

UTST装置における球状トカマク立ち上げ実験

学生証番号 076212 氏名 中川 誠

(指導教員 小野 靖 教授)

Keywords: spherical tokamak, high β , merging, magnetic probe

球状トカマク実験装置 UTST は球状トカマク (ST) を真空容器外に配置された制御コイルのみを使用して高ベータ ST を生成することを目的とした装置である。ベータ値はプラズマの熱圧力を磁気圧で規格化したものであり、ベータ値が高いほど小さな磁気圧でプラズマを閉じ込められるので、より経済的な炉であるといえる。具体的な ST 生成法としては Double Null Merging 法 (以下 DNM 法) と呼ばれる画期的なプラズマ生成法を用いている。DNM 法とは上下 2 対あるポロイダル磁場 (PF) コイルの電流を急激に立ち下げることにより、強電場を発生し、上下 2 つの Null 点においてプラズマを生成し、高速合体させる磁気リコネクションのイオン加熱を用いて一気に高ベータな ST を作る方法である。UTST は TS-3/4 装置 (東大、小野研) における合体法を用いた高ベータ ST 生成の結果を受けて作られた装置であり、真空容器外に存在するコイルのみで TS-3/4 に比べてより実用炉に近い環境で実現することに挑戦する装置である。先行研究においてはセンターソレノイド (CS) コイルのアシストを用いて初期プラズマの生成を確認できしており、本研究では DNM 法実現のために合体法と CS コイルなしによるプラズマ生成について検証した。UTST では CS コイルをアシストとして用いて DNM 法を行う PF+CS 放電、立ち上げの最終目標である CS なしの DNM 法を実現する PF 放電のオペレーションを並行して行っている。

PF+CS 放電では DNM 法の中の 1 要素である合体法に向けた磁気リコネクションを UTST の真空容器内に直接差し込んである磁気プローブによる観測することを行った。磁気プローブデータの精度向上を行い、初期プラズマ生成が確認された $1180\mu\text{F}$ から $1580\mu\text{F}$ に PF のコンデンサバンク電源を増設することにより磁束の染み込みの促進、PF コイル電流の急峻な立ち下げによる強電場の誘導について調査した。この結果、プラズマ合体が可能な ST を生成し、磁気プローブの直接測定によって一部プラズマ合体する様子を観測することを世界で初めて成功した。プラズマ合体が観測されたオペレーションは CS コイルによるアシストを用いた場合である。より合体を充分に行うために平衡磁場の印加条件を変化させることにより生成した磁気中性点位置を変化させ、より長寿命かつ大きなプラズマ電流を得ることに成功した。

PF 放電では CS コイルを用いないプラズマ生成を行うことを目的として実験を行った。磁場の染み込みを改善するためコイル負荷の接続を変えることにより PF の急峻立ち下げのみの放電オペレーションによるプラズマ生成可能性を検証した。その結果、PF 放電によって磁気中性点でのプラズマ生成の可能性の向上に成功した。