

BX-U装置を用いた二流体プラズマの閉じ込め実験におけるエンドオン画像の解析結果とmid-plane平衡解計算との比較

Comparison of analysis results of end-on images and mid-plane equilibrium solutions in confinement experiment of two-fluid plasma by BX-U

中島雄太郎、曾和真司、岡田敏和、比村治彦、三瓶明希夫

Yutaro Nakajima, Shinji Sowa, Toshikazu Okada, Haruhiko Himura, Akio Sanpei

京都工芸繊維大学

Kyoto Institute of Technology

本発表では、二流体プラズマのmid-planeでの差動回転平衡解とエンドオン画像の解析結果の比較を行い、この長時間共存状態について考察したことを述べる。

プラズマ閉じ込めの安定性に関する研究はMHDの一流体モデルを用いて行われてきた。しかし近年の測定技術の進歩と高性能なプラズマ閉じ込め装置の開発によって、一流体モデルによって説明できない現象の解析が求められるようになった。それら現象の解析に期待されているモデルの一つとして二流体モデル [1] がある。我々はBX-U装置 [2] を用いてイオン流体と電子流体の二つの非中性プラズマの重畳を行い、生成する二流体プラズマによって二流体モデルにおいて予測される現象の検証実験を行っている。二流体プラズマのイオンスキン長は装置長程度にまで伸ばされている。FIG. 1は装置の模式図を示している。測定にはエンドオン高速度カメラを用いており、プラズマ対称軸方向に積分されたプラズマの二次元粒子数分布を測定している。

現在、イオン流体と電子流体の密度の比（非中性度）をパラメータとした安定性を実験的に調べている。二流体プラズマの平衡状態の一つになるイオン流体と電子流体が異なる角速度で剛体回転する差動回転平衡[3]が理論的に予測されているものの、確立されてはいない。我々は、FIG. 1のワイヤープローブを用いて長時間安定状態にあるプラズマに影を付けて、角速度の計測を行うことで、差動回転平衡状態の有無の検証を行うことを試みている。ワイヤープローブが作る影の振れ角は、Hough変換による直線検出法を用いている [4]。FIG. 2は撮影された画像をHough変換した結果を示している。直線は画像左端の原点からの距離 ρ とその直線と縦軸とのなす角 θ によって一意に定められる。Hough変換によって二値画像を直線が通る画素の ρ θ 分布として表現さ

れる。FIG. 2において、赤く示された θ の範囲が画像から検出されるワイヤープローブの影の振れ角である。これによって振れ角の定量的な評価を行い、差動回転平衡解で与えられる角速度との比較を行っている。

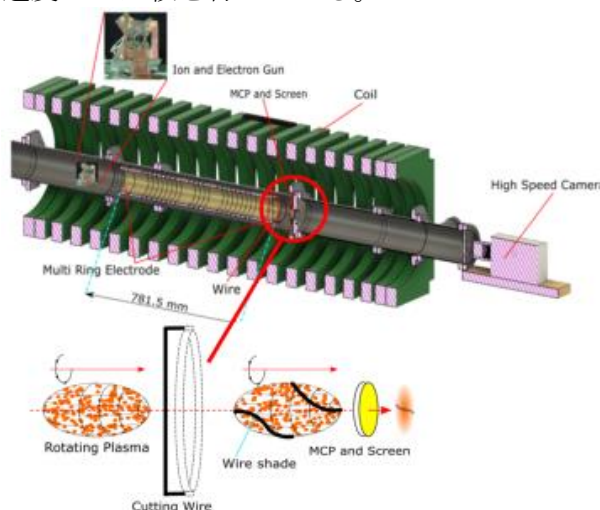


FIG.1: 実験セットアップの模式図

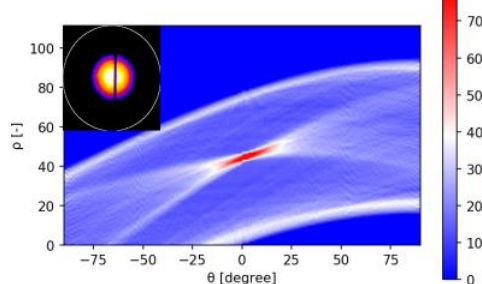


FIG.2: 発光画像(左上図)を Hough 変換した結果

- [1]: U. Shumlak, R. Lilly, N. Reddell, E. Sousa, and B. Srinivasan, *Computer Physics Communications* **182**, 1767 (2011)
- [2]: H.Himura, *Nuclear Instruments and Methods in Phys. Res. Section A* **811**, 100 (2016)
- [3]: R.C. Davidson, *Theory of Nonneutral Plasmas* (W.A. Benjamin, 1974)
- [4]: Duda, R. O. and P. E. Hart, "Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures," *Comm. ACM* **15**, 11 (1972).