

スパッタリング処理を用いた LHD プラズマ対向壁内のトリチウム深さ分布研究

Study on depth profiles of tritium in the LHD plasma-facing wall using a sputtering treatment

*増崎 貴^{1,2}、趙 明忠¹、矢嶋 美幸^{1,2}、時谷 政行^{1,2}、本島 巖^{1,2}

¹核融合科学研究所, ²総合研究大学院大学

核融合研の大型ヘリカル装置 (LHD) で行われた重水素プラズマ実験では、DD 反応で生成された高速トリトンがプラズマ対向壁に衝突していた。実験終了後に、プラズマ対向壁や第一壁上に設置した試料中のトリチウム (T) 深さ分布を、グロー放電発光分析装置 (GD-OES) を用いたスパッタリング (SP) 処理とトリチウムイメージング法 (TIPT) を使って測定した結果について報告する。

キーワード: トリチウム深さ分布、LHD、スパッタリング処理、グロー放電発光分析

1. 緒言

LHD では 2017 年から 2022 年まで重水素プラズマ実験を行った[1]。重水素プラズマ中では DD 核融合反応により T が生成され、その量は合計で約 26 GBq であった。真空ポンプの排気ガス分析から、生成した T の約 50 %は LHD 真空容器内に残留していると推算されている[2]。真空容器内のプラズマ対向壁に残留する T が、どこに、どのように残留しているかを明らかにするために、実験で使用したダイバータ板や第一壁に設置した材料試料中のトリチウムの深さ分布を知ることは有用である。そこで、TIPT と GD-OES を用いた SP 処理を組合せた測定を行った。

2. 測定方法

次のように測定を行った。①GD-OES で 2.5mm 径の放電管を用いて、試料表面の直径 2.5mm の円形領域を SP 処理する。同一試料上で複数の円形領域について、SP 時間を変えて処理を行う。②TIPT で、SP 処理をした試料の T 分布を測定する。③得られた PSL 強度分布で、SP 処理をした複数の領域、および同処理をしていない領域の PSL 強度を調べる。

3. 測定結果

図 1 に 2019 年の実験で使用したタングステン (W) 被覆炭素ダイバータ板の測定結果を一例として示す。GD-OES での SP 処理では、試料中の各元素の分布も得ることができる。表面の W 層、モリブデン中間層、基板の炭素、そして軽水素の分布を示している。T 分布のピークは表面から約 2-3 μm の深さにあることから、ここに残留している T は DD 反応で生成された 1 MeV の高速トリトンが主たる成分であると考えられる。T 分布の裾野は約 16 μm まで延びている。発表では、他の試料について測定結果を示して議論する。

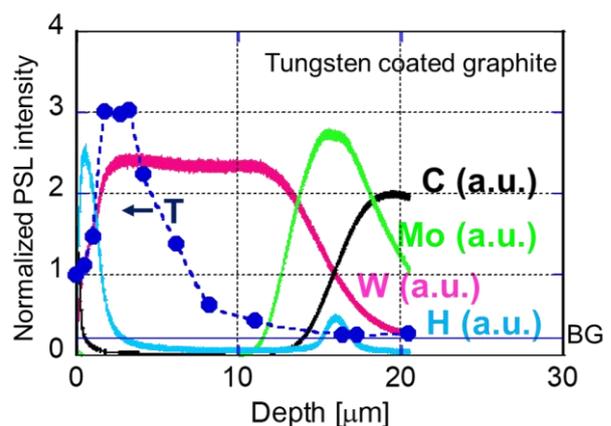


図 1 2018 年の重水素実験で使用したタングステン被覆炭素ダイバータ板中のトリチウム深さ分布 (青丸+破線) と他の元素の分布。

参考文献

- [1] M. Osakabe et al, Nucl. Fusion 62 (2022) 042019.
 [2] 田中将裕他、第 5 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、2C11(2024)

*Suguru Masuzaki^{1,2}, Mingzhong Zhao¹, Miyuki Yajima^{1,2}, Masayuki Tokitani^{1,2}, Gem Motojima^{1,2}

¹ NIFS, ² SOKENDAI