

氏名(本籍)	宮 ^{みや} 田 ^た 良 ^{よし} 明 ^{あき} (茨城県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第4562号		
学位授与年月日	平成20年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	Study of Confinement Improvement due to Fluctuations Suppression during Potential Formation (電位形成に伴う揺動抑制に起因する閉じ込め改善の研究)		
主査	筑波大学教授	工学博士	今井 剛
副査	筑波大学教授	理学博士	矢花 一 浩
副査	筑波大学准教授	工学博士	中嶋 洋 輔
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	吉川 正 志

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は、電位及び密度の径方向分布及び揺動の径方向分布を計測できる金中性粒子ビームプローブを用いて、プラズマ電位閉じ込め改善時の電位の径方向分布の閉じ込めに対する効果を評価したものである。

本研究では、下記にあげる結論を得た。

1. 閉じ込めイオンの軌道計算を行い、電位揺動の存在により等電位面と磁力管に微小なずれが生じ、各磁場配位を通過する際、径方向へと輸送され、閉じ込め劣化が引き起こされることが予想され、荷電交換バウンスイオン計測器(CX-BIA)を用いて、閉じ込めイオンの直接計測を行った結果、径方向電場形成時において電位揺動が抑制され、等電位面と磁力管のずれがなく、閉じ込め改善されることを確認した。
2. 金中性粒子ビームプローブ(GNBP)ではコアプラズマにおける電位揺動、密度揺動が同時計測可能であり、その相関から径方向粒子束の評価、更には揺動輸送の評価、輸送機構が検討できる。高イオン温度モード実験においてイオンサイクロトロン加熱(ICH)時間帯でセントラル部反磁性量が大きく増減するショットが観測されている。このICH時間帯では、一定の加熱を行っているにも関わらず、プラズマの状態が大きく変化しており、この要因に関してGNBPを用いて検討した。プラズマ内の蓄積エネルギーを示すセントラル部反磁性量の増減は電位揺動、密度揺動の相関に起因する径方向粒子束の損失が一因であると推測でき、異常輸送による閉じ込め劣化が観測された。これは、反磁性量の増加と共に径方向粒子束が発生し、径方向へと異常輸送を引き起こし、大きな勾配を持つ径方向分布が緩和され、更には損失したと考えられた。
3. 上記高イオン温度モード実験のICH時間帯にECHを印加し、プラズマ両端部に閉じ込め電位を形成すると、セントラル部電位の上昇と共に径方向電場が形成され、低周波領域の電位揺動が抑制されていることが分かる。このことから、電位揺動抑制には径方向電場形成が大きな役割を担っていることが考えられる。また、ECH印加と共に径方向電場分布が時間的に増大し、それに比例して電位揺動抑制効果の増大が確認され、径方向電場の大きさが揺動抑制程度を決める要因であることを実験的に証明した。

以上の様に、本研究は電位計測による核融合プラズマにおける電位閉じ込め改善の物理機構について直接

電位を計測することによって調べた非常に重要な研究であり、博士論文として十分価値があるものである。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、電位及び密度の径方向分布及び揺動の径方向分布を計測できる金中性粒子ビームプローブを用いて、プラズマ電位閉じ込め改善時の電位の径方向分布の閉じ込めに対する効果を評価したものである。電位閉じ込め改善時にプラズマ中に発生した閉じ込めを悪化させる要因である揺動が抑制されていることが、実験的に確認された。さらに、荷電交換バウンスイオンの計測によっても径方向電位形成時に電位揺動が抑制され、粒子の径方向輸送が抑制され閉じ込めが改善されることが確認された。本研究は、タンデムミラー型核融合装置のみならず、すべての核融合研究における電位による閉じ込め改善機構について非常に重要な研究である。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。