

QUEST装置にてプラズマ曝露したタングステン試料における不純物堆積と水素同位体滞留挙動に及ぼす壁温度効果

Evaluation of hydrogen isotope retention behavior and impurities deposition for plasma exposed tungsten samples in QUEST

*平田 詩織¹、吉田 直亮²、花田 和明²、大矢 恭久¹

S. Hirata¹, N. Yoshida², K. Hanada², Y. Oya¹

¹静大院、²九州大応力研

¹ Shizuoka Univ., ² Kyushu Univ.

背景

核融合炉内では高エネルギー粒子照射により照射欠陥が生成され安定な水素捕捉サイトとなるため、プラズマ対向材料における水素同位体滞留挙動の理解が核融合炉の実現には必要不可欠である。そこで本研究では九州大学にあるプラズマ閉じ込め装置、QUEST(Q-shu Univ. Exp. With Steady-State Spherical Tokamak)装置にタングステン試料を導入した。QUEST装置の特徴としては長時間放電が可能で、すべて金属壁であり、高温壁であることから実機の水素リサイクリング評価に最適な核融合炉環境に近いプラズマ閉じ込め装置であると言える。今回は壁温度473 Kにて行われた2020S/Sキャンペーンと壁温度673 Kにて行われた2021S/Sキャンペーンに導入した試料を比較することにより、壁温度による不純物堆積と水素同位体滞留挙動について評価した。なお壁の加熱は上部壁と下部壁のみ行われた。

実験方法

加熱処理を行ったタングステン試料を 2020S/S と 2021S/S キャンペーンに導入し、上部壁、赤道壁、下部壁の3か所に設置し、水素プラズマ曝露を行った。2020S/S キャンペーンはイオンのトロイダルドリフト方向は主に上向きで行われ、2021S/S キャンペーンでは下向きで行われた。その後九州大学にあるTEM装置にて表面観察を、静岡大学にあるXPS装置にて化学状態測定を行った。水素プラズマ曝露後の試料に対して1 keV 重水素イオンをイオンフルエンス $1.0 \times 10^{22} \text{ D}^+ \text{ m}^{-2}$ にて照射を行った。その後室温から1173 KまでTDSを行い水素同位体滞留挙動を評価した。

結果・考察

図1に2020S/Sと2021S/Sキャンペーンに導入後重水素イオン照射を行った試料のTDSスペクトルを示す。どちらの試料も900 K以上に主な脱離ピークが存在していることから、堆積物中にC-H結合を形成して水素が多く滞留していたと考えられる。

2021S/Sと2020S/Sキャンペーンに導入した試料の水素滞留量を比較すると、赤道面と下部壁では2021S/Sキャンペーンに導入した試料のほうが水素滞留量は多かった。主に水素が堆積物中に滞留していると考えられることから、2021S/Sキャンペーンに導入した試料では不純物堆積が厚いと考えられる。堆積層の厚さと化学状態に関しては今後研究を進めていく予定である。

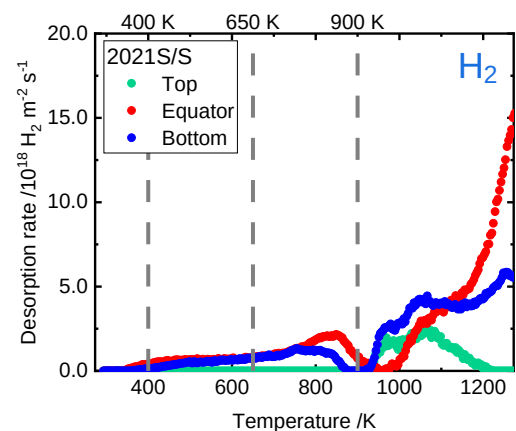
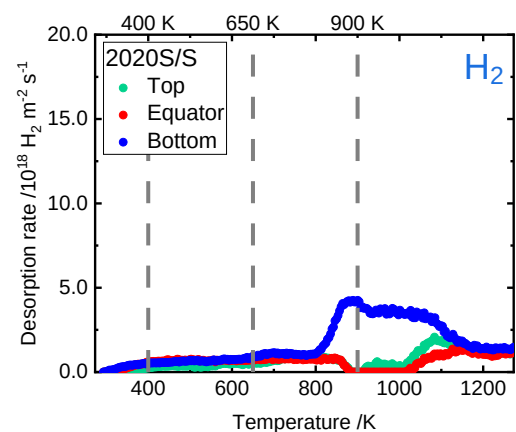


図 1. 水素プラズマ曝露後重水素イオン照射を行った試料の TDS スペクトル(上: 2020S/S、下: 2021S/S)