

銀ナノ粒子の表面プラズモン共鳴による 低エネルギー逆光電子分光信号強度の増強

Enhancement of signal intensity of low-energy inverse photoelectron spectroscopy
by surface plasmon resonance of Ag nanoparticles

千葉大院¹, 千葉大分子キラリティ² ○(M1)薄井 亮太¹, (M2)榎本 祐生¹, 吉田 弘幸^{1,2}

Chiba Univ.¹, Chiba Chirality² ○Ryota Usui¹, Yuki Kashimoto¹, Hiroyuki Yoshida^{1,2}

E-mail: rusui@chiba-u.jp

有機半導体では、占有準位と空準位の両方が機能発現に関与する。占有準位を調べる方法として光電子分光法(PES)が広く普及している。一方、空準位を調べる方法として原理的に優れた逆光電子分光法(IPES)がある。IPESは、試料に照射した電子が空準位に緩和する際の発光を検出する。しかし、信号強度がきわめて低く、理論研究によると、IPES過程の断面積はPES過程に比べ 10^{-5} しかない[1]。このため、信号対雑音比が低いことや長時間測定が必要なこと、電子線照射に伴う試料損傷が避け難いなどの問題があり、実験が困難で普及していない。このため、空準位の研究は大きく遅れている。

本研究では、金属の表面プラズモン共鳴(SPRs)に注目した。これまでにラマン分光や光電子分光、蛍光分光の信号増強が報告されている。このSPRsを用いればIPES信号強度の増強が期待できる。

しかし、従来のIPESの検出光の波長は130 nmの真空紫外で、SPRs波長領域外であった。2012年に開発された低エネルギー逆光電子分光法(LEIPS)は260~500 nmの近紫外・可視光を検出するため、SPRsの適用が可能である[2]。さらにバンドパスフィルターで光の選別を行うため、検出波長を変えることができる。

まず、400 nm付近でSPRs波長をもつ銀を平均膜厚3、30 nmで真空蒸着した。Fig.1に示す

ようにナノ粒子の粒径や形状はAFMによって確認した。

Fig.2は消光率とLEIPS信号強度の波長依存性を示す。平均膜厚3 nmでは波長567 nm、平均膜厚30 nmでは波長383 nmで消光率が最大となる。これらの波長でLEIPS信号強度は、波長260 nmで測定したスペクトルに比べてそれぞれ19倍、16倍となった。また、これらの波長が消光率のピークと一致したことから、SPRsによる信号増強と考えられる。

ナノ粒子に有機分子を付着した際の信号増強についても当日報告する。

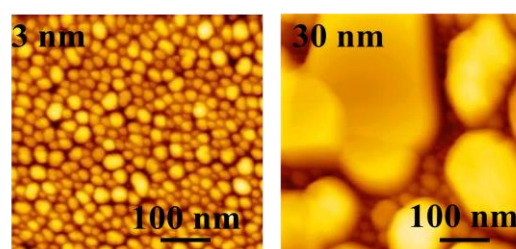


Fig.1 AFM images of Ag nanoparticles

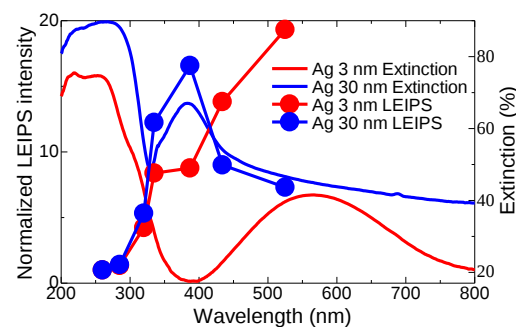


Fig.2 LEIPS intensity and extinction

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

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