

金の中性粒子を用いたビームプローブ法による低周波電位揺動解析

筑波大学プラズマ研究センター

水口正紀

タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA10 では、主閉じ込め領域、及び熱障壁形成領域に金の中性粒子ビームプローブ(GNBP)を設置し、プラズマ電位を計測している。GNBPはプラズマ外へと導出される二次ビームのエネルギー変化からコアプラズマにおけるプラズマ電位を計測している。また、一次ビームを径方向に振ることにより、径方向電位分布を測定することができる。核融合プラズマ研究を進める上で、プラズマ電位を正確に計測し制御することは、プラズマ電位閉じ込め改善を検討する上で欠かせないものと考えられる。GNBPでは測定した電位、及び電子密度に対して、その揺動成分を高速フーリエ変換を用いて周波数解析を行うことにより、電位揺動と密度揺動の同時計測が可能である。最近の実験では、ECH時間帯において、ドリフト型揺動の抑制が見られ、径方向閉じ込め改善が行われている。これは、ECHの高出力化により、径方向電位分布の勾配が急になり、強い径方向電場シアが形成されたためと考えられている。本研究では、GAMMA10における電位揺動と径方向電位分布をGNBPを用いて測定し、強い径方向電場形成と揺動抑制の関連について調べることを目的とした。また、径方向について電位揺動解析を行ってより詳細な揺動の挙動を調べた。

本研究では、高温イオンモードのプラズマにECH(電子サイクロトロン加熱)を印加し閉じ込め電位を形成した際、電子温度加熱を行ったプラズマの主閉じ込め領域における電位を計測した。図1は166.1-167.1msにおけるプラズマの径方向電位分布をガウス分布でフィッティングしたグラフである。閉じ込め電位形成中では閉じ込め電位生成部の径方向電位分布はガウス形状をしているため、同様に主閉じ込め領域もまた、ガウス形状となる。図2は径方向電位分布より算出される径方向電場勾配 $dE_r(r)/dr$ を時間毎にあらわしている。図2より $r=0\text{cm}$ 近傍において、時間の経過に伴い強い径方向電場勾配が形成されていることが確認された。また、GNBPで測定した電位の時間変化を高速フーリエ変換を用いて周波数解析を行った。時間毎の径方向計測位置を計算し、径方向位置における電位揺動強度を求めた。図3は閉じ込め電位形成時の径方向電位揺動強度分布を表したものである。図3より、 $r=0\text{cm}$ 付近ではICH(イオンサイクロトロン加熱)のみの時間帯に比べ、ECH印加時間帯は揺動が抑制されていることがわかる。

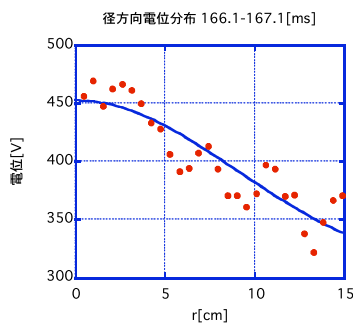


図 1. 径方向電位分布

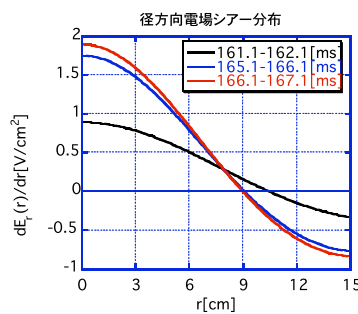


図 2. 径方向電場シア分布

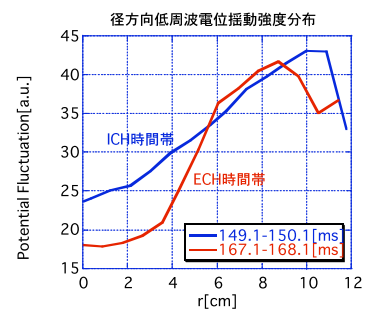


図 3. 径方向電位揺動強度分布