

# 第六周期金属へのヘリウムプラズマ照射による ヘリウム誘起ナノ構造形成条件

## Formation conditions of Helium Induced Nanostructure by Helium Plasma Irradiation for period 6 Metals

志賀紘輝、大森晃平、山下直人、伊庭野健造、Lee Heun Tae、上田良夫  
K.Shiga, K.Omori, N.Yamashita, K.Ibano, H.T.Lee, Y.Ueda

大阪大学大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Osaka University

### 1.研究背景・目的

プラズマ壁相互作用の研究の1分野として、重金属にヘリウム(He)プラズマを照射した際に特定の条件で形成する[1]ことで知られるヘリウム誘起ナノ構造がある。形成メカニズムは未解明であり、現在も様々な条件でシミュレーションや実験等が行われている。この研究は当初、核融合炉への応用を動機として行われていたが現在では触媒への応用が強く期待されている。

本研究はこれまで報告事例のないいくつかの第六周期遷移金属(Hf, Ta, W, Re, Ir)をターゲットとして、有力な条件のうちの一つである材料温度による影響を調べた。

### 2.照射装置・評価方法

Heプラズマ照射にはECRプラズマ照射装置(大阪大学)を使用した。この装置のプラズマパラメータとしてフラックス $\sim 10^{21}/m^2$ 、プラズマ密度 $\sim 10^{17}/m^3$ 、プラズマ温度8.0 eVを与える。材料温度[K]は熱電対で測定し、金属固有の融点温度[K]で除した規格化温度を評価する温度と定めた。照射後の試料はFE-SEMを用いて照射部の表面・断面を観察し、形成した構造を3つの段階に分けて評価を行った。

### 3.結果・考察

まず本研究によって得られた知見のうち、レニウム(Re)、イリジウム(Ir)、ハフニウム(Hf)の形状やサイズについて述べる。Reではタングステン(W)と似た点がいくつか見られ、ヘリウムナノホール形成やナノ繊維構造の形状やサイズについて類似性があった。Irのナノ繊維構造は10 $\mu m$ 程度で他の金属に比べ成長速度が圧倒的に早いと考えられる。Hfのナノ繊維構造は

先端に綿毛のような特徴的な構造が形成しており、構造高さは2 $\mu m$ 程であることが確認された。

次に各金属に形成する構造の規格化温度に影響について述べる。図1にはそのまとめを記してある。この図を見ると、規格化温度が0.30付近からタンタル(Ta)を除く全ての金属でナノ繊維構造を形成していることが一目瞭然で、本研究においてTaにはナノ繊維構造は形成しなかった。ReとHfは他の金属よりも低い規格化温度で表面に変化が現れており、特にHfはこの中で最もナノ繊維構造形成温度閾値が低かった。またこの二種の金属の結晶構造は共通してhcpであり今後結晶構造が与える影響について検討する必要があるだろう。

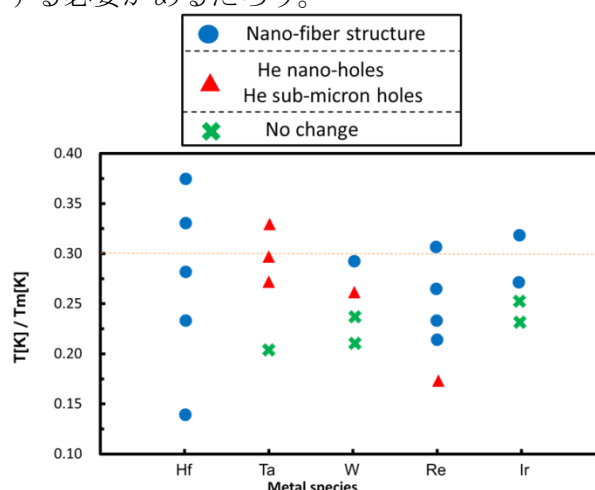


図1. 種々の金属に形成するヘリウム誘起ナノ構造の規格化温度に対する影響のまとめ

### 4.References

[1]S.Kajita, W.Sakaguchi, N.Ohno, N.Yoshida, T.Saeki, Nucl.Fusion 49(2009) 095005(6pp).