

GAMMA 10/PDXにおける非接触プラズマ形成時の水素分子線分光計測 Hydrogen molecular line spectroscopy measurement in plasma detachment at GAMMA 10/PDX

*寺門明紘¹, 坂本瑞樹¹, 江角直道¹, 東郷訓¹, 澤田圭司², 野尻訓平¹,
三上智弘¹, 横土敬幸¹, 吉川正志¹, 小波蔵純子¹, 中嶋洋輔¹
*TERAKADO Akihiro¹, SAKAMOTO Mizuki¹, EZUMI Naomichi¹,
TOGO Satoshi¹, SAWADA Keiji¹, NOJIRI Kunpei¹ et al.

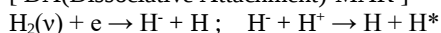
¹筑波大学プラズマ研究センター、²信州大学

¹Plasma Research Center, University of Tsukuba, ²Shinshu University

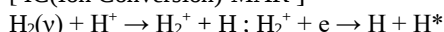
ダイバータ板への熱負荷軽減には非接触プラズマの生成が有効である。プラズマ温度が低下し、プラズマの再結合過程が電離過程よりも顕著になることで非接触プラズマが生成される。特に水素プラズマの場合、三体再結合、輻射再結合に加えて水素分子が介在する分子活性化再結合(Molecule Activated Recombination (MAR)) が重要と考えられる[1]。

MAR は連鎖的な原子分子過程を介して進行する。MAR の反応式は以下のように書くことができる。

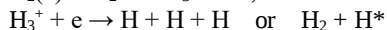
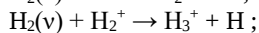
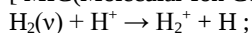
[DA(Dissociative Attachment)-MAR]



[IC(Ion Conversion)-MAR]



[MIC(Molecular Ion Conversion)-MAR]



これらの反応では励起した水素原子が生成され、 H_α 線強度($I_{\text{H}\alpha}$)と H_β 線強度($I_{\text{H}\beta}$)の比($I_{\text{H}\alpha} / I_{\text{H}\beta}$)がMARの発生の指標として考えられる。

GAMMA 10/PDX では非接触プラズマの生成とその振る舞いを研究することを目的としてダイバータ模擬実験装置(D-module)を用いてダイバータ模擬実験を行っている。ダイバータ模擬プラズマに水素ガスを追加供給すると、図1のように電子温度の低下と電子密度のロールオーバーが観測された。図1において、ガス圧力が約5Pa以上の電子温度の値に大きなばらつきがあるのは、導出過程におけるフィッティングの精査が不十分なためである。また、中性ガス圧力の増加とともに $I_{\text{H}\alpha}$ が増大し、 $I_{\text{H}\beta}$ が減少していることから、分子活性化再結合(MAR)により非接触プラズマが生成されていることが確認された[2]。これは、MIC-MAR 反応により生成された振動励起準位が $v>5$ の水素分子によりDA-MAR 反応が促進されたことが要因の一つとなっている可能性が考えられる[2]。また、高速カメラによりバルマー線発光強度($I_{\text{H}\alpha}$, $I_{\text{H}\beta}$)の空間分布の測定を行ったところ、水素ガス追加供給量の増加とともに $I_{\text{H}\alpha} / I_{\text{H}\beta}$ が大きい領域、すなわち MAR の反応が顕著である領域がプラズマ下流から上流へ拡大することが観測された[3]。

本研究では、MAR による非接触プラズマ生成において MIC-MAR 反応の寄与を検討するため、水素分子線発光スペクトルの計測を行った。図2に示すように、ガス圧力の増加とともに分子線の発光強度が減少していることが確認された。ポスターでは水素分子線発光

スペクトルの同定結果、水素分子の振動励起状態や振動温度について検討及び議論を行う。

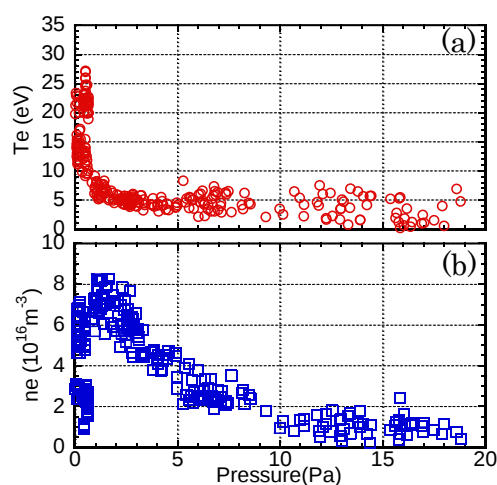


図1 (a)電子温度, (b)電子密度の中性粒子圧力依存性

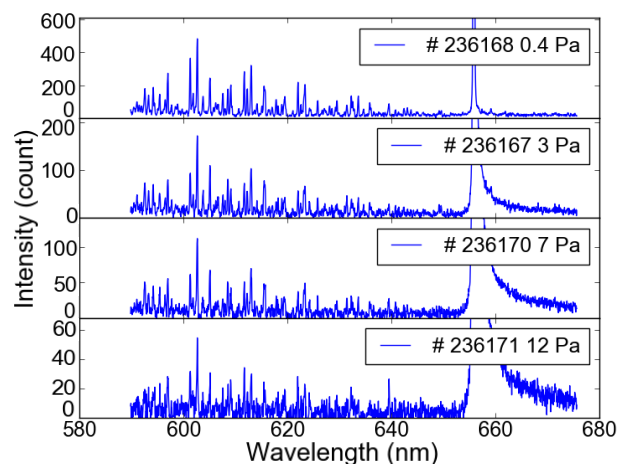


図2 水素分子線発光スペクトル

- [1] S.I. Krashennnikov, et al., *Phys. Lett. A* **214**, 285-291 (1996).
- [2] M. Sakamoto, et al., *22nd International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices*, submitted to *Journal of nuclear materials and energy*.
- [3] A. Terakado, et al., *AIP Conf. Proc.* **1771**, 050008 (2016)