

# 直線磁化プラズマにおける軸方向不均一性の観測 Observation of axial inhomogeneity in a linear magnetized plasma.

福田郁未<sup>1</sup>, 稲垣滋<sup>2,3</sup>, 小菅佑輔<sup>2,3</sup>, 佐々木真<sup>2,3</sup>, 永島芳彦<sup>2,3</sup>, 山田琢磨<sup>3,6</sup>,  
藤澤彰英<sup>2,3</sup>, 糟谷直宏<sup>2,3</sup>, 荒川弘之<sup>4</sup>, 山崎広太郎<sup>2</sup>, 金史良<sup>1</sup>,  
伊藤早苗<sup>2,3</sup>, 伊藤公孝<sup>3,5</sup>  
Ikumi FUKUDA<sup>1</sup>, Shigeru INAGAKI<sup>2,3</sup>, Yusuke KOSUGA<sup>2,3</sup>,  
Makoto SASAKI<sup>2,3</sup>, Yoshihiko NAGASHIMA<sup>2,3</sup>,

九州大学総合理工学府<sup>1</sup>, 九州大学応用力学研究所<sup>2</sup>, 極限プラズマ研究連携センター<sup>3</sup>,  
帝京大学<sup>4</sup>, 核融合研<sup>5</sup> 九大基幹教育院<sup>6</sup>  
IGSES, Kyushu Univ<sup>1</sup>, RIAM Kyushu Univ<sup>2</sup>,  
Research Center for Plasma Turbulence, Kyushu Univ<sup>3</sup>, Teikyo Univ<sup>4</sup>, NIFS<sup>5</sup>,  
ARTSCI, Kyushu Univ<sup>6</sup>

直線磁化プラズマにおいて、近年径方向の密度や流速不均一性に加え、軸方向の圧力や流れ場の不均一性が計測された。プラズマの不安定性は軸方向の不均一性にも強く影響されることが理論的に示されており[1]、更に、乱流により径方向不均一性と軸方向不均一性が相互に影響を及ぼす事が明らかになった[2]。そこで本研究では軸方向の不均一性と揺動構造との関連を詳細に観測することを目的とする。

実験は直線磁化プラズマ装置PANTA(半径 5 cm、軸長 4 m)を用いて行った。実験条件は磁場を 0.09 G、中心アルゴンガス圧を 1 mTorrとした。ヘリコン波で生成したプラズマは、中心密度は  $1 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、電子温度は 3 eV である。本実験では軸方向に径方向可動型の6つのプローブを配置して軸方向の不均一性を径方向に中心 2.0 cm から 5 mm 間隔で 6.0 cm まで測定した。図1に  $r = 4.0 \text{ cm}$  の浮遊電位の揺動スペクトルを示す。尚、浮遊電位の揺動レベルを計算する際に電子温度をすべての径方向位置で 3 eV で一定であると仮定している。

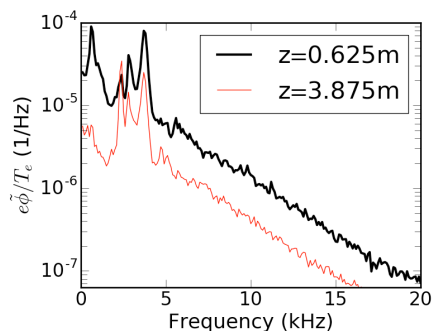


図1:浮遊電位の軸方向分布( $r=4.0\text{cm}$ )

図中の太線と細線はプラズマの上流部( $z=0.625\text{m}$ )と下流部( $z=3.875\text{m}$ )のスペクトル分布

をそれぞれ示している(ヘリコンソースは  $z=0 \text{ m}$  にある。)。図1より、0.6 kHz, 2.5 kHz, 2.8 kHz, 3.7 kHz 周辺のスペクトルピークが上流部と下流部で変化していることが分かった。中でも 0.6 kHz のピークは高さが大きく変化していることがわかる。またその周波数帯域において、 $z=1.875 \text{ m}$  の周方向プローブ計測で周方向モード数は  $m=1$  であることが分かった。

図2に 0.6 kHz のイオン飽和電流と浮遊電位の揺動スペクトルのピーク値の径方向分布を示す。中心部では電位揺動が強く、周辺部では密度揺動が強くなる。軸方向モード数の計測からこれら特徴的な領域で軸方向波数が変わることが観測されており、異なる揺動が3次的に領域をシェアしながら共存している可能性が示唆された。講演では軸方向波数の変化の詳細について述べる。

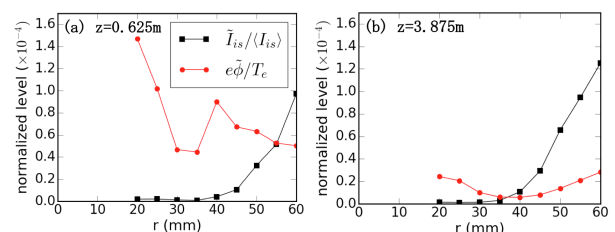


図2:上流及び下流における電位揺動と密度揺動との比

本研究は科学研究費補助金(16H02442, 15H02155, 15K14283, 15H02335, 26420852)及び応用力学研究所共同研究の支援を受けた。

[1] Y. Kosuga, et al., Plasma Fusion Res **10** (2015) 341024

[2] S. Inagaki, et al., Sci. Rep. **6** (2016) 22189