

平成 30 年 7 月 7 日

応用物理学会北海道支部
会員各位

応用物理学会北海道支部

ワークショップのお知らせ

下記ワークショップを開催いたしますので、多数ご参加下さいますようご案内申し上げます。

ワークショップ「光の運動量の基礎と応用」

日時：8 月 6 日（月） 13:30～16:20

場所：電子科学研究所 1 階会議室

13:30～14:10

テラヘルツ光渦による擬似局在表面プラズモンの角運動量選択励起」

有川 敬 先生（京都大学大学院理学研究科、助教）

14:10～14:50

光スイッチング分子系の新規光応答探索とその応用

伊都 将司 先生（大阪大学大学院基礎工学研究科、准教授）

14:50～15:00 休憩

15:00～15:40

ナノファイバー・金ナノ粒子の複合デバイスを用いる研究

Mark Sadgrove 先生（東北大学電気通信研究所、准教授）

15:40～16:20

Laser trapping method toward saccharide and supramolecular chemistry

杉山 輝樹 先生（台湾国立交通大学、准教授）

本講演会は、物質・デバイス領域共同研究拠点事業から支援を受けています。

共催：新学術領域「光圧によるナノ物質操作と秩序の創生」

後援：応用物理学会北海道支部

連絡先：

光システム物理研究分野

笹木敬司（内 9396）、藤原英樹（内 9395）

講演要旨について：

応用物理学会北海道支部のホームページをご参照ください。

<https://annex.jsap.or.jp/hokkaido/>

「テラヘルツ光渦による擬似局在表面プラズモンの角運動量選択励起」

京都大学 大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 有川敬

1992年に光が軌道角運動量を持つ事が認識されて以来[1]、この新たな光の自由度を用いた物性研究は大きな注目を集めている。光の軌道角運動量はらせん状の等位相面に由来しており、そのような光は一般的に光渦と呼ばれている。これまで、光渦を用いた微小誘電体の回転運動制御[2]やナノニードル生成[3]、半導体中の励起子重心運動[4]や原子の束縛電子への軌道角運動量転写[5,6]等の新しい現象が報告されている。本講演では我々が取り組んでいるテラヘルツ周波数領域の光渦を用いた研究について紹介する。テラヘルツ領域には多くの固体素励起が存在するため、軌道角運動量を持つ光と固体物質の相互作用を研究するのに非常に適した周波数帯である。さらに、時間領域で電場を直接測定することができるため、光渦の位相を含めた直接観測が可能である[7]。これらの特徴を生かした物性研究の例として、我々は擬似局在表面プラズモン[8]における高次モードの選択励起を行った。その結果、励起されるモードは光と物質の全角運動量保存で決まる選択則[9]に従うことが実験的に示された。

- [1] Les Allen et al., *Physical Review A*, **45**, 8185 (1992).
- [2] H. He et al., *Phys. Rev. Lett.* **75**, 826 (1995).
- [3] K. Toyoda et al., *Phys. Rev. Lett.* **110**, 143603 (2013).
- [4] Y. Ueno et al., *Opt. Express* **17** 20567(2009).
- [5] C.T. Schmiegelow et al., *Eur. Phys. J. D* **66**: 157 (2012).
- [6] C.T. Schmiegelow et al., *Nat. Commun.* **7**, 12998 (2016).
- [7] T. Arikawa et al., *Opt. Express* **25**, 13728 (2017).
- [8] A. Pors *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 223905 (2012).
- [9] K. Sakai et al., *Sci. Rep.* **5**, 8431 (2015).

光スイッチング分子系の新規光応答探索とその応用

Exploring Novel Photoresponses of Photoswitchable Molecules and Its Applications

大阪大学大学院基礎工学研究科

伊都 将司

Graduate School of Engineering Science, Osaka University

Syoji Ito

sito@chem.es.osaka-u.ac.jp

光異性化反応を示す、いわゆる光スイッチング分子は、光照射によって分子構造を可逆的に変化させることが可能であり、分子構造の変化に伴い、吸収スペクトルや蛍光スペクトル、蛍光量子収量、蛍光寿命、分極率などの諸物性も光で可逆変化させることができる興味深い分子系である。特に近年、光で可逆的に蛍光の ON-OFF を切り替えることができる蛍光スイッチング分子は、PALM 等の超解像蛍光顕微鏡に必須の蛍光プローブとして注目を集めている。我々の研究グループでは、光スイッチング分子系を対象に、非線形（多光子）吸収などレーザー光特有の励起条件下で起こる新規光応答を探索すると共に、それらを、超解像蛍光顕微鏡やメゾスコピック光力学システムなどへ展開している。本講演では、主として、1) 単一波長の CW レーザーのみを用いた蛍光スイッチングの実現と長時間単一分子追跡への応用、2) 光スイッチング分子を用いた光圧の光制御とそれによるメゾスコピック光力学応答の実現 に関して紹介する。

1) では、蛍光スイッチング特性を示すジアリールエテン誘導体を対象とした。紫外域に吸収帯を有する開環体（蛍光 OFF）の吸収帯の長波長側の裾に現れるホットバンドを可視光で励起することで開環体（蛍光 OFF）→ 閉環体（蛍光 ON）の異性化反応を誘起し、同時に可視域に吸収帯を有する閉環体（蛍光 ON）を同一の光源で励起した。これにより、CW 可視レーザー光の照射のみで蛍光の ON ⇌ OFF を実現し、さらにそれを単一分子追跡に応用することで、数時間にわたり数千個の単一分子の並進拡散挙動を追跡することに成功した。また 2) では、ジアリールエテンやナフトピラン等、光誘起色変化を示す分子系を内包させた微粒子を用い、微粒子に作用する光圧を光で制御することに成功し、微粒子のメゾスコピック運動の光制御を実現した。

【参考文献】

[1] Yuhei Arai, et al., *Chemical Communications*, 53(29), 4066 - 4069 (2017).

