を製作することができた
 - モノづくりの技術と宇宙工学の基礎を学ぶことができた
 - チーム内の仲が深まった
 - 予算を超過してしまった
 - 製作があと倒しになってしまった
 - 各班の情報伝達が不足していた
 - 故障原因解析を最初に行うべきだった

本報告書と、技術詳細報告書、実験報告書については UNISEC の報告ページ
能代宇宙イベント <http://www.unisec.jp/history/noshiro2014/index.html>
ARLISS <http://www.unisec.jp/history/arliiss2014/index.html>
にて公開予定です。