

ARLISS2010 報告書

九州工業大学スペースダイナミクス研究室 KINGS 脇田 遼

大学名：九州工業大学

指導教官：平木 講儒 准教授

リーダー：脇田 遼

メンバー：石津功太，日高靖智，谷川元章，工藤嘉晃，津田和博，西田航平，小屋勝寛
並川 誠，安岡健二郎

【機体紹介】

1. ミッション概要

製作した CanSat を，目的地 200[m]以内に帰還させ，回収することを目的とする．本チームでは，過去のカムバックコンペや本研究室で使用実績のあるパラfoilを使用する．昨年度までの ARLISS では，パラfoilが風で遠方に流されることを避けるために低高度までパラシュートで降下し，その後パラfoilを展開し自律帰還させる方法を採用していた．しかし，従来の方法では低高度から誘導制御を行うため，高度が足りず誘導可能範囲が小さいという欠点が挙げられた．そこで，今年度は水平速度と滑空比を向上させたパラfoilを新たに設計・製作し，高高度からパラfoilの展開を行うことで，ロケット打ち上げにより得られる高度を最大限に利用して目的地に帰還することを旨す．図1にロケット打ち上げから帰還までの流れを示す．

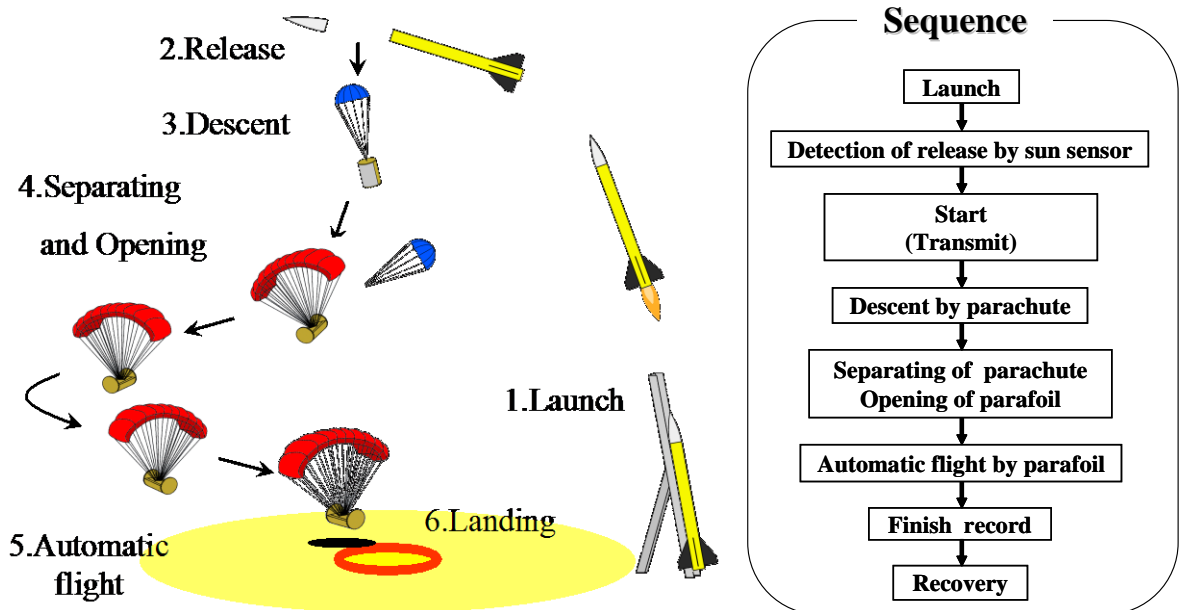
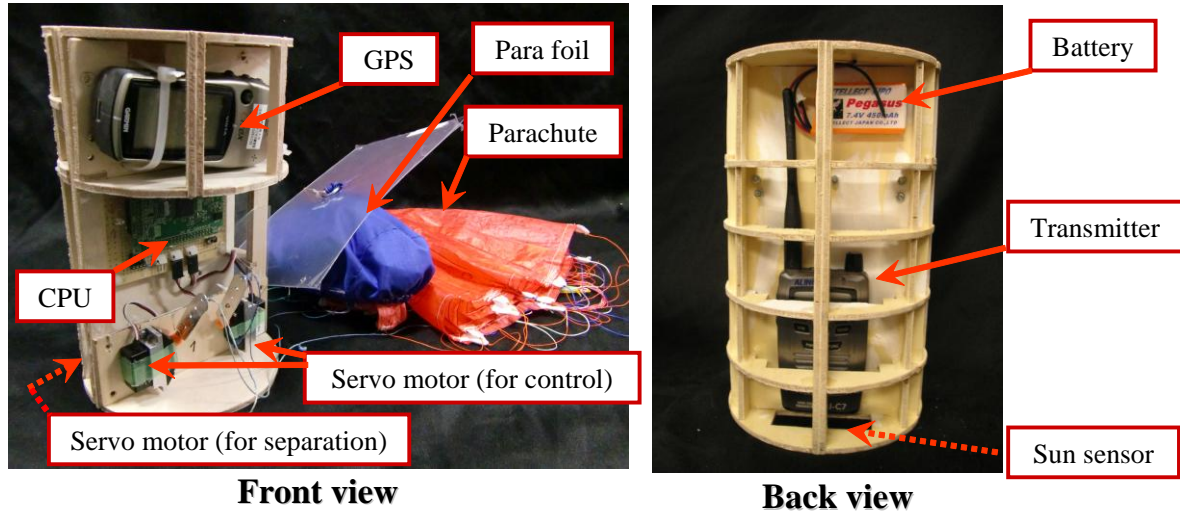


