

## ヘリウムプラズマ照射による様々な金属のナノ構造化と光触媒応用 Nanostructure formation on various metals by helium plasma irradiation and its photocatalytic application

梶田信<sup>1</sup>, 大野哲靖<sup>2</sup>, 吉田朋子<sup>3</sup>, 三室文明<sup>2</sup>, 野嶋智宏<sup>4</sup>, 河口翔太<sup>2</sup>  
Shin Kajita<sup>1</sup>, Noriyasu Ohno<sup>2</sup>, Tomoko Yoshida<sup>3</sup>, Fumiaki Mimuro<sup>2</sup>, Tomohiro Nojima<sup>4</sup>  
Shota Kawaguchi<sup>2</sup>

名大未来材料<sup>1</sup>, 名大院工<sup>2</sup>, 大阪市大<sup>3</sup>, 名大工<sup>4</sup>  
IMaSS, Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Grad. Eng., Nagoya Univ.<sup>2</sup>, Osaka City Univ.<sup>3</sup>, Eng., Nagoya Univ.<sup>4</sup>

タングステン表面にヘリウムプラズマを照射すると繊維状のナノ構造が形成されることが分かっている[1]。そして、タングステンのみではなく、モリブデン、ニッケル、チタン等の金属でもヘリウムプラズマ照射により同様の現象が起こることが分かっている[2]。このナノ構造化が起こると、熱物性や光物性が大きく変化することが明らかにされている[3,4]。特に、表面積の著しい増大[5]や光吸収率の増加に伴って、光触媒材料としての応用が期待されている。本研究では、鉄、タンタル、バナジウム、ロジウム、ニオブ等においても、ヘリウムプラズマ照射により表面構造の変化、綿毛状のナノ構造が成長することを明らかにするとともに、光触媒応用の可能性を議論する。

プラズマ照射実験は、直線型プラズマ装置 NAGDIS-II において実施した。様々なプラズマ照射条件での照射後の試料の SEM 写真を図 1(a)~(d)に示す。図 1(a)は 1093 K で照射を行った場合であるが、表面には平均半径 40 nm 程度の小さなピンホールが無数に形成されているのが確認された。一方で温度を 1400 K まで上げた場合(図 1(b))においては、表面には平均半径 250 nm 程度の(a)に比べ大きなピンホールが形成されているのが確認された。さらに照射量を上げた場合(図 1(c))においては、(a)と同程度の大きさのピンホールに加え照射方向に立体的な凹凸が形成されているのが確認された。一方で、温度を 600 K まで下げた場合(図 1(d))においては照射前とほとんど変化がなかった。さらに、フルエンスを  $10^{26}$  m<sup>-2</sup> 以上で照射した結果、1010 K での照射で Ta 上でも繊維状ナノ構造の形成を確認した。これらの表面構造変化は W の場合と同様に、Ta 中に He バブルが形成され、そのバブルが成長することにより引き起こ

されたと考えられる。

鉄表面においては、表面温度を 900 K 以上、かつ入射イオンエネルギーが 50 eV 以上において、繊維状ナノ構造の形成が確認された。同様に、バナジウム、ロジウム、ニオブ等において繊維状ナノ構造の形成が確認されている。

ヘリウムプラズマを照射したチタンの表面を酸化させ、エタノール水溶液での光照射による水素発生実験を行った結果、プラズマ照射による水素生成効率の上昇を確認した。

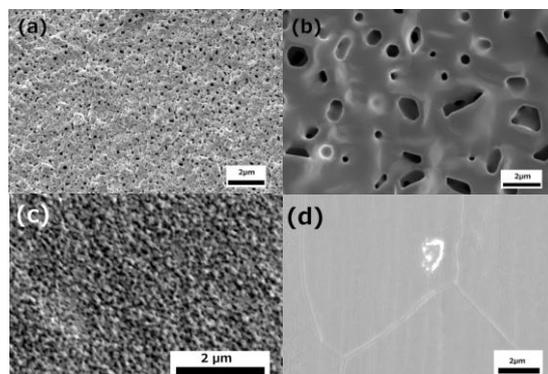


図 1. He 照射後のタンタル表面 SEM 画像  
(a)1093 K,46 eV, (b)1400 K,80 eV  
(c)1033 K,65 eV,高照射量, (d)620 K, 55 eV

### 参考文献

- [1] S. Takamura, *et al.*, Plasma Fusion Res. **1** (2006) 051.
- [2] S. Takamura, Y. Uesugi, Appl. Surf. Sci. **356** (2015) 888.
- [3] S. Kajita, T. Yagi, K. Kobayashi, M. Tokitani and N. Ohno: Japanese Journal of Applied Physics **55** (2016) 056203.
- [4] S. Kajita, *et al.*, Appl. Phys. Exp. **3** (2010) 085204.
- [5] M. Yajima, *et al.*, J. Nucl. Mater. **438** (2015) S1142.