

ARLISS 2010 参加報告書

東北大学 吉田・永谷研究室 藤村 亮介

1. はじめに

本書は、2010 年 9 月 12~17 日にアメリカのネバダ州にあるブラックロック砂漠で開催された ARLISS2010 \sim 参加した際の報告書である。

- 参加チーム名
 東北大学 チーム F₂
- 3. 指導教官

吉田 和哉 教授 永谷 圭司 准教授

4. メンバー

[氏名] 藤村 亮介(ふじむら りょうすけ)

[学年] 修士1年

[役割] PM、S/W

[氏名] 福地 裕典(ふくち ひろのり)

[学年] 修士1年

[役割] H/W



5. 機体紹介

<機体概要>



Photo.1 機体外観

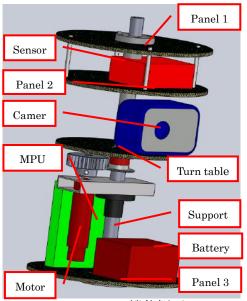


Fig.1 機体概要

<システム概要>

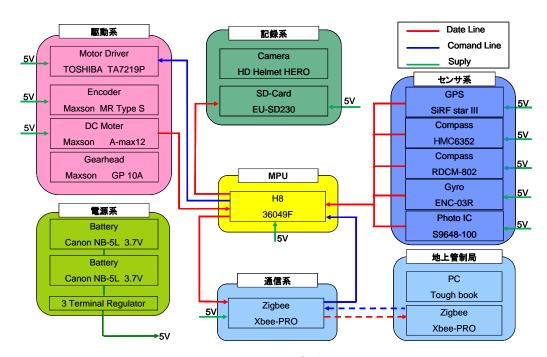


Fig.2 システム概要図

6. 参加目的

- 人工衛星開発の要素技術を取得する
- ・目的思考型のシステムインテグレーション技術を取得する
- ・プロジェクトマネジメントの方法論を学ぶ
- ・問題解決能力を向上させる

7. ミッション内容

<ミッション概要>

・方位制御ミッション

機体に搭載したセンサ類 (GPS、ジャイロセンサ、方位計)の計測データを用いて、 機体自身の姿勢を決定する。それを元に、ターンテーブル(回転部分)が予め設定してお いた方位を向き続けるように制御を行う。ミッションの流れは以下の通りである。

- I. センサ類の取得したデータによる機体の姿勢決定
- Ⅱ.機体の姿勢データより、カメラが目標方位へ向くようにターンテーブルを制御
- Ⅲ. 一定時間経過後、目標方位を変更
- IV. 地上局から目標方位を変更するコマンドを送信

・地上局との通信ミッション

機体に無線モジュールを搭載し、地上局と機体間で通信ミッションを行う。ミッションの内容と流れは以下の通りである。

- I. センサ類が計測したデータを地上局へダウンリンク
- Ⅱ. 地上局でデータを受信し保存
- Ⅲ. 受信した GPS データを地図上にマッピング
- Ⅳ. 地上局から機体へコマンドをアップリンク

〈サクセスクライテリア〉

Minimum Success	・センサ類(GPS, 方位, ジャイロ)による計測データを SD カードに保存する.・搭載カメラによる動画の撮影を行う.
Full Success	・回転盤の動作確認を行う. ・GPS, 姿勢データを地上局へダウンリンクし、データの回収を行う.
Advanced Success	・一定時間ごとにパノラマ撮影を行う.・姿勢データを用いて方位制御を行う.・地上局からターンテーブルの姿勢変更コマンドをアップリンクする.

〈ミッションシーケンス〉

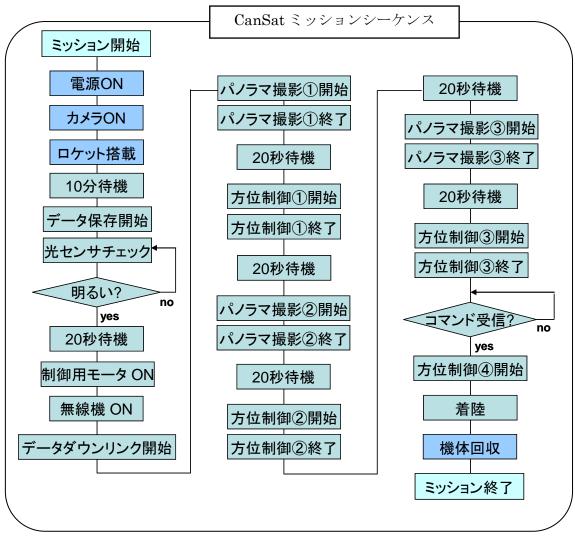


Fig.3 CanSat ミッションシーケンス

- ・保存するデータは GPS,Gyro,Compass,Encoder の値で、SD へ書き込み保存
- ・機体動作確認のため待機状態、パノラマ撮影、方位制御、コマンド受信待ちのモードを設定
- ・パノラマ撮影は①~③まで回転盤を機体の基準(北方向)から右に2周,左に2周回転
- ・方位制御は①が南,②が東,③が西,④が南向きに回転盤のカメラが向くように制御
- ・方位制御の時間は②~③が各3分,④が開始から着陸するまで連続
- ・ロケットから放出後、方位制御③終了までかかる時間はおよそ15分
- ・ダウンリンクするデータは GPS,Gyro,実行中のモード番号

