

2011年10月14日

# ARLISS2011 報告書

慶應東工大合同チーム

Tortoise



# TORTOISE

## 1.はじめに

この書類はアメリカネヴァダ州ブラックロック砂漠にて 2011 年 9 月 11 日～16 日にて行われた ARLISS2011 の報告書である。

## 2.チームの紹介

このチームは ARLISS2011 におけるマネージメントを SE/PM の手法を用いて行う教育プログラム “SPindle” を主催してらっしゃる神武直彦先生(SDM 研究科准教授)、白坂成功先生(SDM 研究科准教授)、坂本啓先生(東工大准教授)を指導教官とするチームである。ARLISS は初めて参加で、cansat 製作に関しても初めてのことである。この中の数人は CORE でロケット製作を行なっている。



PM 小布施 聡 (慶應 B2)  
AM 富岡 孝太 (慶應 B2)  
電装リーダー木田 茉由子(慶應 B2)  
旅行担当 関根 嵩之 (慶應 B2)  
予算担当 池田 任亮(慶應 B2)  
SE 三浦 敏孝(東工大 B2)  
メンター 田中 康平 (SDM M1)  
原田 貴史 (SDM M1)

### 3. ミッションステートメント

我々の強みは、初心者ならではの自由な発想である。

Spindle から学んだSE の技術を使って実現可能かつゴールへ確実にたどり着く缶サットをつくる。

まず、システムエンジニアリングの考え方に則ってプロジェクトを進めることを第1 プライオリティとした。

次に、CanSat の製作経験がないことから、カムバックを達成するために必要最低限な機能のみを有するシンプルな設計を目指すこととした。

そして、検証まで行うことを考慮した結果、検証を行いやすいという観点から、ローバータイプでカムバックを試みることにした。

### 4. 機体の構造

過去の ARLISS の問題点を洗い出した結果、主な失敗の原因は以下の2点に絞られた。

- ・パラシュートと機体が絡まり、自由落下
- ・機体の上にパラシュートがかぶさってしまい制御不能

以上の問題点をクリアし、自分たちのミッションステートメント通り確実に進むものという考え方から、以下の要求を決めた。

- ・5cm 以上の轍を超えること
- ・倒れないもの
- ・パラシュートと絡まるような突起物などのない形状
- ・パラシュートが機体にかぶさらないような仕組み
- ・落下の衝撃に耐えうる構造・カバー

以上の要求を満たすような機体を製作した。

主な特徴としては

- ・接地面積を広げるために全身をクローラにする。
- ・パラシュートと絡まらず、落下の衝撃にも耐えるようなカバーで機体を覆った。
- ・5cm 以上の轍を超えるために車高を 6cm 以上にする。
- ・低重心を実現するために車体の下部にはバッテリーのみが搭載

また、クローラ特有のトルクの大きさからバッテリーが非常に重くなったが、FRP で機体を製作した事によって軽量化を実現した。



以上の設計に基づいて機体を設計し、ARLISS2011に持っていった。  
いかに機体の図を掲載する。



図 2 機体の前面図



図 3 カバー開傘時の状態図



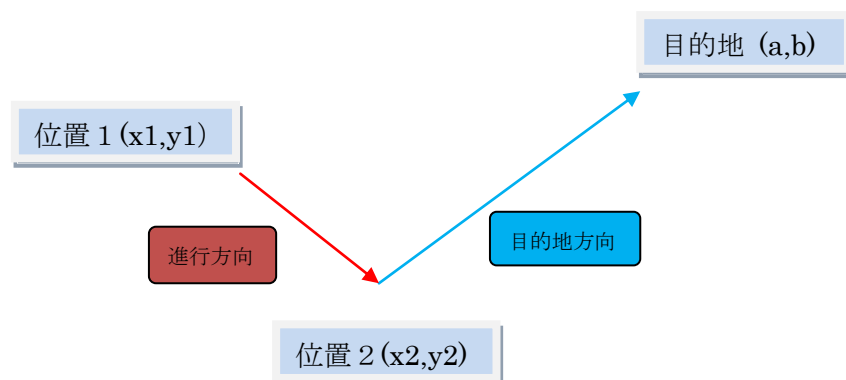
図 4 機体の側面図

## 5.制御方法

EMでは左右のデューティ比を進行方向と目的地方向のズレにより、変えていくというアルゴリズムにしていたが、EM試験の結果、あまり効率よくゴールに到達できないことがわかったため、以下のようにアルゴリズムを変更した。

