

## ハイドロゲルと金ナノ粒子を用いた 動的表面増強ラマン散乱基板の作製

### Development of Dynamically Controllable nanoparticles Substrates for Surface Enhanced Raman Scattering using hydrogels

北大電子研<sup>1</sup>, 北大院総合化<sup>2</sup>, 富士フイルム<sup>3</sup>

三友 秀之<sup>1</sup>, 堀江 健太<sup>2</sup>, 王国慶<sup>1</sup>, 松尾 保孝<sup>1</sup>, 新倉 謙一<sup>1</sup>,  
谷 武晴<sup>3</sup>, 納谷 昌之<sup>3</sup>, 居城 邦治<sup>1</sup>

RIES, Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, Grad. Sch. of Chem. Sci. and Eng., Hokkaido Univ.<sup>2</sup>, FUJI Film<sup>3</sup>,

Hideyuki Mitomo<sup>1</sup>, Kenta Horie<sup>2</sup>, Wang Gaoqing<sup>1</sup>, Yasutaka Matsuo<sup>1</sup>, Kenichi Niikura<sup>1</sup>,

Takeharu Tani<sup>3</sup>, Masayuki Naya<sup>3</sup>, Kuniharu Ijiro<sup>1</sup>,

E-mail: mitomo@poly.es.hokudai.ac.jp

**[緒言]** 金属のナノ構造はラマン散乱の増強を引き起こすことが知られており、センシングデバイスを指向した表面増強ラマン分光法(SERS)の研究が数多く報告されている。SERS はナノ構造のギャップにおいて効果が得られ、特にギャップ間距離が短いほど高い効果が期待できる。しかし、ギャップのスケールを小さくすると測定対象がギャップに入り込みにくくなるという問題がある。特にタンパク質や細菌などの大きなものでは、低分子に比べ SERS の感度が非常に低くなっている。そのため、我々は外部刺激に応答し膨潤-収縮するハイドロゲルの上に金のナノ構造を固定化し、金ナノ粒子間距離を動的に制御できる基板の作製を行った。これにより、ターゲットを効率よく挟み込み、SERS を著しく増強する新規デバイスの作製を目指している。

**[実験]** チオール化した FTEG(Fluorinated tetraethylene glycol undecanethiol)を合成し、FTEG で表面修飾した直径 20 nm の金ナノ粒子のコロイド溶液を調製した。この溶液をガラス基板上にキャストし、乾燥させることで自己集合化した金のナノ構造体を作製した。このガラス基板上でポリアクリル酸ゲルの重合を行い、基板上的金ナノ構造をゲルに転写した。塩濃度を変化させ、ゲルの膨潤状態を変化させ、そのときの吸光度変化を測定した。

**[結果・考察]** ガラス基板上で自己集合した金ナノ粒子は最密充填に近い構造を形成していることが AFM によって観察された。また、金ナノ粒子がキャストされた基板上でゲルを重合することで、金ナノ粒子の集合体がゲルへと転写されることを確認した。転写の前後で金ナノ粒子のプラズモンカップリングに由来する吸収スペクトルに変化は見られず、金ナノ粒子の集合構造を保持した状態で転写することができたと考えられる。NaCl 濃度を変化させてゲルを膨潤させたところ、ゲルの膨潤に応じた吸収スペクトルの短波長シフトが観測された (Figure)。これはゲルが膨潤することで金ナノ粒子間の距離が広まったためであると考えられる。この現象は、ゲルの膨潤-収縮に対応して可逆的であった。これらの結果は、ゲルの体積変化で金ナノ粒子間距離を制御できることを示している。現在、このデバイスの SERS への応用を進めている。

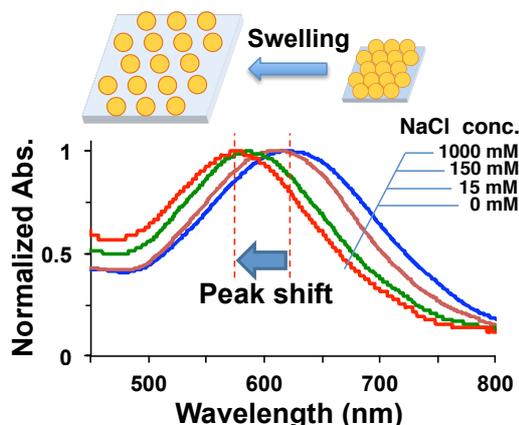


Figure. Schematic illustration and absorption spectra of gold nanoparticles thin film on the hydrogel in the solution of high and low NaCl concentration.