図1 ミッション概要

2.CanSat 概要

2.1 筐体

図 2 に CanSat の外観を示す。サイズは直径 140mm，高さ 228mm，質量は 971g である。筐体は，軽さと強度のバランスからシナベニヤを採用した。下部にロケットからの放出検知用の光センサ，正面に制御用 H8 マイコン，GPS ，操舵用とパラシュート切離用のサーボモータ，裏面に送信機を装備する。



Diameter × height [mm]	140 × 228
Mass [g]	971

図 2 CanSat 筐体

2.2 誘導方法

従来の誘導制御は，目的地までの距離と角度に対してあらかじめ操作量を決定しておくことで行っていた。しかし，この制御方法では風が強い場合に操作量が足りず目的地に近づくことができないという問題があった。そこで，今回は 2 秒前の GPS データと制御履歴を参照し，目的地から遠ざかっていれば操作量を増し，近づいていれば操作量を減らす制御方法（図 3）を採用した。

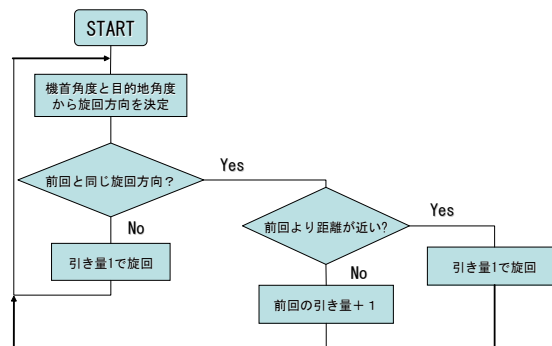


図 3 制御フローチャート

【苦労したこと・工夫したこと】

パラfoil

ブラックロック砂漠上空 4[km]での風速は 8[m/s]程度であり、飛行速度の遅いパラfoilでは風に流されてしまう恐れがある。そのため、昨年は飛行速度の速いパラfoilを使用したけど、滑空比が 1.3 と一般的なパラfoilより低く、制御時間が短かった。そこで今年度は、水平速度を殺さずに滑空比を向上させた高性能パラfoilを自作した。

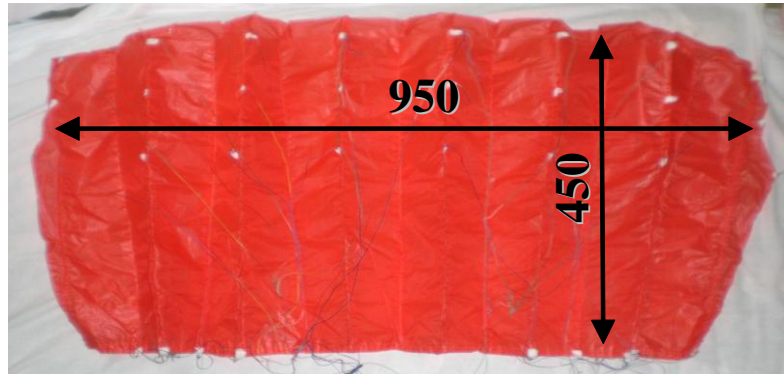


図 4 製作したパラfoil

表 1

Wing area [m ²]	0.43
Wing span [m]	0.95
Glide ratio	3.4
Horizontal velocity [m/s]	7.8

電子コンパス

昨年度まで操舵の判定基準として速度ベクトルを使用していたけど、パラfoilが風に負けてしまった場合を想定して、今年度は電子コンパスの値を使用した。(図 5)

