

TOKASTAR-2 における外部ヘリカル磁場によるトカマクプラズマの径方向位置安定化

安田幸平, 有本英樹, 岡本敦, 藤田隆明, 箕浦誠人, 横山亮磨, 山内崇弘
名古屋大学大学院工学研究科

核融合炉においてプラズマ位置を適切に制御する必要があり、コイル電流の帰還制御や導体壁に流れる渦電流による位置制御が一般的であるが、将来の核融合炉ではプラズマの近くにコイルや導体壁を設置できないため制御性能が低下してしまう。一方古くからトカマクプラズマへの定常ヘリカル磁場重畳によるプラズマ位置の安定化が示されている[1,2]。TOKASTAR-2は低アスペクト比で単純なヘリカル磁場コイルを持つトカマクヘリカル混成磁場方式のプラズマ閉じ込め装置である。ヘリカル磁場コイルは径方向内側にはなく、分割型のコイルが径方向外側と上下に設置されている。その目的の一つは、単純なヘリカル磁場コイルによるトカマクプラズマの位置安定化である。

プラズマ位置計測方法としてプラズマへ挿入した磁気プローブあるいは高速度カメラを使用していた。しかし、プローブの挿入はプラズマに影響を与えてしまい、高速度カメラは視線方向の線積分量のプラズマ発光を撮影するため正確な位置を求めるのが難しい。また両者の方法でプラズマ形状の推定が難しかった。本研究では、新しく導入した外部磁場計測器によってトカマクプラズマの位置形状推定を行い、さらにプラズマ径方向位置へのヘリカル磁場の効果を調査した。

導入した磁気プローブアレイ(MPA)は、プラズマからの保護のためのロッドの中に格納された16個(2個短絡)のセンサーコイルがTFコイルの内壁に沿うように設置され(図1)、プラズマへの影響が少ないことが特徴である。MPAに加えて、4つの磁束ループもあり、ポロイダル磁束を計測する。位置形状推定方法として、フィラメント電流近似法[3]を用い、真空磁場の計算には多重極磁場の計算を用いた。

ヘリカル磁場ありなしで、やや弱垂直磁場の条件における電流重心位置及びプラズマ電流の時間変化を図2に示す。ヘリカル磁場ありでもフィラメントは軸対称を仮定して解析を行った。ヘリカル磁場なしではプラズマ電流が複数のピークを持ち、それと対応して径方向位置が変動している。それに対して、ヘリカル磁場を重畳すると径方向位置の変動が抑制され、径方向位置の安定化が見られた。講演では、プラズマ位置形状推定方法についての詳細や、ヘリカル磁場ありなしで垂直磁場の変化に対する径方向位置の比較結果についても報告する。

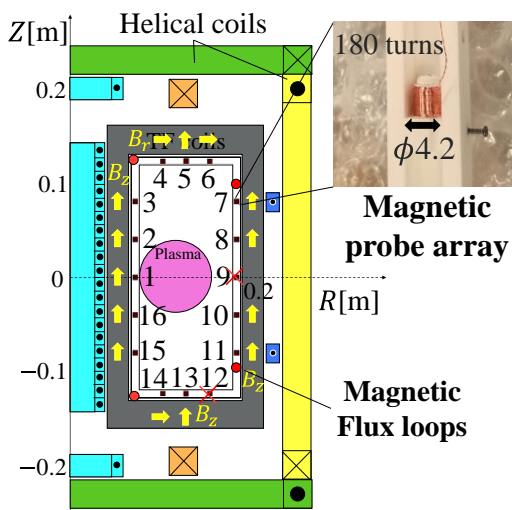


図1 計測機器の概観

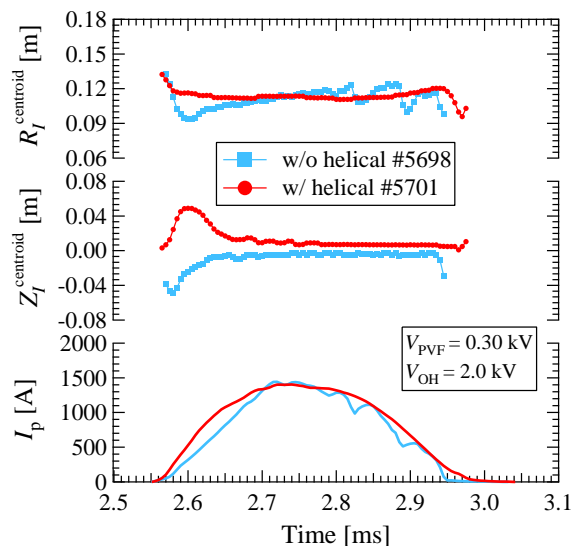


図2 ヘリカル磁場ありなしにおける電流重心位置の比較

[1] K. Sakurai and S. Tanahashi, J. Phys. Soc. Jpn 49, 759(1980)
[2] H. Ikezi, K.F. Schwarzenegger and C. Ludescher, Phys.Fluids 22, 2009 (1979).
[3] D. W. Swain and G. H. Neilson, Nucl. Fusion 22,1015(1982).