

GAMMA 10/PDX 発散磁場領域のイオンエネルギー輸送における 磁気モーメント保存の寄与の解析

Analysis of the contribution of magnetic moment conservation to ion energy transport in the GAMMA 10/PDX divergent field region

高梨宏介、坂本瑞樹、東郷訓、江角直道、平田真史、杉山吏作¹、重松直希、瀬戸拓実、岡本拓馬、高橋理志、野尻訓平²
TAKANASHI Kosuke, SAKAMOTO Mizuki, TOGO Satoshi, EZUMI Naomichi, HIRATA Mafumi, et al.

筑波大、1) 総研大、2) 量研機構

Univ. Tsukuba, 1)SOKENDAI, 2)QST

核融合炉の実現に向け、ダイバータへの熱負荷低減は最重要課題の一つである。その課題を解決する方法として、例えば Super-X ダイバータ [1] では、ダイバータ板近傍領域が発散磁場となっている。従って発散磁場領域の輸送の物理の解明はダイバータ設計の重要な指針となる。本研究では発散磁場領域におけるエネルギー輸送について理解することを目的とし、タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA 10/PDX [2] の発散磁場領域にて空間 2 点でのイオンエネルギー分析を行った。イオンは磁気モーメント保存の効果と電位差による加速の効果によってエネルギーの平行方向成分が増加する。磁気モーメントの値はイオンの磁力線垂直方向の運動エネルギーに比例することから、垂直方向エネルギー密度に比例する量である反磁性量 (diamagnetism: DM) の異なるプラズマでの計測を比較することでイオンの平行方向エネルギー増加における磁気モーメント保存の効果を調べた。

GAMMA 10/PDX の発散磁場領域にてイオンのエネルギー分析器である Retarding Field Analyzer (RFA) と End Loss Ion Energy Analyzer (ELIEA) [2] による計測を行った。RFA では上流の強磁場領域 ($\sim 1.2\text{ T}$) において、ELIEA では下流の弱磁場領域 ($\sim 9.8 \cdot 10^{-3}\text{ T}$) において速度分布関数の計測を行った。また、GAMMA10/PDX のセントラル部における反磁性量の大きいプラズマ ($\sim 5 \cdot 10^{-5}\text{ Wb}$) および反磁性量の小さいプラズマ ($\sim 0.5 \cdot 10^{-5}\text{ Wb}$) で計測を行った。

RFA, ELIEA 計測から得られた速度分布関数を図 1 に示す。RFA, ELIEA 計測結果の比較から強磁場領域から弱磁場領域にかけてイオンの磁力線平行方向温度がおよそ半分に低下、流速がおよそ 1.6 倍に

増加している。また、イオンの磁力線平行方向エネルギーは強磁場領域から弱磁場領域にかけて high DM の計測でおよそ 132 eV 、low DM の計測でおよそ 97 eV 増加することが分かった。

発散磁場領域における電子温度を 20 eV と仮定してボルツマンの関係式から RFA, ELIEA 間の電位差を計算すると、high DM でおよそ 60 V 、low DM でおよそ 66 V となった。これより磁気モーメント保存の効果によるエネルギー増加は high DM でおよそ 72 eV 、low DM でおよそ 31 eV となり、反磁性量の大きいプラズマほど発散磁場領域のエネルギー増加における磁気モーメント保存の割合が大きいことが分かった。

講演では計測結果に加え、流体シミュレーションとの比較からイオンのエネルギー増加における電位差と磁気モーメント保存の占める割合について議論する。

本研究は、核融合科学研究所双方向型共同研究 (NIFS20KUGM148) によって支援された。

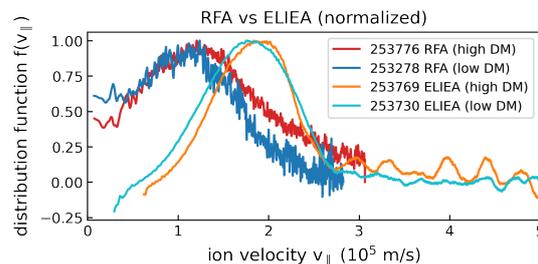


図 1 RFA, ELIEA 計測から得られた速度分布関数、反磁性量の大きいプラズマでの計測結果を high DM、反磁性量の小さいプラズマでの計測結果を low DM で示す、縦軸は 1 に規格化されている

[1]P. M. Valanju et al. Phys. Plasmas, **16**, 056110, (2009).

[2]Y. Nakashima et al. Nucl. Fusion, **57**, 116033, (2017).