

# 磁気計測によるヘリカル装置の MHD 平衡量同定の高度化

総合研究大学院大学 博士課程 3 年次 山口太樹

ヘリカル装置において体積平均ベータ値やプラズマ蓄積エネルギーといった MHD 平衡量を評価する上で、従来より磁気計測が用いられているが、

- ①プラズマ圧力が等方である
- ②入れ子状の磁気面が存在する
- ③トロイダル電流がゼロ

といった事を仮定している。ヘリカル装置における将来炉を考えた時、高ベータ化による大きなブートストラップ電流やプラズマ周辺のエルゴディック領域の拡大等が理論的に予測されており、またプラズマ圧力が等方である保証も無い。講演ではこれらの仮定を燃焼プラズマに向けた計測の課題と考え、磁気計測による MHD 平衡量同定手法の高度化により、課題の解決を目指した研究について発表する。

## 圧力非等方度の同定

反磁性電流は磁力線に垂直方向の圧力 ( $p_{\perp}$ ) に依存し、Pfirsch-Schlüter (P.S.) 電流は磁力線に垂直、平行の両方向の圧力 ( $p_{\parallel} + p_{\perp}$ ) に依存する。反磁性ループは反磁性電流に敏感であり、サドルループは P.S. 電流に敏感である。単純には ( サドルループ磁束 / 反磁性ループ磁束 ) が  $(p_{\parallel} + p_{\perp}) / p_{\perp}$  の情報を含むが、圧力非等方度に関係ない情報も含まれている。MHD 平衡コード等を用いて圧力非等方度に関係ない情報を補正し、定量評価を行う手法を提案する。本手法の MHD 平衡研究への適用結果として、圧力非等方度が LHD の磁気軸シフトに及ぼす影響についても述べる。

## 乱れた磁気面を考慮した MHD 平衡コードを用いた平衡量同定精度向上

従来、入れ子状の磁気面を仮定した MHD 平衡コード VMEC と磁気計測器信号解析コード DIAGNO が磁気計測による MHD 平衡量同定に用いられているが、MHD 平衡量同定精度向上を目的として、乱れた磁気面を考慮した平衡コード HINT と本研究で開発した磁気計測器信号解析コード JDIA を新手法として提案する。新旧手法の比較の結果、反磁性ループにおける磁束の差は約 5% と小さいがサドルループにおける差は約 30% と大きな差が示された。サドルループの新旧手法による磁束と実験で得られたサドルループ磁束を比較した結果、新手法に近い結果となり MHD 平衡量同定、及び MHD 平衡再構築に向けた新手法の妥当性が示された。

## トロイダル電流駆動実験における MHD 平衡量の同定精度向上

閉じ込め磁場が回転変換を持つことにより、正味のトロイダル成分をもつプラズマ電流はポロイダル方向の成分も持ち、この為トロイダル磁束を生成する。大きなトロイダル電流が発生する実験においては反磁性ループによる蓄積エネルギー、及びベータ値計測の精度を劣化させる。MHD 平衡コードと JDIA、及び MSE ( Motional Stark Effect ) 計測から得られるトロイダル電流分布を基に反磁性ループ磁束に含まれるトロイダル電流の寄与を精度良く補正する手法を提案する。本手法の妥当性の検証として高エネルギー粒子圧力、及び熱化圧力の変化量が小さくトロイダル電流の変化が大きい実験に本手法を適用し、実験で観測された反磁性ループ磁束の振る舞いを定性的に再現した。