2019年秋の大会

核融合工学部会セッション

# 日米科学技術協力事業 PHENIX 計画の成果
# Accomplishments of Japan-US Joint Research Project PHENIX

## （2）中性子照射タングステンの熱・機械的特性

## (2) Effect of neutron irradiation on thermal and mechanical properties of tungsten materials

*檜木 達也 [1]，長谷川 晃 [2], Y. Katoh[3], L. Garrison[3]
[1] 京都大学，[2] 東北大学, [3]ORNL

### 1. 諸言

PHENIX 計画の目的の一つに、タングステン系材料の各種特性に及ぼす中性子照射効果を明らかにすることがある。しかしながらタングステンの場合、熱中性子によるレニウム（Re）の生成等核変換の効果が大きく、特に比較的高い損傷量での中性子照射において影響が顕著となる。核変換効果を考慮した比較的高い線量領域でのタングステンの照射効果はこれまで得られていない。また、これまでに得られているタングステン系材料の中性子照射データは、800℃程度までが中心であるが、ダイバータでは、最高 1500℃程度までの温度が想定されている。純タングステンでは、1000℃以上での再結晶が生じるが、1000℃以上での中性子照射は非常に限られている。本研究では、タングステンの核変換効果を抑制するための熱中性子遮蔽を行い、1000℃を超える照射温度も含めて、中性子照射を現状候補とされる各種タングステン系材料に対して行うことにより、核融合ダイバータ用タングステン系材料に対する中性子照射効果の基本的な理解を目指した。

### 2. 中性子照射試験

米国のオークリッジ国立研究所（ORNL）にある High Flux Isotope Reactor (HFIR）において、現在候補となっている各種タングステン系材料に対して中性子照射試験を行った。ガドリニウムにより熱中性子遮蔽を行った RB*カプセルでは、約 550℃、約 850℃、約 1050℃で 0.2～0.7dpa 程度の照射を行った。熱中性子遮蔽無しの rabbit カプセルを用いた中性子照射も、800℃、1100℃で 0.4～0.5dpa 程度まで行った。強度や熱拡散等の基本的物性、耐熱負荷特性、トリチウム透過等多様な特性を系統的に評価できるように、日米で 550℃の温度領域で 406 個、850℃の温度領域で 389 個、1050℃の温度領域で 359 個の試料（図）を RB*で照射した。rabbit 照射では、800℃、1100℃のカプセルでそれぞれ 27 個の試料が照射された。

図 RB*カプセルの試料とホルダー

### 3. 照射効果

熱中性子遮蔽の無い rabbit 照射では、ほとんどの試料において核変換で形成された Re と、形成された Re 付近にオスミウム（Os）が観察され、比較的大きな硬さの変化が見られた。熱中性子遮蔽を行った RB*カプセル照射において、550℃の照射では、照射硬化は見られたものの、W-3%Re 合金と K-doped W-3%Re においては延性挙動が認められた。850℃の照射では、K-doped W と K-doped W-3%Re は照射前と同様の延びと延性挙動を示した。RB*カプセルでの 550℃で照射した Pure W、K-doped W-3%Re ともに、熱拡散率の低下が確認された。室温では Pure W の方が K-doped W-3%Re に比べ 50%以上高い値を示したが、照射温度付近の高温では Pure W の低下が大きいため、差は 20%程度であった。

*Tatsuya Hinoki[1], Akira Hasegawa[2], Yutai Katoh[3] and Lauren Garrison[3]
[1]Kyoto Univ., [2]Tohoku Univ., [3]ORNL