

ARLISS2010 報告書

Tokyo Metropolitan University
Space Systems Laboratory
Ibis Works PM Shuhei Toki

1. Introduction

本書は 2010 年 9 月 12 日から 17 日までに米国 Nevada 州の Brack Rock 砂漠で開催された ARLISS2010 についての報告書である。

2. ARLISS2010 Project Member

Project Manager Shuhei Toki
Supervisor Hironori Sahara

3. About CanSat

CanSat に必要な CPU, 電源, 通信機, GPS などの機器を全て搭載してもキャリアの半分程度となるシンプルな構体であるが, パラfoilを用いて制御するため風に煽られないように重量制限まで重くした。また各種センサーが搭載可能な拡張機能も装備する小型高機能な設計を実現した。

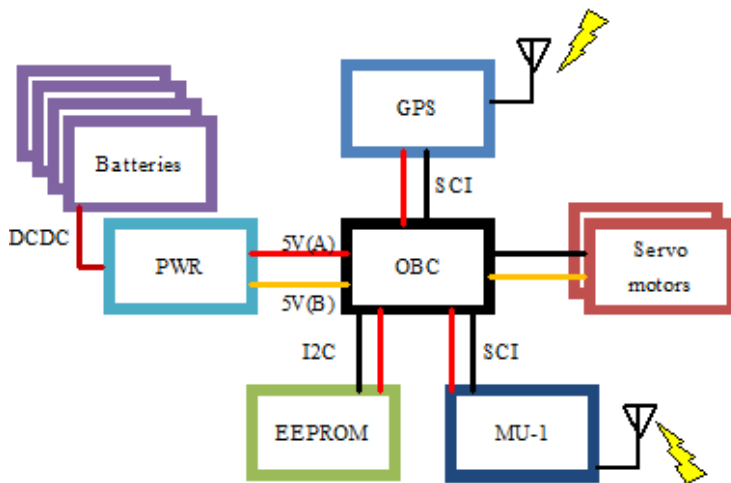


Fig. 1 System diagram

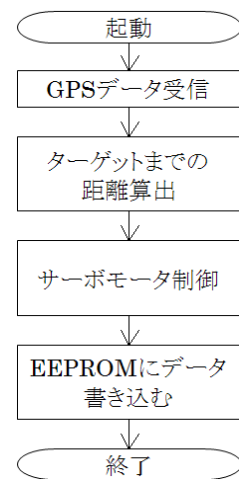


Fig. 2 Flow chart



Fig. 3 CanSat

4. Controller

今回 ARLISS で検証した制御則はターゲット方向の角度に依らず，回転半径 R と水平面におけるターゲットまでの距離 r の大小を比較し，ターゲットに近づくにつれ制御量であるサーボモータの角度 θ を大きくしロール角 ϕ を傾けてアプローチする方法であり，条件は以下の通りである．

$$R(\theta) < r \leq R(\theta - 1) \text{ のとき } \phi = \phi(\theta)$$

但し， $R(\theta)$ はサーボモータの角度が θ のときの R ， $\phi(\theta)$ はサーボモータの角度が θ のときの ϕ である． ρ を定数と仮定したときのシミュレーション結果を Fig. 4 に示す．

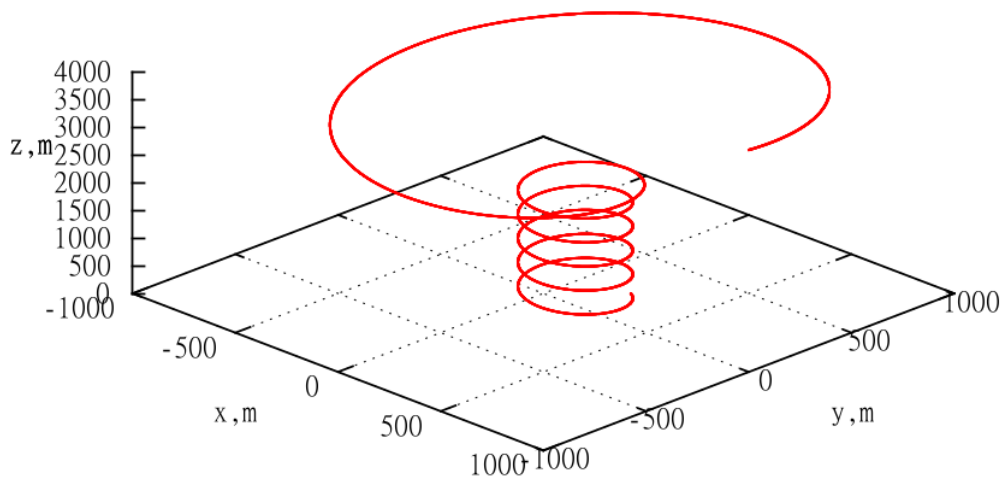


Fig. 4 Simulation outcome

5. Results

1st Flight

Result 3,270m

2nd Flight

Result 2,580m



Fig. 5 Landed CanSat

6. Evaluation

ARLISS2010 では2回のフライトを行った。しかしGPSデータの出フォーマットから度への変換を誤って計算していたことが分かった。そのために軌跡が不連続になっていることが分かった。

