

小型プラズマ生成装置 APSEDAS におけるタングステンへの
重水素ヘリウム混合プラズマ照射時の水素透過特性評価
Evaluation of hydrogen permeation characteristics
during deuterium-helium mixed plasma exposure of tungsten
in the compact plasma generator APSEDAS

楠本美香都¹、坂本瑞樹¹、皇甫度均¹、高津克朋¹、齋藤康太¹、吉田晴¹
小野田和孝¹、佐々木亮¹、村上創¹

Mikoto KUSUMOTO¹, Mizuki SAKAMOTO¹, Dogyun HWANGBO¹
Katsutomo TAKATSU¹, Kota SAITO¹, Haru YOSHIDA¹, Kazutaka ONODA¹
Ryo SASAKI¹, Sou MURAKAMI¹

筑波大学プラズマ研究センター¹
Plasma Research Center, University of Tsukuba¹

1 本文

ITER ダイバータ部では、プラズマ対向材 (PFM) としてタングステン (W) が使用されている。対向壁では、プラズマと壁の間で相互作用が発生する。核融合反応で使用されるトリチウムは放射性物質であるため、プラズマ壁相互作用を理解することはプラズマの長時間安定維持と安全性の観点から理解する必要がある。

核融合発電で生成されるヘリウムは、材料中のトリチウムの吸蔵を低減させ、材料内の水素同位体の拡散を妨げると考えられている。しかし先行研究 [1] では水素同位体の拡散を促す結果が得られている。これを理解するため透過プローブを用いて、重水素とヘリウムの混合プラズマを照射し、プラズマ駆動透過 (PDP) 実験を行った。

本実験で利用した小型プラズマ生成装置 APSEDAS は、RF アンテナに高周波を印加することで定常プラズマを生成し、材料試料に長時間プラズマ照射をすることが可能である。透過プローブは、上下のフランジで試料を挟みこむことにより固定し、透過してきた水素分子を四重極質量分析器 (QMS) で検出した。試料は直径 21mm、厚さ 0.1mm の円盤状 W を使用した。事前処理は、表面研磨、超音波洗浄、アニーリング (900 °C 1 時間) を行った。プラズマ照射の際は重水素プラズマ→重水素+ヘリウム混合プラズマ→重水素プラズマの照射実験と、重水素プラズマ→ヘリウムプラズマ→重水素プラズマの交互照射実験を行った。

照射をした際の実験結果を図 1 に示す。重水素+ヘリウム混合プラズマ照射前の重水素プラズマ照射は定

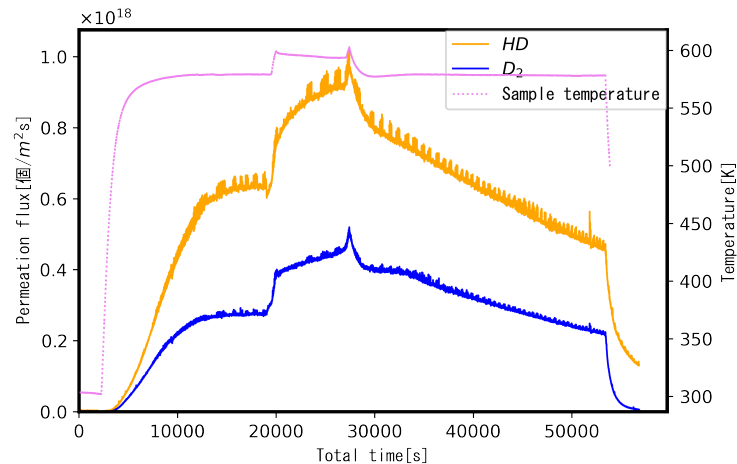


Fig. 1: 照射実験をした際の QMS 結果
重水素プラズマを照射後、20%ヘリウムを入れて2時間の混合プラズマ照射を行い、再度重水素プラズマを照射した

常状態を確認できたのに対して、混合プラズマ照射後の重水素プラズマ照射では透過量が徐々に減少していることがわかった。これは、ヘリウムプラズマの照射により内部にヘリウムの障壁が形成され上流からの供給量が減少したことによると考えられる。上流からの供給量は減少するが試料温度は高いため重水素は十分に拡散でき、障壁より下流側の重水素原子が下流側表面で再結合し放出されることで、障壁より下流側の重水素濃度が減少する。そのため、QMS グラフでは徐々に減少しているように見られる。

[1] T. Hayashi, Fusion Eng. Des, **136** (2018) 545-548