08P42

準軸対称ステラレータ CFQS の真空磁気面制御の検討

Vacuum magnetic surface control of quasi-axisymmetric stellarator CFQS

木下茂美[1]、 清水昭博[1,2]、岡村昇一[1]、磯部光孝[1,2]、刘峰海[3]、许宇鸿[3]

KINOSHITA Shigeyoshi[1], SHIMIZU Akihiro[1,2], OKAMURA Shoichi[1], ISOBE Mitsutaka[1,2], LIU Haifeng[3], XU Yuhong[3]

[1]核融合科学研究所、[2]総合研究大学院大学,[3]西南交通大学

[1]NIFS, [2]SOKENDAI, [3]SWJTU

核融合研(NIFS)と中国西南交通大学(SWJTU)の共同プロジェクト(NSJP)により、準軸対称ステラレータ型プラズマ実験装置CFQSを中国成都に建設中である[1,2]。本装置はトカマクに似た特性の平衡を発生できるようにモジュラーコイルが最適化されているが、他の制御コイルを追加することで、磁気面の物理特性を変更可能な設計になっている。その特徴を生かし、回転変換の影響、高ベータやダイバータ配位の特性を実験的に調べる予定である。本発表では、制御コイルと磁気面の関係を説明する。

図1に制御コイルの構成を示す。制御コイルは4種類16個のモジュラーコイル(MC)、2種類4個のポロイダルコイル(PFC)、3種類12個のトロイダルコイル(TFC)からなり、種類毎に別電源、合計9電源で制御される。TFCはケーブルを真空容器に巻いた簡易的なコイルである。それは自然空冷で冷却に長時間を要するため、1ショットの通電時間を制限して温度上昇を小さくする設計になっている。

プラズマ形状制御は、主にPFCで行うのが良いと考えている。図2にPFC電流と磁気面形状の関係を示す。本図は, IV電流とOV電流の約100個の組み合わせでビオサバール則による磁力線追跡によって真空磁気面を計算し、回転変換と主半径の等高線を同じ図の上に描いた物である。本図から、回転変換と主半径を独立に制御できることが分かる。IV/OV=2の条件(右肩上がりの破線、点1～2を通過)だと、回転変換一定で主半径を制御できる。IV/OV=-8の条件(右肩下がりの破線、点A～Dを通過)だと、主半径一定で回転変換を制御できる。磁気軸磁場は主半径にほぼ逆比例するので、主半径一定の条件は磁場一定の条件と同じである。

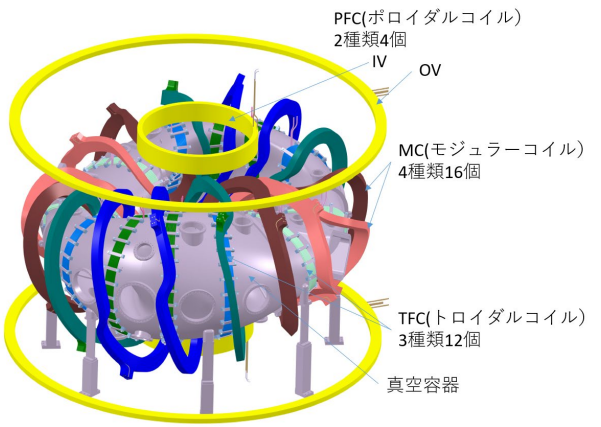

図１　制御コイルの構成

図2において、Iota(0)<0.4 and Iota(a)>0.33は大きな磁気島が形成されない領域であり、図3(a)のような金属リミター配位になる。主に、この領域で実験が行われる計画である。

回転変換を制御すると、回転変換が有理数になる面(有理面)に磁気島が形成され、それがプラズマ表面付近に来ると所謂バンドルダイバータ配位になる。図2に、ダイバータが形成される代表的な条件を点A～Dに示した。ここで、点A及びDでもダイバータは形成されるが、PFC電流が通電可能範囲(IV400kAT以下、OV200 kAT以下)の外にあるため、実際に実験可能な条件はB点及びC点である。B点とC点の磁気面を図3(b)に示す。ポロイダルモード数7及び6のダイバータ配位が形成されることが分かる。

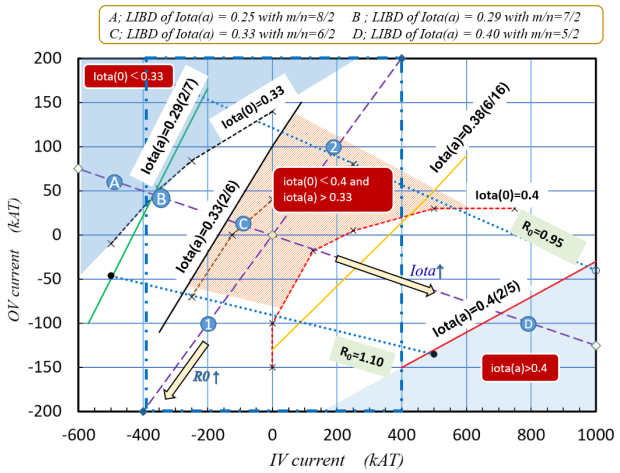

図２　PFC による磁気面制御範囲

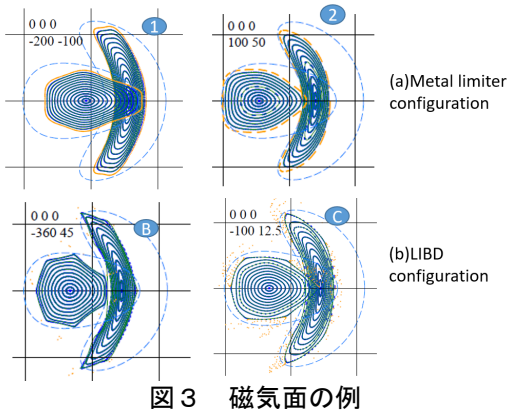

図３　磁気面の例

[1] M. Isobe *et al.*, Plasma Fusion Res. **14** (2019) 3402074.

[2] S. Kinoshita *et al.*, Plasma Fusion Res. **14** (2019) 3405097