

## 反応速度論解析によるタングステン中照射欠陥蓄積量評価

Evaluation of irradiation defect accumulation in tungsten based on the rate theory

\*小林 真<sup>1,2</sup>、大矢 恭久<sup>3</sup>

1. 核融合科学研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 静岡大学

タングステン中の照射欠陥の生成・再結合・熱分解・集合等の移行現象を速度論モデルにて表現し統合することで、様々な温度下での照射欠陥蓄積量を見積もった。

**キーワード：**タングステン、照射欠陥、トリチウム、重イオン照射

### 1. 緒言

核融合炉において、真空容器における燃料トリチウム滞留量の高精度評価は、炉システム設計や炉運転シナリオの決定、安全性評価のため重要である。これまでに行った中性子照射したタングステン中の重水素滞留量評価実験から、タングステン中の照射欠陥に水素同位体が強く捕獲されることが示された。従って、炉運転に伴う照射欠陥蓄積量を定量的に見積もることができれば、真空容器内トリチウム滞留量が予測可能となる。そこで本研究では、タングステン中の照射欠陥の生成・再結合・熱分解・集合等の移行現象を速度論モデルにて表現し統合することで、様々な温度下での照射欠陥蓄積量を見積もった。最終的に、評価した照射欠陥密度と重水素滞留量を比較することで、本研究の妥当性について評価した。

### 2. 評価方法

タングステン結晶粒を円柱形状( $r=0.5\ \mu\text{m}$ ,  $z=10\ \mu\text{m}$ )と簡略化して取り扱う。照射欠陥である原子空孔と格子間原子について、これらの照射欠陥はその集合数によりタングステン中での移行速度が変化する。即ち、集合数・温度に応じて拡散係数、熱分解速度定数、照射欠陥同士の反応速度係数等が異なるため、それらを考慮して計算に組み込んだ。照射欠陥のソース項は、6.4 MeV 鉄イオン照射や 20 MeV タングステン照射を想定し、これらのイオン照射により発生するノックオン数とカスケード散乱で発生する照射欠陥の数を考慮した分布関数を用いた。上記イオン照射量の増加に伴う照射欠陥の深さ分布、集合数の変化の照射温度依存性について評価を行った。

### 3. 結果と考察

図に、6.4 MeV 鉄イオンを 523 K にて、0.24 dpa まで照射した際の原子空孔密度の深さ分布の計算結果を示す。また、図の右軸には、過去に実施された、同様の条件で照射されたタングステンへの重水素ガス曝露(673 K, 100 kPa, 10 h)により滞留した重水素の滞留密度分布[Y. Hatano+, NME, 2016]を示す。原子空孔と重水素の深さ分布については、 $1.2\ \mu\text{m}$  程のブラッグピークから表面にかけて密度が平坦になること、表面近傍で密度が急激に高まることなど、非常によく一致した。また、原子空孔と重水素の密度比もほぼ 1:1 とよく一致した結果が得られた。発表では照射温度、イオン種の影響について議論を行う。

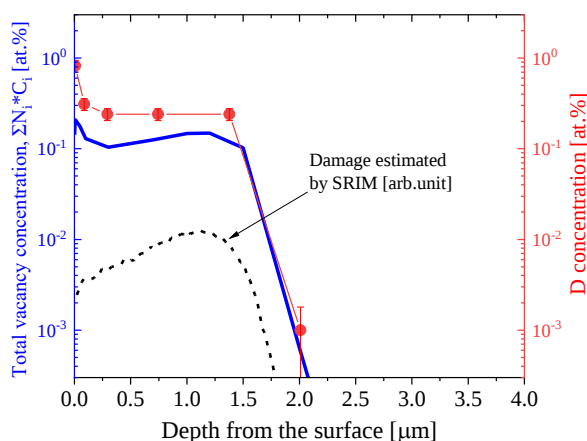


図 6.4 MeV 鉄イオン照射により損傷を導入したタングステンにおける、計算で予測された原子空孔密度と実験で得られた重水素の密度の深さ分布の比較

\* Makoto I. Kobayashi<sup>1,2</sup>, Yasuhisa Oya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>NIFS, <sup>2</sup>SOKENDAI, <sup>3</sup>Shizuoka Univ.