

近接場光学への応用を念頭にしたコロイド結晶の研究

(東工大院・工) ○松下 祥子

本発表では、物質が低エントロピー状態に独りでの配列する、自己集積および自己組織化現象を利用して作製された、コロイド結晶や人工オパールと呼ばれる球状微粒子自己集積体の研究の一部を紹介する。

サブマイクロ粒径の微粒子集積体であるコロイド結晶は、当初、フォトニック結晶として期待された。フォトニック結晶とは光の波長程度の周期構造を含む材料である。このコロイド結晶のフォトニック結晶への応用のために、コロイド結晶内部での光伝搬特性の波長・周期依存¹、自立型単層コロイド結晶による結晶内部の光モードの確認²などの研究が行われ、コロイド結晶とフォトニック結晶の橋渡しが積極的に行われてきた。

コロイド結晶を構成する微粒子としては粒径が単分散であることが望まれ、材料がポリスチレン、シリカ、タンパク質に限られる。この材料による制限を除くため、今では逆オパールと呼ばれる材料が発表された³。この材料はコロイド結晶の鋳型構造をしており、アナターゼ型 TiO_2 で鋳型を取ったものは壁厚により異なる光触媒能を示した⁴。この逆オパールでのフォトニック結晶の光学特性検証のためには、表面をナノメートルのオーダーで平滑に仕上げるのが重要であった。その後、表面粗さが 2 nm 以下のアナターゼ型 TiO_2 フォトニック結晶も作製され、逆オパールの光学スペクトル各ピークを近接場光学のモードとからめて議論することも行われた⁵。

逆オパール以外にも、コロイド結晶を用いたダイヤモンドシリンダーアレイ⁶、プラズマ照射による規則的階層構造⁷などの作製が行われる傍ら、近年ではコロイド結晶の高熱下の粘性流動を利用し、メタマテリアルへの応用を念頭においた直径 100 nm のナノリング構造⁸や複雑な突起構造を持つ金属-誘電体プラズモニクスデバイス⁹なども作製されている。

ナノ電磁場光学が進展している今、省エネルギーで安価なプロセスである自己集積により生み出されるこれらナノ構造体への重要性も、ますます増していくと予想される。

(1) Matsushita, S. I.; Yagi, Y.; Miwa, T.; Tryk, D. A.; Koda, T.; Fujishima, A., *Langmuir* **2000**, *16*, 636. (2) Matsushita, S. I.; Shimomura, M., *Chem. Commun.* **2004**, 506. (3) Matsushita, S.; Miwa, T.; Fujishima, A., *Chem. Lett.* **1997**, 925. (4) Matsushita, S. I.; Miwa, T.; Tryk, D. A.; Fujishima, A., *Langmuir* **1998**, *14*, 6441. (5) Matsushita, S.; Fujikawa, S.; Onoue, S.; Kunitake, T.; Shimomura, M., *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2007**, *80*, 1226. (6) Okuyama, S.; Matsushita, S. I.; Fujishima, A., *Langmuir* **2002**, *18*, 8282. (7) Matsushita, S. I.; Yagi, Y.; Fujishima, A., *Chem. Lett.* **2002**, 524. (8) Hashimoto, A.; Nakajima, A.; Isobe, T.; Matsushita, S., *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **2011**, *539*, 266. (9) Miyamoto, T.; Saito, S.; Isobe, T.; Nakajima, A.; Matsushita, S., *Chem. Commun.* **2012**, *48*, 1668.

Colloidal crystal - with the perspective of near-field optics-

Sachiko MATSUSHITA (Tokyo Tech., matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp)

A colloidal crystal, that is a periodic structure fabricated via self-assembly process of monodispersed particles, is expected as a near-field optical device. Various nanostructures such as free-standing two-dimensional colloidal crystals, ultra-smooth inverse opals, composite two-dimensional (2D) colloidal crystals contained fluorescent particles as light sources, were fabricated and were optically examined to check the newborn physical theories including photonic crystal and plasmonic devices.