

電子バーンスタイン波加熱・電流駆動による
無誘導球状トカマク立ち上げ時の高速電子損失と熱流損失

Loss of high energy electrons and heat flux during the non-inductive spherical tokamak start-up by electronic Bernstein wave heating and current drive

野口哲夫, 中井隆裕, 野澤嘉孝, 梶田竜助, 大谷純己, 後藤恵介, 塚本亘,
久津間哲人, 松井三四郎, 山形周平, 打田正樹, 田中仁, 前川孝
NOGUCHI Tetsuo, NAKAI Takahiro, UCHIDA Masaki, TANAKA Hitoshi et al.

京都大学大学院エネルギー科学研究科
Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ.

LATE装置では電子バーンスタイン波加熱・電流駆動により無誘導に球状トカマクを立ち上げている。数十keVのエネルギーを持つ高速電子群がプラズマ電流を担うと考えられるが、この高速電子が真空壁やリミターに損失し電流駆動効率を低下させている可能性がある。高速電子の損失を調べるために、CdTe X線ピンホールカメラを用いて真空壁に衝突する損失高速電子が発するX線放射2次元分布を計測した。また、18 ch熱損失分布計測器によりLATE下部の熱損失分布を計測し、両者を比較した。

CdTe X線ピンホールカメラは、画素サイズ： $55 \mu\text{m} \times 55 \mu\text{m}$ 、画素数： 256×256 の2次元画像検出器XRI-UNO (IMATEK社製)を用いている。この検出器は、露光時間中に各画素に入射した40 keV以上のX線の持つエネルギーをカウント値として計測することができる。18 ch熱損失分布計測器は受熱部がMo板でできており、真空容器下面から高さ34.8 mmの位置に設置し、放電前後の温度差から熱量を計測している。本実験では、ピンホールカメラを真空容器上部から真空容器下部の18 ch熱損失分布測定器を見込んで視野の中心になるように設置した。画像は5 ms毎に撮影し、1画像あたりの露光時間は200 μs である。

図1に垂直磁場80 G、トロイダル磁場720 Gにおいて、24 kWの2.45 GHzマイクロ波を入射して立ち上げた際の放電波形と、各露光時間における画像全体のカウントの合計を示す。図2にプラズマ電流が ~ 7 kAでほぼ一定となっている $t = 0.15 \sim 0.25$ sの間の20枚の画像の和を示す。画像の左側がLATE装置の中心を、右側が外側に対応する。周囲よりも高くなっている18 ch熱損失分布計測器に高速電子が衝突してX線を発光したと考えられる。放電により18 chのMo板が受け取った熱量を図3(a)に示す。赤色は $t = 0.25$ sで放電が終了した時を、青色は $t = 0.148$ s時で放電が終了した時の熱量を示し、 $t = 0.148 \sim 0.25$ sの間の熱量(両者の差)を黒色で示した。これらを同時刻のX線総カウント数(図3(b))と比較すると、大半径 $R = 21$ cmにおいては、カウント数と熱量がともに一番大きくなった。 $R < 16$ cmにおいてはカウント数が減少したが、ほぼ一定の熱量が見られた。一方、 $R = 30 \sim 40$ cmにおいては流入熱量がほとんどなく、カウント数も非常に少なくなるという結果が得られた。

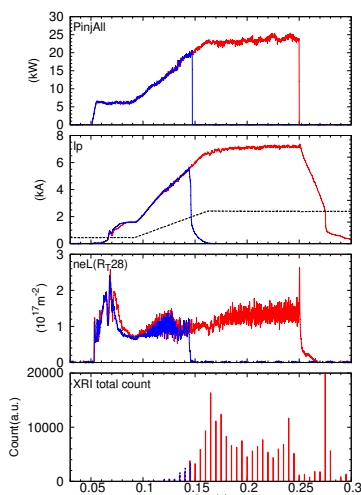


図1：放電波形

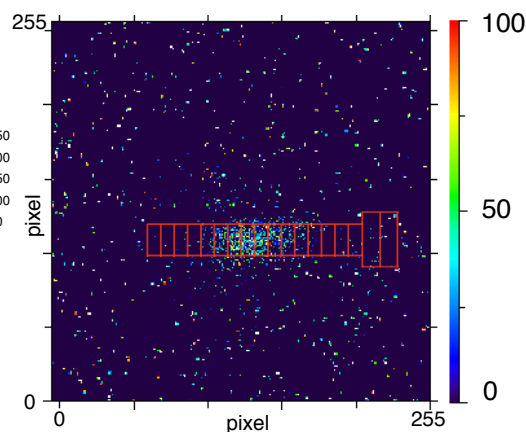


図2： $t = 0.15 \sim 0.25$ s間の画像の和

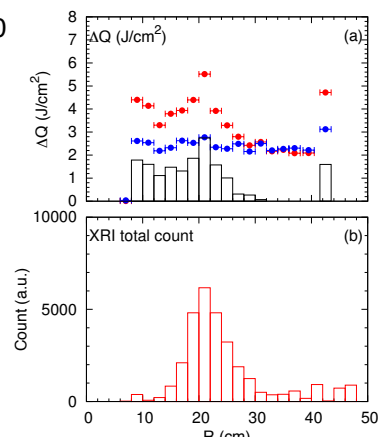


図3： $t = 0.15 \sim 0.25$ s間の大半径方向分布

(a) 単位面積当たりの流入熱量

(b) X線カウント数