

## HYPER-II装置におけるイオンと中性粒子の流れ構造形成 Studies on flow field structure of partially ionized plasma in HYPER-II

安部瑛美夏<sup>1</sup>, 寺坂健一郎<sup>1</sup>, 吉村信次<sup>2</sup>, 荒巻光利<sup>3</sup>, 田中雅慶<sup>1</sup>  
Emika Abe<sup>1</sup>, Kenichiro Terasaka<sup>1</sup>, Shinji Yoshimura<sup>2</sup>, Mitsutoshi Aramaki<sup>3</sup>, Masayoshi Y. Tanaka<sup>1</sup>

九大総理工<sup>1</sup>, 核融合研<sup>2</sup>, 日大生産工<sup>3</sup>  
Kyushu Univ.<sup>1</sup>, NIFS<sup>2</sup>, Nihon Univ.<sup>3</sup>

### 1. Introduction

自然界や実験室において中性粒子とプラズマが共存する系は多く存在する。そのような系では中性粒子枯渇によるプラズマ密度の不均一性など荷電粒子の挙動だけでは説明できない現象が観測されている[1]。中性粒子の流れを考慮することにより中性粒子からの運動量輸送で支えられる反  $E \times B$  渦などが報告されているが[2], 中性粒子の沿磁力線方向の流れを含めたプラズマの構造形成に対する理解は不十分である。我々はプラズマの流れ形成に対する中性粒子の役割の解明を目的とした基礎研究を進めており, 今回は, プラズマ・中性粒子の沿磁力線方向流れ構造に焦点を当てた結果について報告する。

### 2. Experiments

実験は九州大学の HYPER-II [3] で行われた。HYPER-II 装置は直径 0.3 m, 軸長 0.95 m のプラズマ生成チャンバーと直径 0.76 m, 軸長 1.3 m のプラズマ拡散チャンバーから構成される大容量 ECR プラズマ生成装置である。本研究では中性粒子とイオンの流れ計測法としてレーザー誘起蛍光 (LIF) 法を用いた。遅い中性粒子の流れを決定する必要があるため, 飽和吸収分光 (SAS) 計測ユニットを組み込んだシステムを構築し[4], 数 m/s の遅い流れを決定できる高精度 LIF システムを用いて流れ計測を行った。特に, 沿磁力線方向の流れ構造を明らかにするために, 真空導入型の L 字タイプ集光系を開発し, 拡散チャンバー領域の大域的計測を行った。

### 3. Results and Discussion

プラズマと中性粒子の衝突頻度の変化に対して流れ構造がどのように変わるのかを調べるために, 生成領域よりも下流で導入ガス圧力を変えながら中性粒子とイオンの沿磁力線方向流れの計測を行った。イオン-中性粒子衝突が無視できるような低ガス圧力では中性粒子

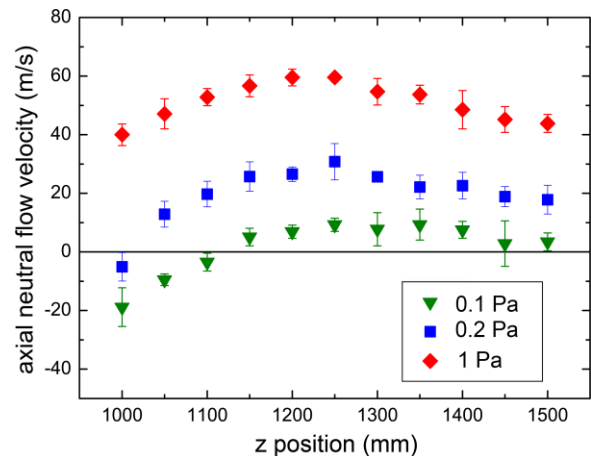


Fig1. 拡散チャンバーにおける中性粒子軸方向流れの軸方向分布 (中心軸上).

の流れは拡散チャンバーから生成チャンバー方向であったが, ガス圧力を上げると流れの向きが反転する。このとき, 低圧力領域ではイオンと中性粒子の軸方向流束のバランスが成り立っており, 1次元的な質量保存からプラズマが維持されていることを示唆する結果が得られている。一方, 高圧力領域ではイオンと中性粒子は共に装置端に向かって流れており, 径方向流れを含む非一様な流れ構造が形成されていることが予想される。

詳細な流れ構造をつかむために中性粒子軸方向流れの軸方向分布を調べると, Fig.1 のように, 中性粒子流れの反転や非一様性が存在し, 軸方向の輸送を考慮した構造形成の議論が重要であることを示す結果が得られた。ポスターでは, 電離や電荷交換衝突を介したプラズマ-中性粒子相互作用によって生じる協奏的な流れ形成について詳細を述べる。

### References

- [1] R. M. Magee *et al.*, Phys. Plasmas **20**, 123511 (2013)
- [2] A. Okamoto *et al.*, IEEE Trans. Plasma Sci. **33**, 452 (2005)
- [3] K. Terasaka *et al.*, J. Plasma Phys. **81**, 345810101 (2015)
- [4] M. Aramaki *et al.*, Rev. Sci. Instrum **80**, (2009) 053505.