

## 原型炉プラズマ対向壁の燃料インベントリー評価とヘリウム照射効果 Evaluation of Fuel Inventory in Plasma-Facing Wall of JA DEMO and Helium Irradiation Effect

大宅諒<sup>1</sup>, 星野一生<sup>2</sup>, 朝倉伸幸<sup>3</sup>, 坂本宜照<sup>3</sup>, 大野哲靖<sup>4</sup>, 花田和明<sup>1</sup>  
OYA Makoto<sup>1</sup>, HOSHINO Kazuo<sup>2</sup>, ASAKURA Nobuyuki<sup>3</sup>, SAKAMOTO Yoshiteru<sup>3</sup>  
OHNO Noriyasu<sup>4</sup>, HANADA Kazuaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大, <sup>2</sup>慶応大, <sup>3</sup>量研機構, <sup>4</sup>名大  
<sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>Keio Univ., <sup>3</sup>QST, <sup>4</sup>Nagoya Univ.

### 1. 研究背景と目的

原型炉の燃料システムを検討するためには、プラズマ対向壁の燃料インベントリー評価が重要な課題である。特に原型炉では、核燃焼で発生する中性子やヘリウムの照射による効果を予測する必要がある。前回、これら照射効果をモデル化して、JA-DEMOダイバータ内での燃料インベントリー評価の結果を報告した[1]。

本研究では、これを発展させ、ブランケット第一壁を含む対向壁全体の燃料インベントリーを評価した。更に、その時間発展を求め、ITERの評価結果と比較した[2]。

### 2. 計算方法

材料中の水素輸送コード[3]を用いて、Fig.1(a)に示したJA-DEMO対向壁のそれぞれの位置において、重水素(D)吸蔵量を計算した。対向壁に照射される粒子束と熱流束は、周辺プラズマ統合コードSONICで計算した。また、ダイバータ及びブランケットの実形状(冷却管含む)をもとに、表面から内部の温度分布を評価して用いた。

中性子照射効果は、照射欠陥への強い捕捉を想定し、脱離エネルギー2.0eVの捕捉サイトを濃度比0.2at.%で内部に分布させた。

ヘリウム照射効果は、バブル形成と連結により表面近傍の水素吸蔵量が減少するという実験事実を、再結合放出の増加としてモデル化した。そのために、最近考案された再結合放出モデル[4]を導入し、再結合係数の表面障壁( $\Delta E_{\text{surf}}$ )を評価した。具体的には、実験室実験[5]をシミュレーションして、 $\Delta E_{\text{surf}}$ を0.5eV(D照射)と0.3eV(D+He同時照射, He5%)と算定した。

### 3. 計算結果

Fig.1(b)に、単位面積当たりのD吸蔵量のポロイダル分布を示す(照射時間 $10^4$ 秒)。ダイバータ

板の特にストライク点近傍(高粒子束 $\sim 10^{25}\text{m}^{-2}$ , 高温 $\sim 1200\text{K}$ )での吸蔵量が多い。

均一なトロイダル分布を仮定し、対向壁全体のD吸蔵量を算出した。吸蔵量はほぼ時間の平方根に比例して増加した。また、ヘリウム照射効果(He5%)により1/3程度に減少した( $10^4$ 秒でD照射 $8.2 \times 10^{23}$ , D+He照射 $2.8 \times 10^{23}$ )。この傾向及び値は、ITERの評価結果と類似している。

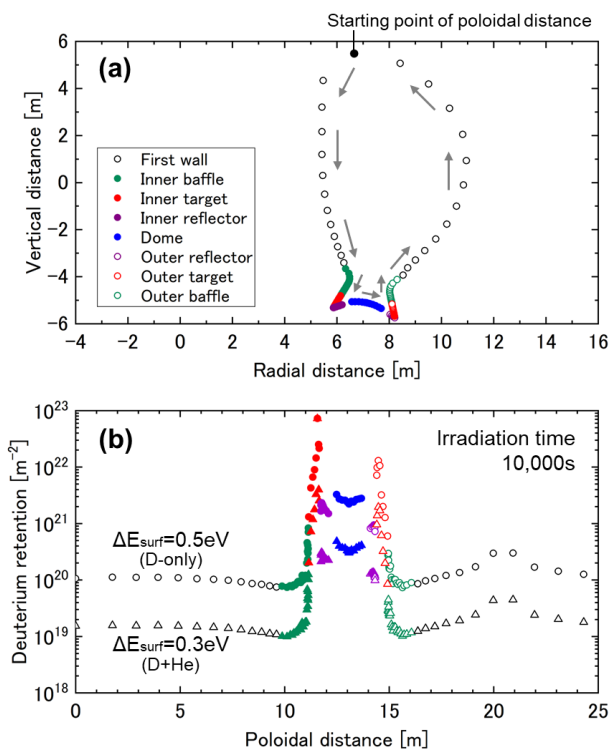


Fig.1 (a) JA-DEMO対向壁の計算位置  
(b) D吸蔵量のポロイダル分布

### 参考文献

- [1] 大宅他, プラ核学会第38回年会(2021)23P-5F-10.
- [2] J.Roth, K.Schmid, Phys.Scr. **T145**(2011)014031.
- [3] M.Oya et al., Nucl. Mater.Ene. **27**(2021)100980.
- [4] K.Schmid, M.Zibrov, Nucl. Fus. **61**(2021)086008.
- [5] V.Kh.Alimov et al., Phys.Scr. **T138**(2009)014048.