

ネストトラップ中でのリチウムイオンプラズマと電子プラズマの同時閉じ込め Simultaneous confinement of Li⁺ and e⁻ plasmas in nested trap of BX-U

山田祥平, 中田誓治, 河合祥吾, 比村治彦, 政宗貞男, 三瓶明希夫
S.YAMADA, S. NAKATA, S. KAWAI, H. HIMURA, S. MASAMUNE, A. SANPEI

京都工繊大・電子システム工学専攻
Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology

2 流体プラズマを実験室で生成し、その基礎特性を明らかにするために、変形型マルンバーク・ペニングトラップ BX-U 装置[1]の中で、非中性プラズマの Li⁺プラズマをイオン流体、e⁻プラズマを電子流体として、それら流体を磁力線に垂直方向には互いに逆回転運動、磁力線に平行方向には初速 0 の状態で独立に生成し[2]、その後、それら流体の平行速度を制御しながら重畳させる実験を予定している。

これまでに Li⁺プラズマと e⁻プラズマの独立生成および同時閉じ込め[2,3]、それらプラズマのどちらか一方だけを生成し閉じ込めて、閉じ込められたプラズマの 2 次元断面分布を MCP 付き蛍光面[4]で測定し、特に Li⁺プラズマについてはイメージ写真とイオン電流量から Li⁺プラズマという希少なイオンプラズマの閉じ込め特性[5]を明らかにできている。

しかしながら、Li⁺プラズマと e⁻プラズマの両方を同時に閉じ込めているワンショット中に、それらプラズマの 2 次元断面分布を同時に測定することはできなかった。そのため、2 流体重畳実験を行うに不可欠な「同時閉じ込め中での」それらプラズマの「相対位置関係」と「プラズマ形状」を把握できなかった。本研究では、MCP 付き蛍光面に印加する高電圧電源のローサイドを高電圧真空リレーで切り替える回路をメインシーケンス回路[1]に新たに加えることで、図 1 に示しているように電荷の符号が異なる Li⁺プラズマと e⁻プラズマの 2 次元断面分布の両方をワンショット中に MCP 付き蛍光面で測定することに初めて成功した。

上記の実験は、閉じ込め用ポテンシャル井戸を図 2 のようなネストトラップ[6]へと変更して行なっている。これにより、Li⁺プラズマと e⁻プラズマを同位置で同時に保持することができるようになっている。図 1 のイメージ写真の場合、初めに e⁻プラズマを図 2 のネスト領域の内側井戸内に閉じ込めて、次に Li⁺プラズマを図 2 の蓄積領域の井戸内に閉じ込める。それら 2 つのプラズマを 10 ms 閉じ込めた後、先に e⁻プラズマを MCP 付蛍光面へと入射させて(a)のイメージ写真を撮影し、その 10 ms 後に高電圧真空リレーで MCP 付蛍光面測定器の電位分布を切り替える。切り替え完了まで 30 ms 掛かるので、40 ms 後に Li⁺プラズマを MCP 付蛍光面へと入射させて、(b)のイメージ写真を撮影している。

講演では、正負それぞれのプラズマの粒子数及び密度の時間発展を計測し、マーキングする際の最適な条件や単独に閉じ込めた時との比較から同時閉じ込めによる影響について述べる。

本研究は科学研究費補助金基盤研究(B)No.26287144 の支援により行われている。



(a) e⁻プラズマ (b) Li⁺プラズマ

図1 ワンショット中に連続撮影されたイメージ

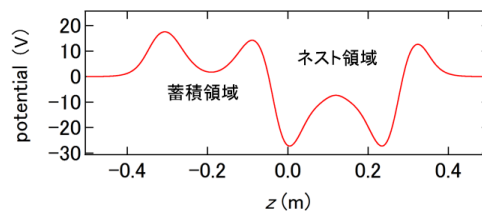


図2 ネストトラップ型のポテンシャル配位

- [1] H. Himura, submitted to Nucl. Inst. Methods A (2015).
 [2] H. Himura et al., Plasma, Fusion Res. **8**, 2401017 (2013).
 [3] H. Shimomura et al., Plasma, Fusion Res. **8**, 1201003 (2013).
 [4] S. Nakata et al., to be submitted.
 [5] S. Kawai et al., to be submitted.
 [6] G. Gabrielse et al., Phys. Rev. Lett. A **129**, 38 (1988).