

内部輸送障壁を含む核燃焼プラズマにおける
密度制御と不純物輸送に関する研究
Analysis of density control and impurity transport on burning plasma
including internal transport barrier

山上智之、藤田隆明、有本英樹、山崎耕造
T. Yamakami, T. Fujita, H. Arimoto, K. Yamazaki¹

名大院工, 名大名誉教授
Nagoya University, Nagoya Univ. Prof. Emeritus¹

内部輸送障壁(ITB)の形成はコアプラズマの閉じ込め性能を大幅に改善することができるが、巨視的な安定性を保ちつつ閉じ込め性能を高めるには、ITB 形成位置や圧力勾配の適切な制御が必要である。自己加熱が中心の将来的な核融合炉において、ペレット入射などの密度制御は ITB 制御の有効な手段の一つである。一方、壁面材料からの不純物のコアプラズマへの混入はプラズマ性能に大きな影響を与える。そのため密度制御、不純物輸送が ITB プラズマに及ぼす影響を知ることは重要な研究課題である。

本研究では 1.5 次元平衡輸送解析コード TOTAL [1]を用いてトカマク型核融合炉(大半径:5.29m 小半径:1.25m 磁場強度:7.11T)におけるペレット入射条件と ITB 形成の関係性、及び不純物が ITB プラズマに及ぼす影響に関するシミュレーション研究を行った。ITB 形成は、ExB シア流がイオン温度勾配(ITG)不安定性を抑制し、局所的に圧力勾配を形成するという形で説明できる。輸送モデルには mixed Bohm /Gyro-Bohm モデルを用いており、ExB シア流による ITG 抑制も再現できる。

図 1 (左) は定常状態の ITB を有する負磁気シアプラズマにタングステン中性フラックスの入射という形で混入($t=100\text{s}$)した場合の電子密度 n_e と温度 T_e の時間変化である。本シミュレーションでは、核融合出力が一定となるように、粒子供給量 (ペレット入射頻度) 及び加熱パワーを帰還制御している。タングステン流入量が少ない場合にはプラズマに大きな影響を与えないが、混入量が増加すると T_e が低下することがわかる。このとき、図 1 (右) に示すように、ITB の幅が減少することが確認された。これは、ITB の内側に蓄積した不純物による放射損失が増加したためと推測される。詳細な解析結果はポスターにて発表する。

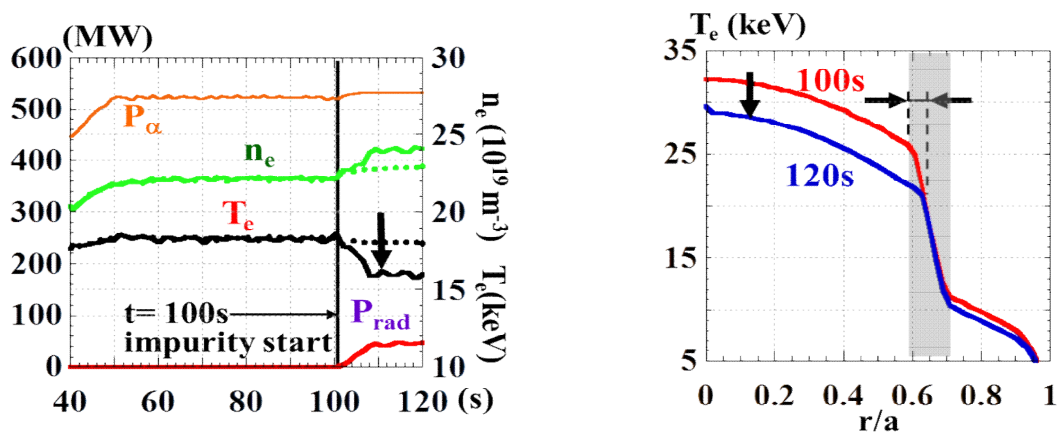


図 1 (左) α 加熱パワー、電子密度、電子温度の時間発展

不純物フラックス量(m^2s^{-1}) 実線 : 5.0×10^{18} 、破線 : 0.5×10^{18}

(右) 5.0×10^{18} のタングステン不純物を混入した場合の電子温度分布