

中性粒子入射と電子サイクロトロン共鳴加熱によるプラズマ立ち上げ時の低域混成共鳴周波数帯の波動計測

Observation of waves in lower hybrid frequency range at the plasma start-up phase initiated by NBI and ECRH

伊神弘恵, 樋田美栄子, 齋藤健二, 秋山毅志, 神尾修治, 關良輔
IGAMI Hiroe, TOIDA Mieko, SAITO Kenji, AKIYAMA Tsuyoshi, KAMIOI SHUJI,
and SEKI Ryosuke

核融合研
NIFS

磁場閉じ込め型プラズマ実験装置や惑星磁気圏では、高速イオンによって励起されるイオンサイクロトロン周波数帯から低域混成共鳴周波数帯の波動が観測される。大型ヘリカル装置(LHD)においても垂直中性粒子入射(NBI)時や、接線NBI時にこの帯域の波動が観測されている[1]。

LHDにおける軽水素ビームの接線NBIと電子サイクロトロン共鳴加熱(ECRH)によるプラズマ立ち上げ時に、低域混成共鳴周波数帯で階段状に変化する周波数スペクトログラムが得られた(図1-(a))。階段の間隔は約40MHzであり、これはプラズマ中心部の軽水素のイオンサイクロトロン周波数に一致する。レーザー干渉計で計測された線密度のアーベル変換から得られたプラズマ中心部の密度を用いて下式(1)

$$\omega_{LH} = |\Omega_e \Omega_i| [(1 + \omega_{pi}^2 / \Omega_i^2) / (\omega_{pe}^2 + \Omega_e^2)]^{1/2} \quad (1)$$

より低域混成周波数を計算し、イオンサイクロトロン周波数(40MHz)で規格化した値(図1-(b))の時間発展を周波数スペクトログラムと比較すると、低域混成周波数がイオンサイクロトロン高調波周波数に一致するよりも少し前の時間帯から該当する高調波が出現していることがわかる。また、各高調波の周波数は時間とともに上方にシフトしている。

樋田らによるシミュレーション研究は高速イオンのサイクロトロン波の不安定性が低域混成波に接続するイオンバーンシュタイン波(IBW)と強く結合することを示している[2]。

低域混成共鳴ではIBWと電磁波モード(速波)間の線形モード変換が起こり得る[3]。IBW発生領域の近傍に低域混成共鳴が存在する時間帯に、IBWから電磁波に線形モード変換した波を観測したものと考えられる。

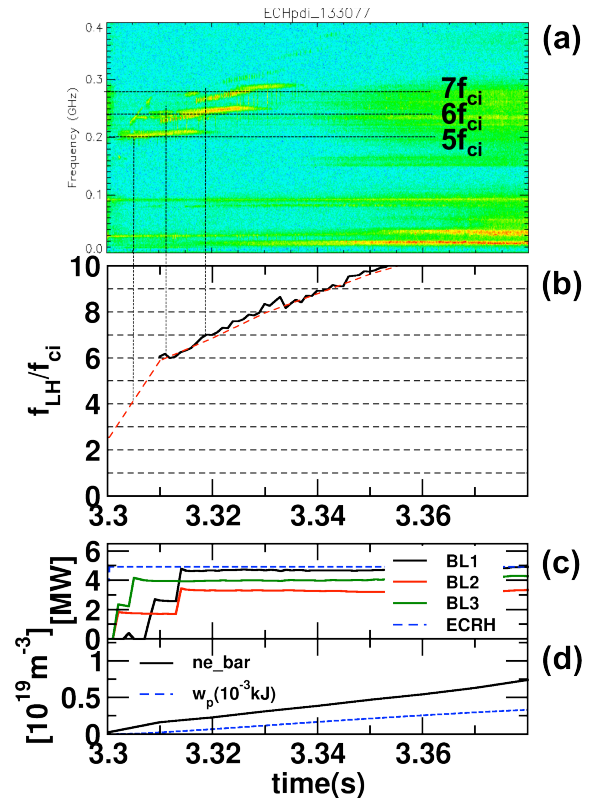


図 1: (a) ディスコアンテナ(ダイポールアンテナの一種)で受信した波動の周波数スペクトログラム、(b) 軽水素のイオンサイクロトロン周波数で規格化した低域混成周波数、(c) 軽水素ビームの接線 NBI(BL1-3) と ECRH の加熱入力、(d) 線平均電子密度と蓄積エネルギー

参考文献

- [1]. K. Saito et al., *Plasma and Fusion Res.* **13**, 340243 (2018)
- [2]. M. Toida et al., This conference, 6P12
- [3]. T.H. Stix, *Phys. Rev. Letters* **15**, 878 (1965)