そこでGPSから取得したデータを赤色の○で表し、データを解析し正しい値に計算し直したものを青色の×で表すことにする。又、正しいターゲット座標をO、プログラムミスによって誤って認識したターゲットをO'とした。1回目のフライト結果をFig. 6～Fig. 8に、2回目のフライト結果をFig. 9～Fig. 11に示す。

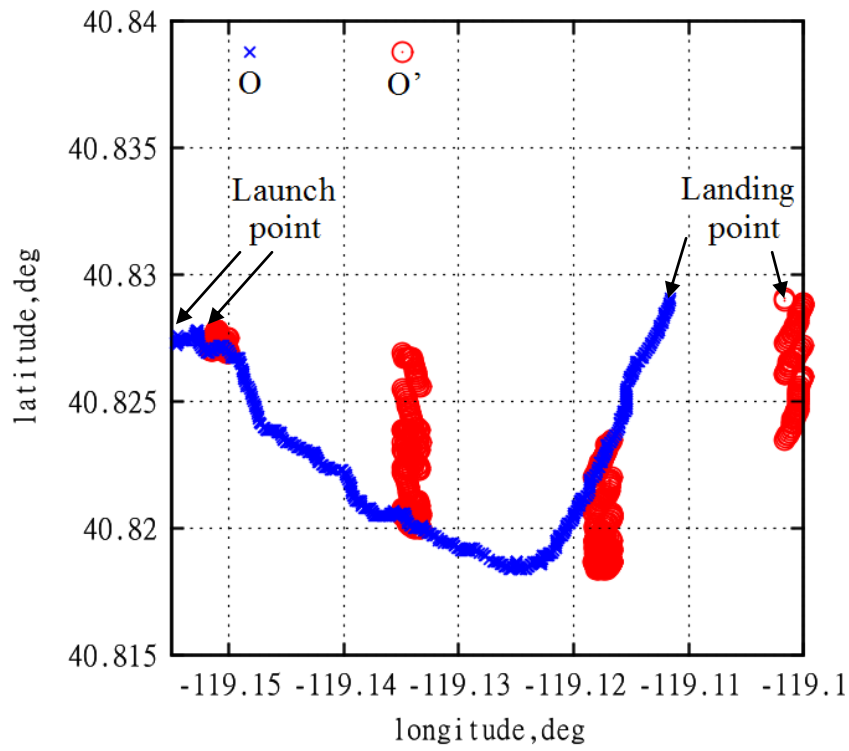


Fig. 6 Trajectory of 1st flight

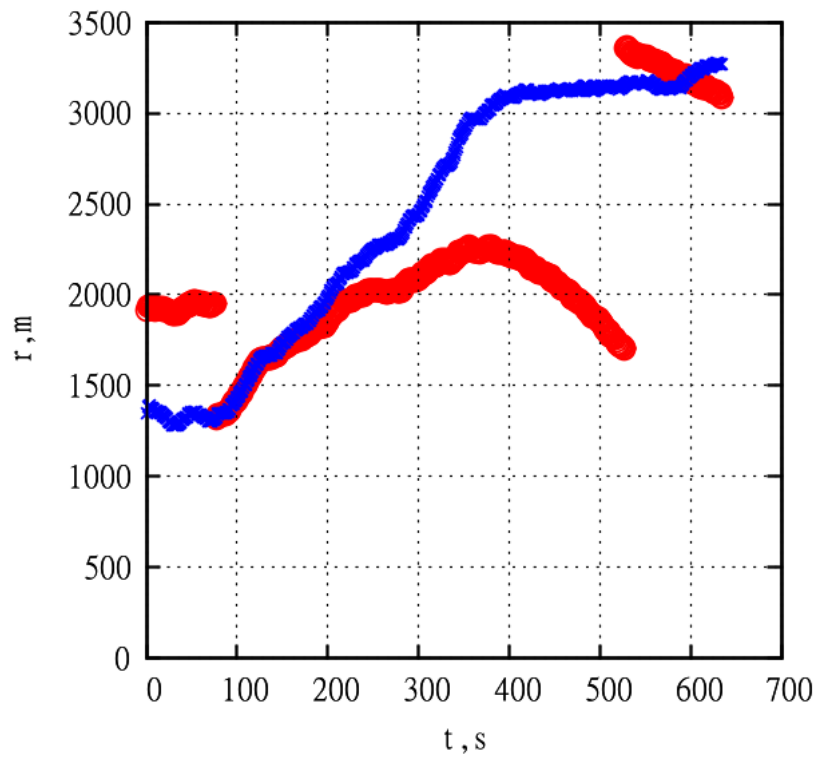


Fig. 7 Distance to target of 1st flight

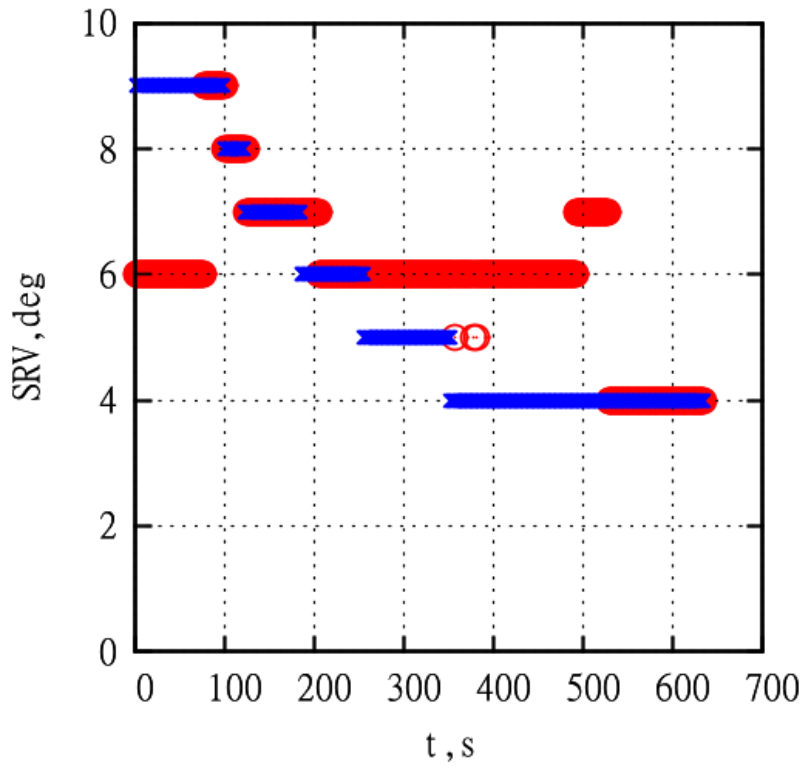


Fig. 8 Control input of 1st flight

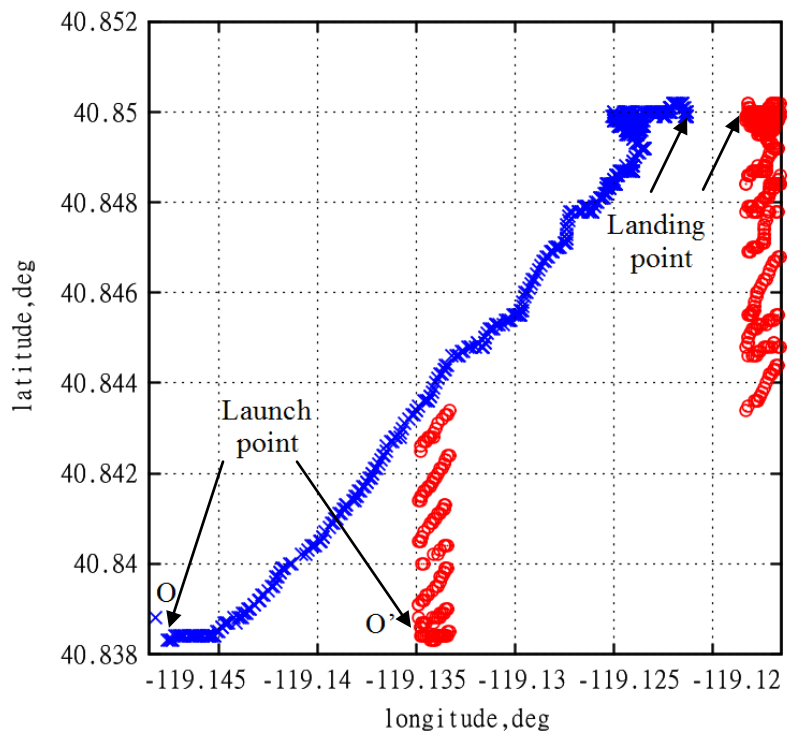


Fig. 9 Trajectory of 2nd flight

