

01Ep08

電子バーンスタイン波で生成された球状トカマクプラズマへの 電子ビーム入射実験

Experiment on electron beam injection into spherical tokamak plasmas produced by EBW in LATE

田中仁, 野澤嘉孝, 梶田竜助, 郭星宇, 芦田涼, 中井亮太郎, 長嶺巧巳,
出田雄己, 吉岡慎太郎, 打田正樹, 前川孝

TANAKA Hitoshi, NOZAWA Yoshitaka, KAJITA Ryusuke, Guo Xingyu, et al.

京都大学エネルギー科学研究科

Graduate School of Energy Science, Kyoto University

LATE 装置においては、電子サイクロトロン加熱・電流駆動 (ECH/ECCD) を用いて無誘導で球状トカマク配位を形成する実験を行ってきた。本実験では、電子バーンスタイン波 (EBW) のECH/ECCD により立ち上げた球状トカマクに電子ビームを入射し (EBI)、EC電流とEBI電流の合体ならびに入射電子ビームのECHによって、より高電流・高密度の立ち上げをめざす。

EBIのための電子銃 (エミッションサイズ 8 x 18mm) は真空容器下部ポート R=25.5cm, Z=-45.0 cmに、トロイダル方向 (EC電流を担う電子が周回する向き) に向けて設置した。電子のトロイダルドリフトは下向きであるが、~50Gの垂直磁場を上向きに加えるため、磁力線に沿って射出された電子はトーラスを一周すれば磁力線のピッチ分 ~11cm上側にシフトするので、電子銃背面に当たることなく入射可能となる。電源は20kV、250 μ Fのコンデンサーバンクと2本のイグナイトロンで構成され、10 Ω の抵抗を直列に入れている。

トロイダル磁場720Gにおいて26kWの2.45GHzマイクロ波を入射して (EC共鳴層位置はR=20.6cm) プラズマ電流 I_p を4.5kAまで立ち上げ、下図に示すように時刻 $t=0.17$ secにおいて-10kVの電圧電子銃に印加した。 I_p は印加後~0.1msecで~0.5kA減少するが、カソード電流 I_k が流れ始めると I_p は増加に転ずる。その後 I_k ~800Aが流れ続けたが、 I_p は顕著には増えなかった (図(c))。これは垂直磁場を~53Gのまま一定にしているためだと考えられる。一方、電子密度 n_e は EC共鳴層付近を中心に急激に増加し、 $t=170.30$ msecでは $1.7 \times 10^{18} \text{m}^{-3}$ となり (図(g))、更に増加後飽和し、 $t=171$ msecでEBIがオフになるまで $2.3 \times 10^{18} \text{m}^{-3}$ を維持した (図(d))。これは2.45GHzマイクロ波の遮断密度の約30倍である。しかし、この時の電子密度分布から見積もられたEBWのモード変換効率は40%以下であり、EBIオフ後はマイクロ波は入射していたが I_p も n_e も減少していった。 $t=170.30$ msecまでは I_p 増加と中心加熱が見られるので、モード変換効率が悪化しないような密度制御が必要だと考えられる。

