

低密度材料を用いた受動的なスペースデブリの除去方法

○有吉 雄哉, 嘉嶋 秀一, 平山 寛, 花田 俊也 (九大), 北澤 幸人 (IHI, JAXA),
川辺 有恒 (IHI), 松本 晴久 (JAXA)

大型のスペースデブリに対してはランデブーと捕獲を組み合わせた能動的な除去方法がさまざまに提案されている。しかし 10 cm 以下のデブリに対しては、軌道が同定されていないものが大半のため、能動的にランデブーを行い、対象を捕獲するといったこれまでの提案方法を適用することは難しいと考えられる。そこで 10 cm 以下のデブリを対象として、低密度材料を軌道上に配置し、受動的にデブリを捕獲または減速させ大気圏へ再突入させるデブリの除去方法を提案する。また、この方法を適用先として、(1) ある軌道にすでに存在する微小デブリを除去する、(2) 破砕イベント直後にその近くに配備して破片を除去する、(3) 主衛星と同じ軌道に投入し、主衛星に衝突するデブリを減らす、という 3 つのミッションシナリオを考えている。本発表では、このデブリ除去方法の実現方法とともに、これまでに行ったミッション解析結果について紹介する。

低密度材料を用いた受動的な スペースデブリの除去方法

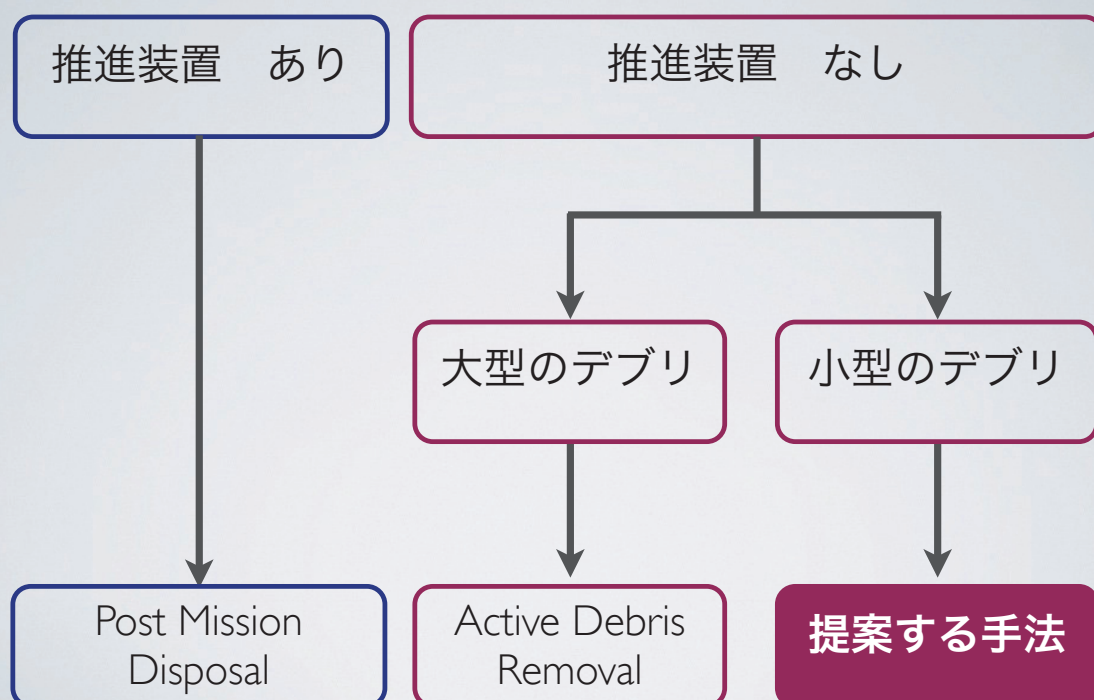
○有吉雄哉, 嘉嶋秀一, 平山寛, 花田俊也 (九州大学)
北澤幸人, 川辺有恒 (IHI)
松本晴久 (宇宙航空研究開発機構)

