

原子・ナノ物質と近接場光の局所高次相互作用

Localized Higher-Order Interactions between Atoms/Nano-Materials and Optical Near-Field

中央大理工¹, °東條 賢¹Chuo Univ.¹, °Satoshi Tojo¹

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

近年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¹⁾。また他方、従来のナノフォトニクス研究では電気双極子モーメントに起因する効果を主として扱われ、電気四重極子モーメントに代表される高次の効果については強度が 10^{-7} 以下と非常に小さく実証の困難さから現象論的な議論に帰結する場合が多かった。

原子気体を用いた研究では多くの場合が二体衝突で描写できるため実験と理論が高精度に一致し、新奇現象の解明に対して有力な手法である。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^{2,3)}、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、高感度分光法により測定感度を向上させることで電気四重極子遷移において実験的に実証した⁴⁾。図 1 はプリズムへの入射角度を変化させて伝搬光領域 ($\delta < 0$) からエバネッセント光領域 ($\delta > 0$) への変遷の測定結果である。エバネッセント光領域では従来の等方的な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、異方性を有する多重極子モーメントによる遷移強度と一致し増大することがわかった⁵⁾。

一般に異方性を有する固体表面やナノ物質近傍ではその効果が顕著に表舞台に出てくる可能性が高い。近年レーザー冷却技術の向上により測定技術が飛躍的向上し、原子気体の電気双極子遷移を利用したナノフォトニクスにおいて研究が始められている⁶⁾。講演では電気四重極子モーメントに代表される原子と光の高次の相互作用や、ナノ構造体を利用した局所的な高次相互作用について議論する。

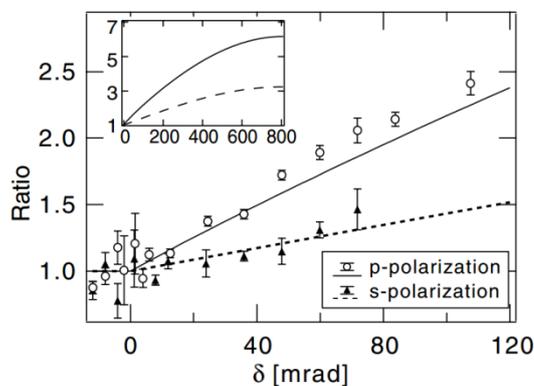


図 1. 電気四重極子遷移と電気双極子遷移の強度比の入射角度依存性. $\delta > 0$ でエバネッセント光. $\delta = 0$ で臨界角.

参考文献

- 1) M. Ohtsu, K. Kobayashi, T. Kawazoe, T. Yatsui, and M. Naruse, *Principles of Nanophotonics* (Taylor & Francis, London, 2008).
- 2) P. Boissel and F. Kerherve, *Opt. Commun.* **38**, 397 (1981).
- 3) T. Matsudo, H. Hori, T. Inoue, H. Iwata, Y. Inoue, and T. Sakurai, *Phys. Rev. A* **55**, 2406 (1997).
- 4) S. Tojo, M. Hasuo, and T. Fujimoto, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 053001 (2004).
- 5) S. Tojo and M. Hasuo, *Phys. Rev. A* **71**, 012507 (2005).
- 6) C. Stehle, H. Bender, C. Zimmermann, D. Kern, M. Fleischer, and S. Slama, *Nature Phot.* **5**, 494 (2011).