

## JT-60Uにおける電子サイクロトロン波入射によるICRF波動励起の観測 Observation of ICRF wave excitation by electron cyclotron wave injection on JT-60U

隅田 脩平<sup>1</sup>, 篠原 孝司<sup>2,1</sup>, 市村 真<sup>3</sup>, 坂東 隆宏<sup>4</sup>, Andreas Bierwage<sup>1</sup>, 小林 貴之<sup>1</sup>,  
山崎 響<sup>1</sup>, 井手 俊介<sup>1</sup>

S. Sumida<sup>1</sup>, K. Shinohara<sup>2,1</sup>, M. Ichimura<sup>3</sup>, T. Bando<sup>4</sup>, A. Bierwage<sup>1</sup>, et al.

<sup>1</sup>量研, <sup>2</sup>東大, <sup>3</sup>筑波大, <sup>4</sup>豊橋技科大

<sup>1</sup>QST, <sup>2</sup>Univ. of Tokyo, <sup>3</sup>Univ. of Tsukuba, <sup>4</sup>Toyohashi Univ. of Technol.

イオンサイクロトロン放射(ICE)は高速粒子が駆動するイオンサイクロトロン周波数帯(ICRF)の波動励起現象である。高速イオンが駆動するICEは、その励起過程が理解できれば、核融合炉における高速イオン診断法として利用できる。近年、トカマクプラズマのディスラプション時に逃走電子により駆動されるICEが観測された[1]。この高速電子駆動型ICEの励起過程を理解できれば、ICRF波動を印加することで、逃走電子の緩和に繋がりが得ると期待されている[2]。そのため、高速イオンだけでなく、高速電子とICRF波動との相互作用の理解も重要な課題である。

電子サイクロトロン(EC)波入射は能動的に電子を加速できる。そのため、もしEC波入射による高速電子が駆動するICEが存在すれば、高速電子とICRF波動の相互作用の新たな研究方法として利用できる可能性がある。これまでにJT-60UではICRF加熱用アンテナを高周波受信プローブアレイとして使用することで、高速イオン駆動型ICEの観測及びそのトロイダル・ポロイダル構造の計測に成功している[3]。そこで本研究では、JT-60UにおいてEC波入射による高速電子駆動型ICEを見出し、高速電子とICRF波動の相互作用の理解に寄与することを目指す。

JT-60Uにおいて、高速イオン源となり得る中性粒子ビーム(NB)が入射されていない時間帯の実験データを探索することで、EC波入射に伴い、高速イオン駆動型でないICEが観測されていたことを見出した。図1に軽水素(H)プラズマにおける典型的な観測結果を示す。図中の時間帯では、NB入射やICRF加熱が実施されていないにもかかわらず、低磁場側プラズマ端のイオンサイクロトロン周波数近傍でICEが観測される。重水素(D)プラズマにおいても同様にEC波入射によりICEが観測されていた。もしICEを駆動し得る高速Dイオンが何らかの理由でEC波入射により発生すれば、バルクDイオンとの核融合反応によりDD中性子発生率が増加するはずであるが、中性子モニタ信号からは中性子発生率の増加が認められなかった。そのため、高速イオン駆動型でないICEと判断できる。

さらにICRFアンテナ間のトロイダル方向・ポロイダル方向の位相差を計測した結果、このICEの波は定在波を形成し、電磁的な波動であることが示唆された。これらの波の特徴は、JT-60Uにおいて垂直方向中性粒子ビーム入射により励起される高速イオン駆動型ICEの波動[3]と類似している。本講演では上記に加えて、EC波入射に起因した高速電子がICEの駆動源となり得るか、高速電子の軌道周波数とICEの観測周波数の比較により議論する。

本研究はJSPS科研費(20K14447)の助成を受けている。

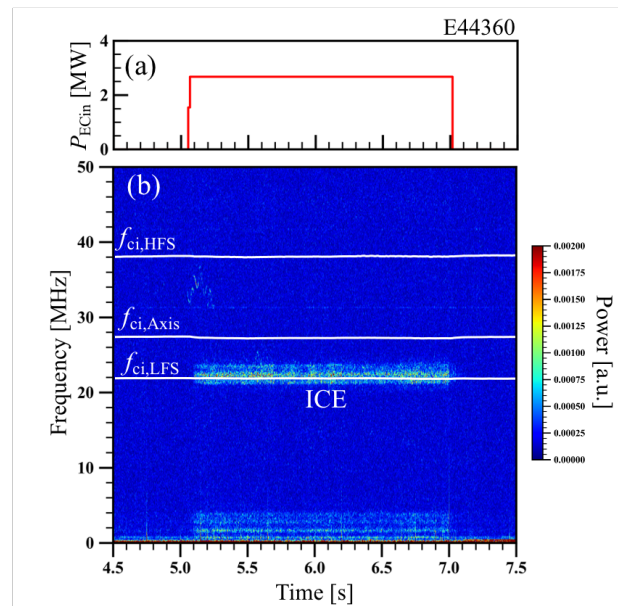


図1. JT-60UのHプラズマにおける(a)EC入射パワーと(b)ICEの周波数スペクトルの時間発展。ここで、 $f_{ci,HFS}$ と $f_{ci,LFS}$ 、 $f_{ci,Axis}$ はそれぞれ高磁場側と低磁場側のプラズマ端、プラズマ軸上におけるHイオンサイクロトロン周波数である。

[1] A. Lvovskiy *et al.*, Nucl. Fusion **59**, 124004 (2019).

[2] Z. Fuo *et al.*, Phys. Plasmas **25**, 032504 (2018).

[3] M. Ichimura *et al.*, Nucl. Fusion **48**, 035012 (2008).