

惑星探査ローバの ARLISS2016 における動作ログの分析

齋藤卓也† 秋山実穂†

惑星探査ローバの実証実験として ARLISS2016 に参加した。その結果、目的地までの到達距離を競う Comeback Competition においてゴールから 5.81 m まで近づき、3 位の結果を得た。この時取得したローバの制御ログから、ロケット打ち上げの上昇速度、最高高度、パラシュートによる落下速度、落下地点までの距離、ゴールまでの距離、バッテリー電圧、走行軌跡等、様な ARLISS のログデータについて分析した結果について述べる。

Analysis of Results in ARLISS 2016 of a Planetary Exploration Rover

Takuya Saito † and Miho Akiyama †

We participated in ARLISS 2016 for the demonstration experiment of the planetary exploration rover. As a result, at the Comeback Competition competing for the distance to the destination, it approached 5.81 m from the goal and got the result in 3rd place. Our rover acquired many control log acquired in ARLISS, such as rocket launch rate of increase, the highest altitude, falling speed using a parachute, the distance to the landing area, the distance to the goal, battery voltage, running path. In this paper, we describe the analysis results.

1. はじめに

近年、惑星探査ローバの研究を対象とし、様々なコンテストが開催されている。種子島ロケットコンテスト及び能代宇宙イベントの他、世界大会である ARLISS が有名である。これらのコンテストでは探査ローバがいかにかに正確に目的地に到達可能かを競っている。ARLISS は地球上で最も火星表面に似ているアメリカネバダ州ブラックロック砂漠で、ロケットにより上空約 4,000m まで打ち上げ、パラシュートで地上に落下させ、さらにローバが目的地まで自律移動させる、最も惑星探査ローバの要求に近いコンテストである。そこで我々は惑星探査ローバを開発し、その実証実験として ARLISS2016 に参加した。その結果、Comeback Competition において、ゴールまで 5.81m まで近づき 3 位の結果を得た[1]。本稿では ARLISS2016 におけるローバのログデータを分析した結果について述べる。

2. ローバの要求仕様及び構造

開発したローバの構造を Fig.1 に示す。ローバの制御コンピュータには Arduino Uno 互換機(Uncompatino)を用いた。位置情報は GPS により取得し、XBee

(ZigBee)で PC にログデータを送信した。詳細な動作ログデータはローバ本体の micro SD に保存している。

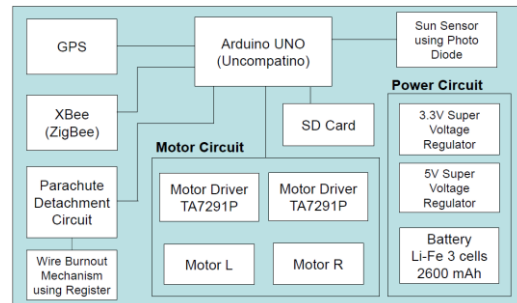


Fig.1 Block Diagram of Electronic Circuit

バッテリーは 2600mAh の 3 セル Li-Fe バッテリーを用いた。Li-Po よりも容量的に劣るが、安全性が高いために Li-Fe を選択した。

3. ARLISS ログデータ分析結果

Table 1, ARLISS 2016 の結果を示す。我々のローバはゴールまで 5.81m まで近づき 3 位の結果を得た。

Table 1 Result of ARLISS 2016

Rank	Team	Distance
1	東京大学 Team Grenouille	3.76 m
2	電気通信大学 Cake's	4.8 m

†愛知工科大学 Aichi University of Technology

3	愛知工科大学 STELA	5.81 m
4	慶應大学 Keio Team Wolfe'Z	377m

Table 2 Result Data

ロケット打ち上げ速度	730 km/h
落下速度	6.4 m/s
発射地点からゴールまでの距離	1616 m
発射地点から落下地点までの距離	1339 m
落下地点からゴールまでの距離	2786 m
ローバの走行距離	3519 m
ローバ走行スピード	3.72 km/h
ローバの走行時間	59 分 26 秒
GPS によるゴールまでの距離	0.42 m

