

## 第 19 回能代宇宙イベントに参加したローバの設計と ログデータの分析

吉田星哉† 會田武琉† 齋藤卓也†

東京情報大学 総合情報学科†

### 1.はじめに

我々は惑星探査ローバを開発し、第 19 回能代宇宙イベントの CanSat 競技に参加した。能代宇宙イベントの CanSat 競技では各参加団体が設計、開発した CanSat にパラシュートを取り付けたのちドローンにて上空へ上げドローンから分離し、予め決められたゴール地点へと自律制御による走行し、どれだけゴールに近づけるかを競う競技である。我々は CanSat イベントに初参加であり、Noah's ark チームとして初めて設計、開発したローバは、CanSat イベントで初心者向け CanSat のひな型となるローバを目指して開発した。ローバには加速度、気圧といった様々なセンサを搭載し、データの取得を行った。CanSat 競技のセンサデータの分析について秋山ら[1]は種子島ロケット 2018 について、Saito et al. [2]は ARLISS 2018 について行っているが、能代宇宙イベントのものはない。そこで本稿では第 19 回能代宇宙イベント CanSat 競技にて得られたログデータの分析結果について述べる。

### 2.ローバの設計

開発したローバの外観を Fig.1 に、また実際の能代宇宙イベントにて走行しているローバの様子を Fig. 2 に示す。



Fig.1 Appearance of the Rover  
Fig.2 Rover running on the road

我々が開発したローバは 2 輪駆動ローバである。機体設計は CanSat 初心者向けのひな型となるローバを目指したため再現性を意識し、3D プリンタによる製作を前提に設計を行った。3D プリンタのフィラメントは、機体中央部は制御コンピュータやセンサが搭載されているため PLA、機体のタイヤは衝撃吸収を行えるように TPU を採用した。制御用コンピュータには Raspberry Pi pico を、位置情報取得には GPS を用いている。あらかじめ決められたゴール地点へはこの GPS 情報を用いて制御走行を行う。加速度センサは H3LIS331DL と BN0055 の 2 つを搭載した。H3LIS331DL は±200g、BN0055 は±16g のレンジで加速度を測定することができる。実際の競技にてローバに取り付けているパラシュート展開時に生じる加速度や、地面に着陸した時に生じた加速度は BN0055

では測定できないため、±200g のレンジで測定できる H3LIS331DL を搭載している。ローバ周辺の環境要因の温度、湿度及び気圧を測定するため BME280 を用いた。気圧値はローバの高度を求めするために使用している。

ローバの走行にはギアード DC モータを用いている。実際の競技中にリアルタイムで制御情報を確認するために 920MHz 帯無線機を搭載し、制御情報の送信を行った。またログデータを保存するために SD カードを用いた。

### 3.ログデータの考察

能代宇宙イベント CanSat 競技にて得たログデータの分析結果について述べる

Rover Design for the 19th Noshiro Space Event  
and Analysis of Log Data

†SEIYA YOSHIDA, †TAKERU AITA, †TAKUYA SAITO

† Department of Informatics, Faculty of Informatics, Tokyo  
University of Information Sciences

