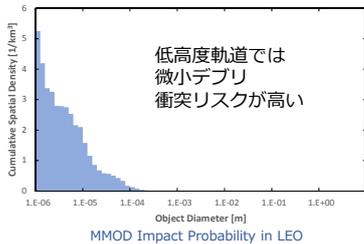


1. 研究背景・目的



低高度軌道では
微小デブリ
衝突リスクが高い

低高度軌道における平均デブリ
衝突速度は10km/s程度

人工衛星にとっては
微小デブリ衝突でも
致命的な損傷になり得る

設計時のデブリ衝突リスク
評価が重要

観測で軌道を決定できるのは直径10cm以上のデブリのみ

⇒ 微小デブリの衝突頻度はデブリ環境モデルを使って予測

デブリ環境モデルは、軌道上での計測データを参考に作られている

MASTER-2009で使用されたデータ

- LDEF (NASA) 1984-1989
- EuReCa (ESA) 1992-1993
- HST (NASA/ESA) 1989-1993

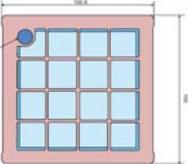


継続的にデータを取得し、
デブリ環境モデルの妥当性を
定期的に評価する必要がある

たんぽぽ計画の捕集パネルを用いてデブリを計測し
デブリ環境モデルの妥当性を評価する

捕集パネル

きぼう曝露部のExHAM
各面に4個ずつ設置



Ref. Yamagishi, A., et al.,
Proc. 29th ISTS, 2013.

デブリ衝突エネルギーと
捕集パネルに生じる
衝突痕との関係式

捕集パネルに生じた
衝突痕データの解析

軌道上の微小デブリ計測データ

比較して評価

環境モデルによる予測

4. 今後の予定



① 構造物によるデブリ遮蔽効果を含めた
デブリ衝突頻度の評価

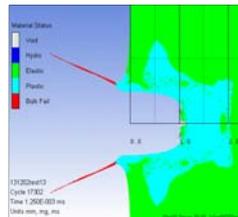
ラジエータ、曝露部周辺を詳細にモデル化し、
遮蔽の効果を含めた評価を行う

太陽電池パドルの回転を含めて
解析を実施する

② 数値解析による
エアロゲルケース材のキャリブレーション

低高度軌道の平均デブリ衝突速度は10km/sだが
7km/s程度までしか実験できない

⇒ 衝突解析コードAutodynを用いて
数値解析で高速度域データを補充する



衝突試験後のエアロゲル
Aluminum Φ 100 μ m, 6.177km/s

③ エアロゲルのキャリブレーション
エアロゲルによってデブリの材質が特定可能

⇒ 材質でデブリの発生源が
分かる可能性がある

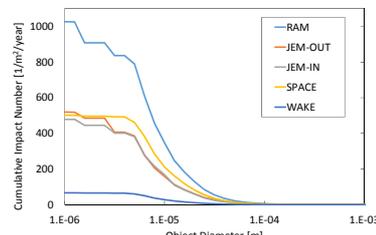
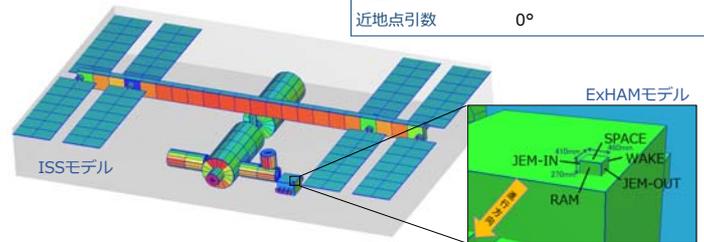
フライト後のエアロゲルと
エアロゲルケースの衝突データを比較し
エアロゲルの感度についても評価したい

2. 捕集パネルの衝突頻度解析

Turandotで衝突頻度解析を実施

- JAXA開発の
デブリ衝突リスク評価ツール
- 宇宙構造物の3次元モデルと
デブリ環境モデルを組み合わせ
衝突頻度を算出
- ISSモデルの作成及び評価が可能

デブリ環境モデル	MASTER-2009 (ESA)
メテオロイドモデル	Seasonal met. (Jennkens)
計算期間	1 Jan 2015 ~ 31 Dec 2015
軌道長半径	6,800km (高度約400km)
離心率	0°
軌道傾斜角	51.6°
近地点引数	0°



環境モデルによる解析結果

直径10 μ m以下の粒子の
衝突が期待できる
→ 圧倒的にRAM面に多い
直径1 μ m以上の粒子は
WAKE面以外では
20個以上衝突する

捕集パネルに対する粒子衝突頻度 (曝露面積は10,000mm²×4個で計算)

粒子直径	RAM	JEM-OUT	JEM-IN	SPACE	WAKE
100 μ m以上	0.18	0.10	0.096	0.092	0.012
10 μ m以上	13.9	6.30	6.71	8.45	1.10
1 μ m以上	41.1	20.6	19.1	20.0	2.66

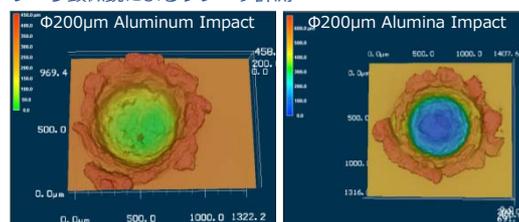
3. 捕集パネルのキャリブレーション

捕集パネルは
エアロゲルとエアロゲルケースで構成
(エアロゲルとエアロゲルケースの
曝露面積比はおよそ6:4)

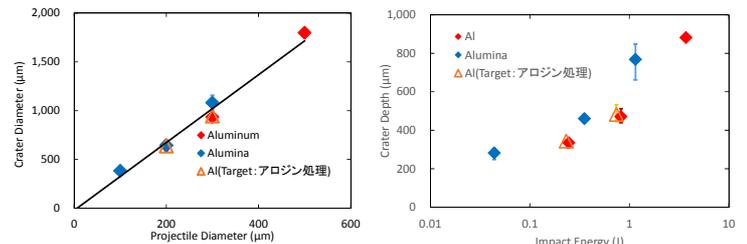


エアロゲルケース材
(A7075アロジウム処理) の
キャリブレーションを
模擬デブリ衝突試験を用いて実施

レーザー顕微鏡によるクレータ計測



衝突クレータ
底面形状による
飛翔体材質の
判断は
できなかった



クレータ計測の結果

デブリの材質に関わらずクレータ直径とデブリ直径は比例した

→ 衝突速度はほぼ一定で試験したので、直径と運動エネルギーもしくは運動量が
比例していると考えられる

衝突エネルギーとクレータ深さには有意な関係がみられる