

電子バーンスタイン波によって駆動された高速電子から放射されるX線のエネルギー分布および空間分布のCdTe検出器による計測

Measurements of the energy and the spatial distributions of the x-ray radiated from fast electrons driven by electron Bernstein wave using CdTe detector

星野新, 野澤嘉孝, 河原田俊秀, 高松恭平, 本多大輝, 渡辺大輔, 大村侑司, 梶田竜助, 酒井陽介, 白井玄佳, 打田正樹, 田中仁, 前川孝

HOSHINO Arata, NOZAWA Yoshitaka, UCHIDA Masaki, TANAKA Hitoshi et al.

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

LATE(Low Aspect ratio Torus Experiment)装置では、電子バーンスタイン波単独で遮断密度の約7倍の電子密度を持つマイクロ波球状トカマクプラズマを生成している。そのプラズマ電流は電子バーンスタイン波によって加速された高速電子が担っている。そのプラズマ電流を担う高速電子の生成過程を調べるために、高速電子が放射する硬X線制動輻射の、空間分布、エネルギースペクトル、時間発展を求めることが必要である。

硬X線波高分析を行うために、高速デジタルオシロスコープを新たに導入し、全波形を取り込んでからソフトウェアによりエネルギースペクトルを得られるシステムを開発した。高速デジタルオシロスコープは入力4チャンネルあり、サンプルスピード10MS/sでメモリ長が5MS/chである。検出器はCdTe検出器を用い、プリアンプ出力を波形整形し、ガウス型にする。取り込んだ波形は時間拡大しパルス1つ1つを確認することができる。ソフトウェアのアルゴリズムを以下に記す。

「オシロスコープで取り込んだ電圧とデータのうち、しきい値以上のものだけを切り取り、時間が連続しているデータをパルスとみなし、その数を数える。その後、ひとつひとつのパルスのピーク電圧を見つけ、アンプの出力電圧領域を512等分したBOXに仕分けをする。」

4chで空間分布を求めるために図1に示す配置で測定するシステムを構築している。これは位置をずらすことで大半径方向 $R=25.25\text{cm} \sim 42.75\text{cm}$ の範囲2.5cm間隔で、合計8点の垂直視線での空間分布が得られる。

図2に34kWの2.45GHzマイクロ波を入射したときの放電波形と大半径 $R=33.0\text{cm}$ と $R=40.5\text{cm}$ の検出器出力信号を示す。図3に上記のアルゴリズムを用いて時刻 $t=0.20 \sim 0.22\text{sec}$ のデータを解析した結果を示す。Shaping timeを現在の $2\mu\text{s}$ から最大 $0.5\mu\text{s}$ まで小さくすることで計数率の向上を図る。

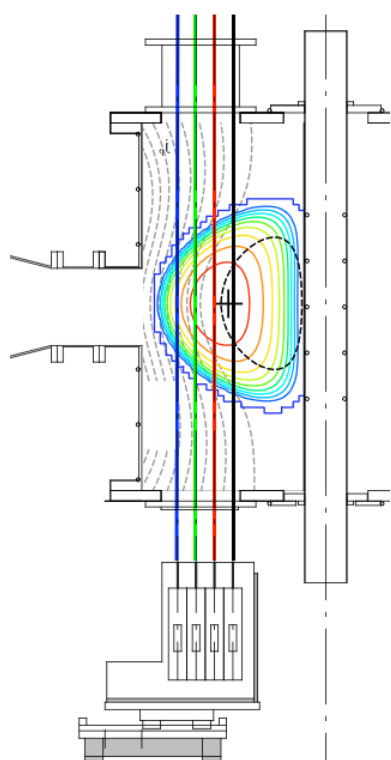


図1 新システム視線図

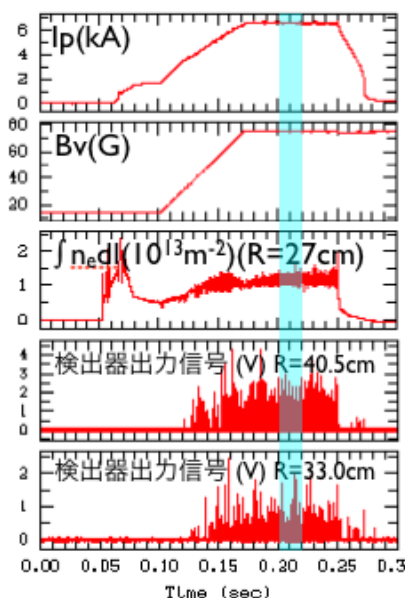


図2 放電波形

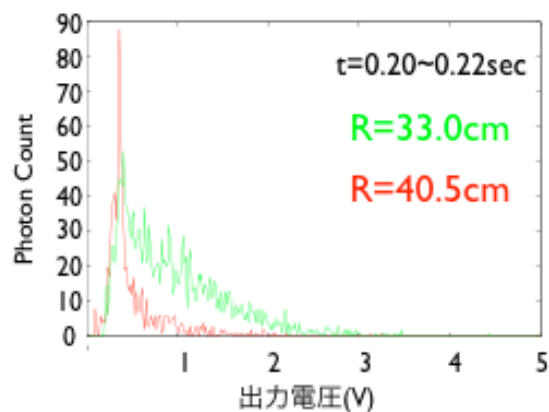


図3 解析結果