

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
2012年3月修了 修士論文要旨

論文題目

—UTST球状トカマク実験を用いた磁気リコネクション・ヘリシティー注入現象の解明—

学生証番号 47106082 氏名 渡辺岳典
(指導教員 小野 靖 教授)

Key Words : magnetic reconnection, magnetic helicity, current sheet, plasmoid

UTST(University of Tokyo Spherical Tokamak)は球状トカマク(ST)を高 磁場ST を合体を用いて生成することを目的とした装置であり、実用炉を見据えて、すべて真空容器外にあるコイルのみで構成されたSTプラズマ実験装置である。トカマクプラズマを維持するためには、プラズマ電流の駆動が必要であるが、ST 装置はその形状から中心のスペースがせまくなるため、Ohmic heating (OH) コイルによる電流駆動を通常のトカマク装置よりも受けにくい。そのため、ST 装置において電流駆動は最も重要な課題である。本研究では、磁気ヘリシティー入射機構と磁気リコネクションの関係性を検証した。磁気ヘリシティー入射法は海外のST 実験装置のNSTX やPEGASUS などで使用されている電流駆動手法であり、磁気ヘリシティー入射の際には必ず、磁気リコネクションが確認されている。この2つの関係性をUTST 内にある二次元磁気プローブを使用して、計測、解析を行った。

ヘリシティー入射によって電流増倍が可能になるのは、同極性の電流を有した磁場構造が隣り合い、その周囲をcommon flux が取り込み、磁気リコネクションの方向がcommon flux からprivate flux になっている場合である。この場合、磁気リコネクションによって生じた電流シートが2つのprivate flux を繋ぎ、ヘリシティー密度の高い道を形成することがわかった。そして、さらにヘリシティー密度を有するプラズモイドが生成され、ヘリシティー源からST の方へとプラズモイドが移動することで磁気ヘリシティーが入射されるのが観察された。

実験では、合体に用いるpoloidal field (PF) コイルによって生成した磁束をヘリシティー入射のヘリシティー源として用いた。実験条件でプラズモイドの生成、成長の様子は様々になった。その際、リコネクション長と幅の比が大きく、リコネクション速度が速いほうが、プラズモイドは生成されやすく、成長しやすいことがわかった。また、ST へのヘリシティー入射によってST の電流値の増加も確認できた。入射されるヘリシティーは大きいプラズモイドが確認されたものほど大きくなった。これらの結果を総合して、磁気リコネクションと磁気ヘリシティー入射の関係性について考察を行った。

磁気ヘリシティー注入と磁気リコネクションの密接な関連を物理的に検証するのは初めてのことである。