発表内容

- ・デブリ除去のコンセプト
- ・除去衛星の概要
- ・ミッションシナリオ
- ・実現への問題点
- ・まとめ

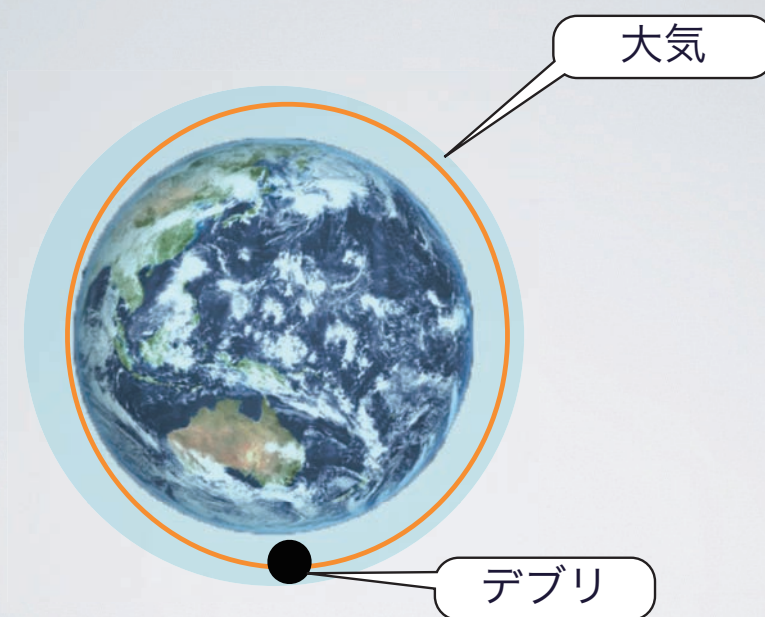
2

除去の対象となるデブリ



3

デブリ除去のコンセプト



4

デブリ除去のコンセプト



4

デブリ除去のコンセプト



デブリ除去のコンセプト



実現可能性の検討



アルミニウム

直径10 cm

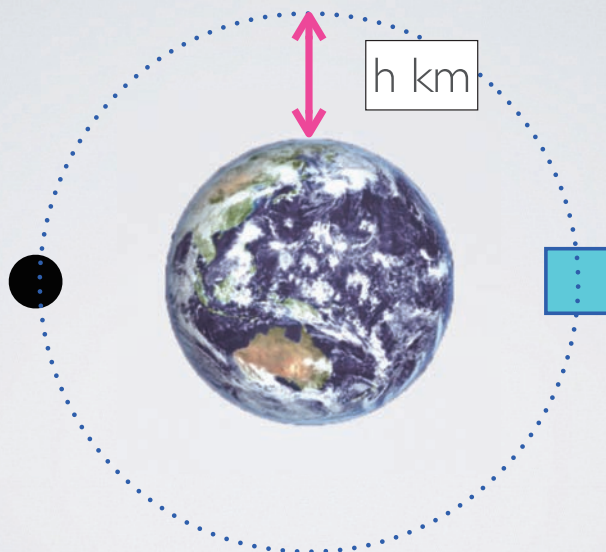


エアロジェル

厚さx cm

5

実現可能性の検討



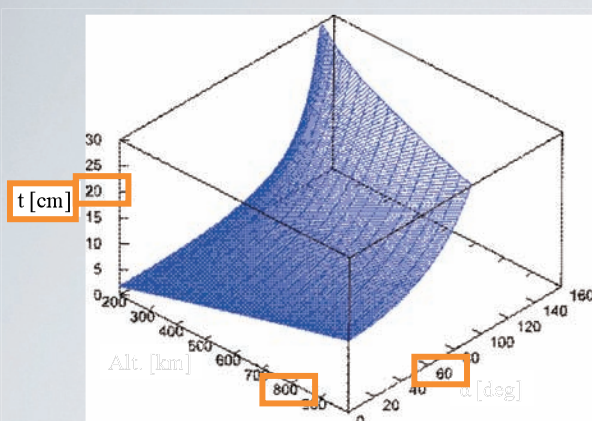
6

減速モデル

- 大気抵抗
 - 低密度材料を気体と見なし，気体を通過する際の抵抗を模擬したもの
- 引張強度による抵抗
 - 低密度材料を破壊しながら進むことによる抵抗
- アブレーション
 - デブリの蒸発による質量の減少

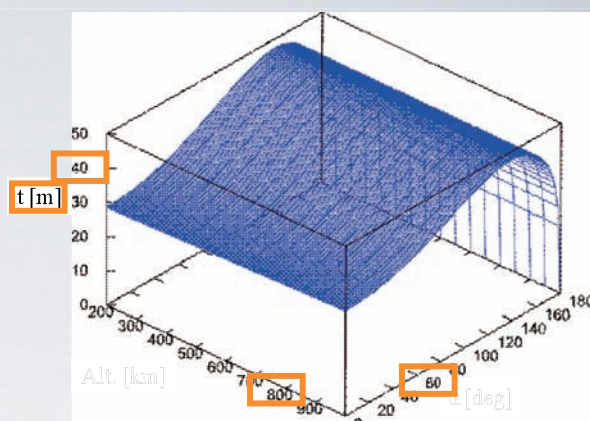
7

実現可能性の検討



落下

(近地点高度90kmの
軌道に軌道変換)