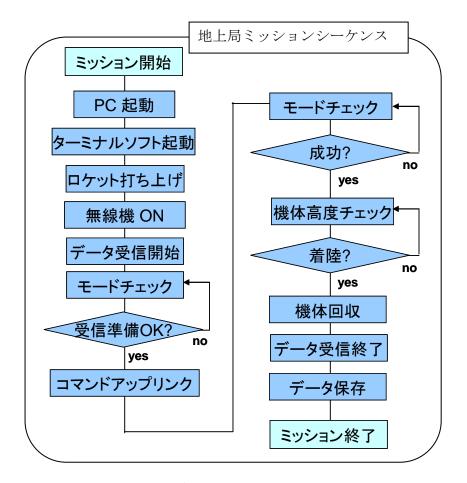


Fig.4 地上局ミッションシーケンス

- ・ターミナルソフトには Teraterm を使用
- ・データ受信が確認できたら機体のミッションモードをチェック
- ・機体側が受信可能な場合はコマンドをアップリンク
- コマンドのアップリンクが成功するまでコマンドをアップリンク
- ・受信した GPS データから高度をチェックし、着陸が確認でき次第回収
- ・機体の回収が終わり次第受信データを保存

8. 結果

<First Flight>

打ち上げ時間: 2010/09/14 10:45:50

飛距離:約7.2km

滞空時間:17分10秒

- ・計測データの SD への保存
- ⇒GPS,Gyro,Compass の測定データ記録に成功
- ・回転盤に搭載したカメラによる動画撮影
- ⇒キャリア搭載から機体回収までの動画撮影に成功
- ・回転盤の動作確認
- ⇒搭載カメラの映像より、回転盤の動作確認に成功
- ・GPS, 姿勢データの地上局へのダウンリンク.
- ⇒高度約 1500m からデータ(GPS,Gyro,Compass,タイマカウント)の受信を開始
- ⇒地上局にてデータの保存に成功
- ・一定間隔でのパノラマ撮影
- ⇒搭載カメラの動画より上手く回転盤を制御できていないことを確認
- ・姿勢データを用いた方位制御
- ⇒搭載カメラの動画より上手く回転盤を制御できていないことを確認
- ⇒カメラの動画だけでは制御の可否を判断することが難しいことが判明
- ・地上局から回転盤の姿勢変更コマンドをアップリンク
- ⇒コマンドのアップリンクに成功
- ⇒回転盤の制御は上手くできていないことを確認

※補足

打ち上げは前日の13日を予定していたが、直前に機体のプログラムが上手く動かないといった問題が生じた。現地では問題を解決出来なかったため、打ち上げを1日繰り上げた。この問題はGPSの不具合が原因であると分かり、予備のGPSと交換することで解決した。日本を発つまではこのような不具合は見られなかったことから、移動中に

GPS に問題が生じたと考えられる。

1st Flight では打ち上げから回収まで問題なくでき、地上局との通信も上手くいったため、ミッションを全て達成できたと思われたが、回収後に機体に搭載したカメラの映像を確認したところ、方位制御に関しては上手くいっていないことが分かった。この原因を調べたところ、搭載していた 2 つの Compass のうち 1 つが故障しており、 $248\sim 292[deg]$ の間の値が 0[deg]で出力されていたことが判明した。そこで故障していたCompass を使用せず残りの Compass のみを使用するように変更を加えた。

また、搭載カメラのみで方位制御の可否を判断するのは難しいため、制御履歴としてエンコーダの値を記録するように仕様を変更し 2nd Flight に臨んだ。

<Second Flight>

打ち上げ時間: 2010/09/15 11:57:58

飛距離:約6.9km

滞空時間:17分13秒

- ・計測データの SD への保存
- ⇒GPS,Gyro,Compass の測定データ記録に成功
- ・回転盤に搭載したカメラによる動画撮影
- ⇒キャリア搭載から機体回収までの動画撮影に成功
- ・回転盤の動作確認
- ⇒搭載カメラの映像より、回転盤の動作確認に成功
- ・GPS, 姿勢データの地上局へのダウンリンク.
- ⇒高度約 1500m からデータ(GPS,Gyro,Compass,タイマカウント)の受信を開始
- ⇒地上局にてデータの保存に成功
- ・一定間隔でのパノラマ撮影
- ⇒搭載カメラの動画より一定時間ごとのパノラマ撮影に成功していることを確認
- ・姿勢データを用いた方位制御
- ⇒搭載カメラの動画および、制御履歴より回転盤の方位制御が成功していることを確認
- ・地上局から回転盤の姿勢変更コマンドをアップリンク
- ⇒コマンドのアップリンクおよび、回転盤の制御方位変更に成功

