

ジャイロトロンによる大電力大気圧放電とマイクロ波放射計測 Microwave free space discharge using 28GHz gyrotron

嶋村耕平¹, 松倉真帆¹, 尾崎尚人¹, 溝尻征¹, 宮脇海成¹, 南龍太郎², 假家強²
Kohei Shimamura, Maho Matsukura, Naoto Ozaki, Ryutaro Minami, Tsuyoshi Kariya et. al

筑波大 構造エネルギー工学専攻¹, 筑波大 プラズマ研究センタ²
Depart. EME, Univ. Tsukuba¹, Plasma Center, Univ. Tsukuba²

大電力マイクロ波ミリ波源であるジャイロトロンの工学的応用として大電力電磁波を空間伝送し、ロケットの推進力を得るマイクロ波ロケットの空間伝送技術に関する報告を行う。マイクロ波ロケットシステムの構成要素は、地上送電施設と受電部であるロケットに分けられる。地上ビーム送電は、主にジャイロトロン、蓄電施設、ビーム統合施設、送電アンテナから構成されるシステムが提案されている。また受電システムはマイクロ波から運動量としての推力を生成するために、国内では放電現象に伴う衝撃波生成を利用した研究が進められ、海外では推進剤を直接加熱する方式が提唱されている。これまでの関連研究では推進器設計から大気放電物理まで多数報告がなされているが、これらはシステムの一部である受電部についてである。推進系としての成立性を高めるためにはマイクロ波の空間伝送技術であるビームライディング技術が次の段階として必要である。

発振器とするジャイロトロンは筑波大学プラズマ研究センターが所持する28GHzジャイロトロンを使用した。ジャイロトロンの出力条件を出力350kW、パルス幅8msとした。発振モードはガウシアンビームである。実験系を図1に示す。ジャイロトロンによる電力はコルゲート導波管と接続されたビームの拡散を防ぐカセグレンアンテナによって大気圧空間に放射される。カセグレンアンテナから900mmの地点で推進機先端のコーン型の集光器で集光され、ブレイクダウンを生じる。推進機は長さ300mm、直径100mmの円筒部分と、アルミ製のコーン部分から成る。

コルゲート導波管及びカセグレンアンテナに生じる損失とビームの広がりによって推進機から逃れる電力を示す推進機へのビーム挿

入損失に着目する。カセグレンアンテナから900mm地点での半径方向のビーム強度を図2に示す。カセグレンアンテナの影響によって、理想的なガウシアンビームとは異なるビームプロファイルになることがわかる。黒い実線は推進機の半径を示しており、50mmより外側は電力損失となる。この結果より、推進機への挿入効率は32.9%が得られた。カセグレンアンテナの効率41.5%と併せて、この実験系での送電効率は13.6%である。振り子固定式の推進機先端に取り付けたロードセルLMA-A及び動ひずみ測定器DPM712-Bを用いて推力データを取得した。頂角30度の時、運動量結合係数224.6N/MWを得た。この際、中心電力密度をレクタナにより計測し、図2のビームプロファイルから計算した推進機への投入電力は229.7Jであった。今回は固定系ではあるがマイクロ波ロケットを推進系として定量的に効率を導き出すことに成功した。今回の結果は、ミッション成立性評価や効率改善など多くの研究課題を導く最初のアプローチであると考えている。

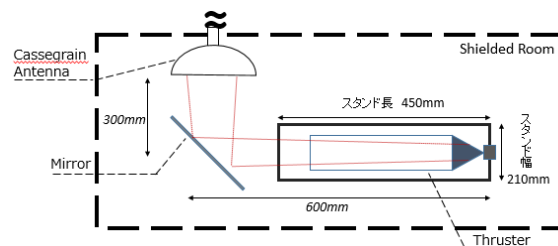


図1 放電実験 実験系

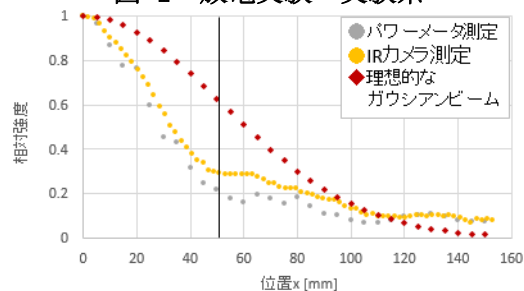


図2 900mm 地点でのビームプロファイル