

プラズマ照射下でのタングステン中重水素吸蔵量のその場測定 In-situ measurement of deuterium retention in W under plasma exposure

渡邊勇志¹, 金子達也¹, 松波紀明², 大野哲靖¹, 梶田信³, 桑原竜弥³
Takashi WATANABE¹, Tatsuya KANEKO¹, Noriaki MATSUNAMI², Noriaki OHNO¹,
Shin KAJITA³, Tatsuya KUWABARA³

名大院工¹, 名城大², 名大エコ³
Grad.School of Eng. Nagoya Univ.¹, Meijo Univ.², EcoTopia Sci. Inst. Nagoya Univ.³

プラズマ対向材料として、タングステンは、近年最も注目されている物質であり、国際熱核融合実験炉ITERのダイバータの一部として設置が予定されている。特に、タングステンへの水素同位体吸蔵は、プラズマ制御やトリチウムインベントリに関わる。従って、タングステン材料の水素吸蔵量、拡散、分子再結合を把握することが、核融合発電実現へ向けた重要な課題となっている。

水素同位体吸蔵に関して、二種類の吸蔵過程があると考えられている。一つ目は静的吸蔵(static retention)である。これは材料の結晶欠陥等に補足される粒子による吸蔵で、照射停止後も材料中から放出されにくいという特徴を持つ。もう一つは動的吸蔵(dynamic retention)と呼ばれ、プラズマ照射中、もしくは直後において材料中を自由に移動する粒子による吸蔵であり、照射停止直後から材料表面で分子再結合し、材料中より放出するという特徴を持つ。プラズマ照射中での材料全体の吸蔵量は、これら二つを足し合わせたものとなる。タングステンにおける水素同位体吸蔵の研究は、その必要性から多くの研究が精力的になされているが、それらの多くは、プラズマ停止後の静的吸蔵のみを観察している。一方、照射中の動的吸蔵の研究は実験装置の開発の困難さなどの問題からほとんど行われていない。

本研究では、高熱流プラズマ照射とイオン分析のその場計測を可能にした装置PS-DIBA (Plasma Surface Dynamics with Ion Beam Analysis) を用いて、動的環境下でのタングステンにおける重水素吸蔵の温度依存性を核反応分析法 NRA (Nuclear Reaction Analysis) を用いて定量的に評価した。実験装置を図1に示す。

本実験では、試料温度を一定(500 K, 450 K, 350 K)にして、重水素吸蔵実験を行なった。図2は試料温度(450 K)における、重水素プラズマ照

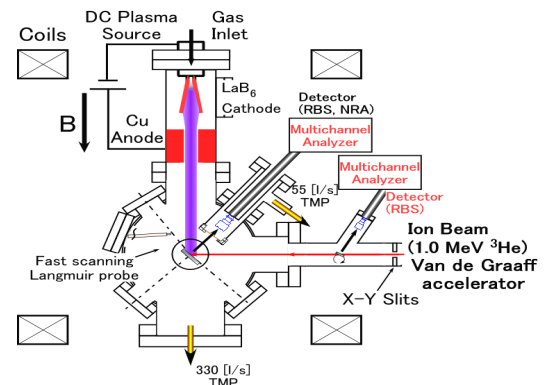


図1. 実験装置PS-DIBAの概略

射中、照射停止中、また、軽水素プラズマ照射中での重水素吸蔵量の時間変化を示している。重水素プラズマの粒子束は $1.3 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、軽水素プラズマの粒子束は $2.5 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ である。

重水素プラズマ照射前後において、吸蔵量が大きく変化しており、動的吸蔵を観察することが出来た。また、軽水素プラズマを照射することにより、材料中の重水素吸蔵量が更に減少していることが分かる。

講演では他の実験結果に加え、重水素の静的、及び動的吸蔵における物理現象についての考察を述べる。

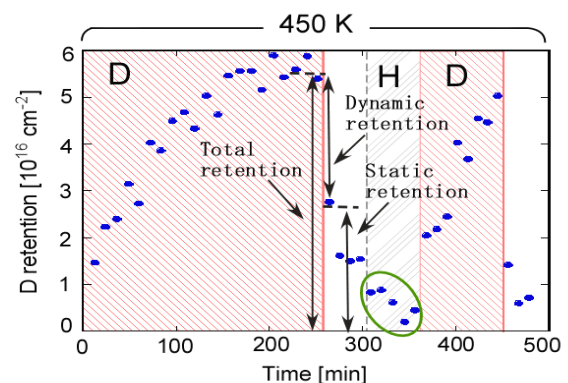


図2. 450 K における重水素吸蔵量の時間変化