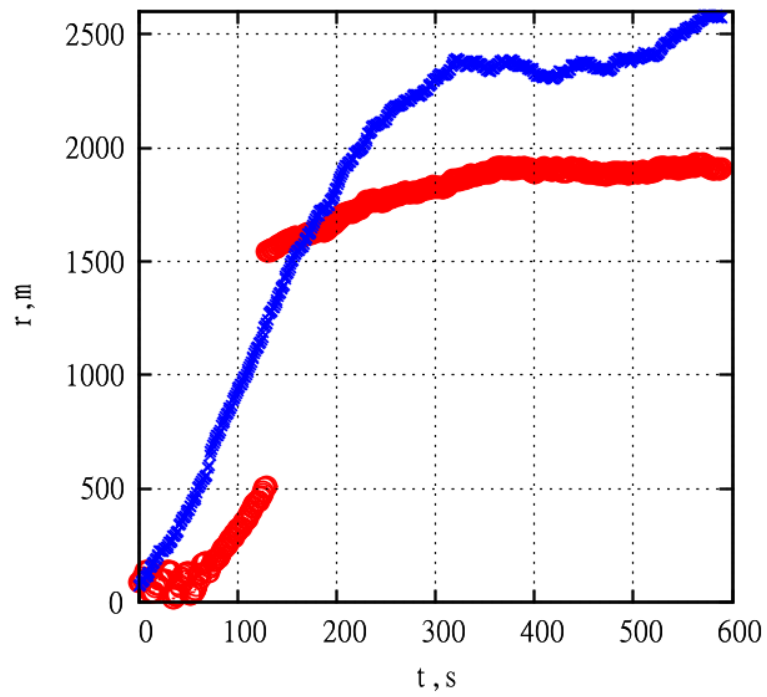


Fig. 10 Distance to target of 2nd flight

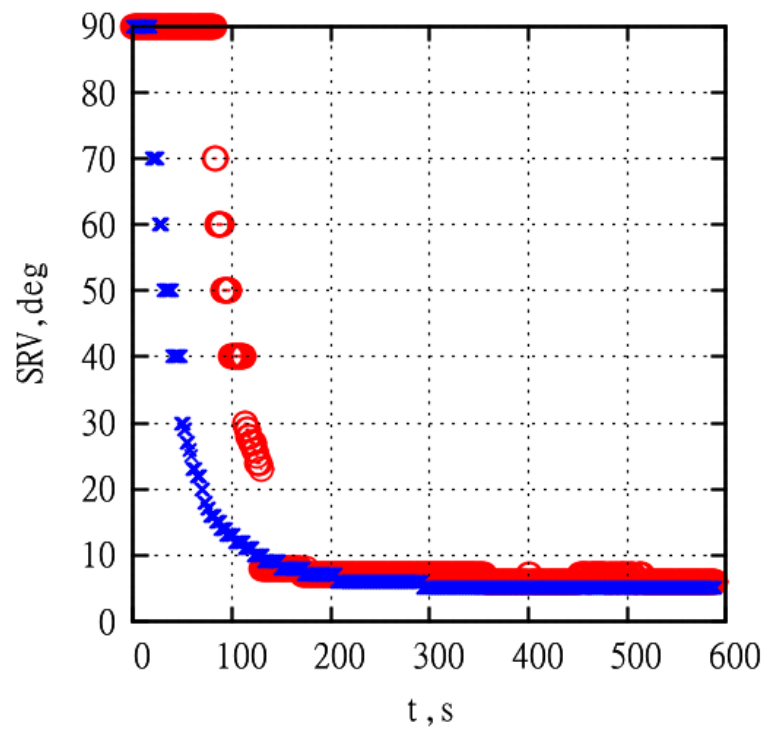


Fig. 11 Control input of 2nd flight

7. Lessons Learned

プロジェクトを始めるにあたり事前に要求分析を行ったが、カムバックする距離の要求についてしっかりと明文化しなかったため検証計画を立てる上で MECE (Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive) にならず長い距離を飛行すると値が離散的になることが分かった。事前の試験ではできるだけ ARLISS で想定される環境で試験を行うことが重要であり、そのため想定される環境を事前に列挙するために要求分析をしっかりと行うことが重要だと学んだ。CanSat の開発を通じてシステムズエンジニアリングも習得する SPindle にも参加していたが今回の失敗で改めてシステムズエンジニアリングの大切さを感じることもできた。

8. Future Tasks

今回のプロジェクトでは首都大学東京から ARLISS 初参加を目指して、事前にシミュレーションでターゲットまでの距離のみでターゲットへ近付くことが可能な制御則を示し、一人で CanSat の開発から ARLISS での実験を行ったことを評価されチャレンジコンペティションでは 3 位に入賞したが、来年度以降 ARLISS に参加する学生が現れるかは疑問が残るため今回 ARLISS で得た経験を学内で積極的に広報活動を行い後輩に CanSat や ARLISS に興味を持ってもらうとともに今回学んだ知識をしっかりと文書化し同じ失敗を後続が繰り返さないよう努力したい。又今回検証した制御則ではターゲットまで近付くことができなかつたので取得できたデータを解析し風や高度を考慮した新たな制御則を提案することも今後の課題とする。