

## 高温プラズマ・壁相互作用による再堆積層の形成挙動とその特性

九大応力研 時谷政行, 吉田直亮, 徳永和俊, 藤原 正  
島根大総理工 宮本光貴  
核融合研 増崎 貴, 芦川直子, 森崎友宏, 庄司 主, 小森彰夫, LHD 実験グループ  
東北大金研 永田晋二, 土屋 文

### 1. はじめに

高温プラズマ閉じ込め装置において、プラズマと壁との相互作用(PWI)は材料損耗だけでなく、プラズマ制御と直結する問題である。その中でも粒子バランスの研究はトリチウムインベントリーなどの安全面からも重要な位置づけであり、それにはプラズマ対向材料表面に捕捉されるプラズマ粒子の定量評価が必要である。本研究では、東北大金研のタンデム加速器を用いたイオンビーム分析(RBS&ERD)から、対向材中の捕捉粒子量を評価した。

### 2. 研究経過

昨年度までの共同研究において、TRIAM-1M 再堆積層中に捕捉された水素量を RBS&ERD によって定量化し、TRIAM-1M で発生している大きな壁排気は再堆積層中に保持される水素が要因であることが材料学的な知見から証明された。本年度は、核融合科学研究所の LHD における粒子バランスの研究に着目し、LHD マテリアルプローブシステムを用いてダイバータプラズマに曝露した材料[タングステン(W)や等方性黒鉛(IG430U)]における捕捉粒子の定量評価を実施した。現在の LHD ダイバータタイルには IG430U が採用されているが、ITER やその後の核融合装置を視野に入れた場合には W を用いた実機における照射研究が求められる。本報告では、主に LHD ダイバータプラズマ照射された W におけるプラズマ粒子の捕捉特性について述べる。

### 3. 研究成果

LHD マテリアルプローブシステムを用い、W 試料をダイバータレグ位置まで挿入し、ヘリウムのダイバータプラズマに 30 秒間曝露させた。照射後の試料に捕捉されたヘリウム粒子を、RBS&ERD の同時測定法により定量評価した。プローブビームには 5MeV-O<sup>4+</sup>を使用した。図にヘリウムダイバータプラズマ曝露後の W における捕捉ヘリウムの深さ分布を示す。

ダイバータプラズマの Strike point を基点として 0mm 側が真空容器側(Private side), 70mm 側がプラズマ側に対応する。Strike point に近いほどヘリウムの保持量とその深さ方向への分布が高く、そこから離れるに従って指数関数的に減少する傾向を示した。総保持量の分布はダイバータレグ磁力線の接続長分布にほぼ一致するものである。また、深さ方向への分布は最も深い領域で 20~25nm にも及び、200eV のエネルギーにより TRIM-code で算出した飛程を大きく超えていた。この理由には、ダイバータプラズマに高エネルギー成分が存在することと、注入された He の自己拡散が考えられる。このような深部への He 捕捉は材料損耗の観点からだけでなく、プラズマ制御へ予期せぬ影響をもたらすことも懸念される。

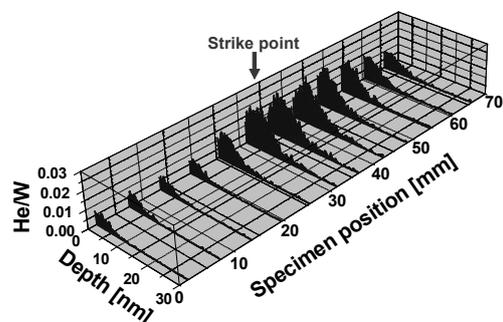


図 ヘリウムダイバータプラズマ曝露後の W における捕捉ヘリウムの深さ分布

### 4. まとめ

低エネルギーのダイバータプラズマ照射において 25nm という深部までヘリウムが存在していることは予想外の結果である。ヘリウムにより形成された欠陥層には欠陥の存在しない領域と比較すると水素同位体を多く保持することが報告されており、トリチウムインベントリーの観点においても重要な結果である。

### 5. 発表(投稿)論文

Hydrogen Retention Properties of Co-Deposition under High-Density Plasmas in TRIAM-1M  
M. Tokitani, M. Miyamoto, K. Tokunaga, T. Fujiwara, N. Yoshida, M. Sakamoto, H. Zushi, K. Hanada, TRIAM group to be published in J. Nucl. Mater.