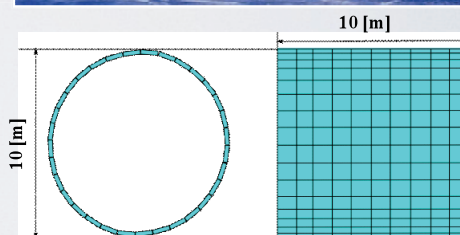
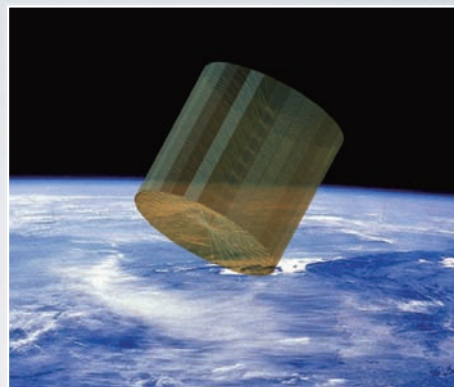
捕獲

(相対速度が一致)

8

除去システム

ミッション機器	
エアロジェルパネル	
ダストディテクター	
形状	
円筒形状	
直径	10 m
高さ	10 m
エアロジェル厚さ	0.1m
質量	
エアロジェル	640 kg
バスシステム	360 kg
想定軌道	
高度	800 km
軌道傾斜角	98.6 deg



