

## QUESTにて水素プラズマに曝されたタングステンの 水素滞留能へ及ぼす長時間放電の影響

Influence of long discharge on hydrogen retention capacity of tungsten exposed to hydrogen plasma in QUEST

\*小池彩華<sup>1</sup>, 戸荻陽大<sup>2</sup>, 仲田萌子<sup>2</sup>, 趙明忠<sup>2</sup>, 孫飛<sup>1</sup>, 吉田直亮<sup>3</sup>, 花田和明<sup>3</sup>, 大矢恭久<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> 静大理, <sup>2</sup> 静大院, <sup>3</sup> 九大応力研

クエスト2018年春夏キャンペーン(QUEST2018S/S)にて長時間放電プラズマに曝されたタングステン試料に対して表面状態と水素同位体滞留挙動の相関を検討した。さらに、長時間放電が試料に及ぼす影響を評価した。その結果、水素同位体滞留挙動は放電時間よりも放電条件による影響を受けることが示唆された。

**キーワード:** タングステン、クエスト、プラズマ照射、水素同位体滞留挙動

### 1. 緒言

核融合炉のプラズマ対向壁材料であるタングステンには照射によってできた損傷に水素の同位体が滞留することが考えられる。本研究では QUEST 2018S/S にて長時間放電プラズマに曝されたタングステン(W)試料に対して、透過型電子顕微鏡(TEM)及びX線光電子分光法(XPS)により試料の表面状態を観察した。さらに重水素イオン(D<sub>2</sub><sup>+</sup>)照射を行い、昇温脱離法(TDS)によって水素同位体滞留挙動を評価し表面状態との相関を検討した。また、短時間放電が主であった2017年春夏キャンペーン(QUEST2017S/S)の結果と比較することで長時間放電がタングステン壁に与える影響を評価し、放電条件と水素同位体滞留挙動の相関を検討した。

### 2. 実験

アライドマテリアル社製歪取焼鈍済W試料(10 mm<sup>φ</sup> × 0.5 mm<sup>t</sup>)を高真空下で加熱処理した後、九州大学の球状トカマク型プラズマ発生装置 QUEST 内に試料を設置しプラズマ暴露を行った。その試料に対してXPSを用いて試料表面の化学状態の観察を行った。さらに、1 kV D<sub>2</sub><sup>+</sup>照射をイオンフラックス 1.0 × 10<sup>18</sup> D<sup>+</sup> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> でイオンフルエンス 1.0 × 10<sup>22</sup> D<sup>+</sup> m<sup>-2</sup> まで照射し、TDSを行い水素同位体の滞留挙動を測定した。

### 3. 結論

図1に上部壁のXPS結果を示す。鉄やクロムなどの金属堆積層が確認され長時間放電により金属壁がスパッタされ堆積していることがわかる。さらに、2017年から行われている磁場反転の影響により上部壁と下部壁ではほぼ同じ堆積の傾向を示した。

図2に重水素のTDS結果を示す。2018S/Sでは400Kに主要な脱離ピークが位置しており、上部壁と下部壁の滞留挙動に大きな違いは見られなかった。また、2017S/Sと比較すると2018S/Sの試料は長時間放電を行ったにもかかわらず高温側まで重水素を捕捉しておらずボイドを形成するなどの損傷はほとんど受けていないということがわかった。これはプラズマ放電時のプラズマ電流を低く設定していたため損傷が抑えられたのではないかと考えられる。これらの結果より、損傷及び堆積による滞留量の増加は放電時間よりもプラズマ電流等の放電条件が主に影響していることが示唆された。

### 参考文献

- [1] M. Kobayashi, et al.: *Fusion Eng. Des.* **88** (2013) 1749.  
[2] G. N. Luo, et al.: *Fusion Eng. Des.* **81** 8-14 (2006) 957.

\*Koike Ayaka<sup>1</sup>, Togari Akihiro<sup>2</sup>, Nakata Moeko<sup>2</sup>, Zhao Mingzhong<sup>2</sup>, Sun Fei<sup>1</sup>, Yosida Naoaki<sup>3</sup>, Hanada Kazuaki<sup>3</sup>, Oya Yasuhisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Science, Shizuoka Univ., <sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Shizuoka Univ., <sup>3</sup>Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ.

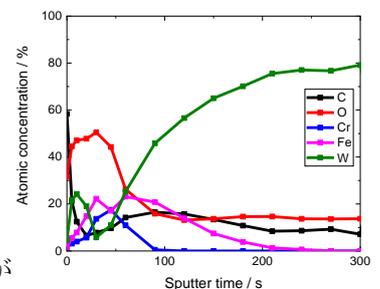


図1 上部壁における深さ方向の元素組成比

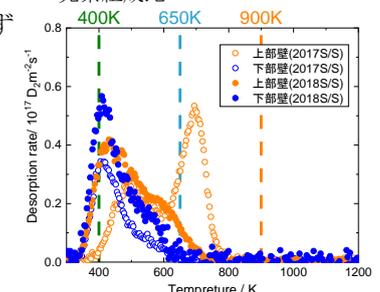


図2 上部壁と下部壁の重水素滞留挙動