

拡張MHDプラズマ検証実験用正負2つの非中性プラズマの同時閉じ込め特性 Simultaneous confinement properties of positive and negative nonneutral plasmas for experimental tests of extended MHD plasmas

下村遼, 比村治彦, 太田貴博, 中瀬貴文, 西岡修一,
乃一統, 三瓶明希夫, 政宗貞男, 毛利明博
SHIMOMURA Haruka, HIMURA Haruhiko, OHTA Takahiro,
NAKASE Takahumi, NISHIOKA Shuichi, NOICHI Tsukasa *et al.*

京都工繊大電子

Kyoto Institute of Technology, Department of Electronics

我々は拡張 MHD プラズマ状態検証のための 1 つの手法として、正負 2 つの非中性プラズマを用いた実験準備を進めている [1]。直線型実験装置 BX-U において互いに逆方向へと $\vec{E} \times \vec{B}$ 回転する電子プラズマとイオンプラズマをポテンシャル井戸中にそれぞれ独立に閉じ込め、これらのプラズマを重畳することによって実験室で拡張 MHD の 1 つである 2 流体プラズマを生成しようと試みている。本研究の最終ゴールは 2 流体プラズマがどのような特性変化を経て 1 流体 MHD プラズマへ緩和するのか、という変遷過程を明らかにすると共に、2 流体効果の発現を検証する事である。

図 1 に実験装置の概観を示す。リチウムイオン (Li^+) 銃と電子銃を装置の一端に集約して配置し、ファラデーカップ機能付き蛍光盤 [2] を他端に配置している。また、閉じ込め領域に設置した 23 個のマルチリング電極のうち 4 つは方位角方向に 8 分割されており、回転電場制御 [3] やイメージチャージ計測 [3] [4] にも用いることができる。

Li^+ 銃は装置の中心軸上に置かれ、電子銃のフィラメントは中心軸から 22 mm 離れた同心円状に 4 つ配置している。これらフィラメントから射出された電子は電子束の自己組織化によって中心軸上へと集束させる。ポテンシャル井戸にイオンや電子を入射する際、ソース源側のポテンシャルを多パルスに変化させることで、プラズマ中の粒子数を多くすることができる。

実験では、まず電子束を 0.1 s 多パルス入射し、負のポテンシャル井戸と一様磁場で装置の下流側に閉じ込める。電子プラズマを閉じ込めている間に、同様に Li^+ プラズマを装置の上流側に生成する。その後、ファラデーカップへと電子 ($t = t_{d-}$)・イオン ($t = t_{d+}$) の順に排出する。図 2 はその実験におけるファラデーカップの信

号波形の一例を示している。この波形から、 Li^+ プラズマと電子プラズマを同時に閉じ込められていることがわかる。これらの閉じ込め時間はそれぞれ $\tau_{N+} \sim 0.47$ s, $\tau_{N-} \sim 1.2$ s である。

また、この信号を時間積分することにより、各プラズマの粒子数を計算することができ、実験では $N_e \sim 4.5 \times 10^7$, $N_i \sim 1.2 \times 10^7$ となり、回転楕円体形のプラズマを仮定すると、それぞれ密度は $n_e \sim 7.3 \times 10^6$ [cm^{-3}], $n_i \sim 4.1 \times 10^5$ [cm^{-3}] となる。

さらに、 $S^* (\equiv L/\lambda_i) \leq 30$ であれば 2 流体効果が発現すると理論的に予測されるが [5]、この実験では $S^* \sim 8.1 \times 10^{-6}$ となり、イオンの慣性効果が十分効いてくる実験領域に入っていることが分かる。

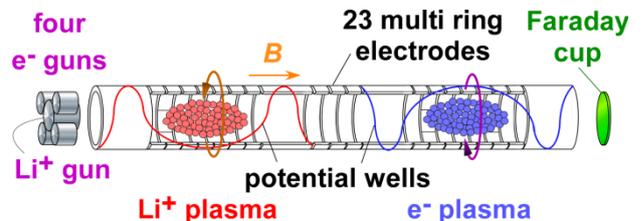


図1 直線型実験装置BX-Uの概観。

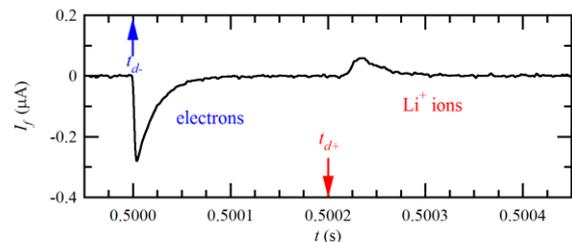


図2 ファラデーカップの信号波形の一例。

- [1]H. Himura, IEEJ Trans. FM, **130**, 977 (2010).
- [2]T. Nakase *et al.*, 28pC03 in this conference.
- [3]T. Ohta *et al.*, 28pC04 in this conference.
- [4]S. Nishioka *et al.*, 28D06P in this conference.
- [5]H. Yamada *et al.*, Phys. Plasmas **9**, 4605 (2002).