

能代宇宙イベント 2010 活動報告書

～falco～

東京理科大学 木村研究室 falco

指導教員 木村真一

1. はじめに

チーム「falco」の目的は、CANSAT 制作を通じてプロジェクトの流れを経験し、実践的な制作技術を身に付けることである。今年は、ミッションとしてフライバックと太陽電池を設定し、また東京理科大のチームとして初めてフライバックに挑戦するということでもうからも一からの制作であったが、どうにかシステムとして動作するまで漕ぎ着けた。

本書では、8月19日～8月20日に秋田県能代市で開催された能代宇宙イベントにおける CANSAT カムバックコンペティションについての報告を行う。

2. メンバー

Project Manager,C&DH,Power Supply	垣塚 健彦 (B4)
Solar Cell	藁澤 萌 (M1)
Communication	土井 貴行 (M1)
Structure	笠原 肇 (B4)
Fly back	村上 琢己 (B4)
Communication	松永 剛裕 (B4)
Supervisor	塚原 淳 (M1)



図1：集合写真

3. CANSAT 紹介

チーム「falco」はパラフォイルによるフライバックをメインミッションとし、サブミッションとして太陽電池を搭載し、発電量の測定・センサ利用を行う。

3.1 Success Criteria

フライバックと太陽電池それぞれのサクセスクライテリアを図 2 に示す。

1.フライバック 2.太陽電池	
Minimum Success	1. フライバック制御履歴を取得する。 2. 太陽電池の発電量を取得する。
Middle Success	1. フライバックにおいて、作成したプログラム通りに制御を行っていることを確認する。
Full Success	1. フライバックの実現(ターゲットまで 20m 以内)。 2. 太陽電池において、常時 0.16W 以上の発電を確認する。
Advanced Success	2. 太陽電池を姿勢検出用センサとして使用する。

図 2 : サクセスクライテリア

3.2 System

次に構体の外観とシステムブロック図を図 3 に示す。

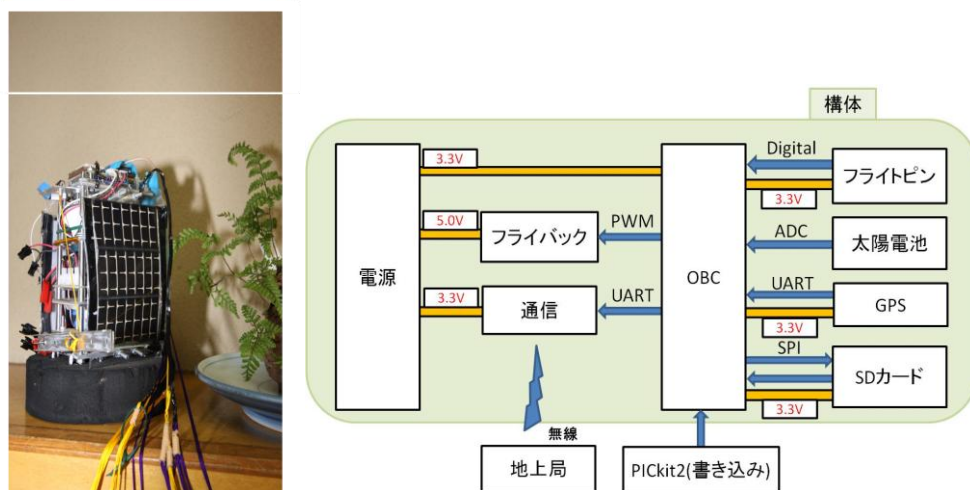
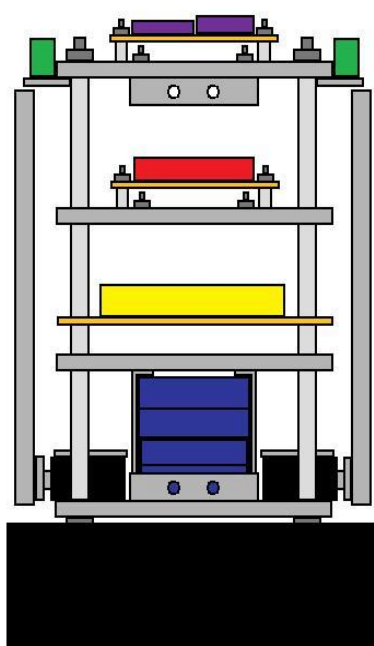


