

PANTAにおける高速カメラを用いた揺動の2次元構造の観測 Observation of 2D plasma structures of fluctuation with a fast camera in PANTA

甲野輝^A, 稲垣滋^B, 大舘暁^D, 永島芳彦^B, 糟谷直宏^B,
荒川弘之^C, 小菅佑輔^E, 佐々木真^B, 伊藤公孝^D, 伊藤早苗^B
H. Kono^A, S. Inagaki^B, S. Ohdachi^D, Y. Nagashima^B, N. Kasuya^B,
H. Arakawa^C, Y. Kosuga^E, M. Sasaki^B, K. Itoh^D and S.-I. Itoh^B

^A九大総理工, ^B九大応力研, ^C帝京大, ^D核融合研, ^E九大基幹教育院
^AIGSES Kyushu Univ., ^BRIAM Kyushu Univ., ^CTeikyo Univ.,
^DNIFS, ^EIAS Kyushu Univ.

磁化プラズマ乱流は熱、運動量、粒子の輸送を駆動する。このためプラズマ閉じ込めの改善にはプラズマ乱流の理解が必須である。プラズマ乱流は3次元/準2次元構造を持つためその理解の為に同時多次元多チャンネル計測が求められる。カメラは手軽にプラズマの発光強度を2次元計測する事が可能である。近年発達してきた高速カメラは揺らぎイメージ計測の強力なツールとなっている。このため、本研究では直線プラズマ乱流実験装置PANTAにて高速カメラを用いて、プラズマ発光の2次元断面イメージから乱流揺動成分を抽出する事を目的とする。プラズマの発光強度はプラズマの密度と電子温度の関数なので、ラングミュアプローブを用いてプラズマの密度揺動を観測し、これら2つのデータを比較し、発光強度揺動の物理的意味を考察する。

図1にPANTAの概要を述べる。真空容器は全長4050mmであり、アルゴンガスを3mTorrで充填している。プラズマは3kW、7MHzのRF発振器によるヘリコン波により生成され、900Gの磁場で閉じ込められる。プラズマの半径はおよそ6cmであり、典型的な中心プラズマ密度は $1 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$ で電子温度は3eVである。プローブ計測からPANTAで形成される揺動構造は中性アルゴンガス圧と磁場強度により変化する事が分かっている。

真空容器の終端部に石英ガラス窓を取り付け、高速カメラ(PhotoronのSA5)を設置した。

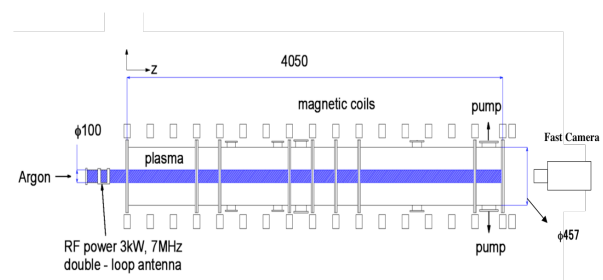


図1 実験装置概要

フォーカスは装置中心近傍、カメラから約2mの位置に設定した。揺動の軸方向波長は装置長と同程度に長い、という点から発光強度揺動は局所的な揺動を反映していると考えている[1]。フレームレートは50kHzで撮影した。撮影した画像は512×256ピクセル、露光時間は0.2μsである。また光学フィルタはつけずに全光量を計測した。検出した可視光はプラズマの密度温度から主にArIIからの線強度が支配的である。

得られたイメージから差分を取り、時間的に変動する成分を抽出しフーリエベッセル展開をする事で揺動の2次元断面構造およびその時間変化を観測した。2次元揺動構造には径方向に節が現れ、やがて消滅する。この節の生成と消滅が繰り返し起こり、生成中でもその位置は時々刻々と変化している。講演ではモード分解したそれぞれのモードの振る舞いについて議論する。

[1] S. Oldenbuger, et. al.; Phys. Plasmas **18**, 032307 (2011)