

プラズモニック金ナノ粒子における超高速偏光分解近赤外発光分光

Ultrafast polarization-resolved NIR luminescence spectroscopy of gold nanoparticles

静岡大¹, 電通大情報理工², 東大物性研³, [○]杉田 篤史¹, 室井 堅森¹, 末元 徹², 浅原 彰文²,
奥野 剛史², 谷 峻太郎³, 小林 洋平³

Shizuoka Univ.¹, Univ. of Electro-Communications², Univ. of Tokyo³, [○]A. Sugita¹, K. Muroi¹,

T. Suemoto², A. Asahara², T. Okuno², S. Tani³, and Y. Kobayashi³

E-mail: atsushi.sugita@shizuoka.ac.jp

私たちは、これまでに凹凸のある貴金属表面に光を照射すると、サブピコ秒で緩和する超高速な近赤外発光現象を示すことについて報告した[1]。この近赤外発光は、フェルミ準位近傍でバンド内遷移した熱電子が再輻射する過程によるものである。この現象における表面プラズモン(SP)の役割を解明するため、粒子形状を精密に制御した円柱状金ナノディスク(AuND)の超高速近赤外発光現象について研究した。

Fig. 1 に検討した AuND の SEM 画像と偏光の定義を示す。Fig. 2 に直径 $2R=340$ nm を持つ AuND の吸収及び時間分解発光スペクトルを示す。水平(H)、垂直(V)偏光ともに吸収スペクトルは、 ~ 1.2 eV に SP 共鳴ピークを持つ等方的なものである。

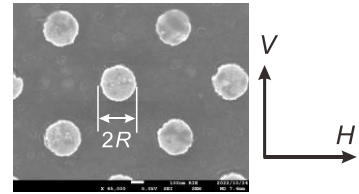


Fig. 1 SEM image of AuNDs and definition of polarization.

時間分解発光スペクトルは、アップコンバージョン法[1]により測定した。ここでは、遅延時間 0 ps の結果を示す。励起光子エネルギーは、SP 共鳴ピークよりも高エネルギーの 1.19eV、その偏光は V 方向とした。 V および H 偏光発光成分とも低エネルギーになるほど、単調減少した。このスペクトル形状は、吸収スペクトルの形状とよく対応し、近赤外発光が SP 共鳴効果を介して放射されたことが分かる。

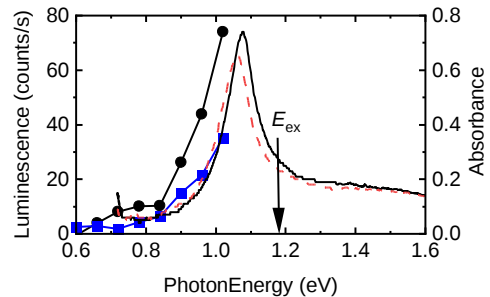


Fig. 2 Time-resolved photoluminescence and linear absorption spectra of AuNDs. Filled circles and open cubes are V - and H -polarized luminescence at 0 ps-delay under V -polarized excitation lights. An arrow indicates excitation photon energy. Solid and dashed curves are absorption spectra in V - and H -polarized lights.

励起光の偏光に対して平行方向の V 偏光発光成分は、垂直方向の H 偏光成分よりも 2.1 倍も高強度であった。近赤外発光の偏光は完全には乱雑ではなく、熱電子は、光励起時に受けた SP 分極の振動方向を

“メモリ”していると言える。これは、SP 増強光電場を介してバンド内遷移して生成した熱電子が、再輻射するまでの一連の過程を通じてその運動量を保存していることによるものと考察した。

私たちはこれまで直方体形状の Au ナノロッドの超高速近赤外発光現象について研究し、この偏光メモリ効果を示唆する結果を得た[2]。しかし、二波長で SP 共鳴する Au ナノロッドの超高速発光挙動は複雑で、現象を特定することは困難を極めた。本研究では、単一 SP 共鳴を示す単純な AuND に対する実験よりこの超高速近赤外発光の偏光メモリ効果が間違いないことを実証できた。

[1] T. Suemoto et al., PRB **100**, 125405 (2019). [2] 杉田他、日本物理学会 2022 年秋季 12aW242-13