

超音速ガスパフを用いたヘリコンプラズマスラスタへの 燃料供給の研究

Study on Fueling into Helicon Plasma Thruster using Supersonic Gas Puffing

桑原 大介, 石上 雄一, 篠原俊二郎
D. Kuwahara, Y. Ishigami, S. Shinohara

農工大工
TUAT

近年期待が寄せられている有人宇宙探査機開発には 100 kW 以上の大型電気推進機が求められており、大推力かつ長寿命という相反する特性を両立できる推進方式が模索されている。

このために本研究室では高密度ヘリコンプラズマを電磁加速し高速排出することで推力を得るヘリコンプラズマスラスタ(HPT: Helicon Plasma Thruster)[1]を提案・開発している。本方式はプラズマの生成・加速の両方で非接触アンテナを使用することにより、ホールスラスタやMPD スラスタ等で顕著に見られる電極損耗の問題を克服できる長寿命な推進法である。

本研究はプラズマの元となる燃料ガス、すなわち中性粒子供給法に着目し性能改善を狙うものである。従来の放電管内に均一に中性粒子が供給されるガスパフ法から、ラバールノズルと高圧ガスを用いることで集束ガス流を生成する超音速ガスパフ(SSGP: Supersonic Gas Puffing)法[2]を適用する。図 1 に提案する HPT および SSGP を適用したモデルを示す。超音速ガスパフによる放電管軸中心のみへの積極的ガス供給により下記の効果が期待できる。

- プラズマ中心軸における中性粒子枯渇[3]による推力低減の改善
- 壁面周辺のプラズマ密度低減による壁損失低減
- 壁周辺を通り排気される未電離中性粒子ガスの低減による燃費向上

図 2 に製作したラバールノズルを示す。ノズル部はスロート径 0.1 mm と 0.4 mm の 2 種類を製作し、集束効果を向上させるための延長管を装着することができる。本ノズルを直径 445 mm、長さ 1,700 mm の真空容器内に設置し、2 台のターボ分子ポンプ(1,000 l/s, 2,400 l/s)による排気下($\sim 10^{-4}$ Pa)において、10 ~ 60 気圧のアルゴンガスを高速ソレノイドバルブ(最小開閉時間 ~ 160 μ s)から間欠供給した際の圧力を図 3 に示すピ

ラニゲージで計測した。

ガス圧・開閉時間による中性粒子時空間圧力分布の特性について報告する。

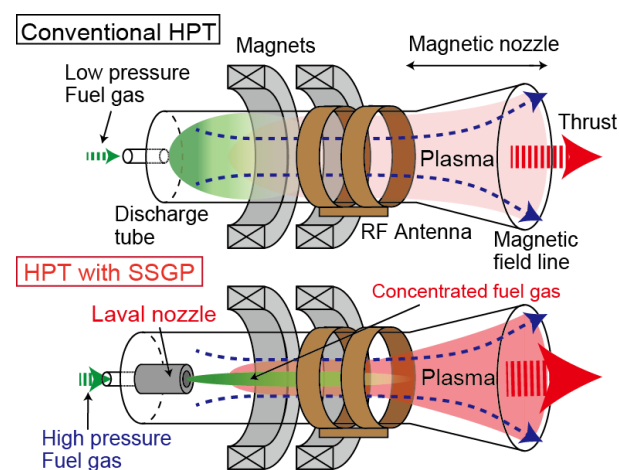


Fig. 1 Concepts of HPT and SSGP

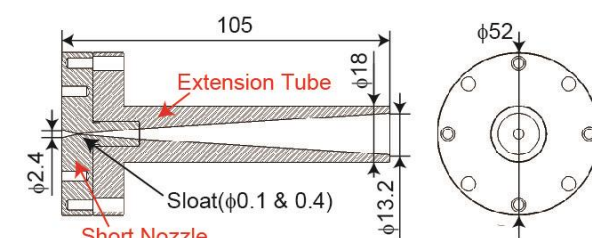


Fig. 2 Laval Nozzle



Fig. 3 Pirani Gauge

- [1] S. Shinohara *et al.*, IEEE Trans. Plasma Sci. **42** (2014) 1245.
- [2] A. Murakami *et al.*, Plasma Fusion Res. **5** (2010) S1032.
- [3] M. E. Galante *et al.*, Phys. Plasmas **21** (2014) 055704.