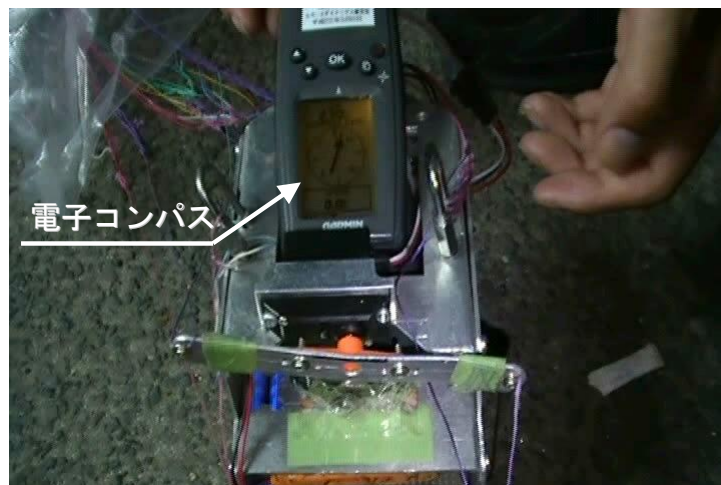


図 5 電子コンパスによる操舵決定

1. 苦勞したこと

パラfoil製作

パラfoil製作には、ある程度の技術が必要なため、試作と投下試験を何度も行った。
(図6)



