

論文審査の結果の要旨

氏名 山口 隆史

本論文は6章からなり、第1章では核融合研究の意義、プラズマの基本的な性質および本研究で用いたプラズマ閉じ込め方式および高周波波動を用いたプラズマ電流駆動法、本研究で用いられたトムソン散乱手法について記述されており、本研究の目的が述べられている。第2章では実験を実施した、九州大学の QUEST 球状トカマク装置、実験で使った高周波加熱・電流駆動装置 (8.2 GHz および 28 GHz)、およびトムソン散乱以外の計測器について述べられている。第3章では本研究で開発した QUEST 装置のトムソン散乱計測装置について、レーザーから入射光学系、集光系、分光器、データ収集系まで、詳細に説明されている。第4章では、分光器を構成する6つの波長帯域に分光するポリクロメーターの感度較正、および密度測定に必要な、中性ガスのラマン散乱を用いた較正、さらに得られた信号の処理法、特に複数のレーザーパルスを積算してノイズに対する信号比を改善する方法およびその正当性について述べられている。第5章は実験結果が示され、議論されている最も重要な章である。28 GHz の高周波を用いた実験では、8.2 GHz の高周波と用いた場合に比べ、プラズマ密度が1桁高いので、10程度のレーザーパルス積算で温度および密度分布を測定することができる。これに対し、8.2 GHz の高周波を用いた場合、600程度のレーザーパルス積算が必要である。この方法により、 10^{17} m^{-3} 台の低密度プラズマの電子温度および電子密度分布の測定に成功し、今後の QUEST 実験に不可欠な基礎データを供給する体制が構築されたことは高く評価できる。この測定により、高周波波動による電流駆動で維持された低密度プラズマでは、電子サイクロトロン共鳴層付近で電子による吸収が起き、高い電子温度が得られることが明らかとなった。また磁場強度を変え、電子サイクロトロン共鳴層の位置を変えると、電子温度の高い領域が共鳴層とともに位置を変えることもわかった。また、プラズマ外部 (真空容器壁) で測定された磁束分布より、プラズマ平衡を算出することができるが、その結果得られるプラズマ圧力は、トムソン散乱で計測された電子温度および密度から算出されたバルク電子の圧力よりはるかに大きいことから、波動に加速された高エネルギー電子が重要な役割を果たしており、圧力への貢献も支配的であることが明らかとなった。また、バルク電子成分の圧力勾配により駆動される自発電流 (ブートストラップ電流) は無視できるほど小さく、電流の大部分は高周波波動により駆動されていることが示唆された。第6章では、第5章までに述べられた結果より導出される結論が述べられている。高周波波動によりプラズマ電流を駆動されたトカマクプラズマの電子温度・密度分布およびその時間発展を計測し、従来の電磁誘導で電流が駆動されているトカマクとは異なる性質をもつことを明らかにしたことは高く評価される。

なお、本論文の第3章、第4章、および第5章は、江尻 晶、平塚 淳一、富樫 央との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験の準備・遂行、データ解析、および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。

以上 1,351 字