

【基盤研究(S)】

理工系(工学Ⅱ)



研究課題名 低域混成波による球状トカマクプラズマの電流駆動

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 たかせ ゆういち
高瀬 雄一

研究分野： 核融合学

キーワード： 炉心プラズマ

【研究の背景・目的】

トカマク型プラズマ閉じ込め装置では、プラズマ中に流れる電流（プラズマ電流）が不可欠である。プラズマ電流は通常、トーラス中心部に位置するCSと呼ばれるコイルで駆動される。CSを用いずにトカマクを運転できれば、トカマク核融合炉の小型化による経済性向上が実現可能となる。これは、トーラス中心部のスペースが限られている球状トカマク（ST）では、核融合炉の成否に関わる最重要課題である。電子サイクロトロン波（ECW）による低プラズマ電流のST配位形成は、東京大学のTST-2装置等で既に実証されている。本研究では、これに低域混成波（LHW）による電流駆動を加え、プラズマ電流を増加させることを目指す。これを実証できれば、ST型核融合炉の実現性が格段と高まる。

【研究の方法】

実験には東京大学現有のTST-2球状トカマク装置および周波数200MHz、出力400kWの高周波発生装置を用いる。本研究は江尻晶准教授および永島芳彦助教と協力して進める。本研究ではまずLHW励起に関する研究を複数のアンテナを用い、段階的に進める。これらの実験結果の比較より、プラズマ加熱により自発的に発生する圧力駆動電流と、波動が電子の速度分布関数を非対称に変形させることによる直接的な駆動電流とを分離する。また、速波励起と遅波励起の比較よりモード変換に関する情報が得られ、LHW直接励起の必要性を判断できる。さらに複数の方法による波動の同時多点計測、電子の速度分布関数の計測、磁気計測に基づくプラズマ平衡の再構成、プラズマの温度・密度分布計測等の結果を総合して、電流駆動



TST-2球状トカマクとLHW入射装置（左側）

の物理機構を明らかにする。また、これら実験結果を世界最高水準の波動解析コードTORICLHの計算結果や、非線形現象であるパラメトリック崩壊過程の計算結果と対比し、波動物理および波動・粒子相互作用の解明に資する。

【期待される成果と意義】

トカマクではLHWによる電流駆動は効率が最も高く、プラズマ電流の増加も実証されているが、STプラズマは極めて高い比誘電率をもつため、LHWによる電流駆動は不可能と考えられてきた。しかし、ECWにより生成されたプラズマは密度が低く、比誘電率も1程度であるため、この密度を保ったままプラズマ電流を増加できる可能性は十分高い。このような実験は世界的にも例がなく、ユニークな独創性の高い成果が期待できる。ST核融合炉において、プラズマ生成および高自発電流を利用した非誘導法による定常燃焼維持には目途が立っていると考えられるが、プラズマ生成から定常燃焼維持までどう繋ぐかが最大の課題となっている。LHWにより、ECWに比べ高効率のプラズマ電流増加が実現できれば、この懸念事項の払拭に大きく貢献でき、更に通常トカマク型核融合炉の大幅な経済性向上も期待できるようになるため、意義は極めて大きい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Takase, T. Fukuda, X. Gao, M. Gryaznevich, et al., "Plasma current start-up, ramp-up, and achievement of advanced tokamak plasmas without the use of ohmic heating solenoid in JT-60U," J. Plasma Fusion Res. **78**, 719-721 (2002).
- Y. Takase, A. Ejiri, S. Shiraiwa, Y. Adachi, et al., "Plasma current start-up experiments without the central solenoid in the TST-2 spherical tokamak," Nucl. Fusion **46**, S598-S602 (2006).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

74,100千円

ホームページ等

http://fusion.k.u-tokyo.ac.jp/research/kakenhi_h21.html

takasle@k.u-tokyo.ac.jp