

核融合炉の壁面は核融合反応が起きている間、常に高温のプラズマに曝されるため燃料の水素同位体を吸蔵・放出する。壁面が水素同位体を吸蔵すると炉内の燃料の制御が困難になり核融合反応が停止することが考えられる。そのため材料の水素同位体の吸蔵のプロセスおよび特性を解明する必要がある。これまでの研究から二種類の水素吸蔵があることが明らかになっている。一つは材料内の空孔や欠陥の間に水素が捕捉されプラズマ照射終了後も材料内に残り続ける静的吸蔵である。もう一つは材料内を拡散法則に従って自由に動き回る動的吸蔵で、この吸蔵ではプラズマ照射終了後速やかに材料内から放出される。これまで静的吸蔵の研究は多く行われたが動的吸蔵に関する研究は非常に少ない。また、近年炉壁が受ける熱負荷を低減する目的で炉内に窒素、ヘリウムなどの不純物ガスの導入が考えられている。しかし、この不純物が炉壁の水素同位体吸蔵量を増加させる可能性が報告されている。^[1]

本研究では高熱流プラズマ照射・イオンビーム解析複合装置(Plasma Surface Dynamics with Ion Beam Analysis: PSDIBA)を用いてその場計測を行った。Fig1にPS-DIBAの概略図を示す。PS-DIBAでは重水素吸蔵量の測定に核反応分析法(NRA)を用いる。PS-DIBAはイオンビーム部とプラズマ生成部で構成されている。試料中では照射された³Heイオンビームと吸蔵されている重水素が $D(^3\text{He},p)^4\text{He}$ の反応を起こし発生したプロトンを半導体検出器で測定することで試料中に吸蔵されている重水素の吸蔵量を特定する。また、試料を固定する試料台は空冷により冷却することができ空気流量により試料温度を $\pm 5\text{ K}$ 以内で調節可能である。試料温度は熱電対を用いて計測する。本研究では試料としてタングステンを用い、試料温度を 450 K でイオンビームのエネルギーは 1 MeV で試料中の $1.2\ \mu\text{m}$ までの重水素

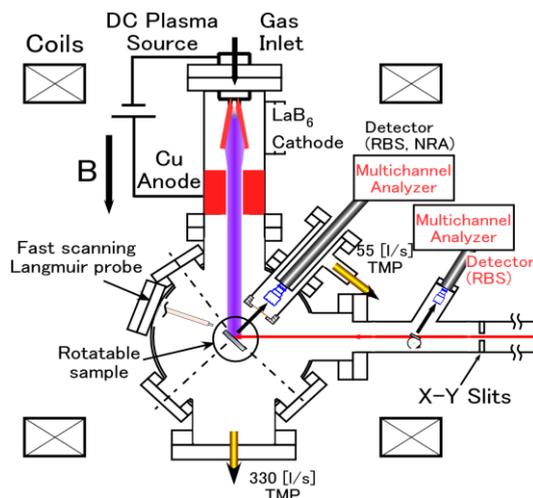


Fig 1. PS-DIBA(プラズマ生成部)の概略図

濃度をプラズマに不純物が含まれない場合と含まれる場合で計測した。

Fig2に不純物のない状態で試料中重水素濃度を計測した結果を示す。照射時間の経過と共に重水素濃度が増加し150~200分で飽和しており、バイアス電圧

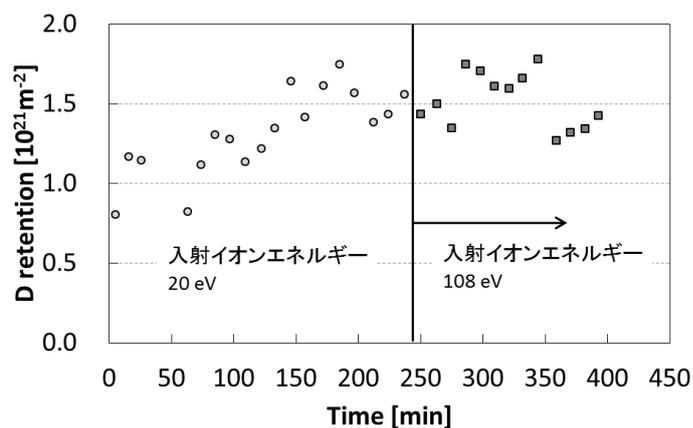


Fig 2. 重水素プラズマ吸蔵量の時間変化

110 V以下では吸蔵量の明確な変化は確認されなかった。今後、不純物添加効果について実験を行う予定である。本研究は、自然科学研究機構・核融合科学研究所における「自然科学研究における国際的学術拠点の形成」事業及びLHD計画共同研究(NIFS13K0BF026)で支援されています。

[1] H.T. Lee, M. Ishida, Y. Ohtsuka, Y. Ueda, Phys. Scr. T159 (2014) 014021.