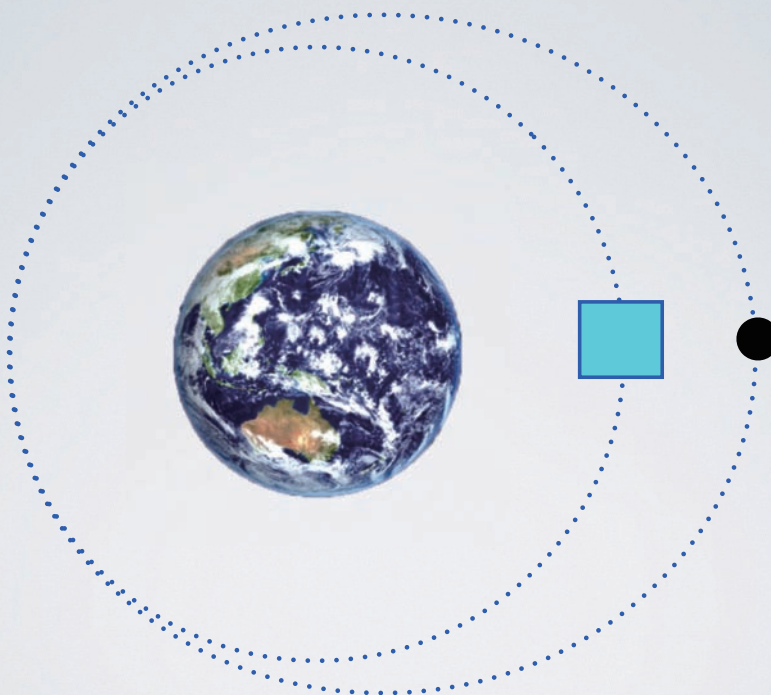
10

運用方法

- Background Debris
- Breakup Event
- Escort Spacecraft

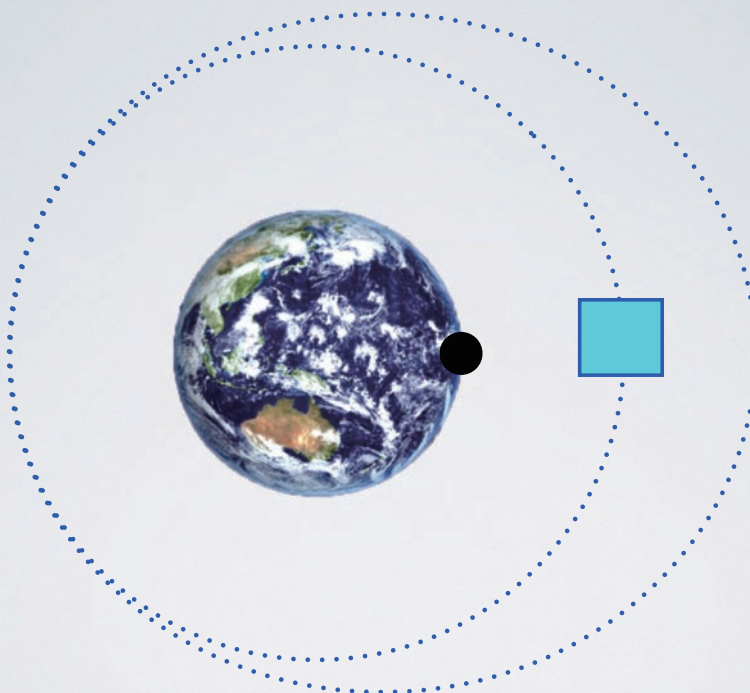
11

BACKGROUND DEBRIS



12

BACKGROUND DEBRIS



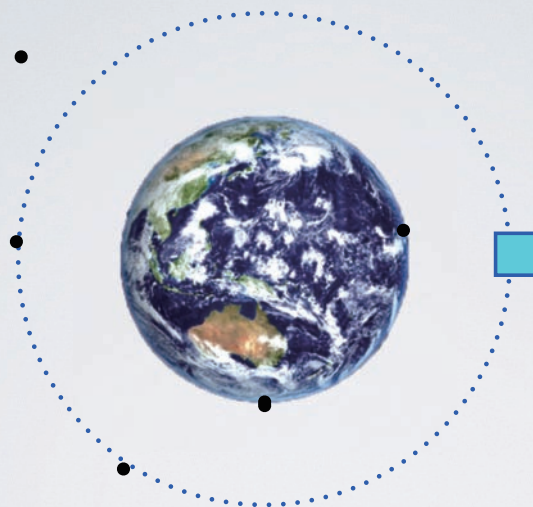
12

BREAKUP EVENT



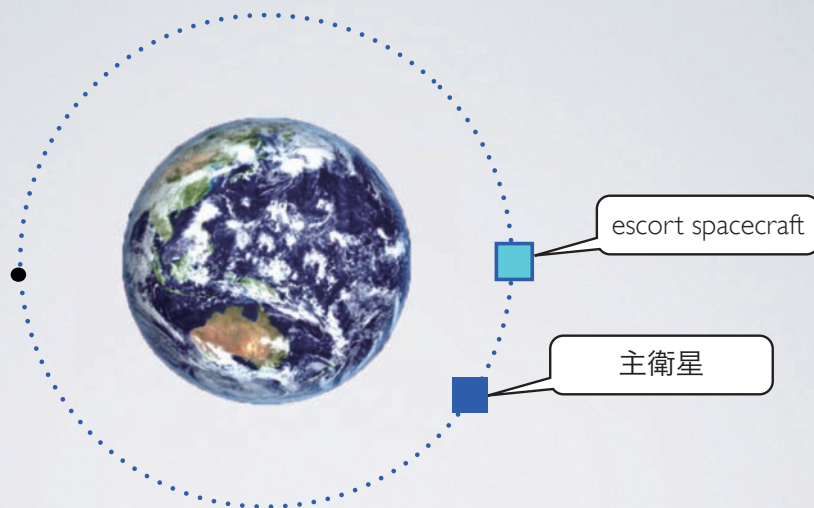
13

BREAKUP EVENT



13

ESCORT SPACECRAFT



14

ESCORT SPACECRAFT



14

検討すべき問題点

- ・使用する低密度材料
- ・衛星の姿勢安定
- ・展開方法

15

低密度材料の選定

材料	密度 (kg/m ³)		利用実績		安定性	支持部材 質量	コスト
エアロジェル	◎	1-100	◎	ダスト回収 (MPAC, STARDUST)	△	△	△
ポリイミド フォーム	◎	1-100	◎	ダスト回収 (MPAC, シャトル)	◎	◎	◎
スタック フォイル	○	10-100	◎	受動的ダスト計測 (LDEF)	◎	○	◎
気体	○	10-100	○	ダスト検出センサー (Pioneer 10, 11)	◎	△	△

