

3次元金ナノリングアレイの開発に成功

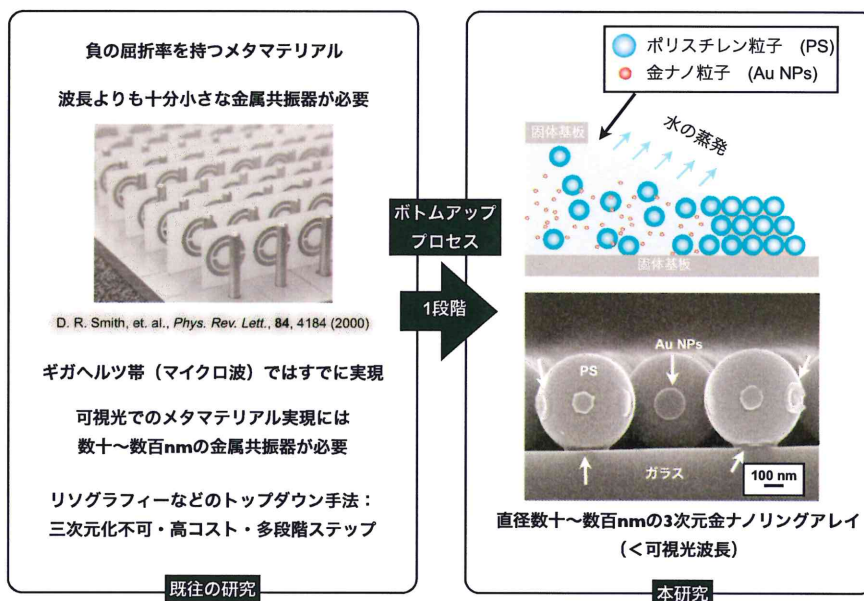
コロイド集積体を作るナノ空間を利用した金ナノリングアレイの作製

¹東北大多元研、²JST さきがけ (○金原雅晃¹) 藪浩^{1,2}、下村政嗣¹

[2G14]

(Tel:022-217-5824)

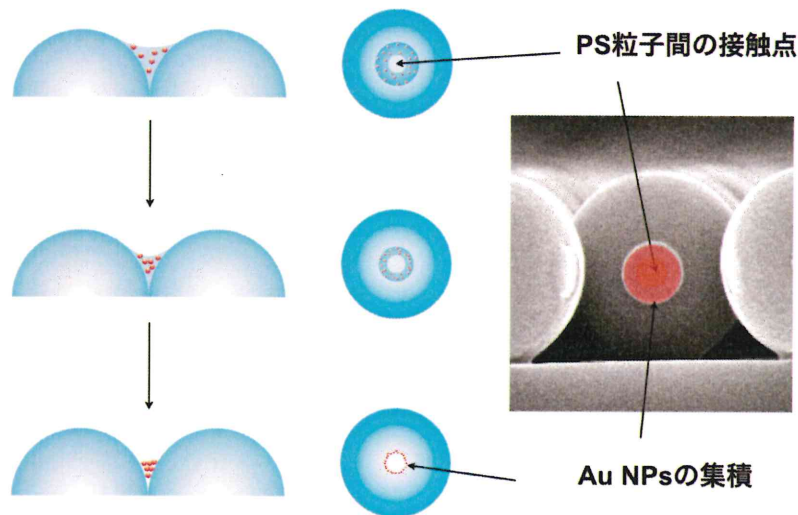
東北大学多元物質科学研究所の藪浩准教授らの研究グループは、サブミクロンサイズのポリスチレン粒子と金ナノ粒子を基板上に塗布・乾燥するだけで、金ナノ粒子がポリスチレン粒子間の隙間に配列し、直径数十nm～数百nmのリング状構造を形成することを見いだした。このように3次元的に配列したナノリング構造は、可視光において「負の屈折率」を持つメタマテリアルの実現に必要な構造と言われており、様々な新奇の光学特性が期待される。



波長よりも十分小さい金属分割リングなどの共振器アレイは、電磁波と相互作用することで屈折率を大幅に変化させる「メタマテリアル」となる事が報告されている。マイクロ波領域で実証されたこの現象の対象波長を可視光領域まで短波長化するためには、金属共振器構造のサイズを可視光波長以下のサイズ、すなわちナノスケールまで微細化する必要がある。これまで電子線リソグラフィーなどの微細加工技術により、二次元平面上にナノスケールの分割リング構造の作製が試みられてきた。しかしながらこれらトップダウン方式の微細加工技術領域で作製できる構造は限られた二次元平面上に多段階のプロセスを経て作製されるため、角度依存性の存在や工程の複雑化などの課題があった。

我々が着目したのは、コロイド粒子の自己集合により形成されるコロイド結晶である。サイズの揃ったサブミクロンサイズのコロイド粒子分散液を乾燥させると、毛管力によりコロイド粒子同士が最密充填し、コロイド結晶と呼ばれる周期的な構造を持った固体が得られる。コロイド粒子同士の接触面は、粒子サイズに応じて数十 nm～数百 nm の円形となっているため、その周囲に金ナノ粒子を配置すれば、自ずとナノスケールのリング構造が形成されるのではないかと考えた。

実際にサブミクロンサイズのポリスチレン (PS) 粒子と金ナノ粒子の混合水分散液を乾燥させると、体積の大きな PS 粒子が先に集積され、その後水に分散する金ナノ粒子は PS 粒子同士の接触面周辺に水の毛管力により集積された。その結果、3 次元的にナノスケールの金ナノ粒子リングが集積されたコンポジットが簡便に形成される事を見いだした。



本手法は、ボトムアップ手法を用いて可視光波長領域で駆動する 3 次元で角度依存性の無いメタマテリアルに適した金属ナノ構造を、ただ溶媒を蒸発させるだけ、という簡便な手法で実現できる手法であり、ポリマー部分の融着や架橋樹脂などでこの固体を固め詳細に光学特性を測定することで、構造の最適化を行えば、手にとって扱えるサイズの可視光メタマテリアルの実現に繋がると期待される。

<適用分野>レンズ、顕微鏡、ナノリソグラフィー、隠れ蓑 (クローキング)