図6 製作中のパラfoil

ライン調整

自作パラfoilはライン設定を実験的に調整する必要があり、風洞試験、実投下試験を何度も行うことにより最適なライン長を決定した。

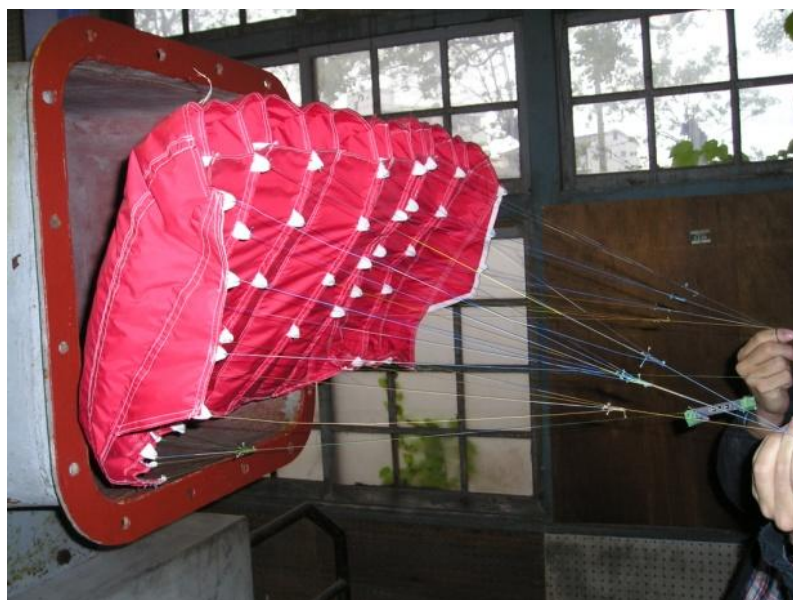


図7 パラfoilのライン調整

【成果】

ロケットの打ち上げは合計で4回行った。1回目のGPSデータとすべての打ち上げ結果を図8と表2に示す。

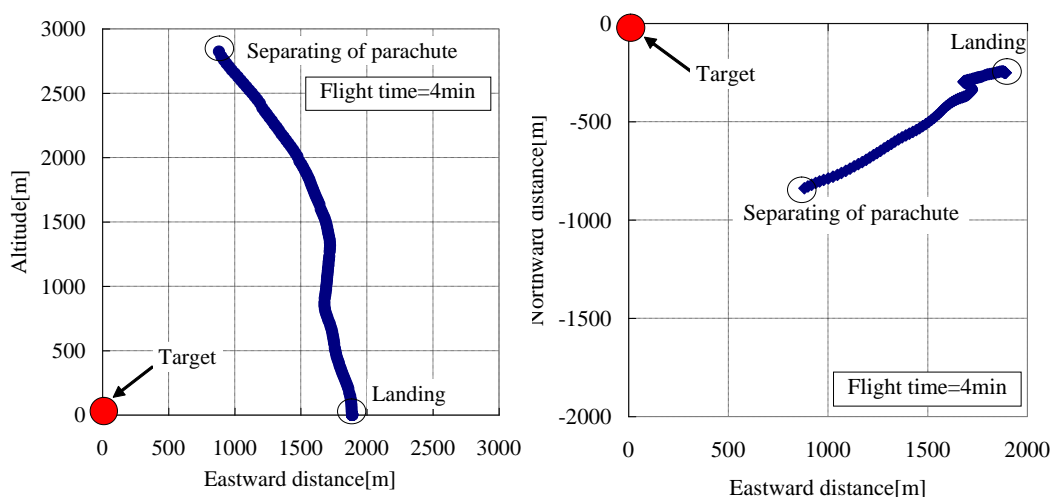


図8 GPS データ

表2 打ち上げ結果

	1st	2nd	3rd	4th
Landing point	2.5km	3.0km	2.6km	1.9km
Flight time	5min	6min	5min	4min
Opening parafoil	Failure	Failure	Failure	Failure
Control record	Success	Success	Success	Success
Downlink	Success	Success	Success	Success

機体は光センサによりロケットからの放出を検知した後、パラシュートで降下し、5秒後にパラシュート切り離し動作を行うことでパラフォイルを展開する。すべての打ち上げにおいて機体は4~6分後に目標地点から約2~3[km]離れた地点に着地した。EEPROMに記録されたデータから、目標地点へ誘導するためにサーボモータを操作していることは確認されたが、実際の飛行軌跡は目標に近づくことなく直進していることが分かる。また、飛行時間は15分以上を想定していたが、GPSデータから算出された飛行時間は5分程度しかないことより、機体はロケットからの放出検知、パラシュートの切り離しには成功したが、その後のパラフォイルの展開に失敗し、コントロール不能の状態では地面に落下したと考えられる。

機体回収時の様子を図9に示す。機体のパラフォイルのラインはねじれた状態で発見さ

れた。この現象は、気球による動作確認試験でも確認されており、その際はパラシュート開傘直後の不安定な状態でパラフォイルの展開を行ったことにより、パラフォイルの片側が潰れ、スパイラル状態で落下した。この問題を回避するため、放出検知の 5 秒後に切り離しを行う設定にしていたが、実際に 5 秒間ではパラシュートが安定した降下状態に入っておらず、不安定な状態で切り離し動作を行ったためパラフォイルの展開に失敗したものと考えられる。

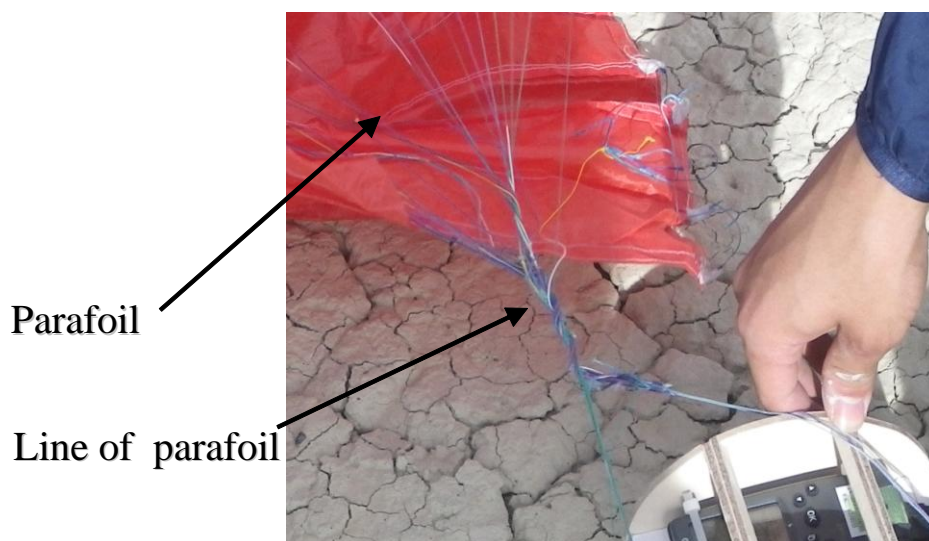


図 10 回収時のパラフォイルの状態

【今後の課題・感想】

上記に示した通り、計 4 回の打ち上げのすべてがパラフォイルの展開に失敗し誘導制御ができていない結果となってしまった。要因としては、パラフィルの展開にロケットからの放出スピードを考慮していなかったことが挙げられる。事前に行った展開試験では、機体が安定した状態でのパラフォイル展開しか想定していなかったため、ロケットから放出された直後の不安定な状態から安定な状態になるまでの時間を短く見積もってしまい、今回の失敗に繋がったと考えられる。今後は上記の問題を解決し、機体をさらに発展させ、来年度に向けて活動を行う予定である。

最後に、本チームが ARLISS に参加するに当たり、学生運営代表の山田さん、須藤さん、土岐さんを始め、運営に協力した参加大学各位に多大なご協力を頂いた。ここに謝意を表す。