

TOKASTAR-2におけるトカマクプラズマ位置の計測と最適化
Measurement and optimization of tokamak plasma position in TOKASTAR-2

村岡賢治, 有本英樹, 岡本敦, 藤田隆明, 伊藤宏真, 杉岡諒一, 箕浦誠人,
 安田幸平, 横山亮磨, 山内崇弘

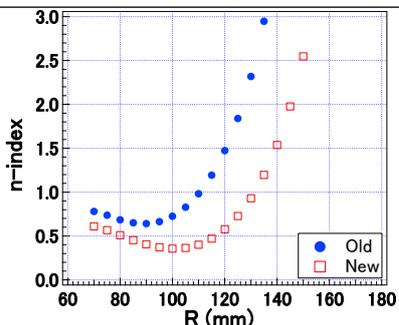
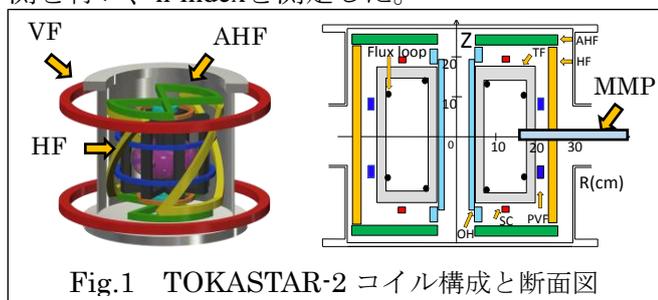
MURAOKA Kenji, ARIMOTO Hideki, OKAMOTO Atsushi, FUJITA Takaaki, et al.

名大院工
 Nagoya Univ.

TOKASTAR-2(Fig.1)はトカマク磁場とヘリカル磁場を各々独立して生成可能なプラズマ閉じ込め装置であり、トカマクプラズマにヘリカル磁場を重畳した際の効果を明らかにすることを目的のひとつとしている。そのため、ヘリカル磁場の影響が強い大半径方向外側にプラズマ位置を制御することが望まれる。

本装置におけるn-indexの安定領域($0 < n < 1.5$ 、 $n = -R/B_z \cdot \partial B_z / \partial R$)は $R \sim 120\text{mm}$ であり、径方向外側におけるプラズマの安定性を欠いていた。そこでn-indexの改善やプラズマの安定化といった目的の下、装置の改修が行われた。改修に際し、パルス垂直磁場(PVF)コイルの位置は $Z = \pm 108\text{mm}$ から、 $Z = \pm 80\text{mm}$ へと変更された。また、プラズマ非円径度増加によるプラズマ性能向上を目的とした形状制御(SC)コイルが設置された。

改修後の装置の構造図(Fig.1)及び、n-index径方向分布(Fig.2)を示す(改修前のデータをOld、改修後をNewとした)。装置側面に挿入したマルチチャンネル磁気プローブ(MMP)により真空垂直磁場計測を行い、n-indexを測定した。



装置改修後のn-indexの安定領域は $R \sim 140\text{mm}$ となり、その改善を確認した。

続いて、トカマク放電において、MMPを用いたプラズマ中心位置の測定を行った。MMPをプラズマ内に挿入し、ポロイダル磁場を計測した。プラズマを円形断面の環状モデルとみなし、そのプラズマモデルが生成する計算ポロイダル磁場と実測のポロイダル磁場をフィッティングすることで、プラズマ中心位置を求めた。

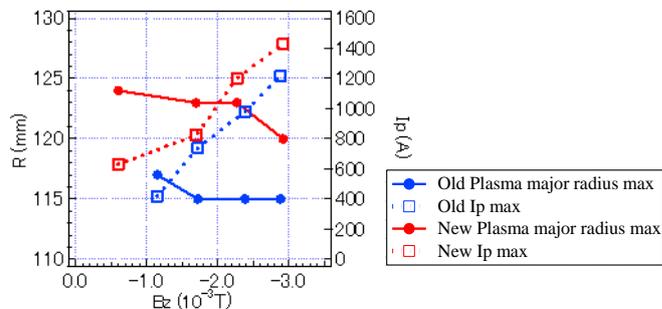


Fig.3 垂直磁場に対するプラズマ大半径と I_p (2.8ms)

プラズマに印加する垂直磁場を変えてトカマクプラズマを生成した際の、プラズマ電流最大値及び、プラズマ大半径最大値を垂直磁場に対してプロットした(Fig.3)。装置改修により、プラズマが径方向外側で安定生成されることを確認した。これにより、トカマクプラズマへのより強いヘリカル磁場印加が期待される。

続いてトカマクプラズマにヘリカル磁場を印加した際の効果を調べた。 I_p 、プラズマ中心位置の比較をFig.4に示す。

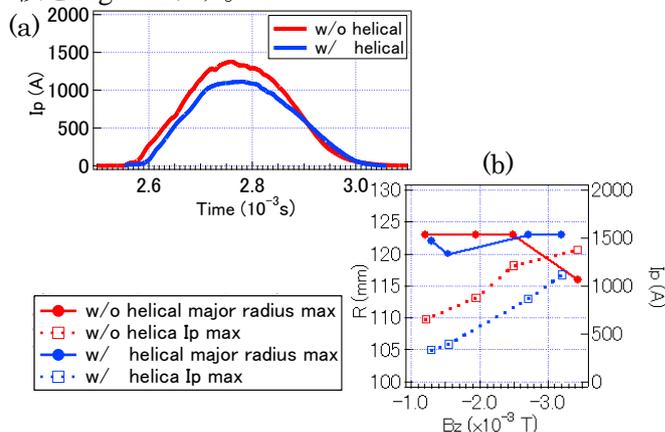


Fig.4 ヘリカル磁場の有無に対する比較
 (a) I_p の時間変化, (b) プラズマ中心と I_p 最大値

ヘリカル磁場を印加したトカマクプラズマでは、プラズマ電流の立ち上がりが遅れ、 I_p が減少している(a)。これは立ち上がり時の水平磁場が最適でないため、 $Z=0$ の赤道面より上部でプラズマが生成されていることによると考えられる。また、垂直磁場が強いときはヘリカル磁場印加により、プラズマ大半径が大きくなっている(b)。

現在のフィッティング法では装置上方で生成されたプラズマに対応できないこと、計測時にMMPがプラズマに影響を与えることから、トロイダル磁場(TF)コイル内壁に磁気プローブアレイを設置しプラズマへの影響が少ない磁場測定を行うことを計画している。詳細はポスターにて発表する。