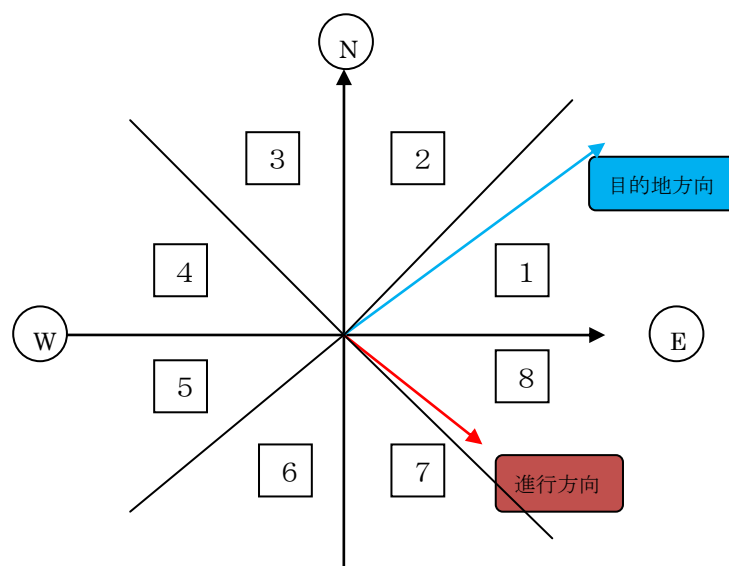
### 1、ナビゲーションモード

現在位置1の座標  $(x1, y1)$ 、をGPSから取得後、3分間（GPS誤差範囲を抜け出す走行時間）前進させて、現在位置座標2  $(x2, y2)$  をGPSから取得する。あらかじめマイコンに与えておいた目的地座標  $(a, b)$  と合わせて、この3つの位置情報から現在位置2におけるローバーの進行方向、目的地方向をベクトルとして導く。





得られた傾きから進行方向、目的地方向の向いている方向（8方向）を決定することができる。以下のように、領域によって番号を振り分ける。



上の例であれば目的地方向が1、進行方向が8ということになる。

進行方向と目的地方向のズレによって回転する時間を変化させる。

回転動作時は片方モータのデューティ比を40%、もう片方を100%にして回転させる。半径が小さすぎる円で回転してしまうとキャタピラが外れてしまうことがわかったのでキャタピラが外れない程度で最小の円を描くデューティ比を実験により上のよう

に決定した。  
この比だと9.6秒で半径75cmの円を描く。8方向に場合分けをしているため45度回転するのに9.6 ÷ 8 = 1.2 (秒) かかることになる。

(目的地方向の値 - 進行方向の値) によって回転場合分けする。

- 目的地方向 - 進行方向 = 0 の場合・・・回転なし
- 目的地方向 - 進行方向 = 1、-7 の場合・・・左に45度回転
- 目的地方向 - 進行方向 = 2、-6 の場合・・・左に90度回転
- 目的地方向 - 進行方向 = 3、-5 の場合・・・左に135度回転
- 目的地方向 - 進行方向 = 4、-4 の場合・・・左に180度回転
- 目的地方向 - 進行方向 = -1、7 の場合・・・右に45度回転
- 目的地方向 - 進行方向 = -2、6 の場合・・・右に90度回転
- 目的地方向 - 進行方向 = -3、5 の場合・・・右に135度回転

