

ARLISS2011

電気通信大学 高玉研究室：はらへっとうー



【大学名】 電気通信大学

【ローバ名】 キューカンバー

【指導教官】 高玉 圭樹 教授

【プロジェクトマネージャ】 中田 雅也

【参加メンバ】 大谷 雅之, 松島 裕康, 原田 智広, 沢田石 祐弥, 安部真希,
北川広登, 南昇吾, 佐藤拳斗

【開発メンバ】 (参加メンバは省略) 牛田 裕也, 佐藤史盟, 中澤賢人

【オブザーバ】 服部 聖彦

1. ローバ：キューカンバー

1.1 概要

本チームのローバは、前年度にキャリア径を超える拡張タイヤを用いたことにより、キャリアから正常な放出がなされず、また現地でのナビゲーション精度が低下した問題から、本年度はその対策として、確実に着地までのシーケンスを達成するローバの構築を目指した。具体的には、1)キャリアから正常に放出し、2)パラシュートが正常に展開され、3)着地後、確実にパラシュートを切り離すことを達成し、走行開始することをローバの目標とした。このため、前年度用いた拡張タイヤを採用せず、キャリア径内に収まるタイヤを採用することで、キャリアからの正常な放出を実現し、また、パラシュートの収納方法および、パラシュート分離機構の改善を通して、着地後確実にパラシュートが分離されるローバを構築した。

1.2 特徴

図1に本年度作成したローバの外観図を示す。以下、ローバの特徴について説明する。

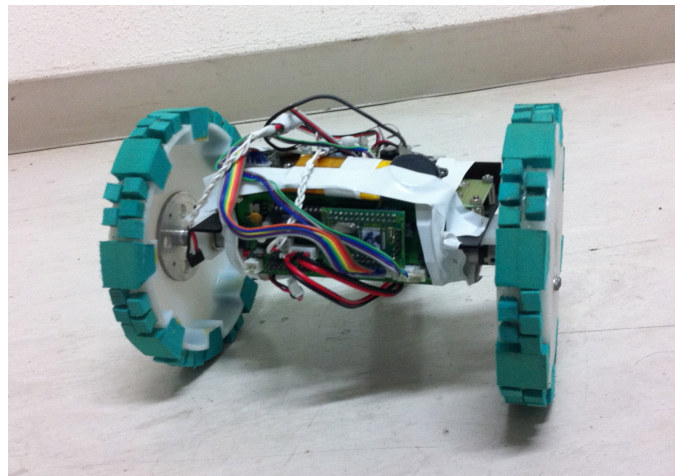


図1：ローバ外観図

◆ 2段階パラシュート

本年度のローバは前年度用いた2段階パラシュートを用いる。図2に用いたパラシュートを示す。2段階パラシュートは、キャリアから放出後、最初に落下速度の速い補助パラシュートが展開し、上空での風の影響を抑え落下する。放出から一定時間経過すると、落下速度の遅い本パラシュートが展開し、安全に着地する。このように大きさの異なる2種類のパラシュートにより落下速度を調整することでゴール近傍へ着地する。

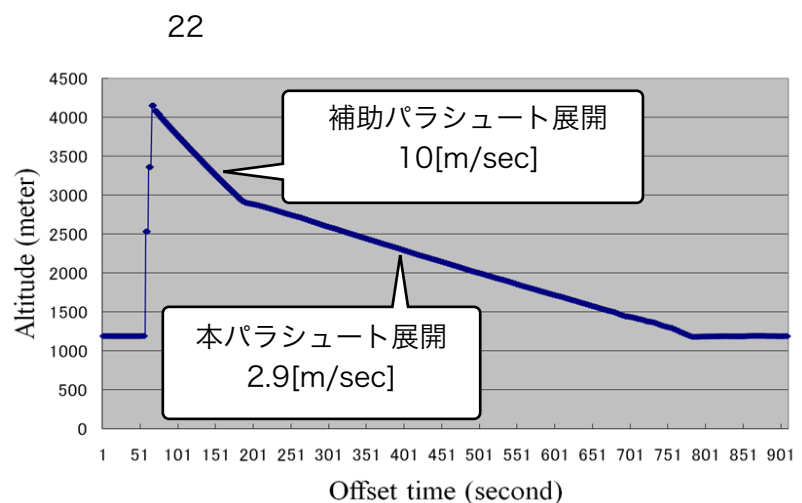


図2：2段階パラシュートの外観図(左)とその落下速度(右)

