

高速度カメラを用いた GAMMA 10/PDX ダイバータ模擬プラズマの不純物ガス入射時の 4 波長発光強度の時空間変化同時観測

高橋理志、江角直道、田村香瑛、岡本拓馬、重松直希、瀬戸拓実、高梨宏介、
宮内礼那、東郷訓、平田真史、小波蔵純子、吉川正志、中嶋洋輔、坂本瑞樹

筑波大学プラズマ研究センター

<http://www.prc.tsukuba.ac.jp>

磁場閉じ込め型の核融合炉では、ダイバータへの熱負荷の低減が重要な課題のひとつであり、これには不純物ガスを入射することで非接触プラズマを形成する方法が有効と考えられている。近年、 H_2 , N_2 ガスを重畳入射した際に、放射による損失だけでなく、比較的高い温度の領域において窒素の原子分子過程を介した分子活性化再結合 (N-MAR) により、 H_2 , Ne や Ar を重畳入射した場合に比べ電子密度とイオン粒子束が大きく低減される結果が得られている [1-3]。そこで、本研究ではダイバータ領域に形成される非接触プラズマの原子分子過程を含む時空間的挙動を詳細に理解することを目的として、GAMMA 10/PDX のダイバータ模擬実験モジュール (D-module) に H_2 , N_2 , Ne 及び Ar ガスを重畳入射した際の H_α , H_β 線ならびに NI , N_2 1st Positive を加えた 4 波長の発光強度の時空間分布を、アルバプリズム [4] を取り付けて四分岐光学系とした高速度カメラ (ナック社 ACS-1) により観測を行った。本光学系のプラズマ計測への採用により、同一プラズマの異なる 4 波長の発光の時空間分布を同一視野で同時計測することが可能となった。

本実験の条件では H_α , H_β 線の強度比は水素による分子活性化再結合 (H-MAR) の指標として考えられる [5]。 H_2 , N_2 , Ne 及び Ar 重畳入射時の H_α , H_β 線の発光強度比 $I(H_\alpha)/I(H_\beta)$ の空間分布の例を図 1 に示す。 H_2 , Ne 又は Ar を重畳入射した場合は $I(H_\alpha)/I(H_\beta)$ の大きい領域が中心付近から次第に広がり V 字ターゲット内に留まる一方で、 N_2 との重畳入射時には全体的に H-MAR が抑制され、また時間経過により強度比は小さいながらも上流側で比較的 $I(H_\alpha)/I(H_\beta)$ が大きくなる結果が得られた。本発表では、光学系の詳細と不純物重畳入射時のプラズマの発光分布の時空間変化の過程について、同時に行った他の計測による電子温度や電子密度と比較し報告する。

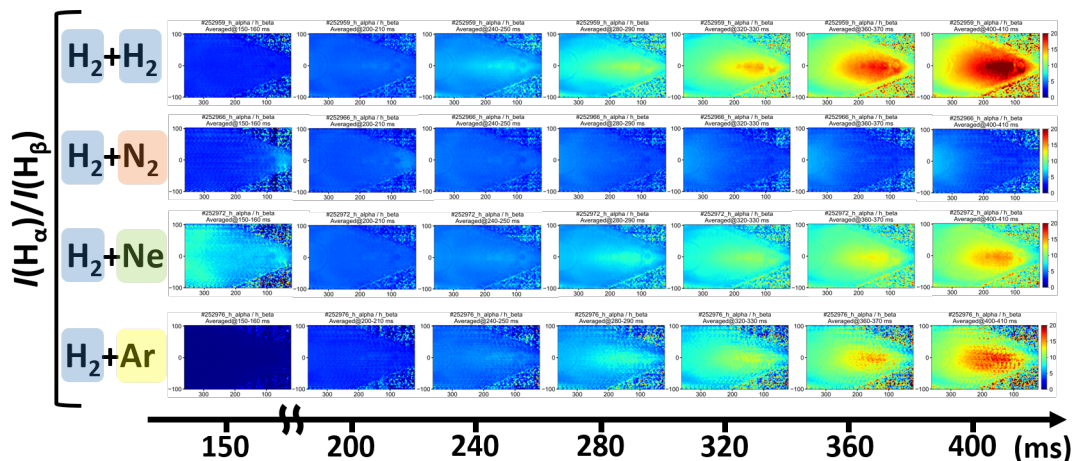


図 1: H_2 , N_2 , Ne 及び Ar 重畳入射時の H_α , H_β 線の発光強度比 $I(H_\alpha)/I(H_\beta)$ の空間分布の時間変化

- [1] N. Ezumi *et al.*, Nuclear Fusion **59** (2019) 066030.
- [2] H. Gamo *et al.*, Plasma and Fusion Research **16** (2021) 2402041.
- [3] R. Perillo *et al.*, Nuclear Materials and Energy **19** (2019) 87.
- [4] E. Shoji *et al.*, Exp. Thermal and Fluid Science **60** (2015) 231.
- [5] M. Sakamoto *et al.*, Nuclear Materials and Energy **12** (2017) 1004.