

GAMMA 10/PDXにおける静電プローブ計測を用いて評価したイオン温度の プラズマパラメータ依存性

Plasma parameter dependence of ion temperature evaluated by using a Langmuir probe in GAMMA 10/PDX

野尻訓平, 坂本瑞樹, 江角直道, 東郷訓, 寺門明紘, ジャンソウオン, 吉川正志, 中嶋洋輔
K. Nojiri, M. Sakamoto, N. Ezumi, S. Togo, A. Terakado, S. Jang, M. Yoshikawa, Y. Nakashima

筑波大プラ研
PRC, Univ. Tsukuba

タンデムミラー装置GAMMA 10/PDXのプラズマはイオン温度(T_i)が電子温度(T_e)よりも高いという特徴を持つ。本研究ではこのようなプラズマと固体表面や中性粒子ガスとの間に起きる T_i が関わる物理現象を理解するために、静電プローブを用いてイオン温度を評価している。 T_i が T_e に対して無視できないプラズマの場合、イオン飽和電流(I_{is})は

$$I_{is} = 0.6eSn_e \{k_B(T_e + \gamma T_i) / m_i\}^{1/2} \quad (1)$$

と表される。ここで e は素電荷、 S はプローブの実効的な表面積、 n_e は電子密度、 k_B はボルツマン定数、 γ は比熱比、 m_i はイオンの質量である。また、電子飽和電流(I_{es})は

$$I_{es} = \frac{1}{4} eSn_e (8k_B T_e / \pi m_e)^{1/2} \quad (2)$$

である。式(1)と(2)から T_i は

$$T_i = \frac{1}{\gamma} \left\{ \frac{m_i}{2\pi m_e} \left(\frac{I_{is}}{0.6I_{es}} \right)^2 - 1 \right\} T_e \quad (3)$$

と表すことができる。

今回の解析では、式(3)を用いた T_i の評価において比熱比を $\gamma = 3$ と仮定し、 I_{is} は浮遊電位の位置でのイオン電流の値を用いた。GAMMA 10/PDXのプラズマ放電途中で東アンカー部においてICRF(Ion Cyclotron Range of Frequency)の追加熱(RF3)を行い、主なプラズマ閉じ込め領域であるセントラル部のプラズマの電子線密度の増加と反磁性量(DM_{cc})の低下が観測された。これらの結果はセントラル部プラズマの T_i が低下したことを示唆していると考えられる。この時、西エンド領域において静電プローブとエネルギー分析器(End Loss Ion Energy Analyzer, ELIEA)を用いて端損失プラズマの計測を行った。プローブを用いて評価した T_i と、ELIEAで計測した T_i の DM_{cc} に対する依存性を図1に示す。

プローブでの評価値とELIEAでの計測値は DM_{cc} と共に低下し、どちらもほぼ同様の傾向を示した。前者は約130 eVから40 eV程度までの値に対し後者は約200 eVから110 eV程度までの値を示し、両者の差は最大で110 eV程度となっている。式(3)において T_i と γ は反比例の関係にあり、今回の T_i の評価値と計測値との差は比熱比 γ の値が仮定した3よりも小さい可能性があることを示唆していると考えられる。講演では評価値と計測値の差や γ の値に関する考察について、数値シミュレーションから導かれた γ の表式[1]を用いて評価した結果も合わせて報告する予定である。

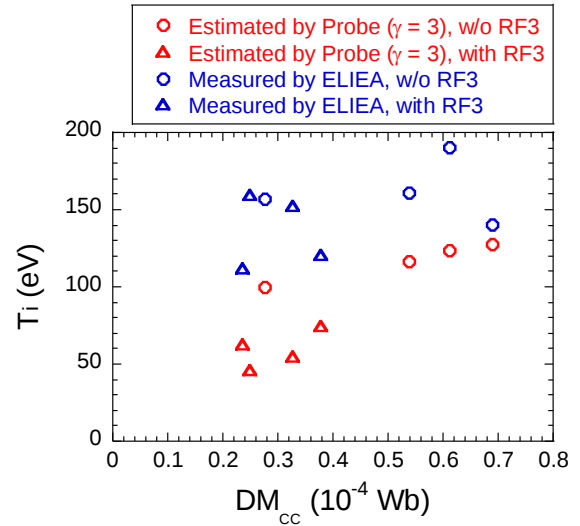


図1. セントラル部プラズマの反磁性量に対する静電プローブを用いて評価した端損失プラズマの T_i とELIEAで計測した T_i の依存性。

参考文献

- [1] A. Tsushima and S. Kabaya, J. Phys. Soc. Jpn. **67** (1998) 2315.