◆ パラシュート分離機構

前年度用いたパラシュート分離機構は、単体試験では高い精度でパラシュート分離可能であったが、現地での打ち上げ実験では、パラシュートが正常に分離されないことを確認した。したがって、あらゆる落下/着地状態においても、確実にパラシュートを分離するために、従来の分離機構を改善する。具体的には、パラシュートにつながるバネの付いたピンをストッパーを用いてローバ本体に固定する。その後、ストッパーを引き抜くことでピンを分離する。ストッパーを引き抜く動作はサーボモータを用いて実現する。前年度は補助パラシュートと本パラシュートにつながる2つのピンを1つのサーボモータを用いていたが、本年度は冗長性を向上させるため、2つのサーボモータを用いる。

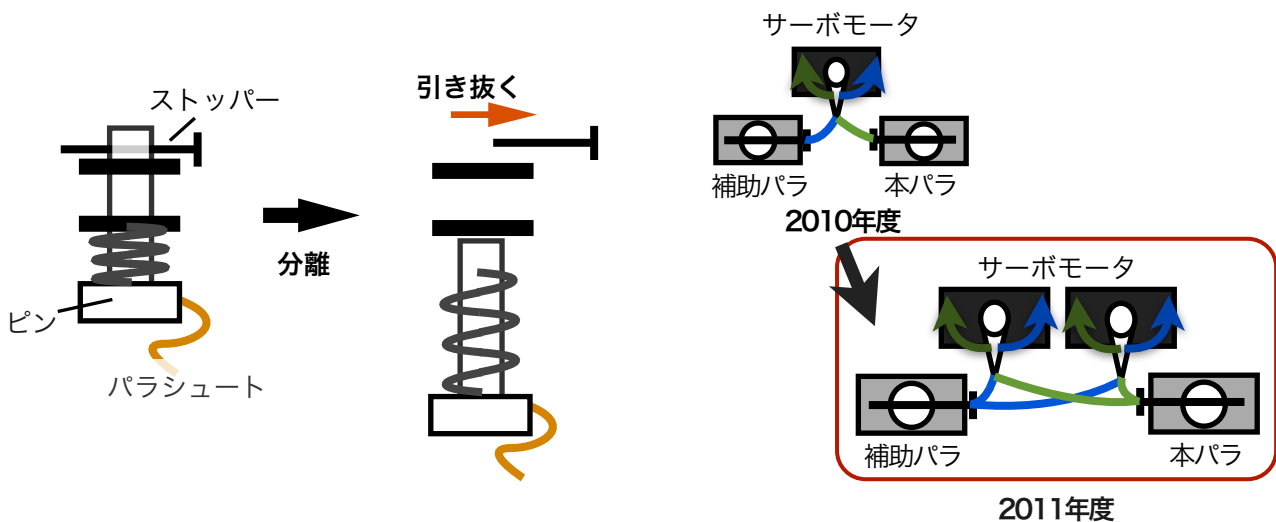


図3：パラシュート分離方法(左)と分離機構(右)

◆ スタック判定機構

轍にスタックしたことを判定する機構として、前年度はロータリーエンコーダを用いたスタック機構を用いていた。これは、ローバの両輪の回転数の変化よりスタック判定を行っていたが、スタック状態に依存して判定精度が低下する問題があった。したがって本年度は、GPSを用いて緯度経度情報が一定の誤差園内に収まっていることを検出することでスタック判定を行った。また、轍脱出方法として、スタック判定後、ローバは後転し回転制御により進行方向を変え、轍を回避することで脱出する。

2. 成果

2.1 本年度打ち上げ結果の概要

本年度は2回の打ち上げを行った。1st Flightではローバは走行開始しゴール近傍まで走行したが、2nd Flightでは着地時に破損し走行不能となった。

2.1 1st Flight

図4に制御履歴を示す。1st Flightでは、ローバが着地後パラシュートを切り離し、走行開始した。具体的には、放出から着地点まで落下し(図4中の水色の線)、その後、ゴールから62mの地点まで走行しその後制御不能となった(図4中の黄色の線)。また、着地の際にモータとタイヤの結合部である車軸の右車輪が曲がり、正常に直進および回転できずにゴール付近までの走行は右周りの軌道を示している。

