

20pTJ-3 トロイダル純電子プラズマの wall probe を用いた空間分布計測

東大新領域 齋藤晴彦, 吉田善章, 森川惇二, 矢野善久, 水島龍徳, 小林真也

Measurement of the space profiles of a toroidal electron plasma using wall probes

GSFS, University of Tokyo, H. Saitoh, Z. Yoshida, J. Morikawa, Y. Yano, T. Mizushima, and M. Kobayashi

一般的な直線型配位に代わり、トロイダル系で長時間の非中性プラズマ閉じ込めが実現されれば、反物質を含む多様な荷電粒子群の実験研究が可能になる。磁気圏型プラズマ閉じ込め配位では、トロイダル非中性プラズマの安定閉じ込め配位の確立を目指して、純電子プラズマを用いた基礎実験が行われている (Yoshida他, in *Non-Neutral Plasma Physics III* (1999)). RT-1では、超伝導コイルの磁気浮上による擾乱の抑制と 10^{-7} Pa台の超高真空の適用により、密度 10^{11}m^{-3} の純電子プラズマを300秒以上閉じ込める事に成功している。こうしたトロイダル非中性プラズマの性質には未解明の点が多く、平衡や安定性等の基本特性を理解する上で、プラズマの内部構造を実験的に明らかにする事は重要である。ここで、電子入射中のトロイダル純電子プラズマに対しては静電プローブによる空間電位測定が広く行われているが、安定閉じ込め中には、プラズマに擾乱を与える静電プローブは適用不可能である。

そこで本研究では、静電揺動計測に使用されるwall probeと積分回路を用いて電場の直接計測を実施し、多点計測によるトロイダル非中性プラズマの形状推定方法を開発した。現在の実験ではwall数が限定されている(3点)為、プラズマ形状を単純化し、境界が磁気面と一致し、プラズマの最内殻が内部導体と交差する磁気面で与えられる事を仮定して、観測された電場計測結果を再現する空間分布の推定を行った (Saitoh他, PFR 4, 054 (2009)). 電子ビーム入射中、電子は強磁場領域へと進入し、セパトロクス内部の広い範囲に分布する(図2 (a)). この時の静電プローブ計測によれば、電子銃位置よりも強磁場の領域で、空間電位の大きさは電子の初期加速電圧を上回る。プラズマ中に存在するdiocotron揺動により系の軸対称性が破れる時、粒子の正準角運動量は保存されず、粒子軌道が初期磁気面からポロイダルLarmor半径を超えて逸脱する径方向輸送が可能となる。この時、第一・第二断熱不変量が保存する場合には、強磁場領域に輸送された粒子は初期値を上回るエネルギーを得て (Shulz and Lanzerotti, 1974), 観測されるような内向きの粒子輸送が可能となる。電子入射の停止後、電子銃の構造物と交差する外殻磁気面上の電子は選択的に失われ、強磁場側の領域で安定な閉じ込め配位が形成される(図2 (b) (c)).

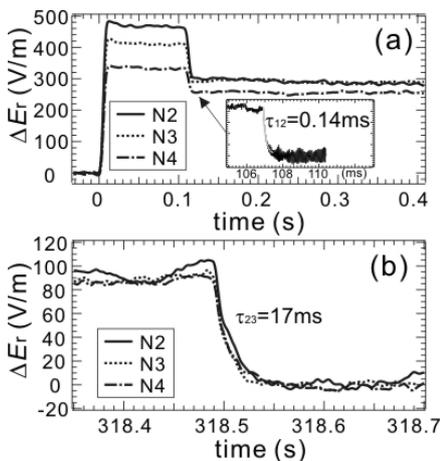


図1: (a)電子入射時と(b)閉じ込め終了時、z位置の異なる3点の wall probeで計測した径方向電場強度。

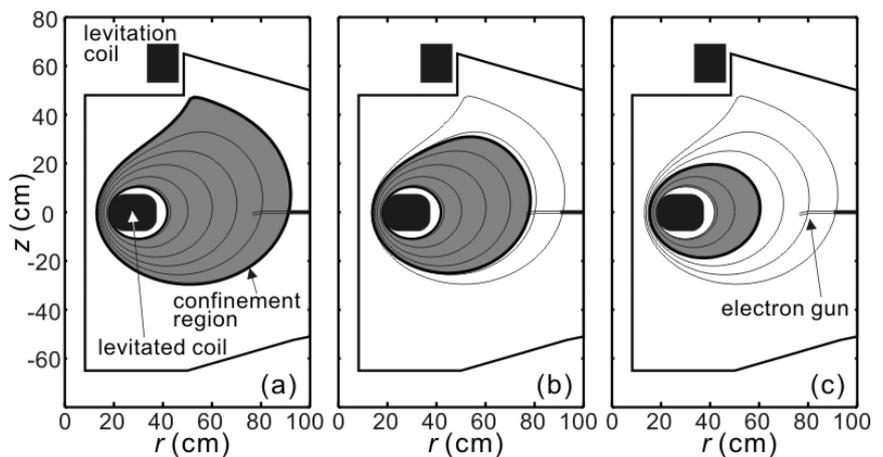


図2: 推定された電子プラズマの空間分布 (RT-1のポロイダル断面への投影図). (a)電子入射中, (b)電子入射停止直後, (c)閉じ込め終了直前のそれぞれの場合を示す。