※補足

2nd Flight には 1st Flight での不具合を改善した状態で臨んだ。搭載カメラの動画および取得したデータを確認したところ、1st Flight で失敗した回転盤の方位制御も問題なくできていた。結果として予定していたミッションを全て確実にこなすことができた。

<取得データ>

\cdot GPS

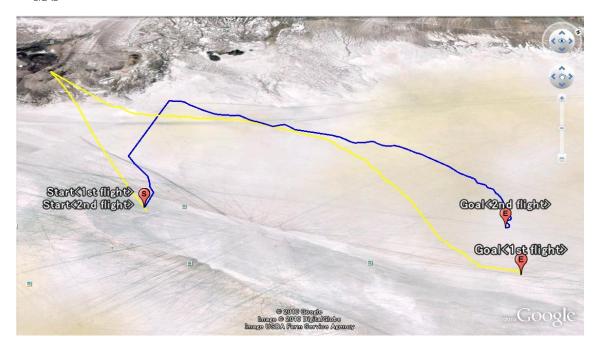


Fig.5 フライト経路

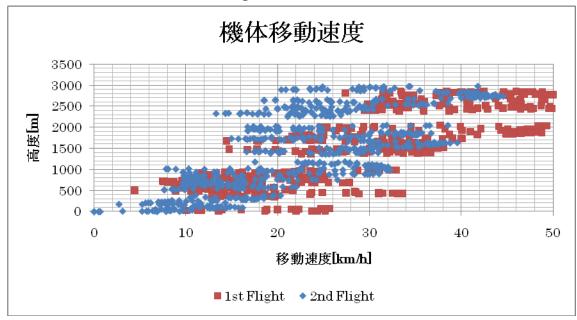


Fig.6 高度-機体の移動速度

• Gompass

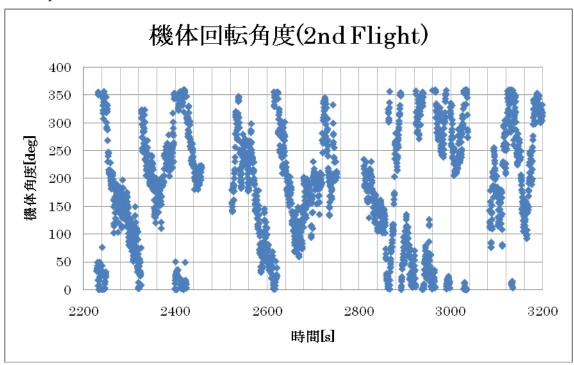


Fig.7 機体の回転角度

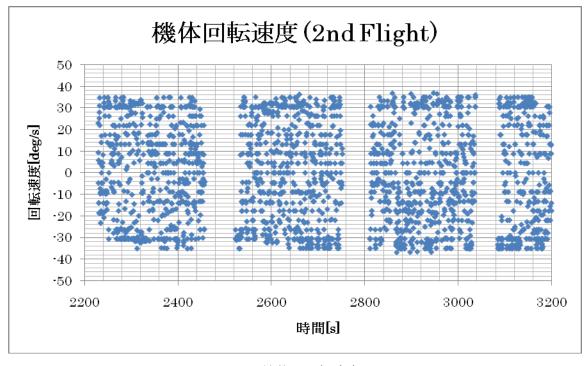


Fig.8 機体の回転速度

\cdot Gyro

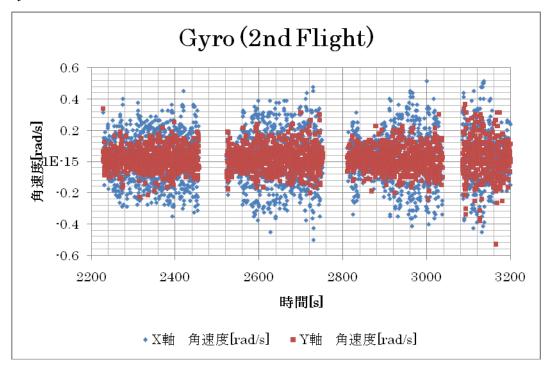


Fig.9. 機体角速度

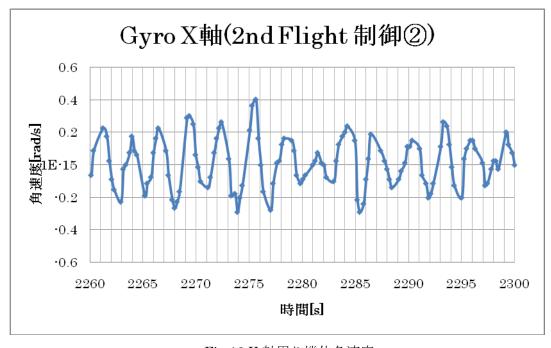


Fig.10 X 軸周り機体角速度



Fig.11 Y 軸周り機体角速度

• 制御履歴

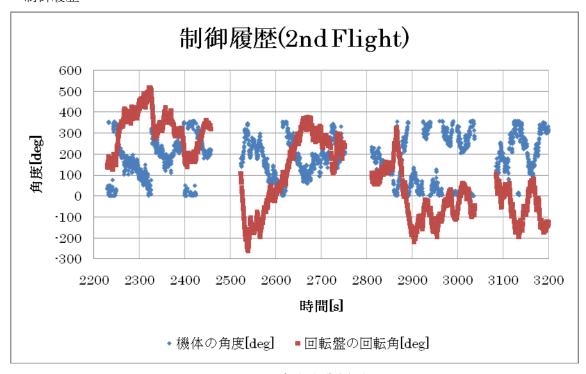


Fig.12 回転盤制御履歴

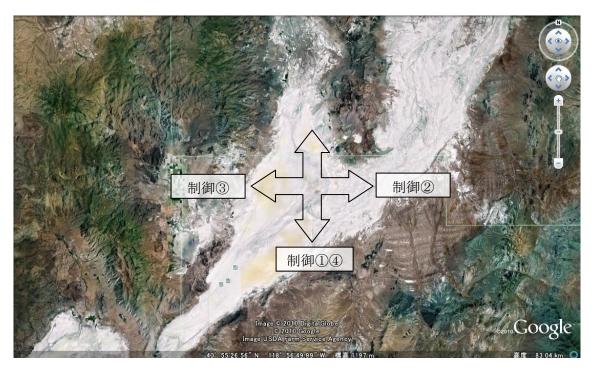


Fig.13 回転盤制御方位

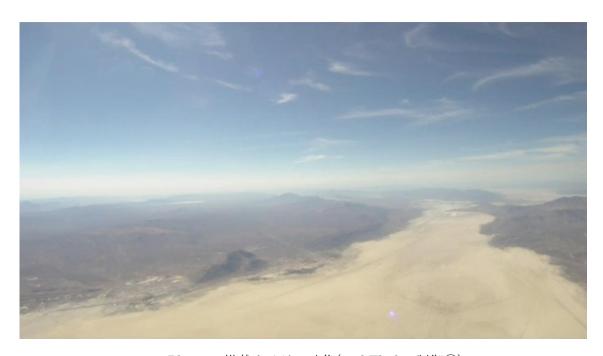


Photo.2 搭載カメラの映像(2nd Flight 制御①)



Photo.3 搭載カメラの映像(2nd Flight 制御②)