*The article was selected to be featured in a back-cover of ChemComm.

[2] Syoji Ito, et al., *Journal of Physical Chemistry Letters*, 9, 2659–2664 (2018).

[3] Kenji Setoura, et al., *Journal of Physical Chemistry C*, (in press 2018, DOI: 10.1021/acs.jpcc.8b03420).

*The article was selected to be featured in ACS Editor's Choice and a cover art of JPCC.

ナノファイバー・金ナノ粒子の複合デバイスを用いる研究

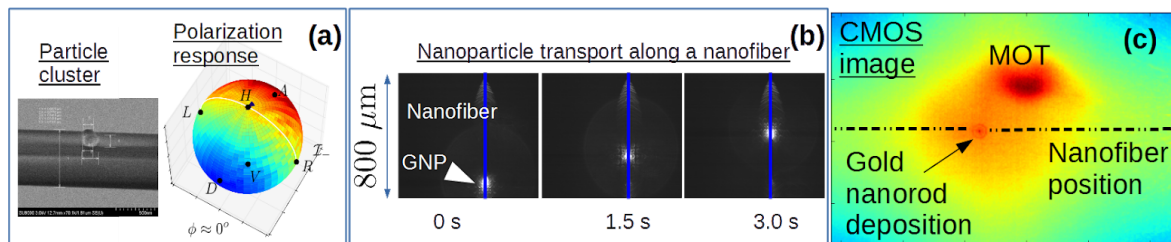
Mark Sadgrove, 東北大学電気通信研究所

我々はナノ光ファイバーと金ナノ粒子（金ナノ球・ロッド等）を組み合わせ、粒子（原子、ナノ粒子、光子等）の外部状態、または粒子の輸送を制御する。今回の講演では下記のトピックスを紹介する。

1. 光子とナノファイバーモードのキラル結合:ナノファイバー表面上の金ナノ球を光アンテナとして用い、ファイバーモードへの光結合の偏光依存性を測定した [1]。 [Fig. (a)]

2. ナノファイバー上の金ナノ粒子の低パワー光輸送:ナノ光ファイバー伝搬モードのエバネッセント場の光輻射圧によりナノ粒子の1次元的な輸送を行った。直径50 nm及び150 nm金ナノ粒子、さらにリポソームの光輸送の実現に向けた実験の結果を発表する。 [Fig. (b)]

3. 冷却原子と金ナノロッド上の表面プラズモンのインタフェースへ向けて:真空中において、単一金ナノロッドを付着させたナノファイバーの周りにレーザー冷却されたRb原子集団の導入を実現することができた。原子と金ナノ粒子表面上の局在プラズモンの相互作用の観測へ向けての準備に関して発表する。 [Fig. (c)]



[1] M. Sadgrove, M. Sugawara, Y. Mitsumori, K. Edamatsu, "Polarization response and scaling law of chirality for a nanofibre optical interface", Scientific Reports 7, 17085 (2017).

Laser trapping method toward saccharide and supramolecular chemistry

Teruki Sugiyama

Department of Applied Chemistry, National Chiao Tung University, Taiwan

Division of Materials Science, Graduate School of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology, Japan

sugiyama@g2.nctu.edu.tw or sugiyama@ms.naist.jp

Laser trapping of a tightly focused laser beam has attracted much attention, and has been widely utilized for the manipulation of μm - and nm -sized targets in solution. Ever since we successfully demonstrated for the first time glycine crystallization in aqueous solution utilizing laser trapping method, we have applied this method to various amino acids to control polymorphism by optimizing laser power and polarization. In this work, we extend this method to saccharide and supramolecular chemistry, we here demonstrate polymorph control of cyclodextrins and present enantioselective photodimerization of 2-anthracenecarboxylic acid (AC) mediated by cyclodextrins (CD) under laser trapping condition.

When a focused continuous-wave laser beam of 1064 nm was tightly focused into β -CD D_2O solution, either single block- or plural plate-like crystal was generated consistently. Intriguingly, the crystallization was always realized within 30 min on irradiation even from undersaturated solution, when the plate-like crystal laser trapping was always produced. When the trapping laser was turned off, only the block-like crystal was dissolved. Based on all results, we currently imply that the plate-like crystal is a novel polymorph, although its single-crystal X-ray analysis has not been successfully conducted yet. We also succeeded in laser polarization-dependent polymorphism.

As further extension of our laser trapping method to supramolecular chemistry, the enantioselective photodimerization of AC mediated by γ -CD was performed under laser trapping condition. A sample solution containing AC and γ -CD was irradiated by a focused continuous-wave laser beam at 532 or 1064 nm under a variety of conditions; laser power, wavelength, polarization, and focal position. The irradiated solution was subjected to chiral HPLC analysis to determine the product distribution and the enantiomeric excess. In keen contrast to the previous results obtained by using incoherent light sources (Hg lamp and LED), the major products were dramatically switched from the less congested, thermodynamically more stable head-to-tail to the sterically congested, less stable head-to-head dimers upon the irradiation at an air-solution interface, while the enantiomeric excess amounted to 40 % upon the irradiation with a linearly-polarized laser at 1.1 W.