

27pSP-7 磁気圏型配位 RT-1 における トロイダル純電子プラズマの長時間閉じ込め

東大新領域 齋藤晴彦, 吉田善章, 小川雄一, 森川惇二, 渡邊将, 矢野善久, 林裕之, 水島龍徳

Long confinement of a toroidal non-neutral plasma in “laboratory magnetosphere” RT-1

Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

H. Saitoh, Z. Yoshida, Y. Ogawa, J. Morikawa, S. Watanabe, Y. Yano, H. Hayashi, and T. Mizushima

Ring Trap-1 (RT-1)は、磁気浮上させた超電導コイルにより惑星磁気圏型のdipole磁場配位を生成するプラズマ実験装置である[28aXE-1水島, 28aXE-2矢野, 30pSP-1吉田]. RT-1では、反物質プラズマの閉じ込めに適したトロイダル非中性プラズマ閉じ込め配位の確立を目指す研究が進められており、純電子を用いた実験で100秒以上の安定な閉じ込めが実現されている[PFR 2, 045 (2007)]. 非中性プラズマ研究で一般的に使用される直線型の配位 (Penning-Malmberg trap等)と異なり、トーラス系では荷電粒子の電荷符号に依存しない閉じ込めが可能である. 従って、その閉じ込め特性自体が興味深い研究対象である事に加えて、トーラス系で非中性プラズマの安定閉じ込め配位が確立されれば、電子陽電子プラズマ等の新しいプラズマの実験研究が可能になる.

本研究では、RT-1の非中性プラズマに対して多チャンネルのwall probeを導入し、誘起される鏡像電荷の時間積分(積分回路の出力ドリフトによる計測上限は10s程度)により静電揺動と電場強度の計測を行い、磁気圏型配位におけるトロイダル電子プラズマの閉じ込め時間と低周波揺動の評価を行った. 図1は、不安定性の急成長を伴い閉じ込めが終了するまでの時間の背景中性(水素)ガス圧力依存性である. コイル磁気浮上による擾乱抑制と 10^{-7} Pa台までの高真空の適用により、従来の実験と比較して閉じ込め時間は大きく改善し、電子入射停止後に最大400秒程度持続するプラズマが観測された. 安定な閉じ込め期間中の多点wall probeの同時計測によれば、RT-1の純トロイダル磁場中で、電子プラズマの静電揺動はトロイダル方向にはコヒーレントでトロイダル方向に $n=1\sim 5$ 程度が支配的なモード数を持つ事が観測された. 図2は、 $n=1$ 周波数の径方向電場強度に対する依存性である. 図中の直線は、純トロイダル磁場中のdiocotronモードの周波数 $f=E_r/2\pi RB$ に対してRT-1の典型パラメータを代入した値であり、測定結果と矛盾しない傾向を示している.

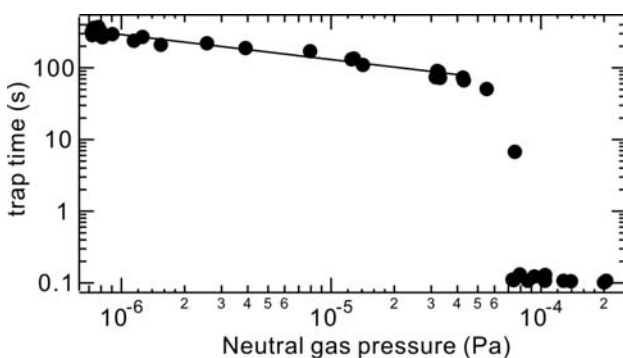


図1: 電子プラズマの閉じ込めは、不安定性の成長を伴う電子の急激な拡散により終了する事が観測された. 閉じ込め終了までの時間の、背景の中性ガス圧力に対する依存性の計測結果.

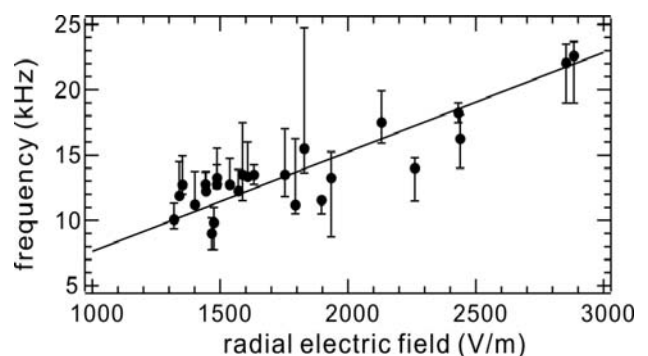


図2: 基本波の揺動周波数と、wall probeの積分信号から評価した径方向電場強度. 直線は、RT-1の典型パラメータである大半径 $R=0.7$ mと磁場強度 $B=0.03$ Tに対するdiocotron mode周波数の計算値.