

ARLISS2012 報告書  
電気通信大学 高玉研究室:Tequila Sunrise



【大学名】電気通信大学

【指導教員】高掬圭樹 教授

【プロジェクトマネージャ】北川広登

【メンバー】北川広登, 東江里子, 南昇吾, 高野諒, 田島友祐, 森有紗美,  
齋藤嶺, 小沼杏奈

【オブザーバー】服部聖彦, 松島裕康, 佐藤圭二

## 1. 概要

本年度は昨年度のゴールを踏まえ、(1)確実にゴール可能であり、かつ(2)発展的なミッションの実現に必要な機能をもつローバを開発した。具体的には、(1)昨年度までに成果を上げている二段パラシュートや Arduino を用いた制御を踏襲し、ゴール付近への着地及び正確なナビゲーションを行うと共に、(2)ローバに新たにカメラとカラーセンサを搭載し、障害物の撮影及び回避を行う。

## 2. 特徴

### 2.1. 外観

図1, 2に本年度作成したローバの外観及び、本ローバの特徴であるカメラとカラーセンサの位置を示す。

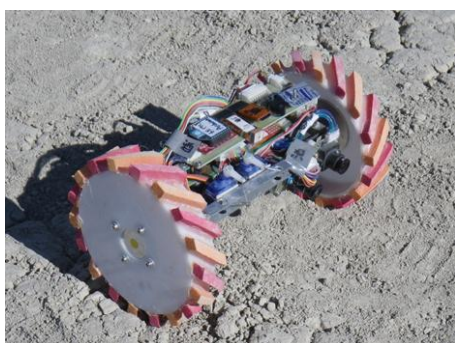


図1：ローバ外観

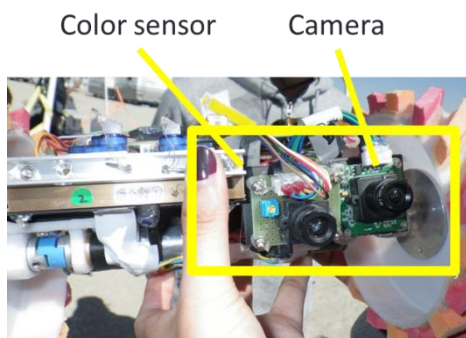


図2：カメラとカラーセンサの位置

### 2.2. 2段パラシュート

大小2種類のパラシュートを用いた2段階パラシュートを実装した。2段階パラシュートでは、キャリアから放出された段階で1段目の小さいサブパラシュートを展開し、速い落下速度で降下する。その後、地上に近づいた段階で2段目の大きなメインパラシュートを開き、落下速度を安全な速度まで減速する。小さいパラシュートで一定時間落下することで、上空での風の影響を減らし、ゴール付近に着地することを目指す。図3に2段パラシュートの概要を示す。

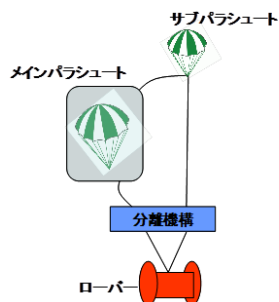


図3：2段パラシュート概要

### 2.3. カメラと GPS データのタグ付けによる経路マッピング

走行中に JPEG カメラを用いた撮影を定期的に行うことで、軌跡を辿った経路マッピングを実施した。撮影画像はテキストデータとして SD カードに保存され、走行終了後に SD カードのログからカメラ画像のデータ部分およびそのときの GPS データを抜き出すことで、マッピングを行う。図 4 に ARLISS2012 の 2nd フライトにおける走行経路と撮影した写真を示す。

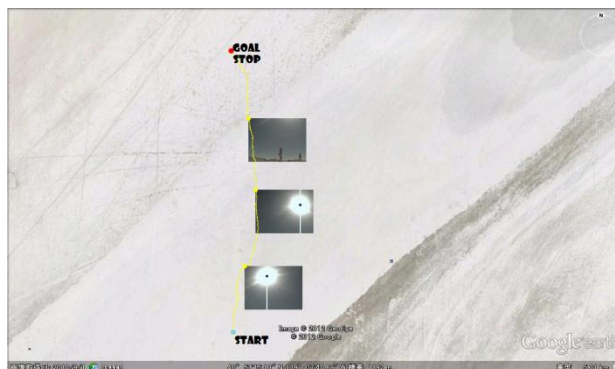


図 4 : 2nd フライトの経路と撮影した写真

### 2.4. カラーセンサを用いたパラシュート回避

着地時にパラシュートがローバの進行方向にある場合、それに引っかかることで走行不可能になる可能性が十分にある。そこで、本年度はデジタルカラーセンサ S9706 を用いて分離したパラシュートの検知・回避を行った。カラーセンサは図 2 の通り、ローバの前面に取り付けられており、ローバが前進した際のパラシュートの色成分（本年度は黄色）の増加分から回避行動の有無を決定する。図 5 に BlackRock 砂漠でのパラシュート検知・回避行動の流れを示す。

