

# タングステン堆積層形成過程における水素透過挙動とそのモデル化

The modeling of hydrogen permeation behavior while forming tungsten deposition layer

○増田 健太郎<sup>1</sup>, 大宅 諒<sup>1</sup>, 吉田 直亮<sup>1</sup>, 片山 一成<sup>1</sup>

1- 九州大学

## 研究背景

### プラズマ壁相互作用

第一壁における水素同位体挙動の理解  
重水素(D), トリチウム(T)

- 燃料供給
- トリチウム安全管理

**タングステン (W):**  
第一壁材料候補

- 高融点
- 水素溶解度が低い

**トリチウム (T):**  
核融合燃料

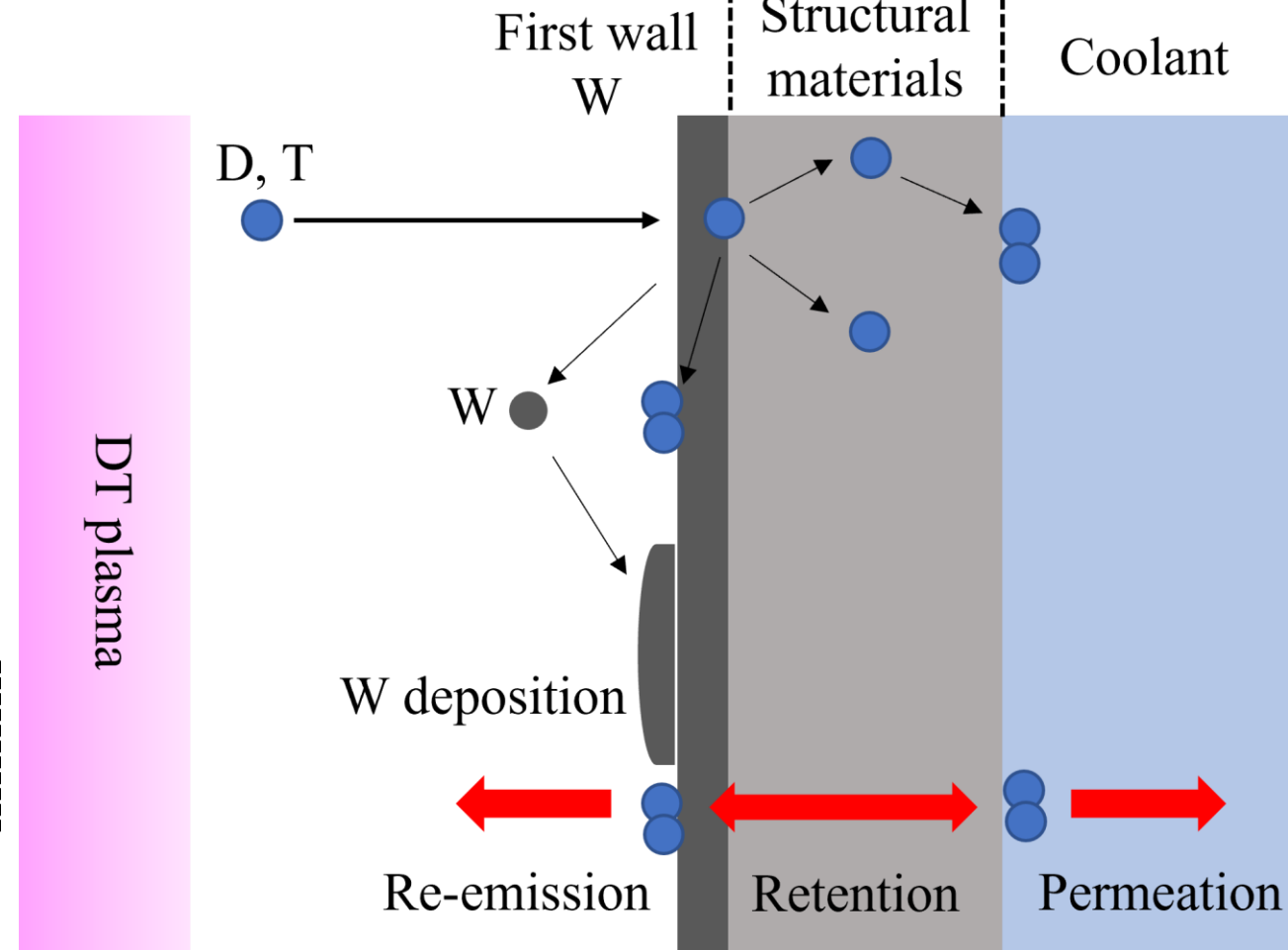
- 放射性同位体
- 天然に希少

### 問題点

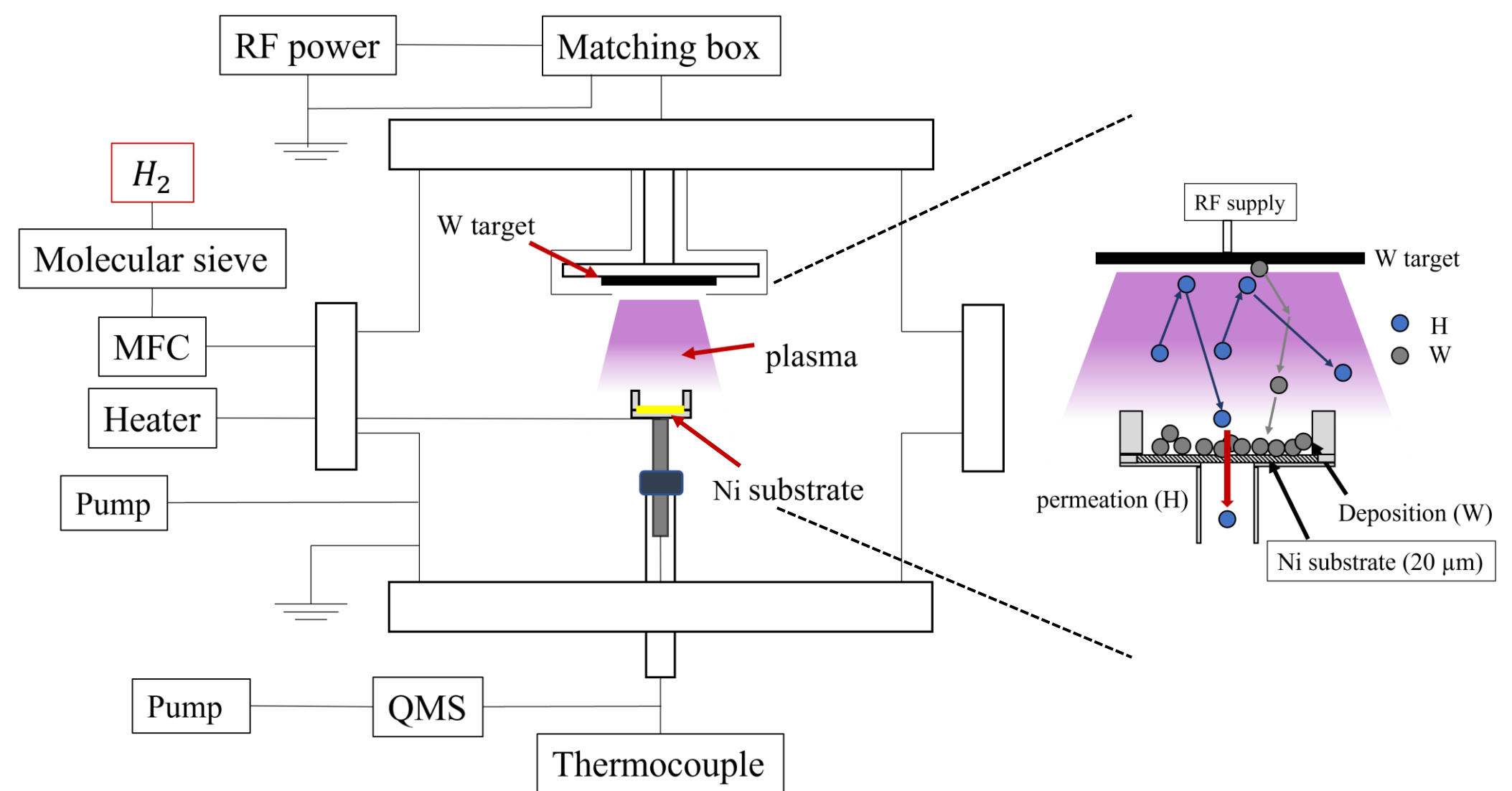
- 第一壁上においてW堆積層の形成<sup>[1]</sup>
- 第一壁における水素同位体の透過、滞留

