

電子サイクロトロン共鳴加熱の最適入射による LHD プラズマの高電子温度化 Increased electron temperature of LHD plasmas by optimum ECRH injection

辻村 亨¹, 久保 伸¹, 高橋 裕己^{1,2}, 牧野 良平¹, 關 良輔¹, 吉村 泰夫¹, 伊神 弘恵¹, 下妻 隆¹, 居田 克巳^{1,2}, 鈴木 千尋¹, 江本 雅彦¹, 横山 雅之¹, 小林 達哉^{1,2}, 文 贊鎬¹, 永岡 賢一^{1,2}, 長壁 正樹^{1,2}, 小林 策治¹, 伊藤 哲¹, 水野 嘉識¹, 岡田 宏太¹, 江尻 晶³, 武藤 敬^{1,2}, LHD 実験グループ¹

Toru I. TSUJIMURA¹, Shin KUBO¹, Hiromi TAKAHASHI^{1,2}, Ryohei MAKINO¹, Ryosuke SEKI¹ *et al.*

¹ 核融合研, ² 総研大, ³ 東大新領域

¹NIFS, ²SOKENDAI, ³GSFS, U. Tokyo

中心イオン温度 6 keV, 中心電子密度 $1.4 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ の LHD 高 T_i プラズマにおいて, 中心電子温度を 7.6 keV まで増加させた。この結果は新しく導入した 154 GHz のジャイロトロンによる加熱だけでなく, 電子サイクロトロン共鳴加熱 (ECRH) の入射方向の最適化によって得られた [1]。この最適化は改良した光線追跡コード *LHDGauss* を用いることによって行われた。実験で得られる 3 次元平衡マッピングの高速後処理システム [2] を *LHDGauss* に取り入れた。

光線追跡計算のために, 放電終了後に LHD データベース [3] に登録されている ECRH 入射設定や, 平衡マッピングを含むトムソン散乱計測の解析データを自動で取得した。電子温度や電子密度分布を与える平衡マッピングは最外殻磁気面外へ外挿している。これにより, 光線の最外殻磁気面外での屈折だけでなく, 入射アンテナミラーからターゲット位置である吸収点までを 1 次元波動方程式を解くことで, O モードと X モードの比率を求めることができたようになった。この仮想磁気面を用いることで, プラズマ周辺部でのモデル化された電子密度分布や磁気シニアが入射偏波に与える影響を取り入れた。

全てのトムソン散乱計測のタイミングにおけるパワー吸収分布は LHD データベースに登録され, それを元にして放電ごとに入射方向が調整できるようになった。図 1 に示すように, 入射方向を調整することで磁気軸での電子加熱を実験効率良く達成した。図 2 に示すように, 磁気軸中心での電子温度の上昇が観測された。改良した *LHDGauss* を用いることで, LHD プラズマの高温度領域の拡大に寄与した [1]。

[1] T. I. Tsujimura *et al.*, Nucl. Fusion, *to be published*.

[2] C. Suzuki *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **55**, 014016 (2013).

[3] M. Emoto *et al.*, Fusion Eng. Des **89**, 758 (2014).

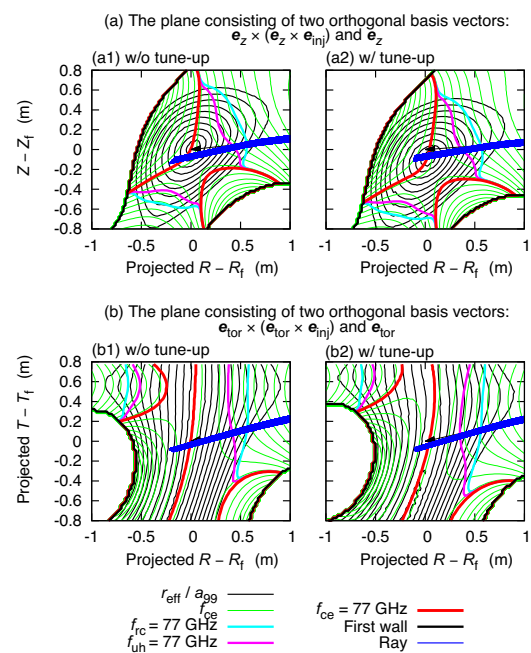


図 1: 入射方向調整前後における 2-OUR 77 GHz ECRH の光線追跡計算 (文献 [1] 図 8 より転載)

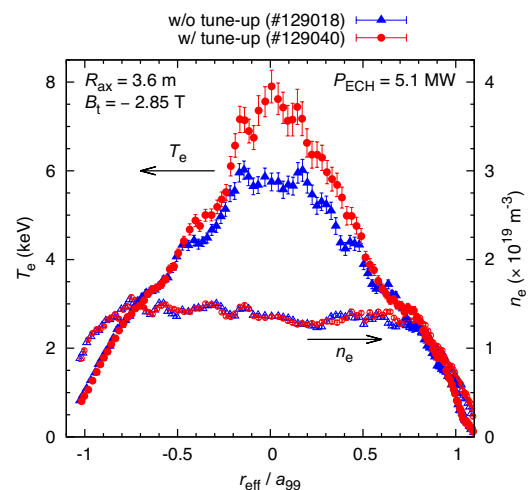


図 2: 入射方向調整前後における規格化半径 r_{eff}/a_{99} に対する T_e と n_e の分布 (文献 [1] 図 9 より転載)