

# 珪藻をテンプレートとした金ナノホールチップ

## Diatom-templated gold nanohole tips

東工大物創<sup>1</sup>, 彌田 ERATO プロジェクト<sup>2</sup>, 防衛医大<sup>3</sup>, 九大先導研<sup>4</sup>, 理研<sup>5</sup>

○(M2) 藤原 太郎<sup>1</sup>, 朴 貞子<sup>2</sup>, 彌田 智一<sup>1,2</sup>, 鎌田 香織<sup>2,3</sup>,  
奥村 泰志<sup>4</sup>, 田中 拓男<sup>1,5</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, ERATO<sup>2</sup>, NDMC<sup>3</sup>, Kyushu Univ.<sup>4</sup>, Riken<sup>5</sup>

○(M2) Taro Fujiwara<sup>1</sup>, Teiko Park<sup>2</sup>, Tomokazu Iyoda<sup>1,2</sup>, Kaori Kamata<sup>2,3</sup>,  
Yasushi Okumura<sup>4</sup>, Takuo Tanaka<sup>1,5</sup>

E-mail: fujiwara.t.am@m.titech.ac.jp

1. Introduction 金属ナノホール構造は、プラズモニック材料とし、SERS 基板やカラーフィルター、バイオセンサーなどへの応用が可能であり、その光学特性を調べる研究が盛んに行なわれている。これまで、このような構造体は、主にフォトリソグラフィや EB リソグラフィ、FIB などのトップダウン的方法で作製されている。これらの作製方法は、構造パラメータを正確にコントロールできる一方、化学合成で作製する金属ナノ粒子のように構造体を量産することが難しい課題を持っている。そこで、我々は、量産性に優れている新しい 3 次元金属構造体の作製方法として、“バイオテンプレートプロセス”を提案した<sup>1,2</sup>。この方法は、生物が持つ規則構造を鋳型として用い、規則金属構造体を作製するプロセスである。我々は、特に藻類の一種である珪藻がナノホール構造の殻を持つことに着目し、これを用いて、金ナノホールチップを量産化することを試みた。

2. Experiment 珪藻は、2つのシリカの殻で覆われている。各々の殻は、外層と内層の 2 層構造で形成され、外層には直径 600 nm、中心間距離 900 nm のナノホールアレイ構造が、また、内層には、直径 40 nm、中心間距離 100 nm ナノホール構造がある (Fig. 1)。金ナノホールチップは、この珪藻の殻をテンプレートとして、金を成膜することで作製された。その金ナノホールチップを光学顕微鏡で観察すると、中心部分と端部分で色が異なっていることがわかった。この構造が持つ光学特性を顕微分光計でスペクトルを測定し、電子顕微鏡や有限差分時間領域法 (FDTD 法) でピークの原因を調べた。顕微分光での測定条件は、測定領域を 5  $\mu\text{m}$ 、測定位置を珪藻の中心部分と端部分、珪藻がない部分とした。それぞれの領域が示す透過スペクトルを Fig. 2 に示した。珪藻がある部分に関して、波長 500 nm、600 nm、750 nm、800 nm に上向きのピークが生じ、珪藻がない部分に関して、波長 500 nm に上向きのピークが観察された。波長 500 nm のピークは、珪藻がない部分でも観察されたので、金のバンド内遷移が原因である。波長 600 nm、750 nm、800 nm のピークは、テープに固定された珪藻の殻もこの領域でピークを示すことから、珪藻の殻由来の構造色に起因すると考えた。また、FDTD 法によるプラズモン共鳴の寄与についても合わせて報告する。今回、私たちは、珪藻を用いて、金ナノホール構造を作製し、その光学特性を顕微分光計で測定した。その結果、波長 500 nm、600 nm、750 nm、800 nm に上向きのピークが生じた。これらのピークを示した原因を金のバンド内遷移、珪藻の殻の構造色であると考えた。

### 3. Reference

- [1] Kamata, K., et al., *Adv. Mater.* **23**, 5509-5513 (2011)  
[2] Kamata, K., et al., *Scientific Reports* **4**, 4919 (2014)

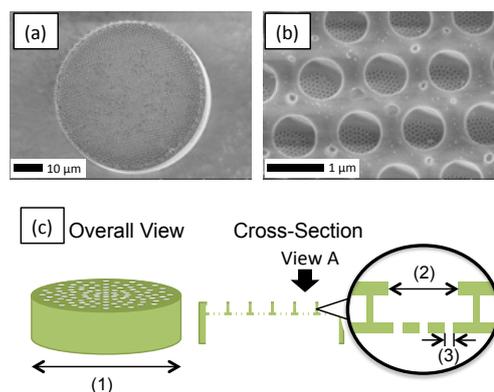


Fig. 1: SEM images and diagrams of the diatom shell. (a): Overall view. (b): Magnification (view A). (c): Diagram images. The structural parameters are (1) entire diameter, (2) nanoholes diameter in outer layer, and (3) nanoholes diameter in inner layer.

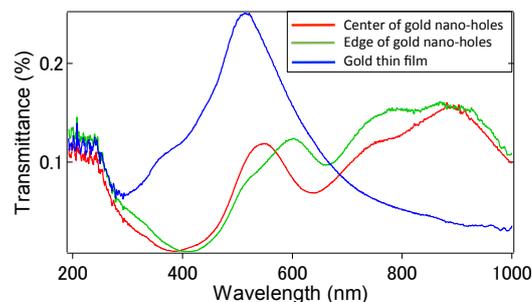


Fig. 2: Transmittance spectra of gold nanohole structure and thin film.