

Proposal of micro rover for Lunar landing mission

Tetsuo YOSHIMITSU¹, Takashi KUBOTA¹, Masatsugu OTSUKI¹,
Atsushi TOMIKI¹, Jun'ichi HARUYAMA¹, Yasuharu KUNII², Yoji KURODA³,
Gen'ya ISHIGAMI⁴, Hiroaki TSUNODA⁵, Ichiro NAKATANI⁶, and STEPS WG

¹ Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), Japan Aerospace Exploration Agency

² Chuo University

³ Meiji University

⁴ Keio University

⁵ Tokai University

⁶ Aichi University of Technology

Abstract

Lunar landing mission executed rapidly and cheaply would be a good stepping stone to the future explorations on extraterrestrial bodies in our solar system.

The authors have been studying a tiny rover system as an extra payload onboard a lunar landing mission. This would illustrate a reachability to any target at which the ground scientists wish to look.

This presentation describes the current design of the light-weighted rover which explores around the vertical holes on the lunar surface.

1 はじめに

月探査機 SELENE に搭載されたカメラによる観測で、100m クラスの直径と深さを持つ縦孔が合計 3 個月面に発見された [2].

現在、宇宙科学研究所に設置された STEPS WG では、この縦孔近傍に着陸した探査機から 1[kg] クラスの超小型ローバを分離することで、縦孔を探査するシステムの検討を行なっている。

この小型ローバでやろうとしていることは、以下の 2 点であり、ランダ+ローバの構成により、月・惑星表面上の指定した目標地点に可到達な探査システムの実証を行なう。

- 着陸点近くに着陸した母船から出発して、縦孔をめざして走行すること。
- 縦孔に関する何らかの知見を近傍から得ること。

本発表では、この超小型ローバの検討状況に関して、ローバのハードウェア構成と自律性に関して述べる。

2 ローバのハードウェア

インフレータブル車輪を持つローバを考えている。

ローバは、母船から分離した直後に、エアにより車輪径を拡大する。この膨張車輪はエアバッグとして機能し、ローバが月面に衝突する際の衝撃を緩和する。

ローバを母船から分離するメカニズムは、簡便かつ軽量な方法であるバネによる押し出し機構を用い、ローバを固定するワイヤを切断することで、ローバが母船より押し出されて月面に着地する。この際、膨張車輪がエアバッグとしての役割を果たす。

月面着地後は、車輪径を拡大した膨張車輪が不整地走行能力を向上させる役割を果たす。

ローバが孔の中に滑落する局面では、孔の底との衝突時に再び膨張車輪をエアバッグとして機能させる。ただし、孔に落ちた後は移動する必要はない。この衝撃で搭載コンピュータや通信機、カメラなどのデバイスだけは壊れないように対策をとる。

3 自律性の必要性

ローバが高度な情報処理能力が持たないケースとして、複数のローバによる探査手法について検討した。

各ローバは母船から分離後、あらかじめ指定した絶対方向に直進するのみである。絶対方向は、太陽の方向を基準として与え、ローバは太陽センサあるいはフォトダイオードなどのデバイスを用いて太陽の方向を推定する。

ローバの台数と各ローバが向かう方向のオフセットは、母船が半径 100[m] の誤差円のどこに着陸した場合においても、少なくとも 1 台のローバが孔にたどり着くように選定する。孔にたどり着いたローバはその

まま孔の中に落下し、孔の中から孔の外壁の撮像を行なう。

本提案手法の特徴は以下の通りである。

- 完全自律探査である。ローバ分離後に地球からの支援を必要としないため、ミッションを早く遂行できる。
- 探査に用いるセンシング情報は、太陽方向推定値だけであり、画像は用いない。このため、あまり能力が高くないコンピュータで動作可能である。

月の表側にある 2 つの縦孔に関して、ローバの台数と孔への到達性の検討を行なった。この際、

- ローバは指定方向に対して完全に直進する、
- ランダは指定した地点から半径 100[m] の誤差円のどこかに着陸する

という前提を用いている。以下、その結果を示す。

Marius Hills Hole への着陸

- ローバ 3 台でも、着陸点によってはすべてのローバが孔へ到達しない場合がある。

Mare Tranquillitatis Hole への着陸

- ローバ 2 台の場合: 孔から 400[m] 以遠に着陸した場合、ローバ走行方向の角度差を適当に与えれば、このうち 1 台が孔に落ちる。
- ローバ 3 台の場合: どこに着陸してもローバ走行方向の角度差を適当に与えれば、このうち 1 台が孔に落ちる。

台数が少ない場合において、ローバの可到達性が低いのは、着陸の誤差円の大きさが、孔よりも大きいためである。このため、ローバの台数を 1 とすると、どのような場合においても可到達性は保証されない。

以上の検討結果から、孔へ必ず到達するローバを実現するためには以下の対策が必要である。

- 着陸後、探査機の着陸地点と孔の位置関係をローバに知らせることで、ローバが孔に向かう移動方向を正確に把握する。
- 孔に落ちなかった場合には、直進をやめるなど、探査手法に特化した自律性をローバに持たせる。

References

- [1] 坂井真一郎 他, “小型探査機による月着陸実験構想 SLIM の概要”, 第 14 回 宇宙科学シンポジウム, No.P2-161, 2014.

- [2] 春山純一 他, “SLIM の探査目標「縦孔」と、将来の科学探査への展望”, 第 14 回 宇宙科学シンポジウム, No.P2-162, 2014.