

磁気ミラーが正負2つの非中性プラズマ流体運動に
及ぼす効果の実験的検証

**Experimental test of effect of magnetic mirror on fluid motions
of two non-neutral plasmas**

乃一統¹, 下村遼¹, 比村治彦¹, 岡田成文², 三瓶明希夫¹, 政宗貞男¹
T. Noichi¹, H. Shimomura¹, H. Himura¹, S. Okada², A. Sanpei¹ *et al.*

京都工繊大¹, 阪大²
Kyoto Institute of Technology¹, Osaka Univ.²

現在、理論・シミュレーションの分野において、二流体プラズマモデルと二流体効果がさかんに議論されている。二流体プラズマとは、イオン流体と電子流体が独立運動するプラズマであり、第一義的には、ラーマー周期の数十倍程度までの時間スケール、かつ、イオン表皮厚程度の空間スケールで、その発現が予測されている。しかし、イオン表皮厚は一般に薄く、そのため、二流体プラズマは宇宙プラズマ等の一部を除いて観測が困難であり、実験的に検証されてはいない。

このような二流体プラズマを実験室で初めて検証するために、我々は正負2つの非中性プラズマを用いた新しい実験方法を提案し [1]、そのための実験装置と各種計測器系の設計・製作し、実験を進め [2-5]、電子流体とリチウムイオン流体を独立に生成し、同時に閉じ込めることに成功している [6]。この電子流体とリチウムイオン流体をマージングさせることで、理想的な二流体プラズマの生成を目指している。

このマージング実験では、磁気ミラーを補助的に用いる予定にしている。磁気ミラーは、マージングのためにポテンシャル井戸を取り除く直前に装置両端部に作り出される。これにより、マージング後の二流体を、ラーマー周期の数十倍程度の時間、保持することを狙う。

そのために、本研究では、電子流体とリチウムイオン流体に対する磁気ミラー閉じ込め効果を調べている。図1では、電子流体に対する実験での磁場強度と電位分布が示されている。 $z \sim 80$ cmの位置にコレクターが設置されており、その方向に電子流体を排出する。コレクターに捕集される粒子数のミラー比依存性 (図2) から、磁気ミラー閉じ込め効果を検証する。

この実験における電子流体の閉じ込め時間は ~ 1 sである。一方、端部蛍光盤で撮影された電子流体ダイナミクスより、電子流体が熱平衡

状態に緩和する時間は ~ 0.1 sと推定されるので、電子流体の排出時間を ~ 0.1 sから ~ 1 sの間で変化させてみた。図2より分かるように、ミラー比 (R_M) が1.5 のときのコレクターに到達する粒子数は、 $R_M = 1.0$ の場合と比較して、 ~ 20 %低下している。つまり、 $\sim 20\%$ の電子がミラー磁場で反射している。しかしながら、この値は、電子流体が熱平衡状態に達していると仮定した時の速度ピッチ角から期待される反射数より小さい値となっており、現在、更なる実験と検討を進めている。

[1] H. Himura, IEEJ Trans. FM, **130**, 977 (2010). [2] S. Nishioka *et al.*, accepted for J. Phys. Soc. Jpn. (2014). [3] H. Shimomura *et al.*, accepted for J. Phys. Soc. Jpn. (2014). [4] 中瀬貴文 他, プラズマ・核融合学会誌 **89** (3), 180-185 (2013). [5] A. Sanpei *et al.*, accepted for J. Phys. Soc. Jpn. (2014). [6] H. Shimomura *et al.*, Plasma and Fusion Research **8**, 1201003 (2013).

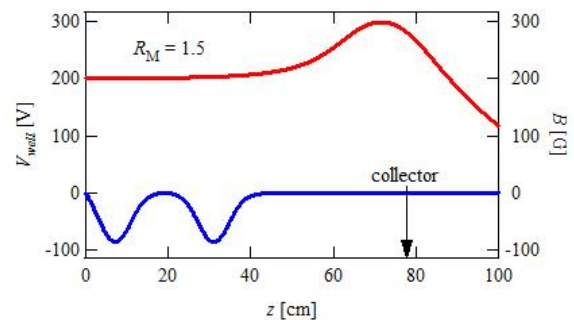


図 1

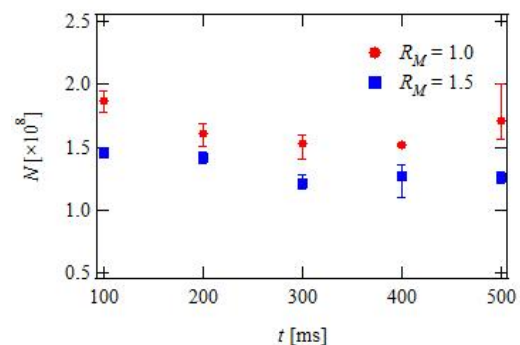


図 2