図 3 : 構体の外観とシステムブロック図

3.3 Structure

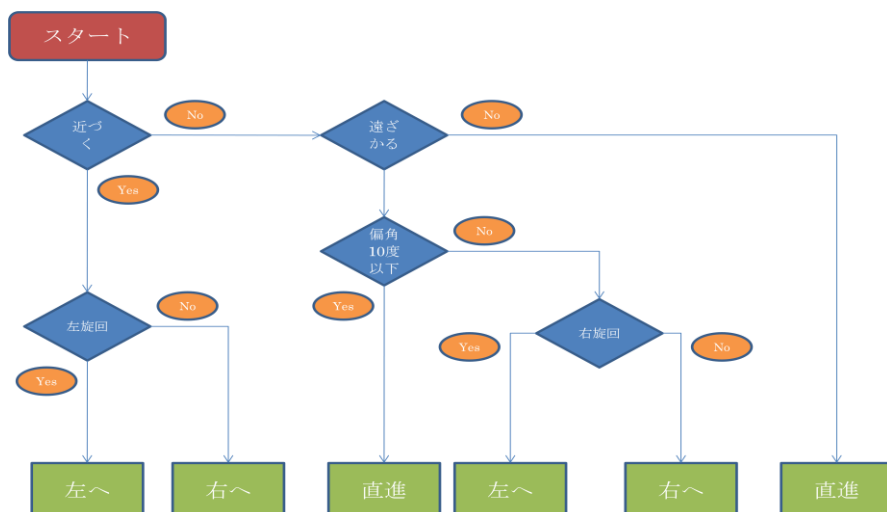


- 主構造
ステンレス (S303) 軸4本とアルミ (A2017) 板4枚による3層構造。
スペーサーを用いることで層ごとの幅を調整、上下ナット締め。
搭載機器の固定には基本L字金具・ネジ類を使用。
重量は953g(パラフォイル含む)。
- 上面
通信系、GPS及びXbee. 外部にフライトピン。
- 第1層
C&DH系、マイコン及び記録用microSDカード。
- 第2層
電源系、DC-DC Converter。
- 第3層
Li-ion電池×4、及びフライバック用サーボモータ。
- 下面
緩衝材 (スポンジゴム) 。
- 外部
サーボモータに取り付けたフライバック用アーム。
図正面および背面に太陽電池。

図 4 : 構造

3.4 Fly back flowchart

フライバックのアルゴリズムを簡単なフローチャートに示す。GPS の緯度と経度からターゲット方向ベクトルを算出し、そのベクトル値と外積を用いて判定を行う。



3.5 工夫した点

- 層構造・スペーサーを多用することにより、上下方向の衝撃が構体内で分散し搭載機器に影響が出にくい設計とした。
- スペース(特に基盤の高さ)が限られていたので、背の低い部品を選定するなどして搭載物の省スペース化に努めた。

3.6 苦労した点

- パラフォイルの紐が絡まってしまい、パラフォイルが展開できないという事態が起こった。これを解決するための諸作に行き着くまでが難航した。
- ハイブリッド型からフライバック型へ設計変更を決めたのが遅い段階だったので、短時間の集中製作を強いられた。

