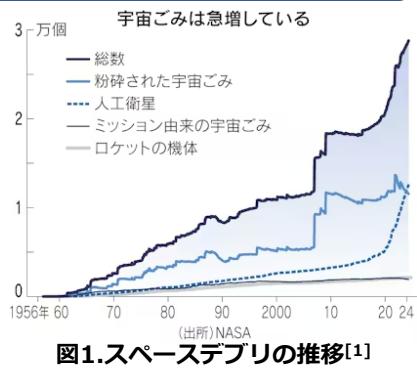
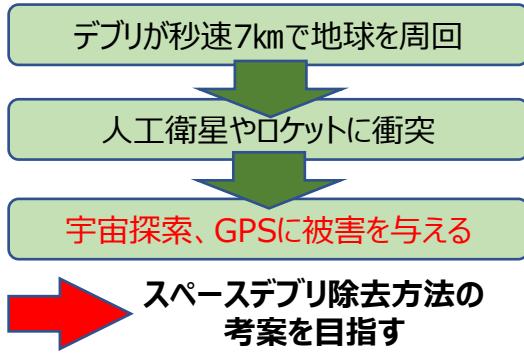


シミュレーションによるスペースデブリ除去方法の考案

茨城県立日立第一高等学校
赤木 悠理花、道下 知歩、姚 瑶(高2)

1. 緒言

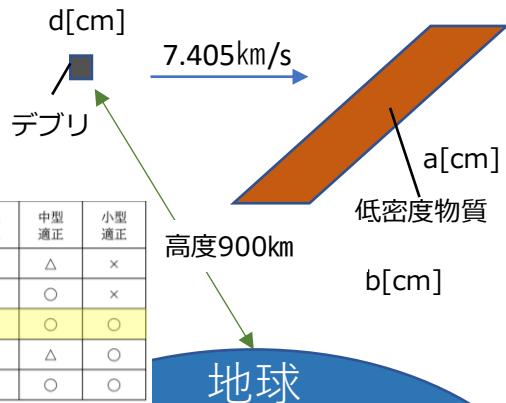


2. 目的

0.1cmから10cmのデブリを対象に、大気圏への再突入によるスペースデブリの除去方法を考案すること。

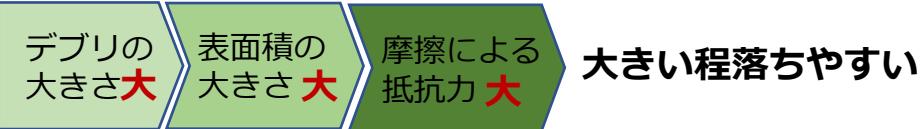
低密度物質散布方式

低密度物質を散布し、デブリを通過させ受ける抵抗力によってデブリの高度を下げる方法



	安全性	汎用性	コスト	技術的難易度	大型適正	中型適正	小型適正
ロボットアーム	○	△	×	×	◎	△	×
ハーブーン/ネット	△	△	○	△	○	○	×
低密度物質散布方式	△	○	△	△	×	○	○
微粒子散布方式	×	×	○	×	×	△	○
レーザー(宇宙搭載)	○	◎	×	×	×	○	○

3. 仮説

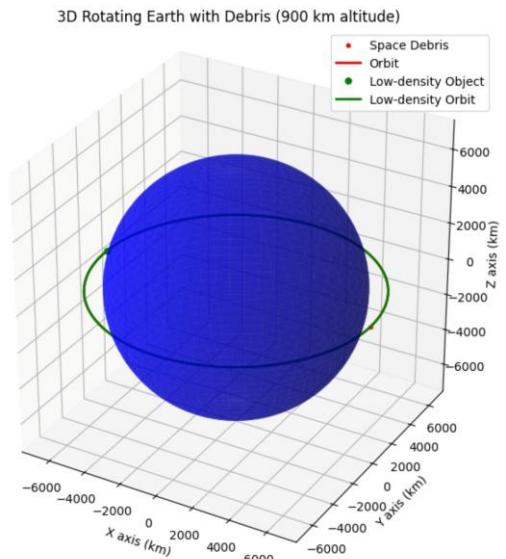


4. 方法

Google ColaboratoryのPythonを用いて低密度物質散布方式[2]によるスペースデブリの除去をシミュレーションする。

- スペースデブリ (立方体)
 - 材質: アルミニウム
 - 密度: $\rho=2.7[\text{g}/\text{cm}^3]$
 - 一辺: $d[\text{cm}]$ (変数)
 - 質量: $\rho d^3[\text{g}]$

