

Engineering design for the Chinese First Quasi-axisymmetric Stellarator CFQS

木下茂美¹、清水昭博¹、岡村昇一¹、磯部光孝^{1,2}、Haifeng LIU³、CFQSチーム^{1,3}
S. KINOSHITA¹, A. SHIMIZU¹, S. OKAMURA¹, M. ISOBE^{1,2}, H. LIU³, CFQS team^{1,3}

¹核融合科学研究所、²総研大、³西南交通大学
¹NIFS, ²SOKENDAI, ³SWJTU

核融合研究所と中国西南交通大学の共同プロジェクト(NSJP)として、モジュラーコイルを用いた準軸対称ヘリカル型核融合装置CFQS (the Chinese First Quasi-axisymmetric Stellarator) の建設計画が進行中である。本装置の構造について、工学的視点を中心に報告する。

図1に $\beta = 0$ の最外殻磁気面を示す。主半径 $R_0 = 1$ m、磁場 $B_t = 1$ T、周期数 $N_p = 2$ 、アスペクト比 $A_p = 4$ である。全領域で、回転変換 $\nu/2\pi = 0.35 \sim 0.38$ でほぼ一定、かつ磁気井戸が形成されるのが本装置の特徴である。

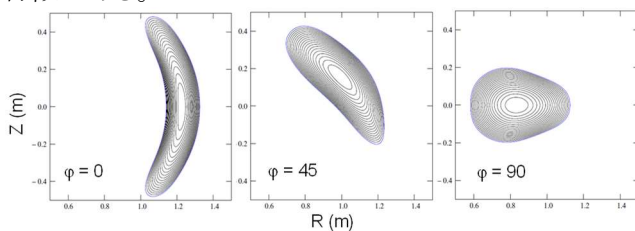


図1 平衡磁場 (真空)

主な機器の仕様を表1、装置本体の構造を図2に示す。複数の平衡磁場の特性を調べることが目標に本装置を設計した。この目標を達成するため、7台の電源を準備する。図1の平衡磁場は、16個のモジュラーコイルのみで発生できる。これにPFCとTFCを加えることで、プラズマの位置や回転変換(Rotational Transform)分布の異なる実験を行う。回転変更を調整して0.4の有理面を作ると、その周りにIBD(Island Bundle Diverter)が形成されるので、その有効性を実験的に確認する予定である。さらに、4種類のタイプ別にモジュラーコイルの電流を調整すると様々の平衡磁場を発生できるので、それらの比較実験を行う計画である。

モジュラーコイルはトカマクのTFCに似ているが、トカマクにない非対称な力が発生することが電磁力解析で明らかになった。それら複雑な分布に対応できるサポートの設計と有効性確認は今後の課題である。

真空容器の断面形状を実験で想定している最外殻磁気面より大きくした。多くのコイルやサポートが真空容器の近くに配置されるため、磁気プロ-

ブ等を真空容器の外側に固定することは困難である。また、組立最後に180度分割面の溶接が必要であるが、それを真空容器の外部から行う空間も無い。それらの対策として、ポートから真空容器内に作業が入れる設計とした。また、加熱用ヒータを取り付けると配線が複雑になるので、モジュラーコイルに500Hz程度の交流を流して渦電流で真空容器を加熱する予定である。

関連発表 S8-6, 6P64, 6P66 JSPF Annual Meeting 35 (2018/12/6)

表1 機器の仕様

Device	Specifications
Modular coils	312kAT x 4 types x 4, 132mm x 69mm
Poloidal Coils	139kAT x 2 types x 2, 90mm x 48mm
Toroidal Coils	35kAT x 2 types x 4, 40mm x 20mm
Power supplies	7 unites with 4.34kA and 0.6s pulse 4 with 2.4kV for MC 2 with 1.5kV for PFC 1 with 430V for TFC
Vacuum Vessel	SUS316L, Thickness 6 mm 0.45m x 1.19m at $\phi = 0^\circ$ 0.86m x 0.56m at $\phi = 90^\circ$ Without one turn break 130°C baking by inductive heating One turn resistance 0.3 m Ω 1500 ℓ /s TMP x 2
Plasma heating	Tangential NBI with 40kV 1MW ECH with 54.5GHz 450kW

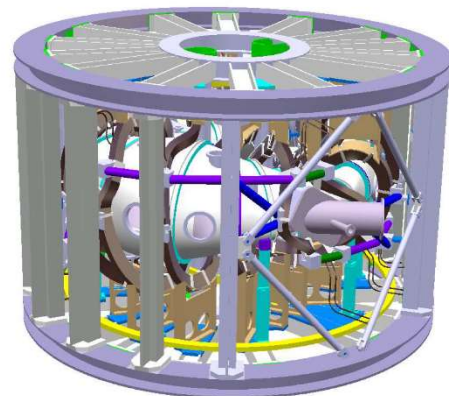


図2 全体構造図