### 研究目的

- W堆積層形成過程での水素透過挙動の把握
- W堆積層の物理特性の評価



## 実験体系



装置概略図

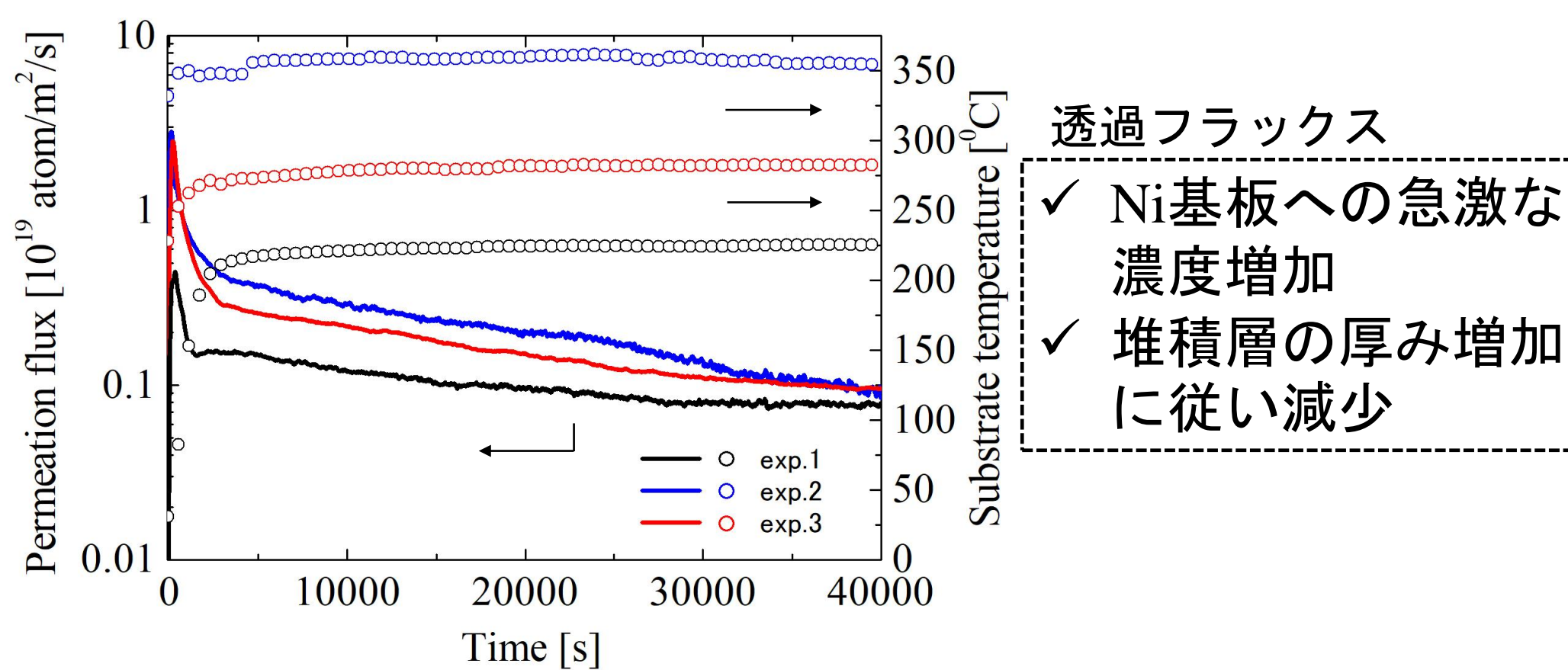
	温度制御	水素ガス圧	RF電力	Ni-RF電極距離	実験時間
exp.1	なし	60 Pa	200W	40 mm	24 h
exp.2	~ 360 °C				12 h
exp.3	~ 280 °C				

