

レーザーアブレーションで作製した ITO ナノ粒子集合体を用いた プラズモニック屈折率センサ

Plasmonic refractive index sensors based on ITO nanoparticles ensemble fabricated
by a laser ablation method

東大生研¹, 日本ペイント株式会社² °小川 弘隆^{1,2}, イ スンヒョク¹, 立間 徹¹

The Univ. of Tokyo¹, Nippon Paint Co., Ltd.², °Hiroataka Ogawa^{1,2}, Seung Hyuk Lee¹, Tetsu Tatsuma¹

E-mail: ogawa07@iis.u-tokyo.ac.jp

局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) は、金属ナノ粒子の自由電子の振動が光の電場と共鳴する現象である。LSPR は、ナノ粒子周囲の屈折率が増加すると、それに概ね比例して共鳴波長がシフトするので、プラズモニック屈折率センサ (LSPR センサ) として用いられ、固体表面状態の評価や化学センシングなどに応用できる。従来こうしたセンサには、可視域で LSPR を示し、化学的に安定な金ナノ粒子が主に用いられてきた。LSPR センサの屈折率感度は一般に、共鳴波長が長波長になるほど高くなるといわれる。金ナノ粒子の共鳴波長を長波長にする手法として、ナノ粒子の異方性増大や、粒子間の共鳴カップリングなどが挙げられる。一方、LSPR は金属ナノ粒子だけではなく、十分なキャリア密度や移動度を持つ化合物ナノ粒子も示す。その中で、近赤外領域で LSPR を示すスズドープ酸化インジウム (ITO) ナノ粒子は、貴金属と比較して安価であり化学的にも安定である。また、ドーピングや酸化状態制御によってキャリア密度を制御できるため、LSPR センサへの応用が期待できる。しかしながら、従来の ITO ナノ粒子¹は主に溶液中で合成されるため、表面の有機保護剤がセンシングを阻害する傾向がある。

本研究では、レーザーアブレーション法により保護剤フリーで合成すると同時に固体基板に担持した ITO ナノ粒子²を用いて、近赤外領域における屈折率センシングを行い、その特性を評価した。異なるレーザー転写条件により ITO ナノ粒子基板を作製し、それらの周囲の屈折率変化に伴う LSPR 波長シフトと、その屈折率感度 (Figure 1) や Figure of merit (FOM) を評価し、LSPR センサへの適用可能性を検討した。また、ITO ナノ粒子基板を加熱して酸化させることで、LSPR 波長を長波長にシフトさせ、屈折率感度の変化を調べた。さらに、作製した ITO ナノ粒子担持基板の屈折率感度について、有限差分時間領域 (FDTD) 法による解析も行った。本研究は公益財団法人天田財団 (助成番号 AF-2023237-C2) の支援を受けて実施した。

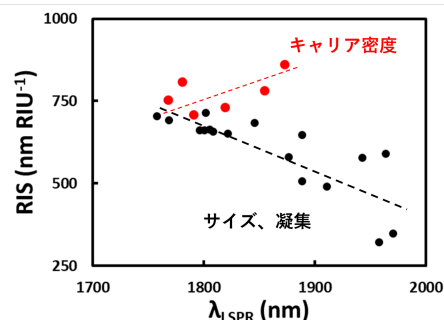


Figure 1. 異なる条件で作製した ITO ナノ粒子基板に関する屈折率感度 (RIS) の LSPR 波長依存性

参考文献

1. M. Kanehara, H. Koike, T. Yoshinaga, and T. Teranishi, *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 17736 (2009).
2. S. H. Lee, M. Yin, and T. Tatsuma, *Appl. Phys. Lett.*, **126**, 023502 (2025).