Photo.4 搭載カメラの映像(2nd Flight 制御③)

9. 苦労した点

ARLISS に参加するにあたり、様々な苦労があった。中でも開発メンバーが2人だけであったこと、CanSat 開発のノウハウが研究室で引き継がれていなかったことは開発の進行に最後まで影響を与えた。CanSat 開発に関する知識、技術が無い状態で1つのプロジェクトを進めていくのは想像以上に大変なことで、開発は常に遅れがちであった。その都度予定を組み直したが、2人でこなせる作業には限界があったため、仕様を変更しローバーチームと協力することで期間内に機体を完成させることを目指した。その結果として能代宇宙イベントを経て ARLISS では自分達のミッションを完全に達成することができた。

2人の意見が対立し話が先に進まなかっこと、開発時間短縮のため安易にモジュール 化された機器を使用した結果、使いこなすまでに時間がかかってしまったこと、一つの 箇所にこだわり過ぎ全体の進捗に影響を出してしまったことなど、機体を完成させるま で遠回りし続けてきたように感じる。しかし遠回りし苦労した分、身についた知識や技 術は多かったと言える。

10. 感想および今後の課題

開発からミッションまで ARLISS で得たものは計り知れない。今後 ARLISS で培った知識や技術を自分達の研究および衛星開発に役立てていければと思う。

今後の課題としては、来年度以降への引き継ぎが挙げられる。今年度 CanSat 開発において過去の開発資料がほとんどなかったため、プログラム開発、スケジュールの組み立てなどをゼロベースで始めなければならなかった。限られた開発期間で自分達の要求を満たす CanSat を作り上げるためにはある程度ベースとなるものが必要でる。来年度以降にしっかり引き継ぎができるように今年度の開発資料をしっかりとまとめておきたい。