

## 金属表面の水素リサイクリングにおける背景ガス圧力と表面構造の影響 Effects of ambient gas pressure and surface morphology on the hydrogen recycling at metallic surfaces

皇甫度均<sup>1</sup>、西島大輔<sup>2</sup>、重松直希<sup>1</sup>、Marlene Patino<sup>2</sup>、高梨宏介<sup>1</sup>、岡本拓馬<sup>1</sup>、高橋理志<sup>1</sup>、河野恵士<sup>1</sup>、田村香瑛<sup>1</sup>、東郷訓<sup>1</sup>、江角直道<sup>1</sup>、中嶋洋輔<sup>1</sup>、假家強<sup>1</sup>、吉川正志<sup>1</sup>、南龍太郎<sup>1</sup>、平田真史<sup>1</sup>、小波蔵純子<sup>1</sup>、沼倉友晴<sup>1</sup>、Matthew Baldwin<sup>2</sup>、坂本瑞樹<sup>1</sup>、HWANGBO Dogyun<sup>1</sup>、NISHIJIMA Daisuke<sup>2</sup>、SHIGEMATSU Naoki<sup>1</sup>、PATINO Marlene<sup>2</sup>、TAKANASHI Kousuke<sup>1</sup> et al.

<sup>1</sup>筑波大、<sup>2</sup>UC San Diego  
<sup>1</sup>Univ. Tsukuba, <sup>2</sup>UC San Diego

核融合炉のダイバータ領域では燃料である水素プラズマ及びヘリウム灰が集中し、活発な水素リサイクリングが発生する。背景ガス圧力やプラズマと金属壁の電位差により、水素リサイクリングの様子は変化すると考えられる。一方、ヘリウムイオンの流入により、耐熱性金属の表面には繊維状ナノ構造が形成することが知られる[1]。繊維状構造のゆえ、金属表面近傍において粒子反射、二次電子放出など水素リサイクリングに関係する指標が変化する可能性が指摘される。この研究ではGAMMA 10/PDXとPISCES-Aという直線型装置を用いて、表面構造変化が金属表面で反射、放出される水素プラズマに及ぼす影響を分光計測により調べる。また、背景ガス圧力や金属の電位の影響を明らかにすることを目的とする。

GAMMA10/PDXでは400 msのパルスプラズマが生成可能であり、試料表面近傍において $10^{-5}$  Torr以下の背景ガス圧力を維持できる特長がある。PISCES-Aでは定常重水素プラズマが生成可能であり、排気速度制御によりガス圧力を $10^{-4}$ ~ $10^{-3}$  Torr範囲で調整可能である。試料はGAMMA10/PDXではタングステン(W)試料を、PISCES-Aではモリブデン(Mo)試料を用いた。それぞれ滑らかな表面とナノ構造を有する試料を用意し、プラズマ照射中の試料近傍発光の様子を高速カメラ及び可視分光器(GAMMA10/PDX)、2次元ハイパースペクトルカメラ(PISCES-A)で計測した。

図1にPISCES-Aにおける試料近傍の重水素バルマー系列発光強度比の空間分布を示す。試料に-200 Vの電圧を印加した際、チャンバー内背景ガス圧力の変化により発光強度及び強度比は大幅に変化した。図1(a)は背景ガス圧力2.7 mTorr時の様子である。

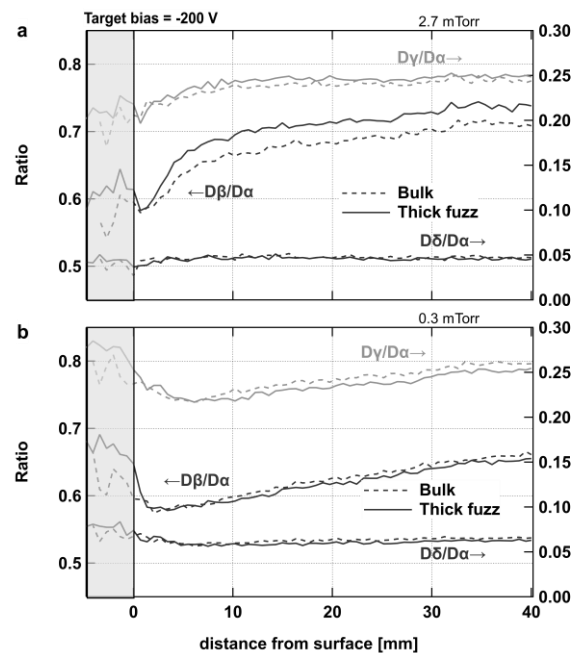


図1 PISCES-Aにおける試料近傍の水素原子線発光強度比の変化。背景ガス圧力(a) 2.7 mTorrおよび(b) 0.3 mTorr。実線は滑らかな試料表面、点線はナノ構造表面での結果。左辺領域は試料表面の背後領域を示す。

強度比は表面から10 mmまではほぼ一様、もしくは緩やかに変化し、急な減少を見せたのは10 mmより近傍である。一方、図1(b)に示す背景ガス圧力0.3 mTorr時では途方の40 mmから減少し始めた。

一方で、表面近傍数 mmの領域では強度比の大きな違いが観測される。2.7 mTorrでは~5 mm以内の領域で $D_{\gamma}/D_{\alpha}$ 、 $D_{\beta}/D_{\alpha}$ 比が大きく減少するのに対し、0.3 mTorrでは表面に近づくほど増加する傾向を示した。また、表面近傍における強度比はナノ構造表面でより大きくなった。これは表面から反射した励起状態の中性粒子による脱励起が影響したと考えられる。

[1] S. Kajita et al., Nucl. Fusion **54** (2014) 033005.