2.2 2nd Flight

2nd Flightでは、2段階パラシュートの補助パラシュートと本パラシュートが絡まり、正常に展開せず、着地の衝撃で期待が破損し走行不能となった。



図4：1st Flightの制御履歴

3. 本年度の成果

3.1 本年度のまとめ

本年度の我々のローバの成果としては、1) スタック判定機構および脱出動作、2) ナビゲーションソフトについて検証を行ったことである。1)については、スタック判定は前年度以前から取り組んでいた課題であるが、本年度用いたGPSによるスタック判定では誤判定がなく、判定後、脱出動作を複数回繰り返すことで脱出できたため、判定/脱出機構ともに一定の効果を確認した。また、2)については、本年度のローバが放出後、ゴール付近まで走行したことより、ナビゲーションソフトが問題なく動作することを確認した。

本年度は、キャリアから放出後パラシュート切り離しを経て、走行開始するまでの一連のシーケンスを確実に達成するローバの開発を目標にしたが、これは、前年度以前までに採用された信頼性の高い機構を再検証し、改善した機構を用いてローバを構成することで、ハードウェアの大幅な変更を抑え、ソフトウェアによりローバの新たな機構を追加することで、確実に動作するローバを開発した。具体的には、拡張タイヤを用いず、キャリア径内に収まるタイヤを用いたことで、ローバの重心が下がり、現地での不整地においても安定した走行を可能とし、前年度よりもナビゲーション精度が向上した。一方で、前年度よりも通常走行時の軌道破性は低下したが、スタック判定/脱出機構を実装することにより、スタック時においても走行継続可能であることが示された。

3.2 今後の課題

1st Flightでは、着地時の衝撃により、タイヤとモータの結合部である車軸が曲がり、正常に走行できなかったため、ナビゲーション精度は著しく低下しているが、今後は自動で両輪の回転比を制御するような自動レシオ調整について検討を行う。具体的には、ロータリーエンコーダ付きのモータを用いることで、単位時間あたりの両輪レシオ比の差異を検出し、モータ駆動電圧を制御することで、安定して直進性が保たれる機構などが考えられる。

また、本年度用いたスタック判定機構としてはGPSを用いて実現したが、自律衛星探査機を想定した場合、GPSを用いずロータリーエンコーダや各種センサを用いることが好ましい。前年度以前は、加速度センサやロータリーエンコーダで検出を行っていたがGPSに比べると検出精度が低いという問題があった。今後の課題としては、これらのセンサ類で高い判定精度であるスタック判定について再検証し、構築することを目指す。また、これに伴って、現地で想定される様々な軌道を脱出できる脱出動作および脱出機構について検証する。

2nd Flightでは、2段階パラシュートが正常に展開せず、着地時の衝撃によりローバが破損した。前年度もパラシュートが正常に展開しない事例が見られ、ゴール近傍への着地を目指す2段階パラシュートの技術的な課題が残った。落下試験に関しては、高さ20mの建物からキャリアに収納したローバを放出しパラシュートの展開について試験するが、実際のロケット打ち上げによる落下状態を再現できないことが問題となっている。そのため、想定される様々な落下状態について検討し、落下実験を行う必要がある。

3.3 感想

本年度のローバは、従来機構のローバの再検証を通して、ローバの完成度を高めることを重点的に行った。そのために、4-5月から検証実験を開始し、その知見から機構の改善を行った。前年度以前は、ローバの開発に時間が割かれ、十分な検証実験が行えなかったことから、ARLISS本大会において様々な問題が発生し走行開始することができなかった。しかし、本年度はゴールまで62m付近まで走破することで、ローバを構成する各機構の一定の有効性を示すことができた。一方で、パラシュート展開精度等の解決すべき課題が明確となり、今後はこのような課題を洗い出し、来年度の有益な情報とすることで、課題の達成を行う。