

相関光子に誘起された局在プラズモン場による分子系 2 光子吸収 Molecular two-photon absorption via localized surface plasmon driven by correlated photons

新潟大研究推進機構¹, °岡 寿樹¹

Institute for Research Promotion, Niigata Univ.¹, °Hisaki Oka¹

E-mail: h-oka@eng.niigata-u.ac.jp

量子相関光子対 (以下、相関光子) は、レーザー光源から発生される光子間には存在しない「量子相関」をもつことが知られており、次世代通信技術として注目されている量子情報通信の情報媒体として有名である。しかし最近では、相関光子を光源とした新材料の物質科学・バイオ科学への応用を視野にいたした研究が展開されつつあり、分子系における新しい分光法への応用[1]や、2 光子吸収過程の増強[2]および振動電子状態制御の可能性[3]などが理論的に報告されている。

一方、分子系を効率よく励起させる手段として、光と分子を微小空間に閉じ込めることで強い相互作用を実現させる研究が盛んに行われている。そのような反応場の候補として注目されているのが、金属ナノ構造近傍に形成される局在光子場 (局在プラズモン) である。実際、光をナノ空間に閉じ込めることで、数桁の電場増強を実現することが可能であり、このような電場増強を利用した非線形光学応答の研究や、分子系の光反応場へ応用も盛んに議論されている。

局在光子場における光の量子性は議論されてはいるが[4]、相関光子と局在プラズモンを融合した分子光応答の研究はほとんど存在しない。これらの研究分野を融合すれば、光の量子性と電場増強とを同時に実現する新しい分子光反応場の形成が期待できるが、そのためには相関光子と局在光子場 (局在プラズモン) と分子の相互作用を全量子論的に解析できる理論の構築が必要になる。今回、このような光反応場の相互作用ダイナミクスを解析できる理論を構築したので、分子系の 2 光子吸収を例にその光応答の解析結果を報告する。

図は本研究で用いた解析モデルの概念図であり、1 次元光子場と相互作用する金属ナノ構造体 (ナノアンテナ) を考える。入射光は厳密な 2 光子パルスを考え、 $r < 0$ から伝搬し、 $r = 0$ でナノアンテナと局所的に相互作用する。分子系は単純な 3 準位系を仮定し、ナノアンテナのギャップに配置することで、局在プラズモン場を介して相関光子と相互作用する。講演では、相関光子によって誘起された局在プラズモンは分子系の 2 光子吸収を著しく増強させることを示す。また金属ナノ構造体 (金属微粒子) の大きさや距離を変化させることで、2 光子吸収効率増強の最適条件についても議論する予定である。

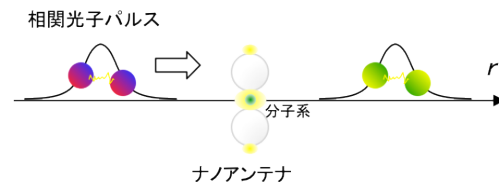


図. 解析モデルの概念図.

参考文献

- [1] O. Roslyak and S. Mukamel, Phys. Rev. A **79**, 063409 (2009).
- [2] H. Oka, J. Chem. Phys. **134**, 124313 (2011).
- [3] H. Oka, J. Chem. Phys. **135**, 164304 (2011); Phys. Rev. A **85**, 013403 (2012).
- [4] 例えば, D. E. Chang *et al.* Phys. Rev. Lett. **97**, 053002 (2006).