

FePt@Ag コアシェルナノ粒子の SERS 強度の磁場による減衰効果

(北陸先端大マテリアル) Nguyen T. T. Trang・Trinh T. Thuy・Derrick Mott・小矢野 幹夫・○前之園 信也

はじめに 磁性体とプラズモン材料を組み合わせた磁性-プラズモンヘテロ構造ナノ粒子は、局在プラズモン共鳴や表面増強ラマン散乱 (SERS) を利用したセンシングやイメージングが可能であると同時に、磁場によるマニピュレーション (磁気分離や磁気送達) が可能であるため、バイオ医療分野での利用が期待されている。最近我々は、超常磁性体 FePt ナノ粒子の表面を Ag で覆った FePt@Ag コアシェル型ヘテロ構造ナノ粒子を合成し、磁気分離が可能な高感度 SERS プローブとして利用可能であることを示した。^[1] 本講演では、磁場中における FePt@Ag コアシェル型ナノ粒子の SERS 特性を調べたので報告する。

実験 単分散で平均粒径約 16 nm の Ag ナノ粒子と FePt@Ag コアシェル型ナノ粒子 (FePt サイズ 4.5 nm) を、オレイルアミンを表面保護剤として有機溶媒中で合成した。合成したナノ粒子分散液 ($100\ \mu\text{L}$, 3.6×10^{-8}

M) をガラス基板上にキャスト・乾燥して均一な粒子薄膜 (SERS 基板) を作製し、SERS 基板にチオフェノール (TP, 100 nM) を滴下・乾燥させて、SERS 試料とした。磁場強度の異なる 2 種類の永久磁石を用いて、0、55 および 400 mT の磁場中においてそれぞれの SERS 試料の SERS スペクトルを、顕微ラマン散乱測定装置を用いて測定した。

結果と考察 Ag および FePt@Ag どちらの SERS 基板においても、磁場強度に対して線形な SERS 強度の減衰が見られた (Fig. 1)。^[2] 磁場中で減衰した SERS 強度はゼロ磁場に戻すと元に戻る可逆性を示した。磁場による SERS 強度の減衰は、電荷移動のエネルギーギャップのブロードニングによって、SERS の化学増強効果が弱められたためと考えられる。^[3] FePt@Ag ナノ粒子は Ag ナノ粒子の 2 倍の減衰率を示したが、これは FePt コアの磁化による局所磁場増大の効果である。

参考文献 [1] T. T. T. Nguyen, T. T. Trinh, K. Higashimine, D. Mott, S. Maenosono, *Plasmonics* 8 (2013) 1177; [2] T. T. T. Nguyen, T. T. Trinh, D. Mott, M. Koyano, S. Maenosono, *Chem. Phys. Lett.* 574 (2013) 94; [3] X. K. Kong, Q. W. Chen, R. Li, K. Cheng, N. Yan, B. X. Yu, *Chem. Commun.* 47 (2011) 11237.

Attenuation of Surface-Enhanced Raman Scattering of Magnetic-Plasmonic FePt@Ag Core-Shell Nanoparticles due to an External Magnetic Field

T. T. T. NGUYEN, T. T. TRINH, D. MOTT, M. KOYANO, S. MAENOSONO (JAIST, shinya@jaist.ac.jp)

The surface-enhanced Raman scattering (SERS) activities of Ag and FePt@Ag nanoparticle probes were examined using thiophenol as a Raman reporter molecule in the absence and presence of a magnetic field. Under external magnetic fields of different field strength, the SERS activities of both types of nanoparticles (NPs) were weakened as a function of magnetic field strength. The attenuation degree of SERS activity by the magnetic field in the case of FePt@Ag NPs is found to be two times higher than for Ag NPs, because the superparamagnetic FePt cores enhance the local magnetic field at the area of the Ag shells.

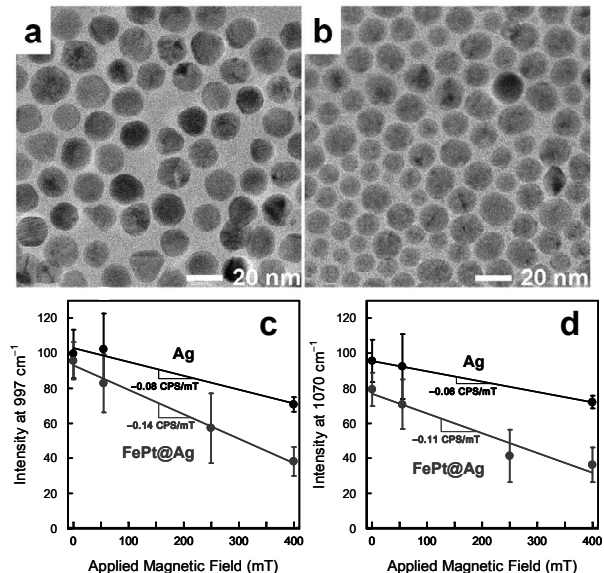


Fig. 1. TEM images of (a) FePt@Ag (mean size: 15.9 ± 1.5 nm) and (b) Ag NPs (15.8 ± 3.0 nm). In the case of FePt@Ag NPs, the Ag shell thickness is 5.7 nm. SERS intensities at (c) primary ($997\ \text{cm}^{-1}$) and (d) secondary ($1070\ \text{cm}^{-1}$) peaks of TP plotted versus external magnetic field strength.