4、能代宇宙イベント 2010 の結果

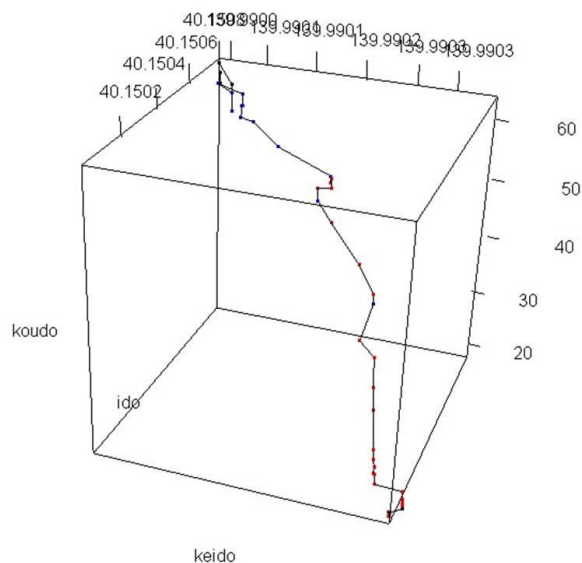
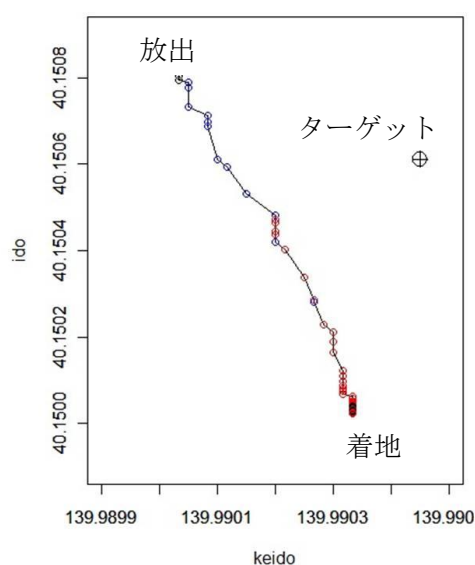
フライト 1 回目： **64m** （制御履歴あり） 第 3 位

フライト 2 回目： **117m** （制御履歴あり）

4.1 フライト1回目

- フライバック

SD カードに保存された飛行軌跡及び制御履歴を以下に示す。



黒：直進，赤：右旋回，青：左旋回

- 太陽電池

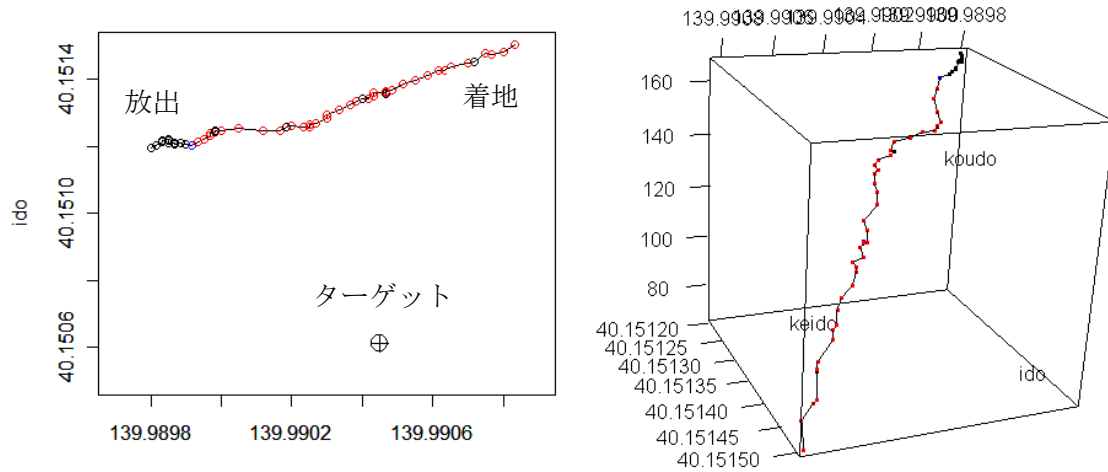
SD カードに保存された太陽電池の発電量を以下に示す。(単位は[W])

太陽電池1	太陽電池2	太陽電池1	太陽電池2
0.008	0	0.008	0.003
0.01	0	0.004	0.005
0.012	0	0.002	0.014
0.012	0	0.002	0.01
0.003	0.006	0.017	0.002
0.012	0.003	0.006	0.003
0.001	0.017	0	0.023
0.002	0.021	0.005	0.003
0.001	0.025	0	0.024
0.002	0.006	0.002	0.01
0.017	0.002	0.002	0.01
0.019	0.002	0.011	0.002
0.01	0.003	0.007	0.002

