

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007～2010

課題番号：19049004

研究課題名（和文） 光増強場における多光子光化学反応誘起とそのダイナミクス

研究課題名（英文） Multi-Photon Photochemical Reaction

研究代表者

坪井 泰之（TSUBOI YASUYUKI）

北海道大学・大学院理学研究院・准教授

研究者番号：00283698

研究分野：化学

科研費の分科・細目：基礎化学・物理化学

キーワード：プラズモン・ジアリアルエテン・ホトクロミズム・ナノギャップ

1. 研究計画の概要

光-分子強結合反応場（貴金属微細構造体など）を活用し、実際に微弱光でも多光子吸収により光化学反応を達成できる系を探索・実証することを目指す。さらに、そのような多光子反応高効率化を目指し、動的挙動を分光学的に計測し、反応の素過程の理解を深めることを大きな目的とする。

より具体的には、①微小共振器としての微粒子の有効性（光閉じ込め機能）の評価と、それを用いた光-分子強結合反応場の構築、②金属ナノ構造体を用いた同様のアプローチ、③サブピコ秒～ナノ秒時間分解能を有した顕微分光システムの開発、④それを用いた分子・ナノ粒子の空間局在（捕捉）、などを目的とし、光-分子強結合反応場を用いた多光子光化学の学理と技術の基盤を確立する。などを目的とし、光-分子強結合反応場を用いた多光子光化学の学理と技術の基盤を確立する。

高効率に多光子光反応を利用できれば、近赤外光で駆動する太陽電池や光触媒などの

開発への扉を開けることになる。その意義は疑いもなく高い。

2. 研究の進捗状況

現在まで、①微小共振器を用いた2光子蛍光の増強、②ギャップモードプラズモンを用いた近赤外 CW 光誘起2光子ホトクロミック反応の達成、③同1光子反応の効率にの増強までを行なった。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

<理由>

当初目的である「プラズモン増強効果による2光子反応の誘起」は達成することができた。その点で、順調に推移していると考えられる。さらに、プラズモン増強効果によるナノ粒子の光捕捉にも成功し、この点はプラスである。しかし、未だダイナミクスの計測には成功しておらず、この点はマイナスポイントである。これらを鑑み、総じて判断するに、「順調に推移している」と考えられる。

4. 今後の研究の推進方策

プラズモン増強光化学反応においては、貴金属ナノギャップ・ナノアンテナに局在する光電場を用いて反応の高効率化をはかる。この際、光子だけでなく、対象とする分子や触媒微粒子がギャップに捕捉・局在することになれば、より一層の反応効率の向上を図ることができるであろう。そこで、プラズモン増強電場に基く微粒子の光捕捉を試みる。まず、10 nm の微粒子を微弱な光照射で捕捉することを目指す。

最終的には、貴金属ナノギャップにおける「分子の捕捉」と「反応の誘起」、さらには「そのダイナミクス実時間計測」を目指す。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

(1) “Optical Trapping of Amino Acids in Aqueous Solution”

Y. Tsuboi, T. Shoji, N. Kitamura, *J. Phys. Chem. C* 2010, 114, 5589. (査読有)

(2) “Near Infrared CW light can drive a 2-photon photochromism by the assistance of surface plasmon”

Y. Tsuboi, R. Shimizu, T. Shoji, N. Kitamura, *J. Am. Chem. Soc.* 131 (2009) 12623 (査読有)

(3) “Optical Trapping of Proteins in Aqueous Solution”

Y. Tsuboi, T. Shoji, T. Shoji, M. Nishino, S. Masuda, K. Ishimori, N. Kitamura, *Appl.*

Surf. Sci. 255 (2009) 9906. (査読有)

[学会発表] (計3件)

(1) “フォトン・フォースで蛋白質分子を捕まえる” 坪井 泰之 第47回日本生物物理学会 年会. 2009年10月30日～11月1日 於徳島文理大学 (招待講演).

(2) “バイオ・ソフトマテリアルへのレーザー応用” 坪井 泰之 電気学会年次大会 企画シンポジウム「レーザプロセシングの新潮流」 2009年3月19日 於 北海道大学 高等機能研究センター (招待講演)

(3) “パルス/CW レーザーのバイオ/ソフトマテリアルへの新規な応用” 坪井 泰之 レーザー学会学術講演会第29回年次大会 2009年1月10日 於徳島大学 (招待講演).

[図書] (計1件)

Y. Tsuboi, Chap. 12 of “Molecular Electronic and Related Materials-Control and Probe with Light”, Eds. T. Naito, Transworld Research Network, Kelera/India, 2010.