

東京大学 大学院新領域創成科学研究科  
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻  
2013年3月修了 修士論文要旨

# Filamentary plasma formation modeling in cm-scale millimeter wave fields at atmospheric pressure

－ 大気圧下でcmスケールのミリ波領域に生成される

フィラメント型プラズマのモデル化－

学生証番号 47116076 氏名 武市 天聖  
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words: Millimeter-wave breakdown, Ionization front, Numerical calculation, Plasma structure

今後の宇宙開発において必須となる宇宙への低コスト大量物資輸送システムとして我々はマイクロ波ロケットを提案している。これは機体外部から電磁波ビームによるエネルギーを供給し、機体上で電磁波を推力へエネルギー変換させるというコンセプトである。

マイクロ波ロケットは集光器と円筒という非常に簡素な構成からなり、ジャイロトロン(大電力ミリ波発振源)により地上から照射されたパルス状ミリ波ビームを機体上で集光することで、周囲から取り込んだ大気を絶縁破壊し、ミリ波のパワーをプラズマが吸収しながら電離を引き起こし、放電時に生じた衝撃波をこの電離波面が駆動する。これにより、筒内に高温高压の気体が生成されることにより推力を発生する。つまりプラズマ・衝撃波の相互作用によって電磁波のエネルギーが推力に変換されており、それを引き起こす電離波面の筒内の伝播形状には推力発生過程において最適なものがあると考えられている。しかし電離波面の伝播のメカニズムについてはよくわかっていないことが多い。

MITの研究グループにおいて過去に高パワー密度の領域でのミリ波放電の実験が行われ、より詳細な放電構造が報告されている。その放電構造は2次元的な構造を持ち、ミリ波の電界の振動方向に電離波面が伸びるというストリーマ的な構造が観察されている。またロシアの研究グループによればこのストリーマ的な構造が観察されるのは高パワー密度の領域のみであり相対的に東大における実験のような低パワー密度の領域では観察されないことが報告されている。

本研究ではマイクロ波ロケットにおける電離波面の伝播のメカニズムを解明するため、プラズマ形成とミリ波ビームのカップリングを考慮した数値解析を行う。本研究では電離波面の伝播がプラズマによるビームの反射とそれによるビームの干渉により生成される局所高電界領域にプラズマが発生し電離波面が伝播するという仮定により実際の伝播が再現できるか検証する。また放電構造を特徴づけるパラメータを見つけ出し、パワー密度に依存するプラズマの構造の再現を行った。