

表面増大赤外吸収現象が発現する金ナノ粒子サイズ最大値の波長依存性
 The wavelength dependence of maximum size of Au nanoparticle
 for surface enhanced infrared absorption

弘前大院理工¹, 弘前大理工², 弘前大教育³,
 ○石郷 侑汰¹, 中嶋 洋¹, 津島 将導¹, 沢田 拓希²,
 千葉 豪², 熊谷 遊太³, 島田 透³, 鈴木 裕史¹

Grad. Sch. of Sci. & Technol., Hirosaki Univ¹.

Fac. of Sci. & Technol., Hirosaki Univ². Fac. of Edu., Hirosaki Univ³.

○Yuta Ishigo¹, Hiroshi Nakashima¹, Masamichi Tsushima¹,

Takuki Sawada², Suguru Chiba², Yuta Kumagai³, Toru Shimada³, Yushi Suzuki¹

E-mail: uc@hirosaki-u.ac.jp

【諸言】 金属ナノ粒子薄膜上に吸着した分子の赤外吸収強度が飛躍的に増大する表面増大赤外吸収(Surface Enhanced Infrared Absorption: SEIRA)現象がある。これは多くの生物・化学分野への応用が期待されているが、その増大機構の全ては明らかになっていない。しかし、これまでの我々の研究で、増大機構は角柱配列モデル(Square Columnar Model: SCM)によって支持されることが明らかにされた^{[1],[2]}。さらにこのSCMにおいて重要なことは、ナノ粒子配列の粒子間隔/粒子サイズ比であることも明らかにした^[3]。

高い赤外吸収増大率を得るには小さな粒子間隔/粒子サイズ比、つまり粒子間隔をより小さく粒子サイズをより大きくする必要がある。過去の研究で増大が起きる粒子サイズの最大値を探った。その結果、約 1710 cm^{-1} (5850 nm)の吸収バンドに対して、その波長の約10分の1の粒子サイズである 500 nm 以下の粒子で増大が起きることを確認した^[4]。

本研究では、粒子サイズの絶対値が重要なのか、波長との相対値が重要なのかを明らかにするため、これまでの研究で増大が確認されている波長のおよそ半分の波長である約 3330 cm^{-1} (3000 nm) の吸収バンドを用いて計測を行った。

【実験方法】 本研究では、粒子の高さ 29 nm (Cr 接着層 3 nm の上に 26 nm のAu を堆積)で、粒子サイズ・粒子間隔が $100\text{ nm} - 12000\text{ nm}$ の角柱金ナノ粒子配列を、シリコン基板上に電子線リソグラフィ法を用いてリフトオフ法で作成した。赤外吸収強度の評価はVarian 670/610-IR 顕微赤外分光器を用いて行った。赤外吸収増大の評価対象として、 3300 cm^{-1} (3000 nm)付近に吸収ピークを持つ、ポリビニルアルコール(PVA)を用いた。PVA薄膜は、金ナノ粒子配列上にスピコート法で作成した。金ナノ粒子配列の形態評価には電界放射型走査電子顕微鏡JEOL JSM-7000Fを用いた。

【測定結果】 図は $3\text{ }\mu\text{m}$ 領域の赤外吸収スペクトルを示しており、吸収バンドのピークは約 3330 cm^{-1} ($3\text{ }\mu\text{m}$)である。ここでは、それぞれの粒子サイズにおける典型的なスペクトルを示している。この図から、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 領域では 300 nm 以下の粒子サイズで増大が起きていることが確認できる。また、 $6\text{ }\mu\text{m}$ 領域では 500 nm 以下の粒子サイズで増大が起きていたことから、増大は粒子サイズの絶対値ではなく、吸収波長の10分の1以下の粒子サイズであれば起こることが明らかになった。

【謝辞】 本研究で用いた金ナノ粒子配列薄膜は、東京大学の微細加工プラットフォームの施設を利用して作成された。

計測には弘前大学機器分析センターの機器を利用した。深く感謝します。

[1] :H.Nakashima et.al. 第75 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-A6-14.

[2] :M.Tsushima et.al. 第76 回応用物理学会秋季学術講演会 13p-2R-9.

[3] :T.Shimada et.al. J. Phys. Chem. C, in press

[4] :Y.Ishigo et.al. 第76 回応用物理学会秋季学術講演会 13p-2R-8.

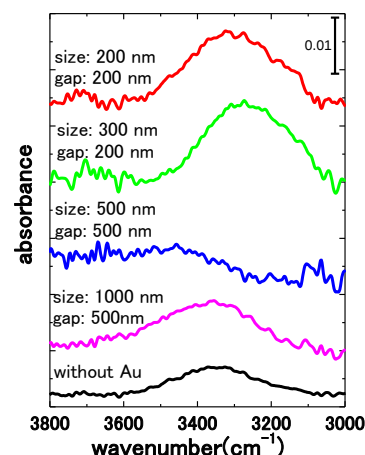


図. 各粒子サイズの典型スペクトル