

単一ヘリカルアンテナを用いた電気推進エンジンにおけるイオン加熱効果の測定

Study on the measurement of ion heating effect by a single helical antenna for a simple thruster

倉下典也, 来田真之, 清水祐樹, 中本聡, 市村和也, 竹野裕正

Fumiya KURASHITA, Masayuki KITA, Yuki SHIMIZU, Satoshi NAKAMOTO,
Kazuya ICHIMURA, Hiromasa TAKENO

神戸大工

Department of Electrical and Electronic Engineering, Kobe University

長距離・長時間のミッションの増大に応じて、推力・比推力を独立制御する電気推進エンジンが求められている。ヘリカルアンテナは、単一でも双方向に異なる回転方向の偏波を励起する特性があり、これを利用したコンパクトな推力・比推力の独立制御エンジンが提案されている [1]。著者等は、従来からこの手法の模擬実験を行ってきた。これまでにプラズマ生成の定量評価は達成した [2] が、イオン加熱の効果は確認できていない。この発表では、荷電交換損失を減らして加熱効果の確認を目指した実験結果を報告する。

本研究ではガラス管にヘリカルアンテナを1つ取り付け付けた電気推進エンジン模擬実験装置を用いて実験を行う。図1に模擬実験装置を示す。左のプラズマ生成部では、磁場コイルにより軸方向磁場が印加されている。ヘリカルアンテナに1.9 MHzの高周波を印加することによって、アンテナの双方向励起特性により、プラズマ生成とイオン加熱を同時に行うことができると考えられている。また、荷電交換損失を低減するため、ピエゾバルブを用いて燃料となる水素ガスをパルス的に供給しており、ガス供給パルスに同期して高周波もパルス的に印加する。この実験装置では磁場コイル電流 (I_b) が220 A のとき、水素イオンの共鳴磁場が現れる。磁気ノズルの下流部に設置されたファラデーカップを用いてイオンのエネルギー分布を測定する。

磁場コイル電流が100 A と220 A のときにおいて、ファラデーカップのイオンリペラークリッドに0 V から400 V までの電圧を印加してコレクタ電流の測定を行い、I-V 特性を求めたものを図2に示す。160 V から220 V の間が指数関数に適合するが、傾きを求めた結果、 $I_b = 100$ A より220 A の方が傾きが小さく、イオンサイクロトロン加熱を示唆していると考えられる。

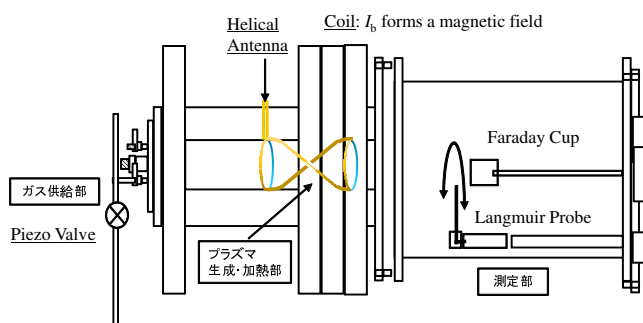


図1: 模擬実験装置概略図

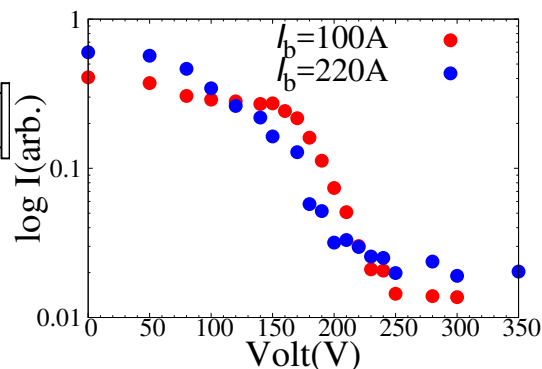


図2: I-V 特性

講演では、他の条件依存性等についても発表する。本研究の一部は、日本学術振興会の科学研究費補助金(16K13920)の援助を得ている。

[1] H. Wakabayashi, et al., The 21st International Toki Conference, P1-103 (2011).

[2] Y. Hayashi, et al., Trans. Fusion Sci. Tech., Vol.63, No.1T, 389-391 (2013).