

第 37 回プラズマ新領域研究会「ビーミング推進の最新動向」

開催期日：2022 年 3 月 7 日（月）

オンライン開催

概要

ビーミング推進は『レーザー』や『マイクロ波』などにより伝送されたビームをエネルギー源とする推進システムであり、1970 年代に Kantrowitz によりレーザー推進が提唱され各国で研究が続けられてきた。これまでは実用的な高出力ビーム源がなかったためその多くが基礎研究に留まっていたが、近年、ファイバレーザーやジャイロトロンといった 100kW-1MW 級ビーム源の出現により『打上ロケット』や『宇宙デブリ除去』などを目的としたビーミング推進の実現性が現実味を帯びてきた。本研究会ではその基幹技術であるビームによるプラズマ、アブレーション生成、推力発生機構に関する最新の研究成果の講演を通じてビーミング推進の現状と課題、将来展望について討論を行う。

プログラム

13:00 – 13:05 開催の挨拶 松井 信（静岡大学）

13:05 – 13:35 小田靖久（摂南大学）

「ビーミング推進のビーム源技術開発の動向」

13:35 – 14:05 嶋村 耕平（筑波大学）

「28GHz ジャイロトロンビームによるロケットの推力生成とビーム、推進機協調制御」

14:05 – 14:35 福成 雅史（福井大学）

「ミリ波ビーミング推進に向けた 303 GHz ミリ波大気放電の放電構造と衝撃波の観測」

（休憩）

14:45 – 15:15 高橋 聖幸（東北大学）

「複数放物面レーザー推進機とミリ波駆動管内加速機のシミュレーションと実験」

15:15 – 15:45 葛山 浩（鳥取大学）

「レーザー推進におけるプラズマの駆動と維持の物理機構について」

15:45 – 16:15 森 浩一（大阪府立大学）

「静電浮遊炉を用いた模擬スペースデブリへのレーザーアブレーション推力計測実験」

16:15 – 16:45 中村 友祐（名古屋大学）

「パルスレーザーによるスペースデブリ除去に向けたアブレーション特性調査」

16:45 – 17:30 総合討論

小田靖久（摂南大学）

「ビーミング推進のビーム源技術開発の動向」

ビーミング推進に適用することが想定される数百 MW～数 GW 級出力ビーム源の開発に適用しうるマイクロ波発振源、およびレーザー発振源の技術開発の動向について紹介する。とくに、マイクロ波発振源については、100MW を超えるシステム構築において必須となるクラスターシステムを構成する要素技術の研究について、レーザーについてはレーザー核融合ドライバーレーザーに代表される超高出力レーザーの高繰り返し出力の実用化に向けた研究について、各々の領域の最先端を走る研究機関における研究動向から予想されるビーミング推進用ビーム源へのインパクトについて検討する。

嶋村 耕平（筑波大学）

「28GHz ジャイロトロンビームによるロケットの推力生成とビーム、推進機協調制御」

筑波大学プラズマ研究センターが開発した 550kW 出力可能なジャイロトロンを利用したロケット開発と伝送技術研究を進めている。大気中での伝播するプラズマに対してのプロープや分光による診断、推進機としての推力生成、測定や、ビーム伝送技術の観点で進めているドローンを利用したビーム、推進機協調制御技術を紹介する。

福成 雅史（福井大学）

「ミリ波ビーミング推進に向けた 303 GHz ミリ波大気放電の放電構造と衝撃波の観測」

大電力ミリ波によるビーミング推進ロケットの推進器内部では、入射ミリ波によって着火した放電の電離波面が衝撃波を伴いながら進展する。本研究では 303 GHz のジャイロトロンを光源として放物面鏡で集光しミリ波大気放電を着火し、高速度シャッターカメラを用いて集光部から平行光内に至るまで放電構造の変化を観測した。またシャドウグラフにて衝撃波の形成過程を可視化した。

高橋 聖幸（東北大学）

「複数放物面レーザー推進機とミリ波駆動管内加速機のシミュレーションと実験」

Air breakdown タイプのレーザー、ミリ波推進機としてそれぞれ複数放物面レーザー推進機とミリ波駆動管内加速機が提案されており、シミュレーションによる推力及びビームライディング性能評価、電磁波伝搬特性評価、プラズマ伝搬過程の調査を行なった。また振り子を使った力積測定実験や低電力ミリ波照射実験により、推力や機体によって集光されるミリ波の強度を計測し、シミュレーションを支持する結果を得た。

葛山 浩（鳥取大学）

「レーザー推進におけるプラズマの駆動と維持の物理機構についての数値解析」

レーザー推進式ロケットは、エネルギー源が外部から供給できるため、画期的な低コストシステムとして期待されている。しかし、その打ち上げには、数百 MW~GW クラスの大パワーレーザーを必要とするため、推力のレーザーパワー依存性を知ることは、その実現にとって非常に重要である。レーザー推進の推力発生機構は、パルスレーザータイプでは、レーザー爆轟波、連続発振レーザータイプでは、レーザー維持プラズマが担っているが、入力レーザーパワーに対して、これらの現象がどのように振る舞うのか、よくわかっていない。本発表では、数値流体解析を用いて、これらの現象をシミュレートし、実験結果と比較して、これまでにわかってきたことを紹介する。

森浩一（大阪府立大学）

「静電浮遊炉を用いた模擬スペースデブリへのレーザーアブレーション推力計測実験」

本研究は、従来の連続発振型レーザーアブレーション推力計測実験とは異なり、熱的、力学的孤立状態のターゲットに対する初めてのレーザーアブレーション推力計測実験である。静電浮遊炉とは、国際宇宙ステーション(ISS)における高温物性研究のために開発されたもので、宇宙航空研究開発機構(JAXA)筑波宇宙センターではその地上試験が行われている。静電力により 2mm 程度の固体試料を浮遊させ、レーザーを照射して高温に加熱する。今回は、静電浮遊炉内に生成した金属液滴に、連続発振型炭酸ガスレーザーを一方向から照射した際のレーザーアブレーション推力を計測した。

中村 友祐（名古屋大学）

「パルスレーザーによるスペースデブリ除去に向けたアブレーション特性調査」

近年、廃衛星等、スペースデブリの増加が問題となっており、これをパルスレーザーの繰り返し照射によるアブレーションで徐々に軌道を変更し、除去することが計画されている。廃衛星は多くの素材からできているが、アブレーションによる生成力積や比推力等の特性は素材によって異なり、狙う部位によって結果が変わる。そこで、衛星を構成する様々な素材に対するアブレーション特性を調査し、どのような照射が適当であるかを検討した。