

ヘリカル核融合炉FFHRの自己無撞着なプラズマ運転シナリオの解析 Analysis of Self-consistent Plasma Operation Scenario of Helical Fusion Reactor FFHR

後藤拓也, 宮澤順一, 坂本隆一, 鈴木康浩, 鈴木千尋, 關良輔, 佐竹真介, 黄柏慈¹,
沼波政倫, 横山雅之, 相良明男, FFHR設計グループ

GOTO Takuya, MIYAZAWA Junichi, SAKAMOTO Ryuichi, SUZUKI Yasuhiro,
SUZUKI Chihiro, SEKI Ryosuke, SATAKE Shinsuke, HUANG Botsz, NUNAMI Masanori,
YOKOYAMA Masayuki, SAGARA Akio and the FFHR Design Group

核融合研,¹総研大
NIFS,¹SOKENDAI

ヘリカル核融合炉FFHR-d1の概念設計活動が進展し[1]、定常運転点に達するまでのプラズマ運転制御シナリオの検討も進んでいる。一方でヘリカル装置では良好なエネルギー閉じ込めとMHD安定性の両立が課題として認識されており、また炉条件でのブートストラップ電流の影響も十分に評価されていない。

そこで、1次元計算コード[2]を用い、これら全ての条件が整合する自己無撞着なプラズマ運転シナリオの検証を行った。計算コードではLHD実験結果に基づく簡易モデルによりプラズマ径方向分布の時間発展を予測し、得られた分布を統合輸送解析スイートTASK3D[3]で提供される詳細物理解析コード群で検証することで整合性を確保している。今回はFFHR-d1の配位の有力候補である、高アスペクト比 ($A \sim 6$) で磁気軸内寄せ ($R_{ax}/R_c = 3.5/3.9$) の磁場配位で最外殻磁気面形状を固定し、閉じ込め磁場強度 5.6 T、ペレット入射速度 1.5 km/s の条件で計算を行った。なおイオンの温度と拡散係数は電子と同じと仮定し、外部加熱とアルファ加熱の吸収割合はそれぞれ100%、85%とした。

計算の結果、LHD実験で既に確認されている、 $i/2\pi = 1$ の有理面でのMercierパラメータ (D_I) が 0.3 以下、全エネルギー損失に占める新古典輸送の割合が1/2以下の条件においても、核融合利得 $Q > 10$ が達成可能であること (図1)、またブートストラップ電流の影響も限定的であることが確認できた。今回の解析によりこれらの物理条件が運転領域に及ぼす影響の系統的・定量的な評価も可能となり (図2)、今後の実験・理論シミュレーションおよび設計研究で重点を置くべき課題の明確化が期待される。

本研究はJSPS科研費24060704の助成を受けて行われた。

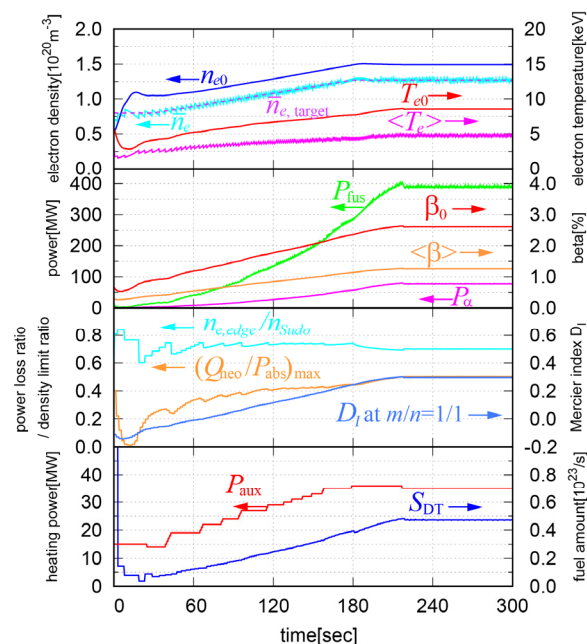


図1 $Q \sim 10$ の自己無撞着な運転シナリオ

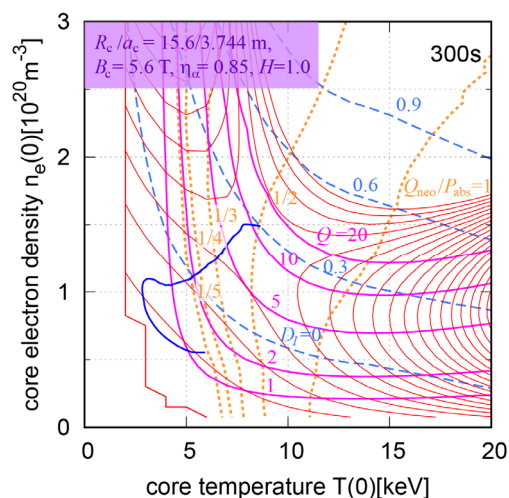


図2 定常運転点での POPCON プロット

- [1] A. Sagara, et al., Fusion Eng. Des. **89** (2014) 2114.
- [2] T. Goto, et al., Nucl. Fusion **55** (2015) 063040.
- [3] M. Yokoyama, et al., PFR **8** (2013) 2403016.