16

衝突実験

・実験目的

- ・低密度材料の減速効果を確認する

◎予備実験

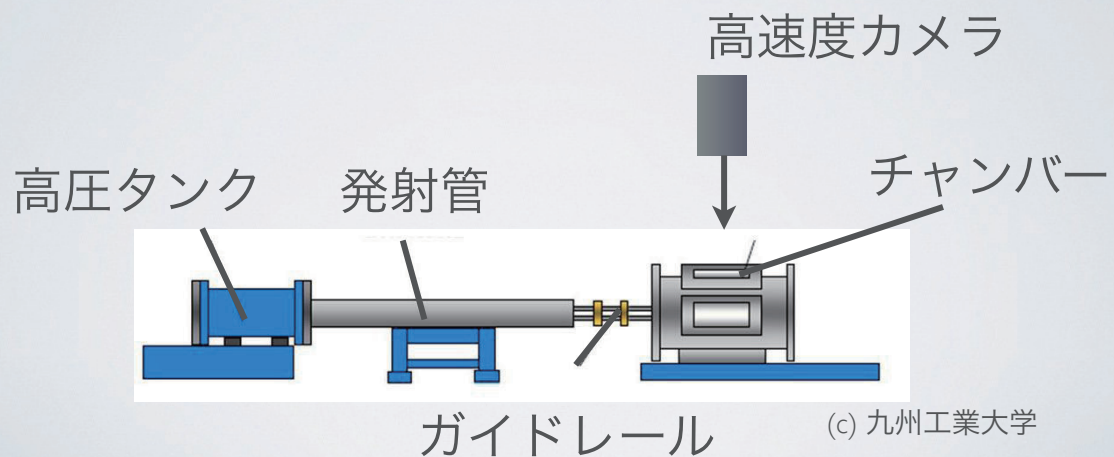
- ・発泡スチロール

◎本試験

- ・ポリイミドフォーム
- ・スタックフォイル

17

実験装置



18

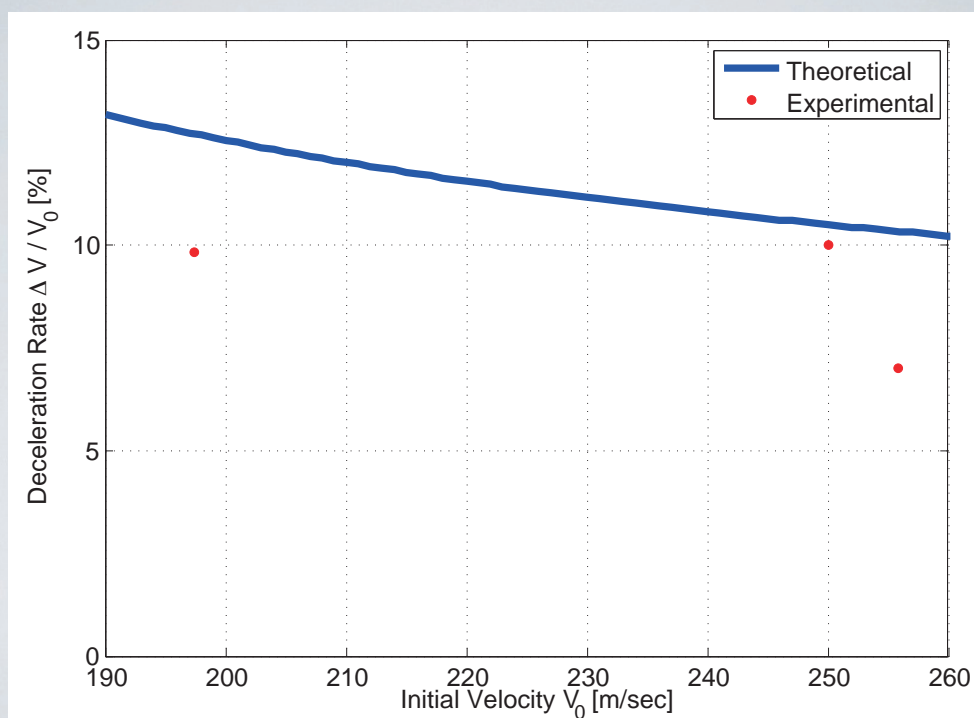
予備実験条件

ターゲット	
材質	発泡スチロール
サイズ	20 cm 立方
質量	80.2 g
密度	10 kg/m ³
プロジェクタイル	
材質	アルミニウム合金
直径	15 mm
質量	4.9 g



19

予備実験結果



20

まとめ

- ▶ 低密度材料を用いた新たなデブリ除去方法を提案した
- ▶ 衝突予備実験により，減速効果を確認した

- ▶ 今後の予定
 - ▶ より詳細なミッション解析
 - ▶ 衝突実験の解析
 - ▶ 展開機構の検討

21

謝辞

- ▶ 九州工業大学工学部機械知能工学科の赤星保浩教授には，実験の立案，実施にあたり，多くの助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。

22