

# LATE装置における電子バースタイン波を用いた オーバーデンスプラズマの無誘導形成

野澤嘉孝, 梶田竜助, 打田正樹, 田中仁, 前川孝

京都大学大学院エネルギー科学研究科

球状トカマクにおける無誘導立ち上げ方法の確立は、経済的でコンパクトな炉の実現にとって重要となる。いくつかある無誘導立ち上げ方法の中でも、電子サイクロトロン共鳴加熱/電流駆動 (ECH/ECCD) のみで立ち上げる方法は入射アンテナをプラズマから離れた位置に設置するだけで良いため、放射化や不純物の流入の恐れがなく、炉工学上優れた方法である。ECHは燃焼フェーズにおいても新古典テアリングモードの抑制や電流分布制御に活用されるため、その利用は立ち上げ時だけにとどまらない。京都大学のLATE装置では、ECH/ECCDのみで無誘導に球状トカマクプラズマ (アスペクト比  $A \sim 1.5$ ) の形成・維持を行っている。伝播と吸収に密度上限のない電子バースタイン波 (EBW) を用いてECH/ECCDを行っている。

EBWを用いたECH/ECCDによって、遮断密度を大幅に超えたプラズマの形成・維持に成功している [1, 2]。そのような放電においては、電流と密度がランプアップしていく過程で、磁気プローブ計測信号に間欠的なスパイク状の変動を伴う密度変動が観測されている [3]。プラズマ中心を通る視線に沿った線積分密度の変化で $\sim 50\%$ の変動も観測されている。密度プロファイルや可視光領域の発光像の変化から、最外殻磁気面外へとプラズマが噴出する現象であることがわかった。この現象によりプラズマの立ち上げの効率が劣化している可能性がある。また、より高いサンプリング周波数でデータの取得を行ったところ、密度の崩壊時にAlfvén波の周波数帯 ( $\sim 100$  kHz) の振動を伴っていることが明らかになった。

これまでLATE装置では、2.45 GHzまたは5 GHzどちらかの周波数のマイクロ波を用いた立ち上げ実験を行っていたが、これらを同時に入射する実験を行った。2.45 GHzマイクロ波で立ち上げ、放電の終盤に5 GHzマイクロ波を重畳入射する実験を行った。2.45 GHzマイクロ波で立ち上げられたプラズマの密度は2.45 GHzの遮断密度に対しては $\sim 6.6$ 倍、5 GHzの遮断密度に対しては $\sim 1.7$ 倍に達しており、2.45 GHzと5GHzともにEBWによるECH/ECCDが行われたと考えられる。5 GHzマイクロ波の重畳時に、硬X線の放射強度の上昇とともにプラズマ電流のランプアップが確認された。5 GHz EBWのパワーがドップラー効果により第二高調波 ECR 層と UHR 層の間で高エネルギーテイル電子に吸収され、電流を駆動したと考えられる。

- [1] M. Uchida *et al.*, Fusion Energy 2012 (Proc. 24th Int. Conf., San Diego, USA, 2012), IAEA-CN-197/EX/P6-18.
- [2] H. Tanaka *et al.*, Fusion Energy 2016 (Proc. 26th Int. Conf., Kyoto, Japan, 2016), IAEA-CN-234/EX/P4-45.
- [3] H. Tanaka *et al.*, Fusion Energy 2014 (Proc. 25th Int. Conf., St. Petersburg, Russian Federation, 2014), IAEA-CN-221/EX/P7-41.