

GAMMA 10/PDX ダイバータ模擬実験モジュールにおける 非接触プラズマの空間構造のガス種依存性評価

Evaluation of gas dependence on spatial structure of detached plasma in the GAMMA 10/PDX divertor simulation experimental module

原 利樹¹, 飯島 貴朗¹, 吉本 翼¹, 江角 直道¹, 野尻 訓平¹, 木下 洋輔¹,
M.S.Islam¹, 山下 双太郎¹, 寺門 明紘¹, 松岡 雄大¹, 佐藤 昊¹,
小波蔵 純子¹, 吉川 正志¹, 坂本 瑞樹¹, 中嶋 洋輔¹
T. Hara¹, T. Iijima¹, T. Yoshimoto¹, N. Ezumi¹, K. Nojiri¹, et al.

¹筑波大学プラズマ研究センター

¹Plasma Research Center, University of Tsukuba

1. 序論

核融合炉開発に向け、ダイバータ領域に流入する炉心プラズマから排出される膨大な熱負荷を、中性ガスとプラズマの相互作用により非接触プラズマを形成し、適切に処理することが課題である。本研究では、非接触化過程におけるエネルギー損失過程の空間構造の理解とそれに伴うガス種依存性評価を目的とし、タンデムミラー型プラズマ実験装置GAMMA 10/PDX [1]の開放端磁場領域に設置してあるダイバータ模擬実験モジュール (D-module) の上流部と下流部において静電プローブ計測及び可視分光計測を行った。

2. 実験装置

D-moduleは、セントラル部でICRF加熱により生成した水素プラズマが端損失してくることを利用したダイバータ模擬実験装置である。直方体の容器内にタングステン製のV字ターゲット板が設置されており、ターゲット板上部には静電プローブ、ターゲット板下部にはカロリメータが取り付けられている。非接触プラズマ形成のためのD-module内に入射するガスの量は、リザーバータンク内のプレナム圧で、ガス入射タイミング及び入射時間は、ピエゾバルブで制御する。本研究では、新たにD-module内上流部 ($z=1035$ cm) の位置に静電プローブと分光器を設置し、同磁力線上にあるD-module内下流部 ($z=1097.7$ cm) のプローブ及び分光器との比較を行った。

3. 結果及び考察

図1にH₂ガス導入時の上流部 ($z=1035$ cm) 及び下流部 ($z=1097.7$ cm) における (a) 電子温度 T_e 、(b) 電子密度 n_e の時間発展を示す。この時、H₂ガスのプレナム圧は750 mbarに設定し、プラズマ点火から10 ms後に入射した。D-module内の中性ガス圧力は徐々に増加し、最大4.5 Paまで上昇し

た。ガス圧上昇に伴い、下流部の T_e は約25 eVから約4 eVまで下がっており、 n_e のロールオーバーが観測された。一方、上流部では T_e は約20 eVから約8 eVまでしか下がっておらず、 n_e は上昇した後、飽和することがわかった。ただし、 n_e は発散磁場による密度低下を補正した値である。

以上のことから、下流部ではMAR (Molecular Activated Recombination) による非接触プラズマが形成されていると考えられる[2]。一方、上流部近傍では下流部の様に密度が減少していないことから、上流部近傍に電離フロントが存在することが示唆される。

ポスター発表では、H₂ガスのほかにAr, N₂, Neなどの不純物ガスを用いた非接触プラズマの磁力線方向の空間構造のガス種依存性及びエネルギー損失過程について議論する予定である。

本研究は、核融合科学研究所双方向型共同研究 (NIFS14KUGM086、NIFS16KUGM110) によって支援された。

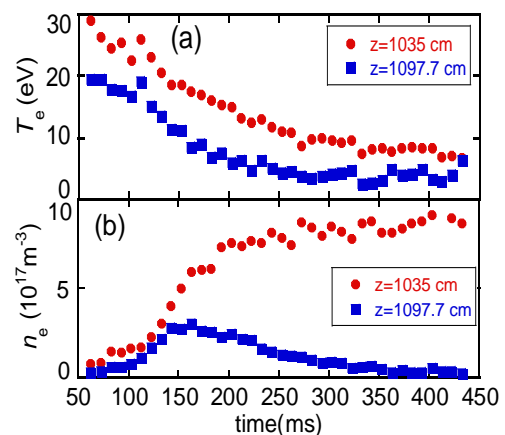


図1 H₂ガス導入時の上流部 ($z=1035$ cm) 及び下流部 ($z=1097.7$ cm) における (a) T_e (b) n_e の時間発展

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

[2] M. Sakamoto, et al., Nucl. Mater. Energy, **12** (2017) 1004.