

光とナノ物質における相互作用の理論的解明と光機能デザイン

<スタッフ> 石原 一 教授、横山 知大 助教

地球の直径を1メートルに見立てると、1ナノメートルはビー玉の直径程度です。このような小さなサイズのナノ物質は、そのサイズや形ごとに「異なる物質」となります。本研究グループでは、ナノ物質と光の相互作用から物質の特異な性質を探り出し、新しい光の性質や新機能光デバイスの可能性を追求する研究をしています。さらに、光によってナノ物質を力学的に操作する研究を通して、物性物理や光化学における新しい光の利用法を提案しています。ナノ物質の力学的操作による物質の様々な人工秩序の創成も重要な研究目標です。

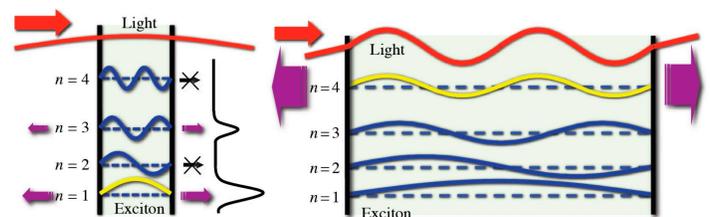
光と物質波動の空間的インタープレイによる新奇光機能

ナノ物質に閉じ込められた分極の波と光のマイクロな空間構造を巧みにインタープレイさせる系をデザインすることで、試料サイズに依存した巨大な光スイッチ効果やフェムト秒に迫る超高速光放射現象が実現できることを理論・実験の両面から明らかにしてきました。光電場をナノ領域に閉じ込め、通常は光を吸収しない物質に光を吸収させることにも成功しています。

光圧によるナノ物質操作

光が持つ運動量や光と分極の電磁気学的相互作用を利用してマイクロ粒子をレーザー捕捉したり、運動させることが可能です。この技術をナノ物質に応用することはこれまで困難と考えられてきましたが、本グループでは光とナノ物質に閉じ込められた電子を相互作用させることで、個々のナノ物質の量子力学的個性を反映した選択的な光操作が可能であることを実証してきました。

光と物質の巨大結合の実現

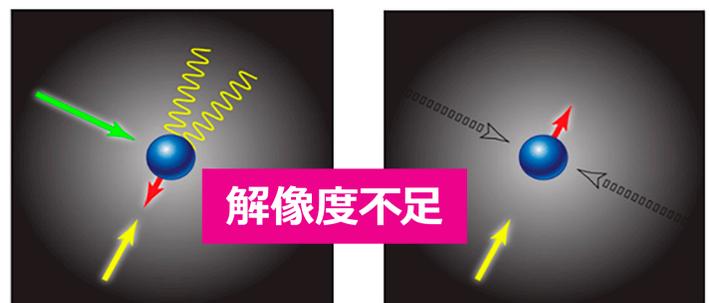


光の波と物質の波を重ね合わせ、光と物質の桁違いに強い結合を実現することにより、超高速光スイッチや熱発生のない光デバイス実現の可能性が広がる

Physics

Focus: How to Manipulate Nanoparticles with Lasers

Published August 24, 2012 | Physics 5, 95 (2012) | DOI: 10.1103/Physics.5.95

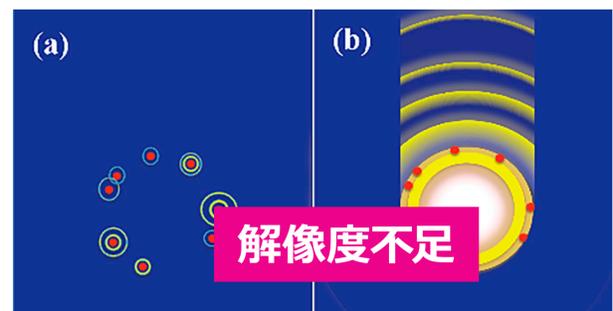


光圧によってナノ粒子の運動方向を自在にスイッチ出来る機構を理論的に提案 (米国物理学会オンライン誌 Focusでの紹介記事より)

TOPICS1 最新研究トピックス

デザインされた量子系の協同現象

様々な形の「同期現象」を自由にデザインして研究できる理論および手法を、世界で初めて開発しました。これを誘電体球表面に分散した蛍光分子による発光現象の解析に適用して、同期による大幅な効率増大を確認するなど、高効率発光素子設計の新たな指針が得られています。

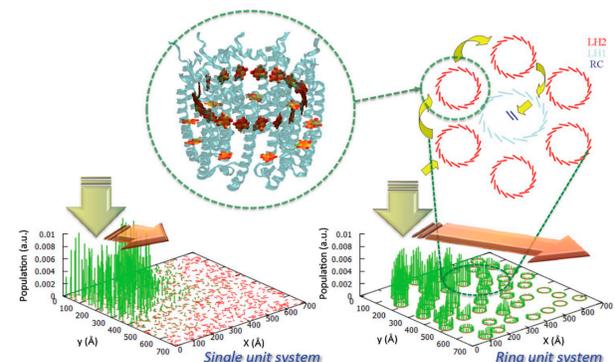


同期的発光の概念図 (a) 同期が無い場合の個々の分子の発光。 (b) 誘電体球上で全体が同期した場合の発光

TOPICS2 最新研究トピックス

光合成光捕集アンテナの幾何学的構造の謎に迫る

紅色光合成細菌の光合成器官に存在するアンテナ色素系が円形の集合構造を取ることによって、光エネルギー輸送効率を数十から数百倍高めている可能性をシミュレーションにより突き止めました。近年重要性を増す太陽光エネルギー利用技術を革新するための重要なヒントになる可能性があります。



なぜ円か? 光合成細菌が持つ特異な円環状光アンテナの超高効率エネルギー伝達機構をシミュレーションで解明