【102】

氏　名（本籍）	石島達夫（東京都）
学位の種類	博　士（理　学）
学位記番号	博甲第 2298 号
学位授与年月日	平成12年3月24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	物理学研究科
学位論文題目	Study on Impurity Radiation and Transport of JT-60U Plasmas （JT-60U プラズマにおける不純物放射及び輸送に関する研究）
主　査	筑波大学客員教授　嶋田道也 （日本原子力研究所那珂研究所）
副　査	筑波大学教授　玉野輝男
副　査	筑波大学講師　福谷博仁
副　査	筑波大学客員助教授　三浦幸俊 （日本原子力研究所那珂研究所）

論文の内容の要旨

本論文はJT-60Uトカマクにおける炉心プラズマおよびダイバータ（不純物除去装置）における不純物の輸送及びその放射損失についての研究を記したものであり，プラズマ物理のより深い理解を与えるものである。

核融合炉においては，非接触ダイバータがダイバータ運転の標準シナリオと考えられている。しかしながら，非接触ダイバータの運転領域は不純物が炉心プラズマに混入してしまう局所的に放射損失が高くなる現象（MARFE）に近接しており，MARFEの回避法が課題となっていた。

ダイバータ排気を伴う放電では，非接触ダイバータからMARFEへの移行は観測されなかった。しかし，ダイバータ排気を止めることにより，非接触ダイバータがMARFEに発展し，MARFE形成と同時に六価より高い価数のネオンの発光強度が増加することを観測した。この観測は，摩擦力によってダイバータから上流への不純物輸送が減少することを示唆している。ダイバータ・プラズマが非接触となった後，排気有りの時と比較して排気無しの時の方がプラズマ流及び摩擦力が弱まり，不純物が上流に向かって移動すると考えられる。本論文は，スクレイプオフ層（境界プラズマ層）のプラズマ流がダイバータ領域に不純物を留め，MARFEを回避するために重要であることを初めて明らかにした。

通常のトカマク放電では，異常拡散が支配的であり，新古典拡散理論で予測される不純物の選択的な中心への蓄積は観測されない。中凹みのプラズマ電流分布を持つ負磁気シア放電においては，電子密度，電子温度，及びイオン温度が，小半径で0.5付近に存在する内部輸送障壁の内側で増大し，閉じ込めが改善する。このとき，炭素密度及び放射パワーも内部輸送障壁の内側で増大していることに着目し，分光学的な計測及び解析を行った。その結果炭素不純物の増加量は，新古典拡散理論でほぼ説明できることを明らかにした。いままでのところ，負磁気シア放電は～1秒程度で不安定になる場合が多いため，不純物の選択的な蓄積は観測されていないが，負磁気シア放電があと～1秒程度持続すると，中心において不純物が蓄積することにより閉じ込め性能に影響を与える可能性がある。

また，本研究では炉心のパワーバランスの理解のために重要である放射パワーの解析を行い，内部輸送障壁の内側の放射パワーは，不純物と重水素イオンを考慮した制動放射で説明が可能であることを明らかにした。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は，核融合プラズマの性能に大きな影響を与える不純物について，炉心とダイバータにおける輸送特性を研究したものである。いずれの仕事も核融合炉における不純物制御のための基礎的な知見を与えるものであり，独創性が高い。負磁気シアにおいて不純物が中心に蓄積するのは核融合開発上の問題となりうる。しかしながら，新古典拡散理論から予測される輸送特性，例えば回転による輸送の変化などを用いた不純物制御の可能性をこの仕事は示唆しており，不純物制御の新しい展開の端雄を開くものである。ダイバータにおける不純物輸送についての論文はすでに学術雑誌に公表済みである。炉心における不純物輸送についての論文は，投稿審査中である。

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。