

2個の光子を効率良く吸収する材料を求めて

超高感度二光子吸収材料の開発

物質が光を吸収する場合、通常は1個の光子の消滅に対応して、光子の持つエネルギーに相当する高いエネルギーの準位に物質中の1個の電子が励起される。そしてこの吸収は光強度に比例する(一光子吸収過程)。しかし、光子の密度が高い場合(すなわち光強度が高い場合)、2個の光子が同時に消滅して、そのエネルギーの和に相当する高い準位に1個の電子を励起する「二光子吸収過程」が起こることがある。

二光子吸収過程が起ると、その際の吸収は光強度の2乗に比例するようになり、(一光子)吸収の起さない波長を使って、物質内部のある特定の微小空間だけで選択的に光励起を起こさせることが可能となる。この特性を利用することにより、細胞等の3次元画像が得られる顕微鏡光像イメージングや、マイクロマシン用部品等の微小光造形、3次元光導波路、3次元光メモリー、さらには光線力学療法によるガン治療にまで幅広い応用が期待されている。

特に1990年代末から従来の数十～数百倍の感度で二光子吸収が生じる有機化合物が発見

されており、より低い光強度で高効率に二光子吸収を示す分子の設計と開発が盛んになってきている。これまでに開発された分子は、中心骨格に、二重結合や芳香族環を組み合わせた「固い」 π 電子共役系を持つ化合物群であったが、我々は新しい「固い π 共役電子系」としてジアセチレン基を中心骨格とした化合物が優れた二光子吸収を示すことを発見した(図1)。

この化合物は近赤外波長域において、従来の色素の数十倍から100倍程度の感度を持っている(図2)。さらには、可視光領域(570～650 nm)ではその二光子吸収感度が著しく増大することを発見し、この増大が、共鳴増強というメカニズムによって生じている一般的な現象であることを他に先駆けて明らかにした。有機材料が高い二光子吸収感度を示すためにはどのような分子構造を持つ必要があるのかについてはまだ確立されていない問題であり、これらの成果はその進展に貢献し、強度の小さなレーザーパルスでもより効率的に二光子吸収を示す化合物の開発とそれを用いた種々の応用への進展が期待される。

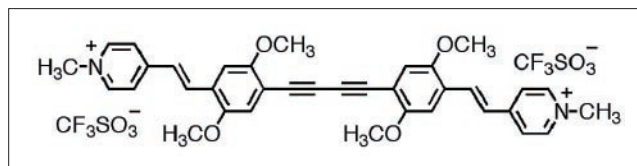


図1 高い二光子吸収感度を示すジアセチレン化合物とその構造式

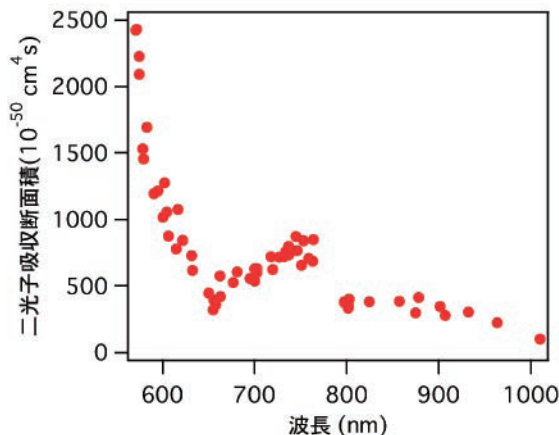


図2 ジアセチレン化合物の二光子吸収スペクトル

関連情報

- K. Kamada, K. Ohta, Y. Iwase, and K. Kondo : Chem. Phys. Lett. Vol. 372, 386 (2003) .
- Y. Iwase, K. Kondo, K. Kamada, and K. Ohta : J. Mater. Chem. Vol. 13, 1575 (2003) .
- 特願 2002-262312 「二光子吸収材料」



かまだけんじ
鎌田賢司
k.kamada@aist.go.jp
光技術研究部門