

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2010年3月修了 修士論文要旨

ドップラー分光を用いた磁気リコネクションの イオン流速・温度計測

学籍番号 086062 神尾 修治
(指導教員 小野 靖 教授)

KeyWords: Spherical Tokamak, high β , spectroscopy, magnetic reconnection

エネルギー問題等を抱える現代社会において、核融合発電の実用化に向けた研究が世界中で行われている。核融合研究は国際協力で現在建設が進められている大型核融合炉 ITER に代表されるように、トカマク型プラズマ閉じ込め方式が主流であり、その中でも経済性に優れた球状トカマク (ST) が近年注目されつつある。本研究で用いられている ST の実験装置 UTST では、プラズマ合体法によるプラズマ加熱を立ち上げ段階に行うことでより効率の良い立ち上げを目指している。UTST 装置では、真空容器外部に設置されたポロイダル磁場 (PF) コイルを用いたプラズマ合体法によって高 β ST の生成が目的とされている。 β 値とは、単位磁気圧で閉じ込められるプラズマ熱圧力の事であり、この β 値を上げることでプラズマを効率よく閉じ込める事ができる。プラズマ合体法とは、2つのプラズマを合体させることにより磁気リコネクションを起こさせることでプラズマを加熱し立ち上げる方法である。本研究の目的は、ドップラー分光計測によりプラズマ合体のイオン温度・流速を計測することでこの磁気リコネクションによる加熱の挙動を探ることである。

本研究により、UTST 装置におけるイオン流速・イオン温度計測システムの開発に成功した。本システムでは UTST プラズマにおいて最も光量の得られた不純物の CII(426.7nm) ラインを用いてイオン温度の計測を行った。空間方向に 1 チャンネルのシステムであったがショットバイショットで空間方向に計測を行い、イオン温度時間発展の結果が得られた。接線方向のイオン温度より、このプラズマ中心付近のイオン温度は 15-25eV 程であるという結果が得られた。プラズマに対して対向する方向 (径方向) と接線方向での計測について、プラズマ合体の時間帯の温度変化に着目すると、特に径方向の結果は合体の時間帯だけ温度が高く、合体の終了と同時に急速に降下するという結果となった。これを、「合体の時間帯には径方向にリコネクションアウトフローの流速があるためアウトフローでドップラーシフトした 2 種類のラインと、センターポスト付近のシフトのしていない合計 3 種類のラインが重なり合っていたことにより温度が高く評価された」と解釈した。この解釈に従ったフィッティングによりリコネクションアウトフロー速度は 25km/s 程度と評価された。合体完了が近くなるとリコネクションによるアウトフロー速度は減少することから、磁気面計測の磁気リコネクションの様子と辻褃が合う結果となり、径方向フローの計測に成功した。