

GAMMA 10/PDXダイバータ模擬プラズマの V字ターゲット角度及び追加ガス入射位置による変化

The change of divertor simulation plasma caused by V-shaped target angle and additional gas incident position in GAMMA 10/PDX

杉山 吏作¹, 江角 直道¹, 蒲生 宙樹¹, 野尻 訓平¹, 近藤 綾音¹, 平田 真史¹,
小波蔵 純子¹, 吉川 正志¹, 中嶋 洋輔¹, 皇甫 度均¹, 坂本 瑞樹¹, H.Y. Guo²,
桑原 竜弥³, 田中 宏彦³, 大野 哲靖³, 澤田 圭司⁴, 利根川 昭⁵, 増崎 貴⁶, 河村 学思⁶

T. Sugiyama¹, N. Ezumi¹, H. Gamo¹, K. Nojiri¹, A. Kondo¹, *et al.*

¹筑波大プラズマ研, ²General Atomics, ³名大工, ⁴信大工, ⁵東海大理, ⁶核融合研

¹Plasma Res. Cen., Univ. of Tsukuba, ²General Atomics, ³Nagoya Univ., ⁴Shinshu Univ., ⁵Tokai Univ., ⁶NIFS

1. はじめに

次期核融合装置であるITERやDEMOでのダイバータへの熱負荷は大きく、熱負荷除去法として非接触プラズマ形成が想定されている。より効果的な熱負荷低減やコアプラズマとの両立に向け、ダイバータの構造や磁場配位に注目した研究が行われている。ダイバータ形状に関しては、シミュレーションによりターゲット角度に依存したプラズマパラメータが得られているが [1], 実験としての知見は少ない。また、磁場に補足されることのない中性粒子はダイバータ形状に強く支配されるため、その空間分布が非接触プラズマ形成に影響を与えることが考えられる。そこでダイバータ形状と中性粒子分布に関して、ターゲット角度及び追加中性ガス入射位置を変更することで非接触プラズマ形成にどのような影響を与えるか実験を行った。

2. 実験方法

本研究で用いたタンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA 10/PDX [2,3]では、多段ミラーの中心となるセントラル部でICRF加熱による水素プラズマ生成を行っており、ミラー外側の開放端磁場領域にダイバータ模擬実験モジュール (D-module, 図1) を設置し、端損失するプラズマを利用してのダイバータ模擬実験を行っている。D-module内には角度可変のV字ターゲット板が設置されており、本研究ではこの角度を変更することによるプラズマへの影響を調べた。ただし、静電プローブが上ターゲットに設置されているため、プローブに対する磁力線位置が変わらないよう上ターゲット角度は固定している。また、水素ガスをD-module入口の上流ポート及び上側ターゲット板の下流ポートからそれぞれ追加入射し、入射ポートの違いによる比較を行った。

3. 結果及び考察

ガス入射位置に関わらず、電子温度の減少やイオン粒子束のロールオーバーを捉えることができた。上流ポートからのみの追加水素ガス入射ではプラズマパラメータのターゲット角度依存性は確認されなかった。一方で下流ポートからのみの追加水素ガス入射においては、ガス入射タイミングを揃えているにも関わらず、角度が狭いほど電子温度 (図2) ・イ

オン粒子束の急激な減少・上昇のタイミングが遅く、電子温度の最小値が上昇することが明らかとなった。また、ターゲット外の中性粒子圧力計測から角度が狭い際には水素分子がターゲット内に滞留しやすいことが、そして高速カメラによるD-module内の撮影からプラズマからの発光はD-module入口から始まり、角度が狭いほど発光が拡がり始めるタイミングが遅くなることが確認された。これらのことから、ターゲット近傍での追加ガス入射においては、角度が狭いと中性ガスの上流への輸送が抑制され、放射損失の効果が低減するということが考えられる。また、分光計測から H_{α} と H_{β} の発光強度比がターゲット角度によって異なっており、分子活性化再結合による反応過程の変化が寄与している可能性も考えられている。より詳細な議論はポスター発表にて行う予定である。

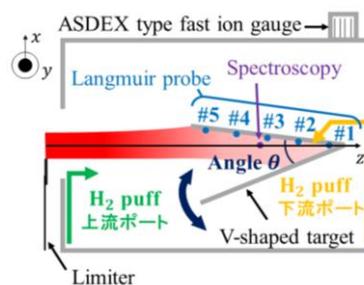


図1 D-moduleの概略図

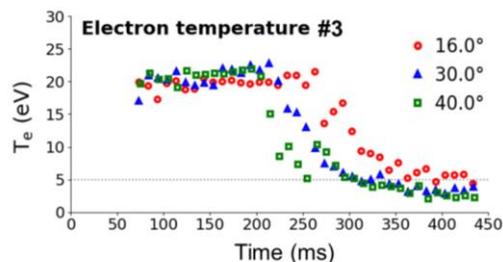


図2 各角度でのV字ターゲット板静電プローブ#3における電子温度の時間変化

本研究は、JSPS科研費 (JP19K03790), 並びに核融合科学研究所双方向型共同研究 (NIFS19KUGM137, NIFS19KUGM146, NIFS20KUGM148) によって支援された。

[1] H.Y. Guo *et al.*, Nucl. Fusion **57**, 044001 (2017).

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

[3] N. Ezumi *et al.*, Nucl. Fusion **59**, 066030 (2019).