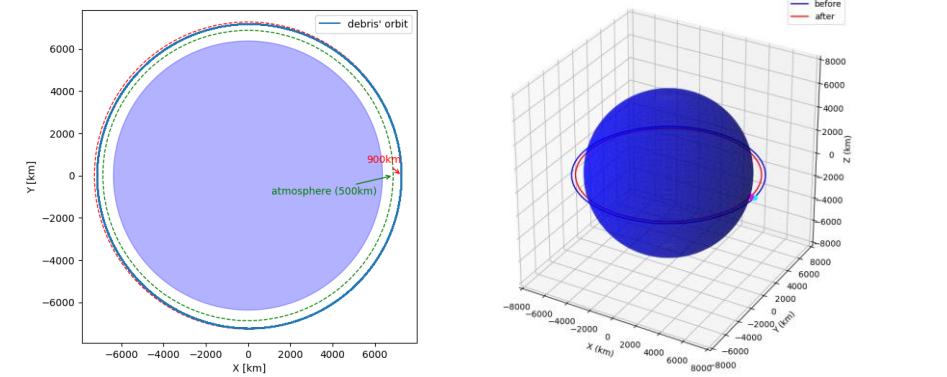
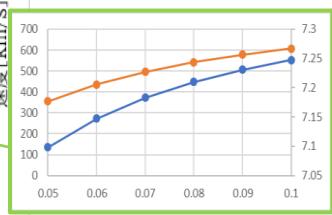
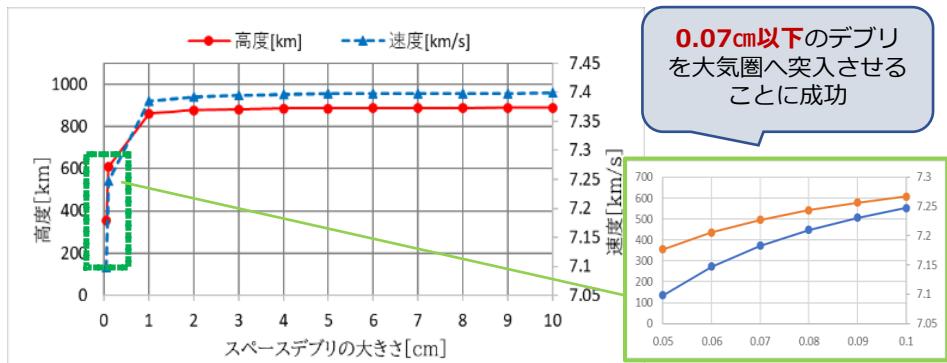
- 低密度物質
 - 材質: ポリイミドフィルム
 - 密度: $\rho=1.50[\text{g}/\text{cm}^3]$
 - 一辺: $a=80[\text{cm}]$
 $b=2490[\text{cm}]$
 - 厚さ: $c=25 \times 10^{-4}[\text{cm}]$
 - 質量: $a \times b \times c \times 1.50 [\text{g}]$



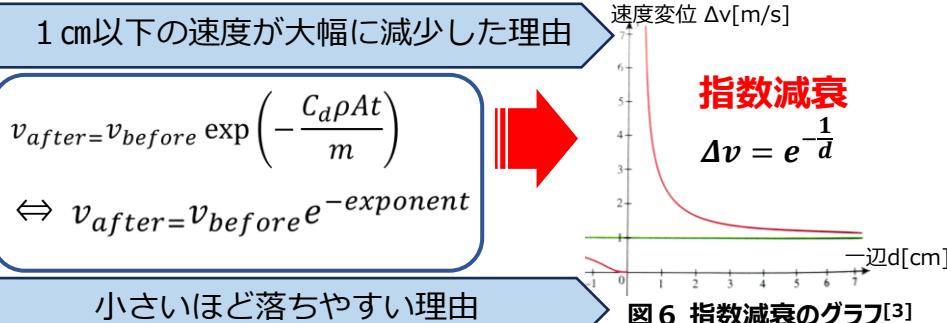
$$v_{after} = v_{before} \exp\left(-\frac{C_d \rho A t}{m}\right)$$

シミュレーションによって低密度物質通過後の速度と高度の変位を調べる。

5. 結果



6. 考察



運動方程式 $ma = F$

質量の影響 > 体積の影響

$$a \propto \frac{1}{d}$$

7. 結論、今後の展望

- 低密度物質散布方式において、スペースデブリの大きさは小さい程落ちやすい
- 0.07cm以下 → 大気圏への再突入が可能
 - 1cm以下 → 有効
 - 1cm以上 → あまり効果がない → **レーザー方式**

参考文献

- 日経新聞 宇宙ごみ対策に新ルール30日から 米が先行、追う日欧 [https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD050QI0V00C24A7000000/\(2026-02-18\)](https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD050QI0V00C24A7000000/(2026-02-18))
- 低密度物質を用いたスペースデブリ除去方法の研究 [https://www.ihl.co.jp/technology/techinfo/contents_no/_icsFiles/afieldfile/2023/06/17/6423812383de840f10d8fcab1ef83603.pdf\(2025-09-05\)](https://www.ihl.co.jp/technology/techinfo/contents_no/_icsFiles/afieldfile/2023/06/17/6423812383de840f10d8fcab1ef83603.pdf(2025-09-05))
- Draw and discuss the graph of the function [https://allen.in/dn/qna/646286660\(2026-02-18\)](https://allen.in/dn/qna/646286660(2026-02-18))