

30pA18P

半導体検出器を用いた 新しいイオン温度並びに電子温度空間分布の 単一プラズマショット同時計測・解析法の開発

A Novel Method for Simultaneous Measurements of Spatial Profiles of Ion and Electron Temperatures
Using Semiconductor Detectors and a Single Plasma Shot

沼倉友晴、長 照二、平田真史、小波蔵純子、南 龍太郎、吉田麻衣子、
永嶋賢史、渡辺裕之、伊藤浩一、織戸公成、中嶋洋輔、谷津 潔
筑波大学プラズマ研究センター

「半導体検出器新感度理論」[1]の拡張、及びイオン・ビーム実験結果をデータベースとして、計算機シミュレーションにより、イオン温度(Ti)計測の為の荷電交換中性粒子と電子温度(Te)計測の為のX線の半導体への同時入射時の新しい解析法を研究し、夫々の半導体検出器不感層に対する明瞭な差異をもつ特徴的減衰特性[2,3]を得た。

更に本研究では、(I) 新たに提唱したこの「Ti、Teの同時計測原理」をガンマ10を用いて実証し、(II) 他の標準的Ti或いはTe計測器の計測結果との比較をした。

本「新Ti、Te同時計測原理」を明確に実証する為に、以下のアイデアを用いた。

まず半導体検出器は、セントラル部とセントラル部に隣接するトランジション部に設置した。次に① 両部のTeは厚いX線吸収体を用いた従来の手法と、半導体X線新感度理論を用いた解析により、同じTeの空間分布を得、またセントラル部に既設のマイクロチャンネル・プレートを用いた計測より半導体検出器測定結果と一致したTeの空間分布(図1)を得た。② 更に新しいTi計測法実証に対し、(a) ガンマ10では高温イオンがイオン・サイクロトロン加熱(ICH)を行っているセントラル部に局在し、(b) 不純物イオンは、ICH高調波加熱条件を満たさないため、両部のいずれにも局在せず夫々で一定であり且つ少量である事、更に上記Teが等しいことから、③ 両部の半導体出力の差異が荷電交換中性粒子に拠る出力と考察した。図2にこれをプロットし、計算曲線と合わせTiの空間分布を得た。他方、標準的な荷電交換中性粒子計測法により同一のTiの空間分布(図2)を得た。以上Te、Ti夫々で、よい一致を得た。

以上の様に本講演では「半導体検出器を用いたX線並びに荷電交換中性粒子の同時入射計測法」に基づいた「Te、Ti同時計測新手法の原理を実証」したので報告する。[2,3]

[1] T. Cho *et al.*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A **348**, 475 (1994).

[2] T. Numakura *et al.*, Applied Physics Letters **76**, 146 (2000).

[3] T. Numakura *et al.*, Transactions of Fusion Technology (January, 2001) in press.

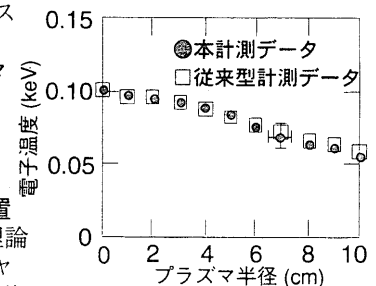


図1 電子温度空間分布測定結果

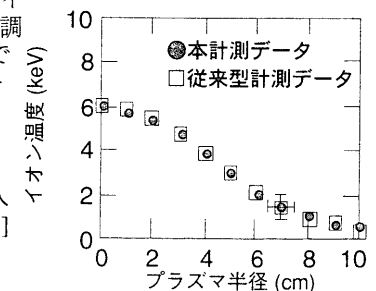


図2 イオン温度空間分布測定結果

30pA19P

新型半導体X線計測器によるガンマ10セントラル部及びアンカー部の 単一プラズマショット電子温度空間分布・時間変化計測

Simultaneous Observations of Temporally and Spatially Resolved Electron Temperatures
of the Central-Cell and the Anchor-Region Plasmas in the GAMMA 10 Tandem Mirror
By the use of a Single Plasma Shot Using Newly Semiconductor X-Ray Detector Arrays

南 龍太郎、長 照二、小波蔵純子、平田真史、沼倉友晴、吉田麻衣子、
永嶋賢史、渡辺裕之、伊藤浩一、吉川正志、谷津 潔
筑波大学プラズマ研究センター

本研究の背景を成している、我々のグループが提唱し、利用されている「半導体X線計測器新感度理論」[1,2]の新感度領域を用いて、従来は計測が不可能だった数10 eVから数10 keVまでの広範囲のプラズマX線時間・空間分布計測を可能にし、「単一プラズマ・ショットのみで電子温度の時間・空間分布を、時々刻々に計測できる」、新型マトリックス型半導体X線計測器(図1)を用いたX線計測系を設計・製作した。

今回新たに、タンデム・ミラー装置ガンマ10の、主要な閉じ込め領域であるセントラル部並びにプラズマ全体をMHD的に安定化するための極小磁場配位をもつアンカー部に、本X線計測系を設置した。このガンマ10セントラル部及びアンカー部において、単一プラズマ・ショットでの、数10 eVから数10 keV領域のX線計測に基づく、初めてのX線プラズマ断層撮像(トモグラフィ計測)を実施し、単一プラズマ・ショットのみによって電子温度の空間分布・時間変化を求め(図2)、ガンマ10セントラル部及びアンカー部の電子温度分布の相関を調べた[3,4]。このように、本X線計測系は、広エネルギー領域輻射X線(数10 eVから数10 keV)の時間・空間・エネルギー変化、延いてはプラズマ電子分布関数・電子温度の時間・空間分布計測ができるという特長を持っている。

本講演では、アンカー部のMHD安定性への寄与と詳細な両部の相関、中性粒子ビーム入射時の両部の振る舞い等を併せて報告する。

[1]長 照二 他、プラズマ核融合学会誌 **71**, 62 (1995).

[2]J. Kohagura *et al.*, Physical Review E **56**, 5884 (1997).

[3]R. Minami *et al.*, Review of Scientific Instruments (January, 2001) in press.

[4]R. Minami *et al.*, Transactions of Fusion Technology (January, 2001) in press.

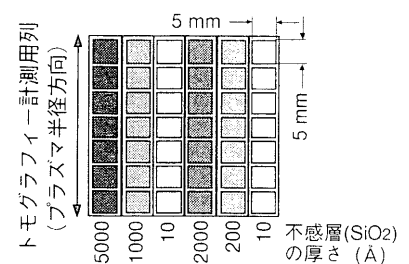


図1 新型マトリックス型半導体X線計測器

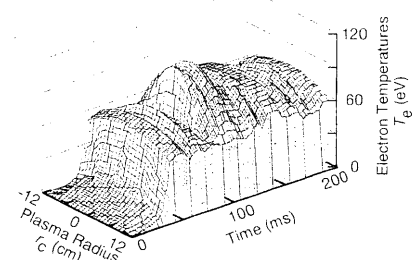


図2 電子温度の時間・空間分布