

01Cp7

強磁場側からの基本Xモード入射による高密度プラズマの電子サイクロトロン共鳴加熱

ECRH in high density plasmas by fundamental X-mode launched from the high magnetic field side

伊神弘恵¹、久保伸^{1,2}、下妻隆¹、吉村泰夫¹、西浦正樹¹、辻村亨¹、矢内亮馬¹、
 釦持尚輝¹、田中謙治¹

Hiroe Igami¹, S. Kubo^{1,2}, T. Shimozuma¹, Y. Yoshimura¹, M. Nishiura¹, T. Tsujimura¹, R. Yanai¹,
 N. Kenmochi¹, K. Tanaka

¹核融合研、²名大工
¹NIFS, ²Nagoya Univ.

大型ヘリカル装置(LHD)では、水平ポートアンテナに設置された電子サイクロトロン共鳴加熱(ECRH)用アンテナから向かって斜め右上のヘリカルコイル鞍部直上を狙って77GHzのミリ波を入射することで、右手遮断(RC)を避けて異常波(X)モードを強磁場側から基本電子サイクロトロン共鳴(ECR)層に磁場に平行な伝播成分を持ちながら近接させることができるため(図1)、基本XモードによるECRHが可能である。また基本XモードはECR層より強磁場側の領域では左手遮断密度以下であれば伝播可能なので、基本Oモードの遮断密度以上でも基本XモードによるECRHが期待できる。

垂直方向の中性粒子ビーム(NB)入射と接線方向のNB入射で保持した、線平均電子密度が77GHzのプラズマ遮断密度にほぼ等しいプラズマに強磁場側からの基本X-mode入射を7Hzのパワー変調をかけて行った場合のプラズマ放電波形を図2に示す。蓄積エネルギーと電子サイクロトロン放射(ECE)を計測して得られた電子温度がパワー変調に応じて変化していることがわかる。また図3からは、ECE信号のFFT解析から得られた7Hz変調成分の振幅のピークと位相遅れの底が実効小半径で0.45m付近に位置し、光線追跡計算が示すパワー吸収位置の中心にほぼ一致することがわかる。ECRH重畳前後の蓄積エネルギーの時間変化から求めた加熱効率は52%であった。一方、線平均密度が遮断密度の70%の場合は84%であった。いずれの密度の場合もXモードの光線追跡計算は100%に近い加熱効率を示している。プラズマ周辺部での反射・屈折・モード結合等の波動プラズマ相互作用の影響をより正確に把握した上でミリ波入射条件を最適化する必要があると考えられる。

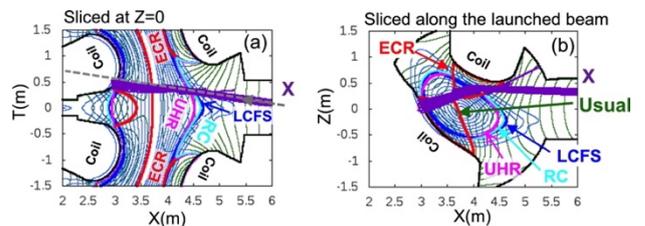


図1: LHD水平ポートアンテナを用いた強磁場側からの基本X-mode入射によるECRHへの波動近接。(a):赤道面でスライスした面、(b): 入射ビームと上下方向が成す面(ビーム入射断面)、に投影した、X-modeの光線追跡軌道(紫)と通常時のO-mode入射方向(Usual,緑)、ECR層(赤)、右手遮断(RC:水色)、外挿を含む磁気面の等高線(青)

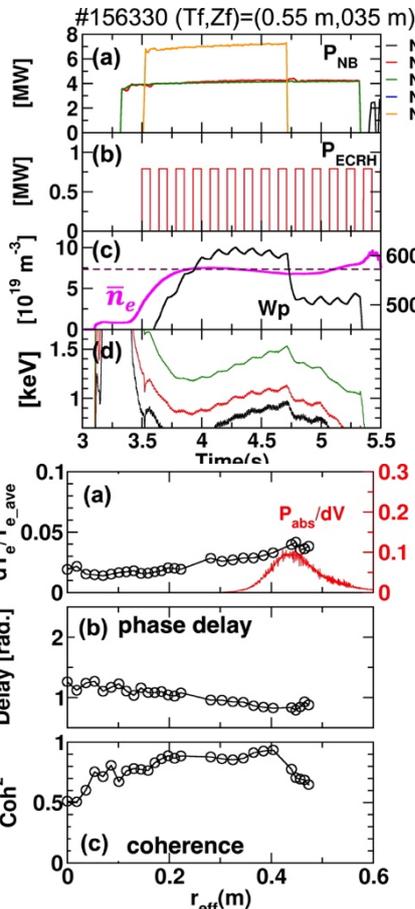


図2: (a): NB入射パワー、(b): 基本XモードECRH入射パワー、(c): 線平均電子密度と蓄積エネルギー、(d): ECE計測により得られた電子温度

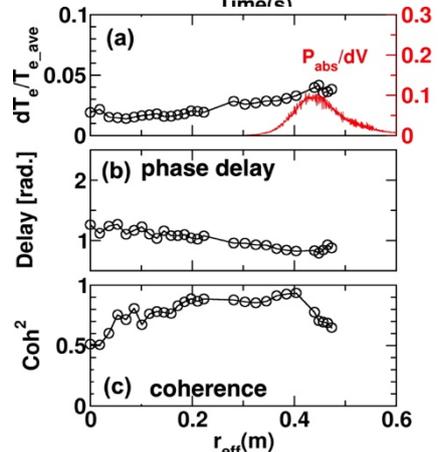


図3: (a): 7 Hz 変調 ECRH による温度変化(黒)分布、光線追跡計算より得られ X-mode のパワー吸収密度分布(赤)、及び(b): ECE 7Hz 変調成分の ECH 変調信号からの位相遅れと、(c): コヒーレンス、の分布