

LHDプラズマにおける高温領域の拡大

Extension of Operational Regime in High-Temperature Plasmas in the LHD

高橋裕己¹, 長壁正樹¹, 永岡賢一¹, 山田一博¹, 村上定義², 居田克巳¹, 竹入康彦¹,
若狭有光², 中野治久¹, LHD実験グループ¹

TAKAHASHI Hiromi¹, OSAKABE Masaki¹, NAGAOKA Kenichi¹, YAMADA Ichihiko¹,
MURAKAMI Sadayoshi², IDA Katsumi¹, TAKEIRI Yasuhiko¹, WAKASA Arimitsu², NAKANO
Haruhisa¹ and LHD experiment group¹

核融合科学研究所¹, 京都大学大学院工学研究科²
National Institute for Fusion Science¹, Kyoto University²

大型ヘリカル装置LHDにおいて、近年、大電力の77 GHzジャイロトロン(1 MW超)、垂直NBI (6 MW/40 keV)が導入され、ECHの総加熱電力は3.7 MW, NBIの総加熱電力は28 MWに到達した。これらの加熱機器のアップグレードに伴い、高電子温度領域、並びに高イオン温度領域の拡大が進展している。

図1に典型的な高イオン温度放電における、(a) イオン温度、電子温度、電子密度の径方向分布、(b) LHDにおける到達中心イオン温度の進展を示す。図1 (b)の P_i はFIT3Dコードによって評価されたイオン加熱電力である。2011年度においては、ICRFを用いた壁コンディショニング運転を行うことにより、プラズマ周辺領域の中性粒子リサイクリングを低減させることができた。これにより、プラズマコア領域のイオン加熱電力を増加させることが可能となり、中心イオン温度7 keVのプラズマを実現した。また、図1 (b)より、2010年度の垂直NBIの導入によるイオン加熱電力の増強、並びに、2011年度のICRFを用いた壁コンディショニングを組み合わせた運転により、着実に中心イオン温度を増加させることに成功している。

LHDにおいては、高イオン温度プラズマは主としてカーボンペレットを用いた放電において得られている。本研究ではペレット入射によるイオン温度増加過程におけるイオン熱輸送、並びに運動量輸送のダイナミックな変化を調査した。図2に高イオン温度放電における、ペレット入射後のイオン温度勾配とイオン熱フラックスの関係を示す。図2のグラフの傾きはイオン熱拡散係数を表しており、カーボンペレット入射後、イオン温度勾配が大きく増大し、イオンの熱閉じ込め状態が改善していることがわかる。この時、トロイダルフロー勾配も大きく増大しており、イオン熱輸送改善時において、運動量輸送も改善していることがわかった。

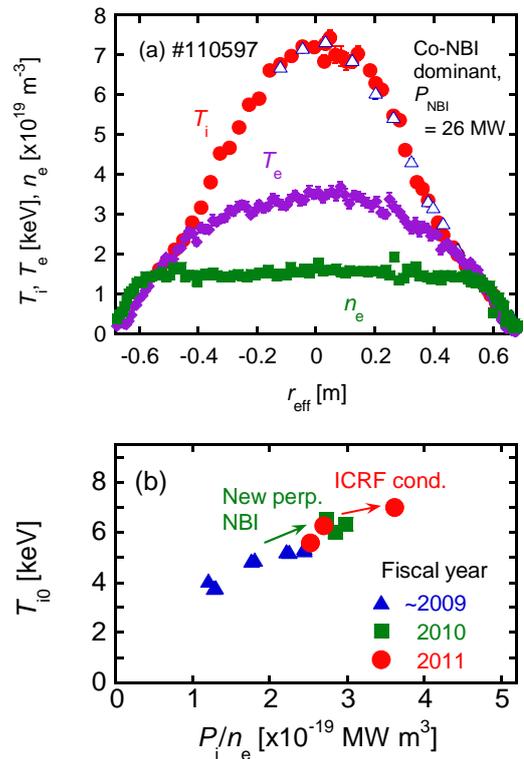


FIG. 1. (a) The radial profiles of T_i , T_e and n_e in a typical high T_i discharge and (b) the progress of the achieved T_i in the LHD.

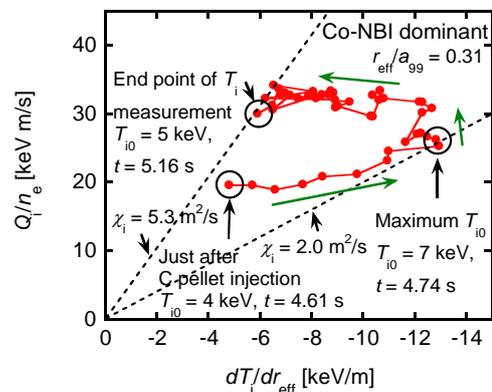


FIG. 2. The flux-gradient relation between (a) Q_i/n_e and dT_i/dr_{eff} .