

境界領域プラズマにおけるイオン温度異方性の評価 Anisotropy of Ion Temperature in the Boundary Plasmas

江角直道¹, 野尻訓平¹, 寺門明紘¹, 成田昂平¹, 田中裕樹¹, 大久保克朗¹, 伊能俊太郎¹,
坂本瑞樹¹, 中嶋洋輔¹, 澤田圭司², 大野哲靖³, 田中宏彦⁴, 小林政弘⁴, 増崎貴⁴
N. Ezumi¹, K. Nojiri¹, A. Terakado¹, K. Narita¹, H. Tanaka¹, K. Okubo¹, S. Ino¹, M. Sakamoto¹,
Y. Nakashima¹, K. Sawada², N. Ohno³, H. Tanaka⁴, M. Kobayashi⁴, S. Masuzaki⁴

¹筑波大プラ研, ²信州大工, ³名大院工, ⁴核融合研
¹Univ. Tsukuba, ²Shinshu Univ., ³Nagoya Univ., ⁴NIFS

1. はじめに

境界領域プラズマにおけるイオン挙動の理解は、第一壁やダイバータ板等のプラズマ対向機器への熱・粒子負荷の観点だけではなく、閉じ込め改善の観点からも重要な課題である。本研究ではプローブを用いたイオン温度計測結果から、粒子輸送への影響も大きい、磁場に対するイオン温度異方性の評価を行った。

2. プローブによるイオン温度評価

高いイオン温度を有するタンデムミラー型プラズマ装置GAMMA10/PDXの開放端磁場領域に設置されたダイバータ模擬実験モジュール(D-module)内のプローブの解析結果について述べる。図1に解析に用いたD-module内のプローブ配置と磁場構造を示す。左端オリフィスから入射したプラズマは、V字型ターゲット板で終端する。今回の解析にはプラズマ流入部に近い、同じ磁束管上に配置された点線で囲まれた3つのプローブ(ラングミュアプローブ(LP)x2, イオンセンシティブプローブ(ISP)x1)を用いた。

一般に、LPではその電流-電圧特性から電子温度(T_e)を評価するが、 $T_i \gg T_e$ の場合には、イオン飽和電流 I_{is} は(1)式のように表せる。

$$I_{is} = 0.6en_e \sqrt{\frac{k(T_e + \gamma T_i)}{m_i}} S_i \quad (1)$$

電子密度を電子飽和電流 I_{e0} から見積もるとすると、(1)式は次のように表すことができ、イオン飽和電流から T_i を見積もることができる。

$$T_i = \frac{1}{\gamma} \left\{ \frac{1}{2\pi \cdot 0.6^2} \frac{m_i}{m_e} \left(\frac{I_{is}}{I_{e0}} \right)^2 \left(\frac{S_e}{S_i} \right)^2 - 1 \right\} T_e \quad (2)$$

ここで、 γ : 比熱比、 m_i , m_e : イオン, 電子質量、 S_i , S_e : イオン, 電子に対する実効的プローブ表面積である。図2に(2)式を用いて評価した T_i を示す。 γ の値によって幅のある値を示しているが、これらは垂直成分の寄与が強いと考えられるISPの電流-電圧特性から見積もられる T_i (◆)より高い値であり、磁場に対する強い異方性を示唆していると考えられる。講演では、これらイオン温度評価の妥当性やプローブにおけるイオン捕集の物理機構などについて議論する予定である。

本研究は、JSPS科研費 No. 25420888, 自然科学研究機構・核融合科学研究所一般共同研究 NIFS13KLPP027 およびNIFS15KLPP041によって支援された。

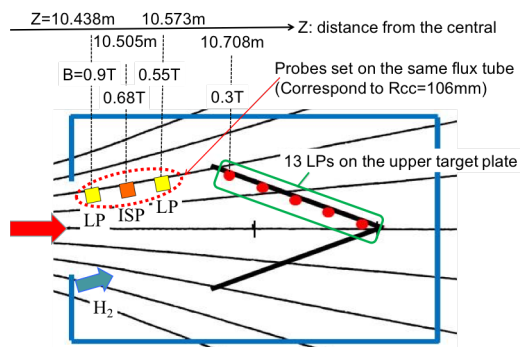


図1 : GAMMA10/PDX 開放端磁場領域に設置された D-module 内のプローブ配置

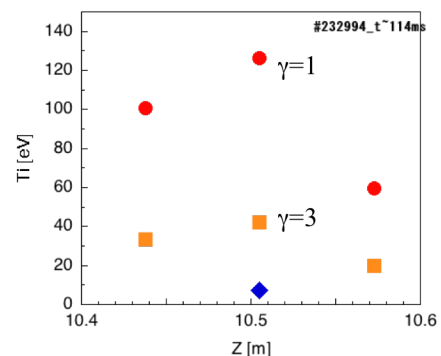


図2 : (2)式より評価した T_i の磁力線 Z 方向分布 (◆のみ従来の ISP 解析による T_i).