

テラヘルツ縦電場パルスによるダークプラズモン励起の数値計算解析

Simulation of Dark Plasmon Modes Excitation by Terahertz Longitudinal Electric Field Pulses

東大院理

〇(D) 的場 みづほ, 小西 邦昭, 三尾 典克, 湯本 潤司, 五神 真

Graduate School of Science, The Univ. of Tokyo,

〇Mizuho Matoba, Kuniaki Konishi, Norikatsu Mio, Junji Yumoto and Makoto Kuwata-Gonokami

E-mail: gonokami@phys.s.u-tokyo.ac.jp

金属構造中のダークプラズモンは、光の伝搬モードと直接結合しないため放射損失が小さく長寿命であり、プラズモン増強を利用した高感度プローブや Fano 共鳴を利用した高速な電気信号制御などへの活用が注目されている。一方で、伝搬光と結合しないため、励起方法の研究が進められてきた。これまでに、金属構造への非対称性の導入[1]、非一様な偏光・位相分布を有する伝搬光での励起[2]、近接場光による励起[3]などが報告されている。本研究では、最も単純な金属構造の一つである金属ロッドのダークモードを励起する新たな手法として、ラディアルビーム[4]の集光点近傍でのみ生じる、光の進行方向に振動する局在電場（縦電場）を用いる手法を提案する。

我々は、波長程度の長さの金のロッドに直線偏光ガウシアンビーム及びラディアルビームを照射するような 3 次元光学系モデルで有限要素法を用いてテラヘルツ領域での数値計算を行い、励起された共鳴モードの特性を調べた。図(a)に、用いた光学系モデルの概念図を示す。長さ $l=1000$ (μm) の 1 本の金のロッドをビームの集光点にテラヘルツ電場の向きと平行になるよう配置し、ロッド近傍での電場強度分布を計算した。図(b)にロッド端点における電場強度の周波数依存性を示す。0.12 THz 及び 0.40 THz においては、ガウシアンビーム励起とラディアルビーム励起の両方の場合に電場増強が生じているのに対し、0.25 THz においてはラディアルビーム励起の場合のみで電場増強が生じている。これらの周波数でのロッド近傍の電場強度分布を図(c)に示す。0.12 THz 及び 0.40 THz では節が奇数個のブライトモードであるのに対し、0.25 THz では節が偶数個のダークモードがラディアルビームでのみ励起されていることが計算結果から確認できた。本計算は、ラディアルビームの集光によって生じる縦電場が、ダークモードの非接触な励起・検出や制御に有効であることを示すものである。

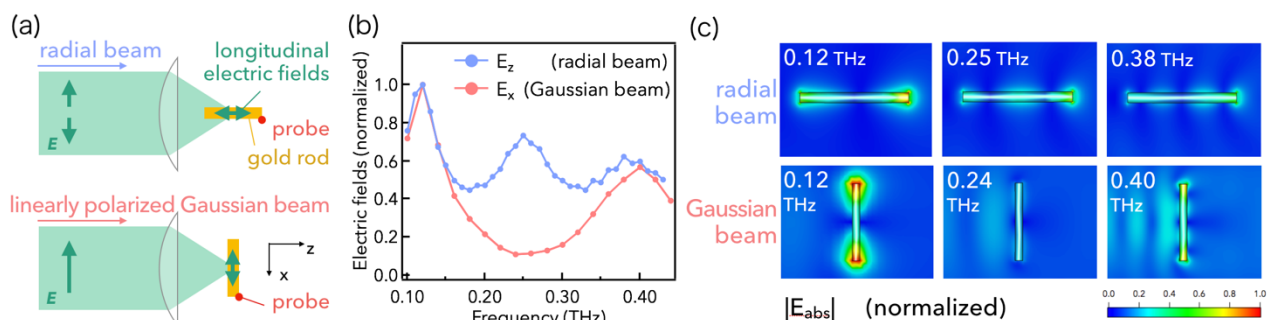


Fig. (a) The schematic of the optical systems used in the simulation. Green arrows indicate the direction of the polarization. (b) The electric field components parallel to the single gold rod, probed at its edge. The spectra are normalized with first peak values. (c) The distribution of the normalized electric field strength near the rod.

- [1] S. Sheikholeslami *et al.*, Nano Lett. **10**, 2655 (2010). [2] T. Deng *et al.*, J. Phys. Chem. **122**, 27662 (2018). [3] M. Liu *et al.*, Phys. Rev. Lett. **102**, 107401 (2009). [4] Q. Zhan, Adv. Opt. Photonics **1**, 1 (2009).