

電気化学反応により作製した Ag ナノ粒子の表面プラズモン共鳴による 逆光電子放出強度の増強

Enhancement of signal intensity for the inverse photoelectron spectroscopy by the
surface plasmon resonance of the Ag nanoparticles prepared by electrochemical
reaction

千葉大院融合¹, 千葉大工², 千葉大院工³, 分子キラリティー研究センター⁴

○(M2)薄井亮太¹, (B)柴田幸輝², (M2)杉田朋子¹, 小林範久^{3,4}, 吉田弘幸^{3,4}

Chiba Univ.^{1,2,3,4}

°Ryota Usui¹, Shibata Koki², Tomoko Sugita¹, Norihisa Kobayashi^{3,4}, Hiroyuki Yoshida^{3,4}

E-mail: r.usui@chiba-u.jp

半導体の空準位は、電子伝導や化学反応性などに関わる重要な情報である。逆光電子分光法 (IPES) は、この空準位を調べる最も有力な実験手法である。しかし、逆光電子放出課程の断面積が小さいため、IPES は信号強度が非常に低い。最近、我々は金属の表面プラズモン共鳴 (SPR) 波長と低エネルギー逆光電子分光 (LEIPS)[2] の測定波長が一致することを利用して、IPES 信号強度の増強を試みた。Ag ナノ粒子の SPR を用いて銅フタロシアニン (CuPc) の信号強度を 5 倍増強することに成功した[3]。

しかし、真空蒸着法で得られたナノ粒子は形状や粒径にばらつきがあり、SPR 波長も幅広い。SPR による IPES 信号強度増強のメカニズムを詳細に議論するには、形状や粒径の揃ったナノ粒子が不可欠である。そこで、本研究ではステップ電圧印加による電解析出法を用いて均一な Ag ナノ粒子を作製した[4]。

Ag ナノ粒子は ITO 基板上に AgNO₃ 溶液から銀を析出させ作製した。FE-SEM で調べた Ag ナノ粒子は、粒径 15~20 nm の球状であった。光吸収スペクトルでは、SPR によるピークが 470 nm に観測された。

この試料に CuPc を真空蒸着し、LEIPS を測

定したところ、CuPc と Ag の重ね合わせで表されるスペクトルが得られた。信号強度は測定波長に依存して変化し (Fig.1a)、おおむね光吸収スペクトルに対応した。このことから、信号強度の変化は SPR による信号増強と考えた。

次に CuPc の膜厚を増やしながら LEIPS を測定した。Fig.1b に膜厚に対する CuPc 由来の信号強度を、SPR 増強が起こらない 260 nm と増強が起こる 387 nm のスペクトルで比較した。増強度は、膜厚が 1 nm 以上で増強され 3 nm で最大となり 7 nm 以上では増強されない。これは SPR 伝搬長が 7 nm 程度であること、2 nm 以下では信号減衰することを示している。

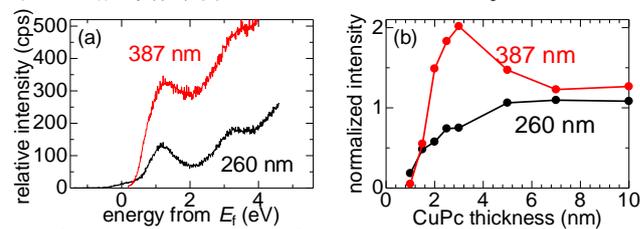


Fig.1 (a) LEIPS spectra of CuPc / Ag nanoparticles.

(b) CuPc thickness dependence of IPES signal intensity.

[1] Pendry, Phys. Rev. Lett. **45**, 1356 (1980).

[2] Yoshida, Chem. Phys. Lett. **180-181**, 539 (2012).

[3] 薄井, 樫本, 吉田, 第 78 回応用物理学会学術講演会, 講演番号 6p-A504-4 (2017).

[4] Tsuboi, Adv. Mater., **25**, 3197 (2013).