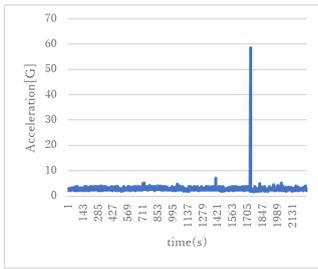


Fig. 3 Acceleration

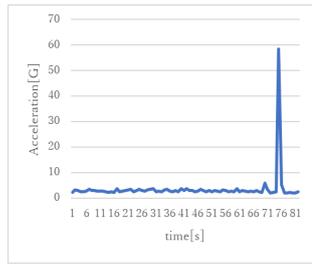


Fig. 4 Acceleration

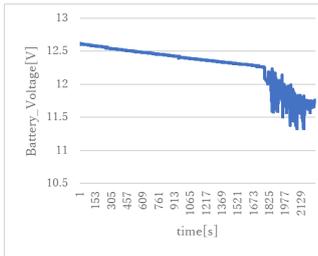


Fig. 5 Battery Voltage

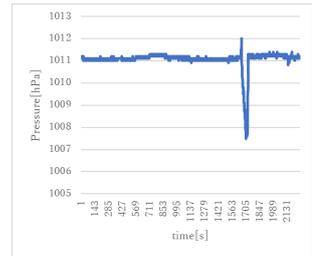


Fig. 6 Pressure

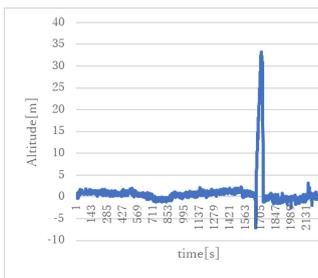


Fig. 7 Altitude

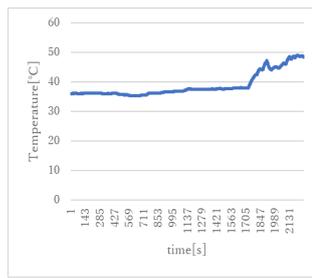


Fig. 8 Temperature

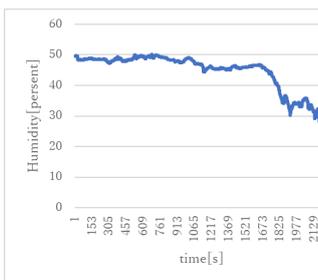


Fig. 9 Humidity

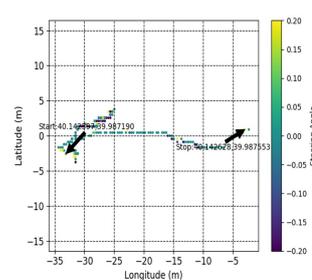


Fig. 10 Running Locus

ーンから放出されパラシュートが展開された際に生じた衝撃であり、58.5g はローバが地面に着陸した際に生じた加速度である。Fig.5 にローバが動作を開始してから走行終了までに観測したバッテリー電圧のデータを示す。初期値 12.62V から徐々に下がり、パラシュートとの分離の際に使うパラシュート分離機構に約 1.5A の電流を流したとき約 12V まで電圧が下がった。その後走行を開始時に 12.19V まで上昇し走行中の最大値は 12.62, 最小値 11.34 であった。ゴール判定後は 11.76V となり初期値との差は 0.86V であり 0.86V 電圧が低下した。Fig.6 に気圧値のグラフを示す。Fig.6 の気圧値より求めた高度値のグラフを Fig.7 に示す。高度は初期値 0m で 33.3m と上昇したのち徐々に下がっていることが確認できる。走行している際は安定して 0m 付近の値であることが確認できる。Fig.8 に観測した気温、Fig.9 に湿度のグラフを示す。Fig.5, Fig.8 より走行中に気温が上がり 40℃以上であるがバッテリーは過放電などの危険な状態にはならなかったことが確認できた。Fig.10 に走行開始からゴール地点までの走行軌跡を示す。ローバは上空からパラシュートによりゴール地点から約 33m の地点へ落下した。そこから走行を開始し、最終的に長い草にスタックしたが、スタック脱出動作を行い、草のスタックから脱出してゴール地点から約 4m の地点でゴール判定し、停止した。GPS より求めたゴール地点と CanSat の距離は 2.2m であり、約 2m の測位誤差が生じた。

#### 4.おわりに

我々は第 19 回能代宇宙イベント CanSat 競技に参加し、取得されたセンサーデータログの分析結果について述べた。着陸後ローバは正常に動作した。途中何度か草にスタックはしたもののスタック判定を正常に行い、草によるスタックから脱出し、ゴールを目指して走行をした。GPS 測位誤差により実際のゴール地点から 3.9m 離れた地点で終了したため今後どのように GPS の精度を向上できるのかが今後の課題となる。

#### 参考文献

- [1] 秋山実穂, 斎藤卓也: 種子島ロケットコンテスト 2018 でゼロメートルゴールを達成した CanSat のログデータの分析, 情報処理学会第 48 回組込みシステム研究発表会 (EMB) 2018-EMB-48(9) pp. 1-2 (2018).
- [2] Saito, T. Akiyama, M.: Development of Rover with ARLISS Requirements and the Examination of the Rate of Acceleration that Causes Damages During a Rocket Launch, Journal of Robotics and Mechatronics Vol.31, No.6, pp. 913-925 (2019).

Fig. 3 にローバが上空約 30m からパラシュートを用いて下降して自律制御して走行した際の加速度を示す。走行中に生じた加速度の平均値は約 2.76g と比較的安定している。Fig.4 にドローンにより上空約 30m まで運ばれてパラシュートとともに下降した際の加速度を示す。一度 6g ほどの加速度が加わったのちすぐに 58.5g の大きな加速度が加わっている。6g の加速度はドロ