

レーザー誘起蛍光法を用いたイオン・中性粒子速度分布計測における
プラズマとトレーサー粒子間温度緩和過程の影響

Influence of temperature relaxation processes between plasma and tracer particles on ion and neutral velocity distribution function measurements by using laser induced fluorescence

江角直道¹, 小林楓¹, 木下洋輔¹, 野尻訓平¹, 寺門明紘¹, 東郷訓¹, 坂本瑞樹¹,
Md. Shahinul ISLAM¹, 横土敬幸¹, 小波蔵純子¹, 吉川正志¹, 中嶋洋輔¹, 澤田圭司²,
桑原大介³, 篠原俊二郎³, 増崎貴⁴
N. Ezumi¹, K. Kobayashi¹, Y. Kinoshita¹, K. Nojiri¹, A. Terakado¹, S. Togo¹, M. Sakamoto¹,
Md. Shahinul ISLAM¹, T. Yokodo¹, J. Kohagura¹, M. Yoshikawa¹, Y. Nakashima¹, K. Sawada²,
D. Kuwahara³, S. Shinohara³, S. Masuzaki⁴

¹筑波大プラ研, ²信州大工, ³東京農工大, ⁴核融合研
¹Univ. Tsukuba, ²Shinshu Univ., ³TUAT, ⁴NIFS

1. はじめに

大型タンデムミラー装置GAMMA10/PDXの開放端磁場配位を利用したダイバータ模擬実験では、高イオン温度プラズマを対象とした非接触プラズマの形成とその物理機構の解明を進めている。図1はイオンから中性粒子、中性粒子からプラズマ外へのエネルギー輸送の重要性を示しており、エネルギーバランスの評価には、電子温度だけでなく、イオン温度、中性粒子温度の変化も正確に把握する必要がある。

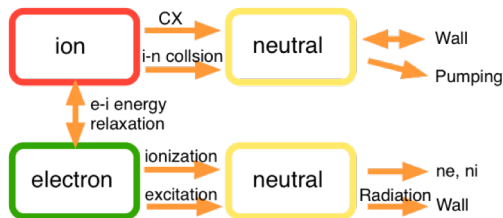


図1：イオン-電子-中性粒子間の主なエネルギー損失過程

2. D-module におけるレーザー誘起蛍光計測

現在、GAMMA10/PDXのダイバータ模擬実験モジュール (D-module) において形成される非接触プラズマのイオン、中性粒子の温度および流れを評価するため、レーザー誘起蛍光(LIF)法を用いたイオン・中性粒子速度分布計測システムの整備を行っている。非接触プラズマの空間構造を理解する上でも重要となる磁力線方向の速度分布関数を得るため、図2に示すように、D-module内に設置されているV字型ターゲットプレートに励起用レーザーを入射させ、入射ビームに対して垂直方向となるD-module側面から集光光学系を用いて蛍光を観

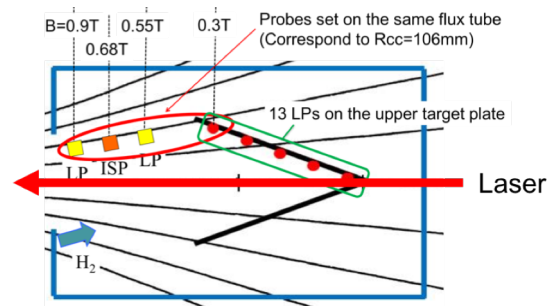


図2：D-module 内のV字ターゲット、プローブ(LP, ISP)およびLIF用励起レーザー配置図(プラズマは左から流入)。

測する。GAMMA10/PDX実験では水素プラズマを用いるため、LIF計測を行うには、トレーサー粒子を添加する必要がある。本実験では表1に示す遷移波長を用いることで、ArI, ArII, HeIのLIF計測を行うが、バルクのイオン、中性粒子の温度評価には、水素プラズマとトレーサー粒子間の緩和過程の理解が重要である。講演では、これら温度緩和の影響を解析的に評価するとともに、実験の進捗状況についても述べる。

表1：本実験で用いるAr, HeのLIF遷移

	Laser (nm in vacuum)	Fluorescence (nm in vacuum)	initial state	excited state	de-excited state
Ar II	668.61	442.72	3d ⁴ F _{7/2}	4p ⁴ D _{5/2}	4s ⁴ P _{3/2}
Ar I	667.91	750.59	4s(2P ⁰ _{3/2}) ₁	4p(2P ⁰ _{1/2}) ₀	4s'(2P ⁰ _{1/2}) ₁
He I	667.99	501.71	2 ¹ P	3 ¹ D-3 ¹ P	2 ¹ S

本研究は、JSPS科研費 No.25420888, 自然科学研究機構・核融合科学研究所双方向型共同研究NIFS13KUGM083, NIFS16KUGM110, およびNIFS16KUGM119によって支援された。