例の場合であれば目的地方向-進行方向の値が-7なので左に45度回転することになる。

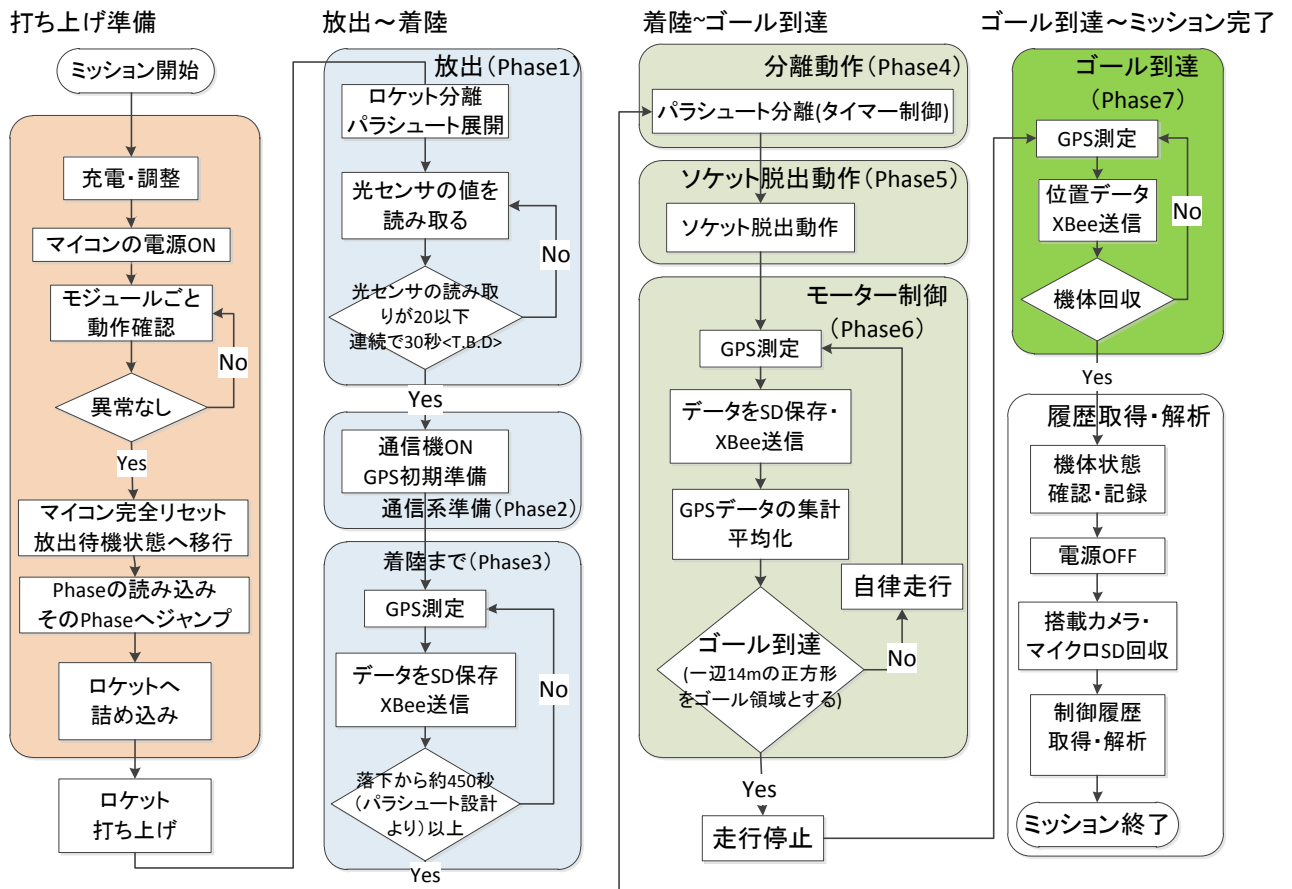
この動作の後、再び直進を3分行き、ゴール地点の半径10メートル以内に位置座標が入るまでこの動作を繰り返し行う。

