

石原 一

大阪大学 基礎工学研究科物質創成専攻

〒560-8531 豊中市待兼山町 1-3

ishi@mp.es.osaka-u.ac.jp



ナノ構造の光学応答と光圧操作

光子の波動関数の広がりには比ベナノ物質のサイズは桁違いに小さいため、両者が出会う確率は一般にはごく小さい。この確率（断面積）を如何に大きくするかは様々な研究分野で重要な課題と認識されている。電子遷移エネルギーに対する共鳴効果を利用し、また遷移に与る量子状態のコヒーレント長を伸張させて光子から見た的を大きくすることは一つの戦略である。また逆に光子のエネルギーをナノ共振器等で閉じ込め、確実に的を狙う戦略もある。いずれのアプローチにおいても、光の電場と電子系波動関数の空間的なインタープレイが重要な役割を果たす場合があり、従来の光学応答理論の基礎である双極子近似や長波長近似が破綻する世界に足を踏み入れることになる。

本講演では、例えば前者の戦略に関連して、高品質薄膜のサブミクロンコヒーレント長による巨大な光一励起子相互作用体積によってもたらされる 10fs クラスの超高速輻射緩和の観測例や、巨大準位シフトによる自由励起子—束縛励起子自発共鳴の理論予想などを紹介する。また後者に関連しては、単一分子レベルにおける長波長近似の破れと光学選択則の変調を議論する。これらの事例は、従来の光学応答理論の枠組みに正面から取り入れられていなかった電子—光の空間インタープレイが光機能創出への新たな自由度を提供する可能性を示している。

一方、ナノ物質の光学応答は力学的運動となって現れることもある。Ashkin らはレーザーにより光子密度を高めてマイクロ微粒子を捕捉することに成功したが、近年操作対象の興味がナノ物質に移ってきており、そこでは単なるレーザーの集光だけではなく、上記のナノ共振器や（非線形応答を含む）電子遷移共鳴が重要な役割を果たしている。特に、両者の協奏的効果を積極的に活かした光圧による量子精製・計測、あるいは超解像捕捉の提案など、新しい光圧操作の可能性について議論する。

参考文献

- 1) H. Ishihara, “Nanoscale Optical Response” in *Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology*, Second Edition. (Elsevier Science, 2019)