

量子もつれ光子対を用いた蛍光分子における2光子吸収観測に向けて Toward observing two-photon absorption of fluorescent molecules using entangled photon pairs

京大院工¹, 島津製作所²

○(M2) 佐々木 駿輔¹, 阿部 尚文¹, (M1) 斎藤 凌矢¹, 久光 守², 徳田 勝彦², 岡本 亮¹,
竹内 繁樹¹

Kyoto Univ.¹, Shimadzu Corp.²

○Shunsuke Sasaki¹, Naofumi Abe¹, Ryoya Saito¹, Mamoru Hisamitsu², Katsuhiko Tokuda²,
Ryo Okamoto¹, Shigeki Takeuchi¹

E-mail: takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

2光子吸収は、原子や分子が2つの光子を同時に吸収する現象である。従来、2光子吸収を観測するには、2光子の同時性を高めるために高強度のパルス状レーザー光が用いられてきた。最近、周波数もつれ光子対を用いた2光子吸収が注目を集めている。2光子吸収確率を高めるには、2光子の同時性だけでなく、そのエネルギーの和が励起準位と一致していることが重要である。しかし、古典的な光においては不確定性関係より2光子の同時性とエネルギー和の一致性のどちらか一方しか満たすことはできない。一方で、周波数もつれ光子対はそれらを同時に満たすことができるため、2光子吸収の高効率化につながると期待されている。周波数もつれ光子対による2光子吸収の観測はいくつか報告されているものの [1], それらが周波数もつれ光子対によるものであるのかの議論が白熱している [2,3]。我々は、周波数もつれ光子対による和周波発生の研究を行ってきた。和周波発生は、2光子吸収のモデル系と捉えることができる。これまで、2光子の分散とその間の時間差を制御できる実験系を構築し、周波数もつれ光子対の時間相関幅の制御および評価に成功している [4]。

今回、量子もつれ光子対を用いた蛍光分子における2光子吸収観測に向けて、蛍光分子を含む溶液に対してレーザー光と周波数もつれ光子対を切り替えて入射可能な光学系を構築したので、レーザー光による古典2光子吸収断面積の評価結果とともに報告する。なお、この実験系を用いることで、レーザー光と周波数もつれ光子対による2光子吸収を同等の条件で比較することが可能である。また将来、この系に上記の分散と時間差を制御できる実験系を組み込むことで、周波数もつれ光子対による2光子吸収のより厳密な実証が可能となる。

濃度 5×10^{-5} M のローダミン B メタノール溶液に波長 1064 nm のパルス光を照射し、古典2光子励起蛍光の入射光強度依存性を測定した。その結果、古典2光子吸収特有の2次の依存性を観測し、その2光子吸収断面積を算出したところ、11 GMであった。これは、先行研究と同程度の値であり、今回構築した実験系において吸収断面積や実験系パラメータを正しく評価できていると考えられる。今後は、周波数もつれ光子対の入射時についても今回の評価法を適用し、信頼性の高いもつれ2光子吸収の実証を目指す。講演では、最新の結果についても報告する予定である。

本研究の一部は、MEXT Q-LEAP(JPMXS0118067634)ならびにJST-CREST(JPMJCR1674)の支援を受けて行われた。

[1]D. Tabakaev *et al.*, Phys. Rev. A **103**, 033701 (2021). [2]S. Corona-Aquino *et al.*, J. Phys. Chem. A **126**, 2185 (2022). [3]E.Shun *et al.*, Acc. Chem. Res. **55**, 991 (2022). [4] 藤田一夢 他, 2021 年応用物理学会秋季大会, 12p-N103-11.