

提 案 者 森 浩一(名古屋大学)

テー マ 名 スペースデブリ・レーザーナッジのための推進力計測実験

○研究の背景

スペースデブリは宇宙開発の大きな問題である(図 1 参照)。特に 1-10cm 程度のデブリの除去には光学観測によるその場検出とレーザー照射による遠隔軌道変換が有効な手段と考えられている(図 2 参照)。しかしながら、レーザー照射によるデブリ軌道変換推力の発生に関しては、これまで基礎研究しか行われておらず、無重力環境下でのレーザー照射に伴う推進力の特性やそのサイズ効果に関してはよくわかっていない。また、サイズ効果に関しては、想定されるシナリオに基づいて試算した結果、軌道変換に必要な速度増分を得るために必要な熱量分のレーザー照射を行うと、デブリの大部分が融解状態となり、液状化したデブリの沸騰やマランゴニ対流、分裂など、これまで考慮されてこなかった物理が関わる可能性が想定される。これまで、真空中におけるレーザーアブレーション推力の研究例は存在するが、レーザーの熱入力に比して、十分大きな体積を有するターゲット材を用いており、デブリに直ちに適用することは困難である。また、熱的に孤立したターゲットに連続的にレーザーを照射した実験というのは、これまでに行われておらず、また、従来の方法では、熱的に孤立した無重力環境を模擬することが大変難しい。

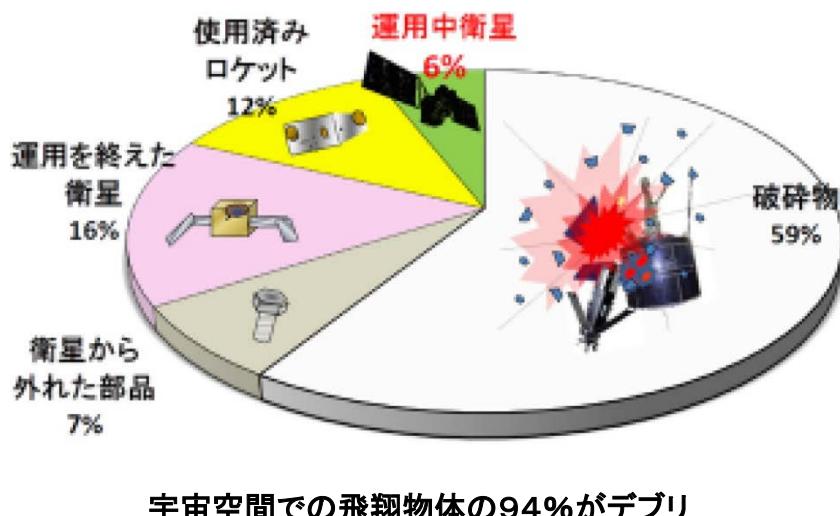


図 1 宇宙空間におけるスペースデブリの割合

<https://www8.cao.go.jp/space/taskforce/debris/dai2/siryou1-2.pdf> より転載

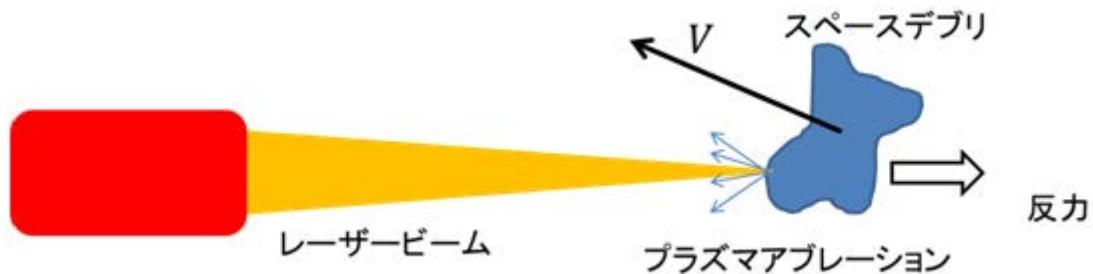


図2 レーザービームによるプラズマアブレーションの概念図

https://www.riken.jp/press/2015/20150421_2/より転載

○研究の目的

本研究では、静電浮遊炉を用いて、デブリに見立てたターゲットに一方向からレーザー光を照射し、発生するデブリ内部の熱伝導・相変化・液相における対流熱伝達・液相界面の運動などの現象を観察し、蒸気放出によって発生する推進力を推定することを目的する。得られた観察結果ならびに推力の推定値に基づき、実際にスペースデブリのレーザー軌道変換という方法が成立しうるかを検証する。さらに、数値シミュレーションモデルとの比較を行うことで、システムのシミュレーションベースデザインのためのツールの妥当性検証のための基礎データを取得することも目的とする。

孤立したデブリを模擬するには、周囲への熱伝導・対流熱伝達の影響をなくした静電浮遊炉(真空雰囲気)が最適である。ただし、レーザー加熱によりデブリが融解状態になった際に、重力環境下では、溶融池内部で自然対流が発生し、これにより液相内部の伝熱特性が影響されることが予想されるため、微小重力環境下における静電浮遊炉実験が必要である。

○研究の意義

微小重力下でレーザー照射中の模擬デブリの挙動・推力を解明することで、レーザー軌道変換法を利用したスペースデブリの除去の実現性を検証することができる。従って、本研究において、提案されてから久しい「スペースデブリのレーザー軌道変換」の実現可能性に決着をつけるという、大きな意義がある。