実験条件

- HとWがNi基板に同時に入射（共堆積）
- QMSにより背面側の水素圧力を測定
- exp.1で形成した堆積層をTEMで観察

## 結果と考察

### 水素透過フラックス測定



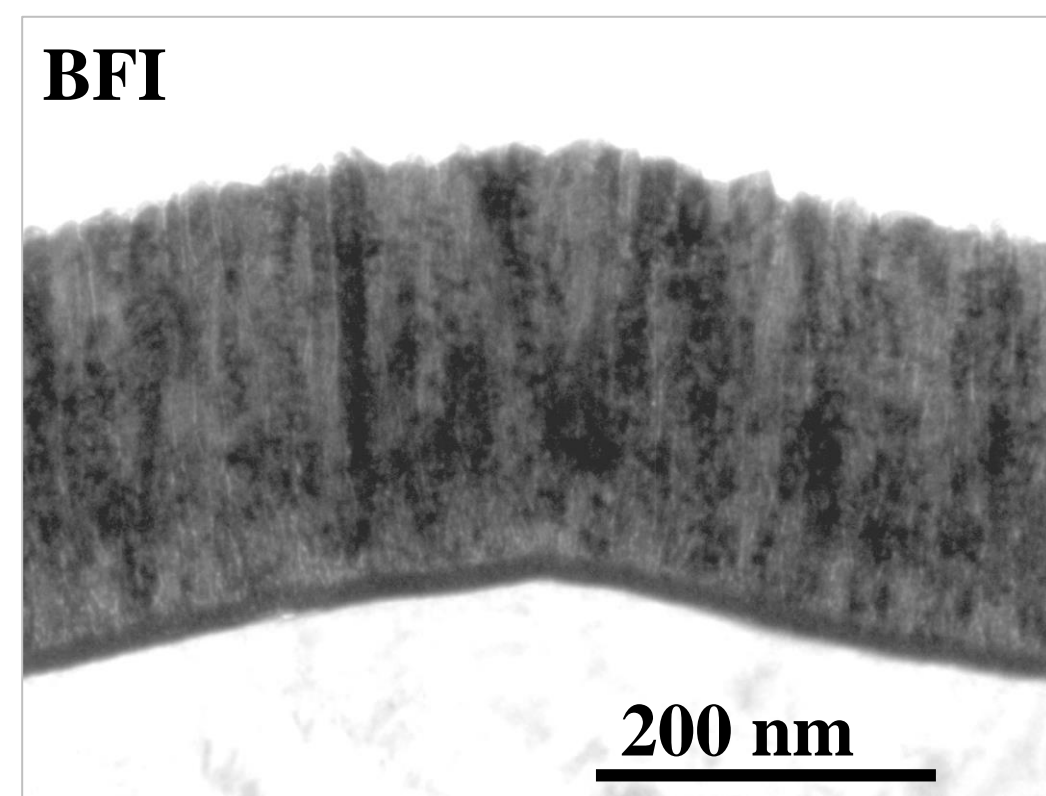
### 温度依存性

- 基板温度が高いほど透過フラックスが大きい傾向
- 40000秒付近で同程度となった

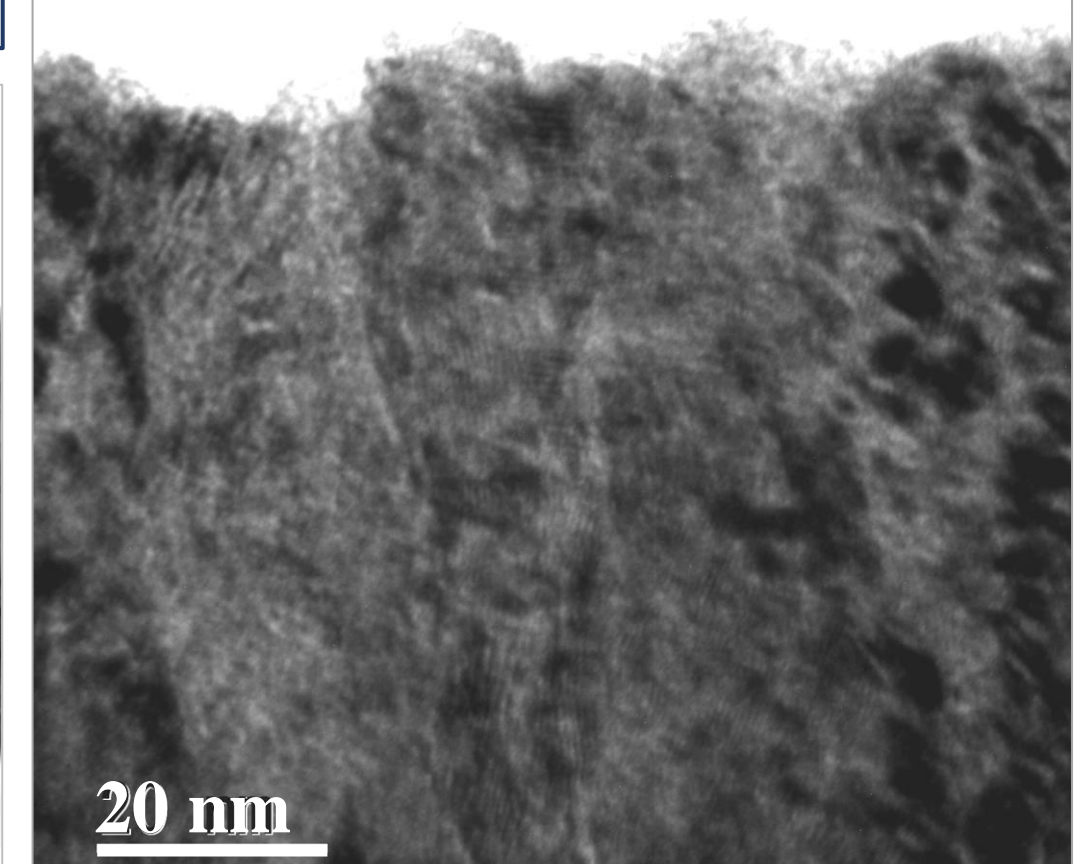
### 今後.....

- W堆積層の物理特性評価（再結合係数、拡散係数）  
→ トリチウム透過量の予測

### W堆積層の微細構造 (TEM)



### Surface area



- クラック（白線）やキャビティ（白点）が確認された。
- 堆積層とNi基板の境界に歪んだ像
- 表面付近でキャビティが（水素を捕捉している可能性）

### 先行研究<sup>(2,3)</sup>

W堆積層ではバルクに比べ

- 水素拡散速度は遅い
- 水素溶解度は大きい

### 水素吸蔵量の把握

→ トリチウムインベントリの評価

## 結論

- W堆積層の厚み増加に伴い透過フラックスは減少し続けた
- W堆積層のTEM観察により微細構造を明らかにし、各種欠陥の存在が確認された。
- 今後はW堆積層の物理特性を定量的に評価する必要がある。

## 参考文献

- [1] K. Katayama et al., Fusion Science and Technology, Volume 54, pages 549-552, 2008.
- [2] K. Uehara et al., Fusion Engineering and Design, Volumes 98-99, pages 1341-1344, 2015.
- [3] Y. Hara, et al., Fusion Engineering and Design, Volume 172, pages 112851, 2021.