## 2、轍脱出モード

ローバーが轍にスタックしてしまい、GPSから補足する位置データが3分直進してもGPSの誤差範囲内である場合には二つのモータを後転しローバーを2分バックさせて90度ローバーを回転させてその後は再びナビゲーションモードに戻る。

このアルゴリズムをExcelでシミュレーションした結果は以下のようになった。  
目的地に向かってそれほどロスなく進行していくことがわかった。

また、以下にミッションにおけるシーケンスを記載する。



## 6.工夫した点・苦勞した点

### 工夫した点

- ・過去の ARLISS の結果を精査することによって、どのようなミスが多いのかを検証し、設計をする際にそれぞれのミスを未然に防ぐ様な設計を目指した。
- ・初心者ばかりのチームであったので、知識不足だったがいろいろな人に聞くことによって知識を深めていくことができた。
- ・5cm の轍を超えるクローラ製作のために、戦車の構造などを検証した。
- ・マネジメントにおいて、チームとして動き、仲間のやったタスクに関しては、口出しをしないことを徹底した。

### 苦勞した点

- ・初めての参加だったので、どの部分二時間が多くかかるのかわからず、作成したスケジュール通りに製作を進めることが出来なかった。
- ・製作において特に重要な部分をきめず、平行に進めてしまったために、機体のコアになる部分に関して特に時間をかけるなどすることが出来なかった。
- ・チームの役割分担の際に、構造班を自分を含めて 2 人にしてしまったために PM としての仕事に追われた結果、構造班としての仕事を、もう一人の構造班に任せてしまう部分が多くあった。
- ・予算など学校と関わる問題に関しては、プロジェクトを通して一人が一貫して行うべきだと感じた。

## 7.結果

### First flight

結果 1947m(制御履歴有り)

パラシュートから無事分離し動き出したが、途中でパラシュートと絡まってしまい動きを止めることになった。

### Second flight

結果 制御履歴無し

ロケット打ち上げの際、ロケットのモータ問題があったようで、ランチャー付近で留まってしまい、その際にパラシュートにおおきな振動が加わった。その結果パラシュートと接続部分が壊れてしまい、ほぼ自由落下したと思われる。キャタピラのベルトや、シャフトが破壊されていた。



## 8.サクセスクライテリアと今後の課題

### サクセス・クライテリア

( )内は達成率

Minimum Success	ローバーが放出される(100%) パラシュートが正しく開放する。(100%) 空中時・走行時の高度データ・GPS データが保存できる。(100%) 機体が壊れることなく着地する。(100%)
Full Success	ローバーが着地を認識する。(100%) 着地後に減速機がローバーから切り離される(100%) ローバーが自律制御で走行する(100%) ローバーがゴールとの距離を縮めること(25%)
Advanced Success	目標地点から 20m の範囲内(GPS の誤差)に缶サットが到達する(0%)

以上のように **minimum success** に関しては 100%達成することができた。

一方 **full success** に関しては 75%の完成となった。

### 今後の課題

- ・SE/PM の手法を用いて、マネージメントを行ったが、スケジュールに関してはほとんど結果を残すことが出来なかった。今後は、優先順位をつけた上で、達成可能なスケジュールを組むことが必要になっていくのだと感じている。
- ・電装班の中に統合リーダーを設定するべきであった。
- ・チーム内での情報の共有をするための会を週に 1 回行うべきであり、また、1 週間の初めに、1 週間の予定を決める時間をとるべきであった。

初心者のチームであったのにも関わらず、制御履歴を残すことが出来、しっかりと記録が出たことに関しては素直に嬉しく思う。

spindle でお世話になった先生方や審査員の方、学校でもお世話になった先輩の方々が親切に手伝ってくださったことがこの結果を生んだのだと感じています。

心から御礼申し上げます。