4.2 フライト2回目

- フライバック

SD カードに保存された飛行軌跡及び制御履歴を以下に示す。



黒：直進，赤：右旋回，青：左旋回

- 太陽電池

SD カードに保存された太陽電池の発電量を以下に示す。(単位は[W])

太陽電池1	太陽電池2	太陽電池1	太陽電池2	太陽電池1	太陽電池2
0.011	0.002	0.014	0.005	0.034	0.001
0.039	0.001	0.012	0.005	0.001	0.029
0.011	0.002	0.023	0.002	0.005	0.009
0.021	0.003	0.01	0.002	0.016	0.004
0.007	0.009	0.036	0	0.012	0.002
0.006	0.014	0.046	0	0.052	0
0.028	0.003	0.019	0	0.023	0.001
0.011	0.007	0.015	0	0.014	0
0.004	0.013	0.041	0	0.046	0
0.008	0.008	0.037	0	0.054	0
0.005	0.011	0.003	0.016	0.004	0.009
0.009	0.008	0.003	0.021	0.003	0.025
0.023	0.003	0.005	0.007	0.01	0.004
0.001	0.024	0.004	0.023	0.016	0.001
0.005	0.008	0.03	0.02		
0.004	0.021	0.03	0.002		
0.003	0.023	0.002	0.008		

4.3 考察

- フライバック

フライト1回目は2Dグラフから見て取れるようにターゲットから遠ざかる場合の制御が左右逆になってしまっており、フライト後半では右旋回コマンドによりターゲットから遠ざかってしまった。また、パラフォイルの制御ラインの引き量が不足、旋回まで至らなかった。

フライト2回目では1回目の結果からアルゴリズムを修正し、制御ラインの引き量を増やしたが、3Dグラフから分かるように引き量が大きすぎたためスパイラル状態に陥ってしまった。

- 太陽電池

フライト1回目は夕方だったこともあり期待通りの発電量は得られなかったが、発電量データは取得できた。(常時 0.008W 以上 ,平均 0.0145W,最大 0.026W)

フライト2回目も太陽が雲に隠れてしまっており、1回目同様期待通りの発電量は取得できなかった。しかし、発電量データの取得には成功した。(常時 0.012W 以上 ,平均 0.0244W,最大 0.054W)

- 通信系

地上局のアンテナの利得が小さかったために、放出後すぐにダウンリンクを開始できなかった。高度が半分程度になってからダウンリンクを開始したために通信距離は 300m 程度しかなかったと考えられる。ARLISS に向けて利得の大きいアンテナを選定し、通信機自体も現在の送信出力 10mW のものから 100mW のものにする予定である。

以上の結果から、サクセスクライテリアの達成度は1回目、2回目ともに
フライバック：Middle Success 達成 太陽電池：Minimum Success 達成
となった。

4.4 今後の課題

ARLISS2010 に向けての課題を以下に示す。

- パラfoil制御ラインの引き量調整
- 通信可能距離の確保
- パラfoil収納スペースの増加
- 各種環境試験

5、能代宇宙イベントの感想

チーム「falco」は、B4 が中心となって制作を行っており、今回のイベントに参加するのも全員が初めてでした。そのような中で結果として記録 64m で第 3 位に入賞できたということはチームメンバー全員の努力とチームワークの成果であり、素晴らしい結果だったと思います。

能代に出発する 1 週間前までハイブリッド型の CANSAT を制作していましたが、ランバックに使用していたモータに致命的な不具合が見つかり、ランバックを断念し、残りの 1 週間でフライバック機構を制作しました。ぎりぎりでの変更でしたが何とか能代宇宙イベントに間に合わせることができました。

イベント本番では、他大学の CANSAT を見て刺激にもなりました。また、技術交流会では他大学の技術を学ぶことができとても有意義な時間となりました。

そして、ARLISS では今回のイベントで見つかった問題点を改善し、より良い結果が残せるよう、残りの期間精一杯頑張りたいと思います。

また来年以降の CANSAT 開発に今年の結果を反映し、より高度なミッションを行っていきたいと考えています。

最後に、今回の能代宇宙イベントを円滑に進めて頂いた運営代表・関係者の皆様、サポートしていただいたスポンサーの皆様に厚く御礼申し上げます。