

## 原子系における近接場-多重極子モーメント間の高次相互作用

## Higher-Order Interactions between Optical Near-Field and Atomic Multipole Moments

中央大理工<sup>1</sup>, パリ 13 大学 CNRS<sup>2</sup> ○東條 賢<sup>1</sup>, 藤田 翔平<sup>1</sup>, Daniel Bloch<sup>2</sup>Chuo Univ.<sup>1</sup>, CNRS and Université Paris 13<sup>2</sup> ○Satoshi Tojo<sup>1</sup>, Shohei Fujita<sup>1</sup>, and Daniel Bloch<sup>2</sup>

E-mail: tojo@phys.chuo-u.ac.jp

ナノフォトニクスを利用した光科学において、従来用いられてきた光の波動性に基づく回折限界やフォトンエネルギーに関わる制約などの限界を超える研究が始められている<sup>1)</sup>。近接場中の相互作用については、近接場の多重極子モードについては解析的に導かれている一方で<sup>2)</sup>、近接場中の物質については電気四重極子モーメントに代表される高次効果の測定および解析的実証の困難さから、電気双極子近似を主として現象論的に取り扱う場合が多かった。

原子気体を用いた研究では、不純物の高度な排除が可能であり、希薄な気体を用いて二体衝突で描写することができる。そのため解析的な理論考察が可能となり実験と高精度に一致するため、新奇現象の解明に対して有力な手法である。原子気体の研究では平面波を誘電体に入射し誘電体/原子界面に誘起するエバネッセント場を用いて先駆的に利用され<sup>3,4)</sup>、電気双極子モーメントに関するナノフォトニクスの発展に大きく寄与してきた。多重極子においては、我々は全反射配置を用いたエバネッセント光における原子気体の高感度分光により電気四重極子遷移の効果を実験的に観測し<sup>5)</sup>、従来の電気双極子モーメントから類推される遷移強度ではなく多重極子モーメントによって増大化された遷移強度と一致することがわかった<sup>6)</sup>。

全反射配置において原子の励起効率について電気多重極子モーメントの次数依存性について解析した(図 1)。2 次である電気四重極子および 3 次の電気八重極子において、励起効率が偏光や波数および電場強度に依存して増大することがわかった。一般に異方性を有する固体表面やナノ物質近傍では波数が大きな値をもつため、これらの高次の効果が表舞台に出てくる可能性を期待できる。

## 参考文献

- 1) M. Ohtsu, K. Kobayashi, T. Kawazoe, T. Yatsui, and M. Naruse, *Principles of Nanophotonics* (Taylor & Francis, London, 2008).
- 2) T. Inoue and H. Hori, *Phys. Rev. A* **63**, 063805 (2000).
- 3) P. Boissel and F. Kerherve, *Opt. Commun.* **38**, 397 (1981).
- 4) T. Matsudo, H. Hori, T. Inoue, H. Iwata, Y. Inoue, and T. Sakurai, *Phys. Rev. A* **55**, 2406 (1997).
- 5) S. Tojo, M. Hasuo, and T. Fujimoto, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 053001 (2004).
- 6) S. Tojo and M. Hasuo, *Phys. Rev. A* **71**, 012507 (2005).

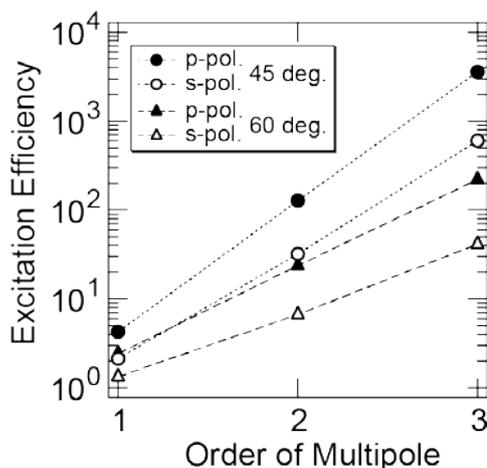


図 1. 電気多重極子遷移の励起効率. 全反射配置における偏光および入射角依存性 (屈折率 1.46).