



概要

山田哲哉, 丹野英幸, 〇大槻真嗣, 菊池隼仁, 吉光徹雄, 山田和彦, 森下直樹, 鳥居航, 橋本樹明 (JAXA), 森吉貴大(農工大), 松丸和誉(日大)

JAXAでは、2018年打ち上げ予定のSLSロケット初号機 (EM-1) にてOMOTENASHI探査機を打ち上げ予定である。本探査機では、月面にセミハード着陸する超小型探査機技術を実証する。ここでは、衝撃吸収材およびエアバッグを用いた着陸装置開発の現状を報告する。



着陸の課題



着陸の課題

- A. 運動エネルギーの散逸
- B. 着陸衝撃加速度の低減

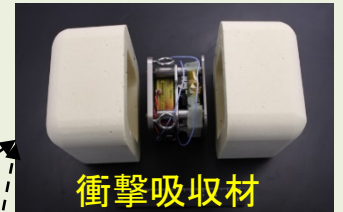
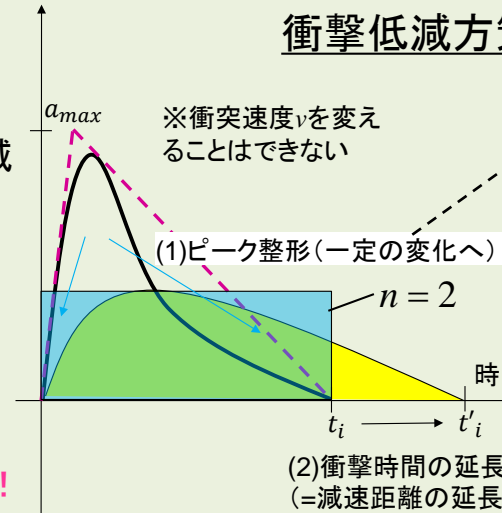
$$a_{\max} = \frac{v^2}{nL}$$

最大衝撃加速度 a_{\max} は、着陸速度 v の二乗を、定数 n と減速距離 L で割った値である。

発生する衝撃加速度は減速距離でほぼ決定されるが、OMOTENASHI探査機ではサイズの制約が厳しい！

衝撃加速度[m/s²]

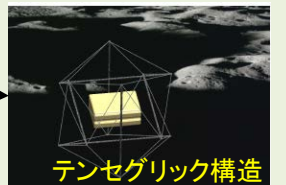
衝撃低減方策



衝撃吸収材

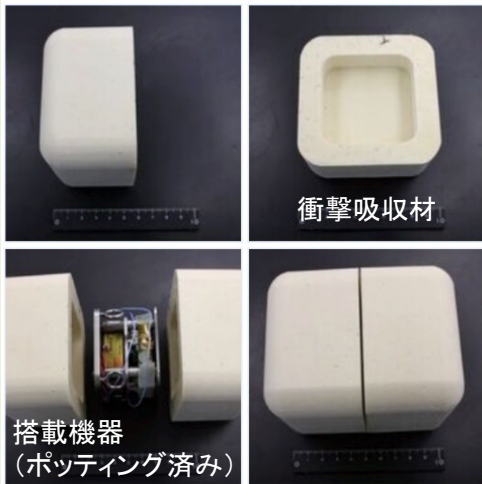


エアバッグ



テンセグリティ構造

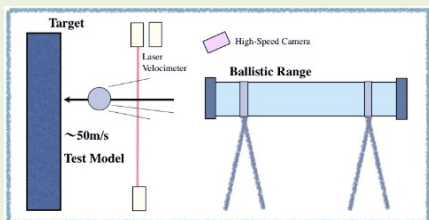
衝撃吸収材の開発状況



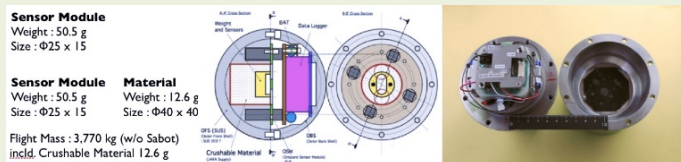
衝撃吸収材 衝突試験モデル
加速度制約に基づいて設計した強度を有する衝撃吸収材を製作し、搭載機器を覆うことで、衝突衝撃から内部を守る。

制約荷重: 3,000G以下という要求より、最低15mmの厚さが必要になる。
搭載機器の面積質量 (m/A) に対応して材料応力を設計する。
(左は1.6MPa材料)

衝撃吸収材のスクリーニング (角田S/C HEKにて)
角田宇宙センター・HEK (圧縮空気・高速衝突発射装置) にて衝撃吸収材を内蔵した供試体を30m/sで飛行させ、直接にターゲットに衝突してデータを取得しつつ、スクリーニングを行ってきた。



高速カメラ映像: 衝突直前の様子



Sensor Module
Weight: 50.5 g
Size: Φ25 x 15

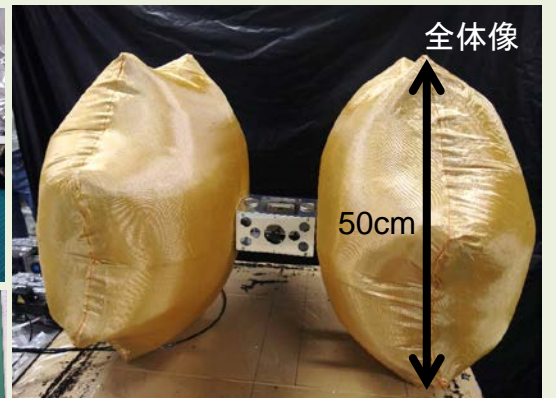
Sensor Module Material
Weight: 12.6 g
Size: Φ40 x 40

Flight Mass: 3.770 kg (w/o Sabot)
incl. Crushable Material 12.6 g

エアバッグの開発状況



内包

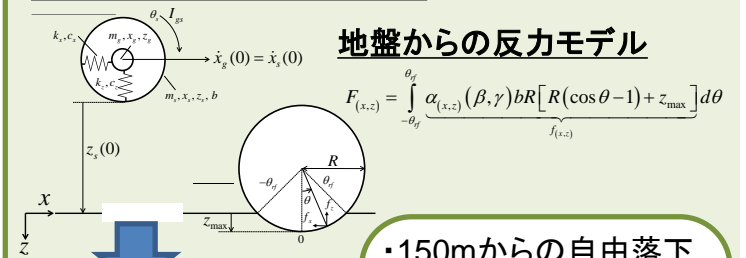


全体像

50cm

※展開構造により、減速距離を15cm以上確保し、300G以下の衝撃加速度を実現する

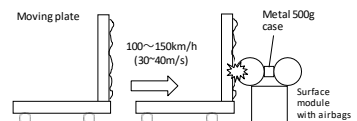
エアバッグの二自由度モデル



- ・150mからの自由落下のシミュレーション
- ・初回接触後は、地面の特性により異なった応答
- ・エネルギー減衰は少ないが3回の衝突で99%散逸
- ・回転運動も問題



日本自動車研究所 (JARI)



試験コンフィギュレーション

- ・空気抵抗があるため108 km/h (30m/s) 以上での衝突を落下で再現することは困難
- ・対象を地面へ置き、そこへ自動車を衝突させることで月面への着陸を模擬
- ・JARIで1月中旬に実施予定