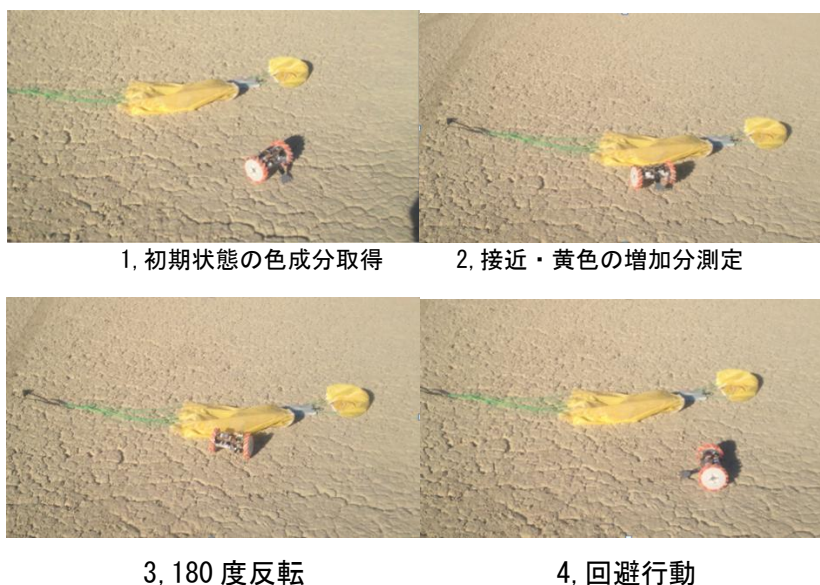


図 5 : 検知から回避までの流れ

## 2.5. 全体システム

図 6 にローバのシステム構成図を示す。ローバは、ゴールまでの走行制御(ナビゲーション)、センサ制御、カメラ制御、およびモーター制御を行う MCU(Ardupilot Mega)、PC と通信を行う無線機(XBee)、ログを保存する SD、各種判定を行うセンサ類、パラシュート分離機構、撮撮影および地図マッピングのためのカメラ制御、また駆動用モーターで構成される。

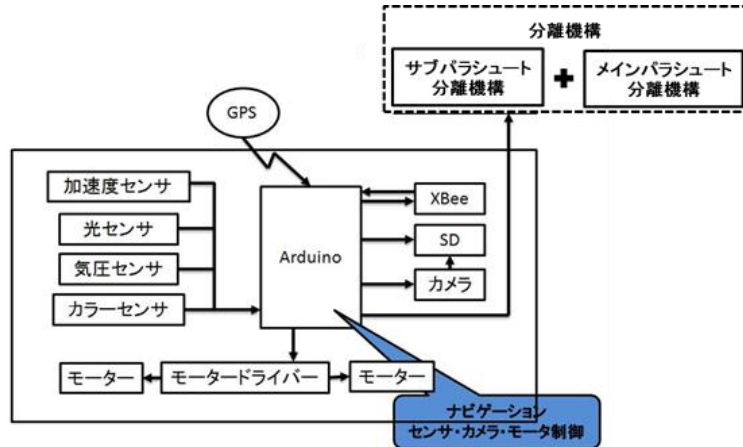


図 6: 全体システム

## 3. 成果

### 3.1. 1<sup>st</sup>フライト

1<sup>st</sup>フライトでは、プログラムのミスにより上空で着地判定が行われ、パラシュートが切り離された。そのため、ローバは自由落下し走行不能となった。

### 3.2. 2<sup>nd</sup>フライト

2<sup>nd</sup>フライトでは、2段パラシュートは正常に展開されなかったものの、ゴールから約2km視点に着地し、パラシュートの切り離し及びパラシュート検知・回避行動の後、ゴールから2.96m地点でゴール判定を行い走行を停止した。着地点からゴールまでの経路は図4の黄線で示したとおりである。

## 4. まとめ

本年度は、(1)カメラを用いるための基礎的な技術や知見の取得、及び(2)画像処理の足がかりとなるカラーセンサを用いたパラシュート回避を達成することが出来た。(1)については、制御基板(Arduino)の限られたリソースで動画の撮影・保存を行い、目標であった砂漠での走行経路マップの作成に成功した。また、(2)については、日本とBlackRock砂漠の環境の違いにより、現地でアルゴリズムを修正しなければならないという問題に直面したものの、目標であった着地時のパラシュート検知・回避に成

功し、今後の目標である画像処理に向けた大きな成果を得ることが出来た。

## 5. 今後の課題

カメラやカラーセンサについての基礎的な知見を得ることには成功したが、画像撮影時の姿勢制御や、時間や地面の色に応じた色取得のロバスト性の向上など多くの課題が存在する。今後はこれらの課題を解決すると共に、最終目標である画像処理による障害物検知・回避と、輾脱出アルゴリズムの構築に取り組む。

さらに、着地時の衝撃耐性の向上、輾脱出アルゴリズムの改良、走行速度・ナビゲーション精度の向上などカムバックコンペにおいて優れた成績を残すためのローバを開発する。

## 6. 感想

本年度は、過去の成功した知見を多く取り入れることでゴールを達成し、カムバックコンペ及びミッションコンペで優勝することが出来た。しかし、2段パラシュートが正常に展開しなかった点や、ローバの走行速度・制御精度など、課題も多く存在する。これらの問題に対して、来年度は過去の知見を生かしつつも、メンバーのアイデアにより抜本的に機構を変えたローバの作成を行いたいと考える。