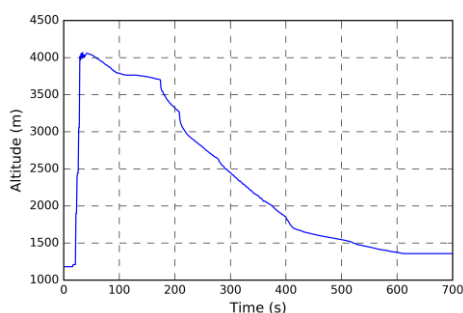


Fig.2 Altitude

ローバのログデータを解析して得られた動作結果を Table 2 に示す。ロケット打ち上げられてから 700 秒後まで、着地するまでの海拔高度変化を Fig.2 に示す。時速 730km/h で地表から約 3,000m 上空まで打ち上げられ、そこでロケットから放出されパラシュートで約 6.4m/s の速度で地表に落下したことが確認できる。

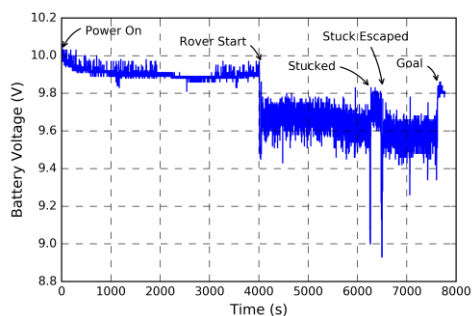


Fig.3 Battery Voltage

Fig.3 にローバの電源を入れてからゴールするまでのバッテリー電圧の変化を示す。ローバの電源 ON 後、約 4,000 秒の時に走行開始し、約 7600 秒の時にゴールしている。走行開始後にモータを動作させるため電圧が約 9.9V から約 9.6V に低下するが、ゆるやかな電圧低

下のままゴールしている。3 セル LiFe バッテリーの最低電圧は約 7.8V なのでバッテリー容量は十分だった。

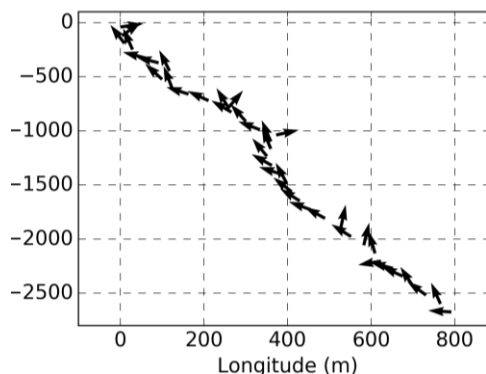


Fig.4 Rover Running Path

Fig.4 にローバの走行軌跡を示す。矢印はその地点におけるステアリング方向を示している。ゴールまでほぼまっすぐ走行していることが分かった。ローバは打ち上げ地点から 1339m 離れた地点に落下した。落下地点からゴールまでの距離は 2786m だった。実際のローバの走行距離は 3519m であった。ローバの平均走行スピードは 3.72km/h であった。ローバはゴールから 5.81m の地点でゴール判定を行い停止したが、この時 GPS の位置情報ではゴールからの距離は 0.42m であった。

4. 結言

ARLISS2016 に参加し、3 位でゴールした動作ログの詳細な分析結果について述べた。ロケットにより実際に高度約 3,000m まで上昇し、パラシュートによる落下速度は約 6/4ms と、想定よりやや速い速度で落下していることが分かった。ARLISS では風に流されてゴールまで 10km 以上離れた地点に落下することがあるが、我々は約 3km の地点に落下した。ローバは約 1 時間かけて約 3.5km 走行しているが、バッテリーの電圧変化を見ると、まだまだ余裕があることが分かった。GPS データ上ではゴールまで 0.42m まで近づいているにもかかわらず、実際には 5.81m 離れていた点について、GPS の誤差の原因や、これくらいの GPS 誤差があることを前提とした場合、より近い位置にゴールするためにはどうすれば良いのかが今後の課題である。

参考文献

[1] 斎藤卓也ほか, 小型自律移動ロボットの設計と ARLISS による実証評価, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 in Fukushima, 2P2-A12, May 2017.