

国際会議発表報告書

電子物理系専攻 ナノデバイス研究グループ

修士2年 BJD23063

古川俊行

開催日：2024/6/10～14

国際会議名称：12th International Conference on Spontaneous Coherence in Excitonic systems (ICSCE-12)

開催場所：Trinity College Dublin

発表タイトル

「超蛍光による反跳力における環境の影響」

概要

光は運動量を持ち、物質に光圧として力を及ぼす。発光現象では方向やタイミングがランダムであるため、光圧に寄与しないと考えられてきた。超蛍光現象では発光体が密に集約することで、通常よりも強い光圧が生じる。この研究では、超蛍光による反跳力が、発光体の配置や周囲の環境によってどのように制御できるかを調査した。

超蛍光の特徴

- 超蛍光は、多数の発光体が波長 λ 以下の距離に密集して配置されると発生し、同期して強力な光を放出する。
- 発光強度は発光体の数 N の二乗に比例し、通常の蛍光よりも短い時間で強い光が放射される。
- この現象により、強い指向性と高いコヒーレンスを持つ光が得られ、発光現象による光圧を生み出すことができる。

計算結果と考察

図1のように、発光体5個を同一点に配置し、各発光体間の距離を波長の半分 0.5λ とした条件で、波長413 nmの光を放出する設定で計算を行った。図2のグラフは、各発光体にかかるx軸方向の力を示している。発光体同士が反発し合う力が発生し、左側の発光体には負の力、右側の発光体には正の力が作用していることがわかる。双極子相互作用やボソンの性質により、光子が発光体のある方向に放出される傾向があるため、お互いに反発し合う方向に力がかかると考えられる。

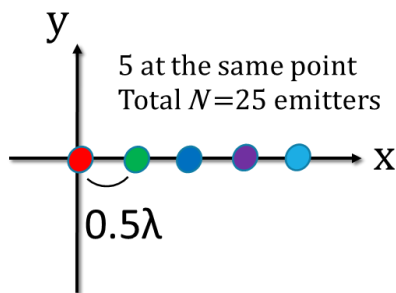


図 1. 同一点に 5 個の発光体配置

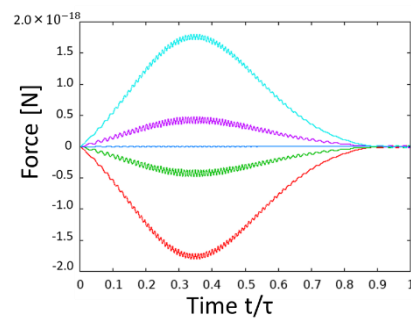


図 2. 各発光体にかかる力(N)の時間変化

次に、図 3 のように発光体を金属板上に配置し、プラズモン増強効果を考慮した場合の光圧の増強を検討した。発光体としてペロブスカイト (CsPbBr_3) を使用し、波長 530 nm、発光寿命 0.34 ns の条件で計算を行った。図 4 のグラフを見ると、プラズモン共鳴により、金属表面近傍での電場が増強され、発光体にかかる力が顕著に増大することが確認された。

さらに、図 5 のように発光体の位置を金属板の端に移動させた場合の影響も調査した。図 6 のグラフによると、エッジ効果により新たに横方向の力が発生しているのがわかる。これは、金属板のある側とない側で電場の差が生じることによるもので、発光体の配置によって力の向きを変えることが可能であることが示された。

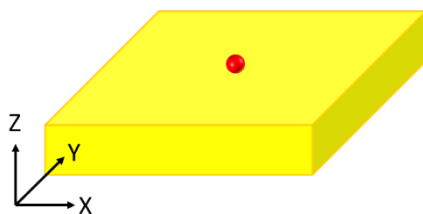


図 3. 金属板上に配置した発光体

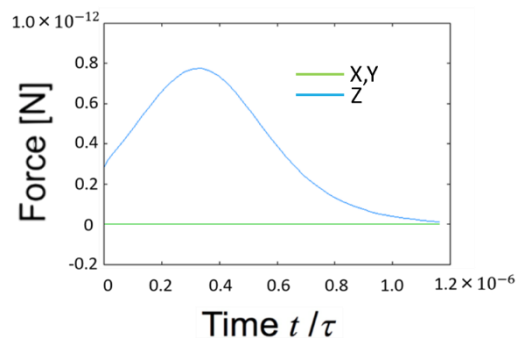


図 4. 発光体にかかる力(N)の時間変化

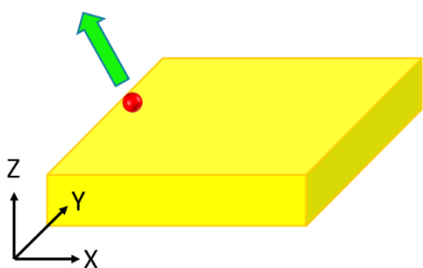


図 5. 金属板の端に移動させた発光体

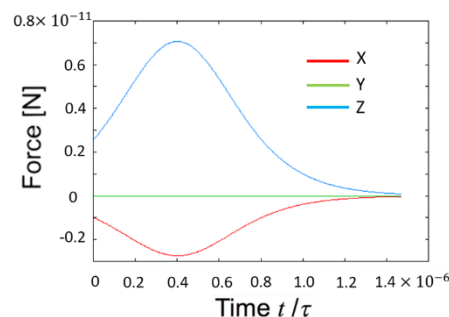


図 6. 発光体にかかる力(N)の時間変化

超蛍光現象における反跳力が発光体の配置や周囲の環境に依存して変化することが確認された。特に、プラズモン増強が起こる環境を利用することで、光圧を大幅に増強できることがわかった。

会議参加の感想

今回の国際会議では、世界中の研究者と直接交流する貴重な機会を得ることができ、大変有意義な経験となった。他の研究者の発表を聞くことで、異なるアプローチや最新の技術動向にも触れることができた。また、特定分野だけでなく、幅広い光学技術やナノテクノロジーに関する議論が行われており、学際的な視点を養うことができた点も非常に印象的であった。この会議を通じて、研究を世界的な視点から捉えることの重要性を改めて感じるとともに、今後の研究におけるモチベーションが一層高まった。最新の知識やアイデアを取り入れ、さらに研究を発展させていきたい。