

高次複合光応答分子システムの 開拓と学理の構築

目次

研究紹介

- メソ構造を利用した光化学反応の高次機能制御 井村考平 1
- 分子軌道のトポロジーと分子配列に着目した多機能光応答システム 松田建児 3
- 高次光励起による光応答性分子結晶のフォトメカニカル新現象の開拓 小畠誠也・北川大地 5

論文紹介

- "Synthesis of Hydrophilic and Hydrophobic Carbon Nanoparticles from Benzene/Water Bilayer Solution with Femtosecond Laser Generated Plasma Filaments in Water"
Bull. Chem. Soc. Jpn. 2015, 88(2), 251-261. 八ッ橋知幸 7
- "Optically- and electrically-driven organic thin film transistors with diarylethene photochromic channel layers"
ACS Appl. Mater. & Inter., 2013, 5, 3625-3630. 若山 裕 8

会議報告

- Gordon Research Conference
"Artificial Molecular Switches and Motors" 森本正和 9
- 平成 27 年度第 1 回領域会議 横山 泰 10

ニュース一覧

12

領域略称「高次複合光応答」
文部科学省科学研究費補助金
新学術領域研究（平成 26-30 年度）
領域番号 2606

研究紹介：メソ構造を利用した光化学反応の高次機能制御

A01 班 井村考平

物理化学の多くの教科書では、分子の光吸収や発光過程を説明するときに、光と分子の相互作用を電場と双極子モーメントの摂動としてとらえて、そこから光学選択則を導出します。選択則は、実際に多くの物質の光特性を上手く説明することができます。しかし、その導出過程には幾つかの近似がなされています。その一つに電気双極子近似があります。この近似では、光の波長は分子の大きさと比べてはるかに大きいので、分子の内部では光電場が一様であると考えています。通常の光化学観測条件下では、光の照射領域が数 mm から 1 cm 程度ですので、これは非常に良い近似です。一方、ナノメートルの空間に局在した光により分子を光照射するときには、この近似は成立しなくなります。その結果、従来の光学選択則を超える光学過程が可能となります。

光の波長と同程度の空間スケールであるメソ構造体は、光アンテナ効果や遅延効果により光と強く相互作用し、構造体近傍に光近接場（局在場）を誘起します。代表的なメソ構造体である貴金属ナノ構造体では、自由電子の協動的振動により、特に顕著な光の閉じ込めと増強が誘起されます。私たちの研究グループは、メソ構造体に誘起される局在場と分子との近接場相互作用を駆使することで、従来の摂動論、電子論を超える協同効果を誘起し、光化学反応に新しい枠組みを創りだすことを目標にしています。本稿では、この目標に向けて現在取り組んでいる「顕微分光計測による新規励起スキームの究明」と「新規化学反応系の探索」に関する成果について紹介します。

メソ構造体と分子の相互作用を究明するためには、これを単一粒子レベルで分光計測する必要があります。私たちはこれまでに、近接場光学顕微鏡の高度化と測定手法の拡張を進めてきました。近接場光学顕微鏡は、ナノメートルの空間分解能を実現する顕微鏡です。これを利用することで、メソ構造に励起される光近接場を可視化することが可能です。従来の近接場手法の多くは、試料からの発光を検出することで励起状態や光電場の空間分布を可視化してきました。実験的には、透過光を用いた励起状態の可視化も可能ですが、この方法では近接場プローブの上下運動に起因するアーティファクトが発生することから注意が必要です。メソ構造と分子の近接場相互作用を究明するためには、メソ構造に励起される素励起の空間モード（光電場の空間分布）を高感度・高コントラストに可視化する必要があります。非発光性試料における光電場の新たな可視化法が開発できれば、メソ構造と分子の近接場相互作用をより詳しく鮮明に理解することが可能です。

色素分子の蛍光は、光増強場で増大することが知られています。我々は、この現象を利用して、非発光性試料に誘起される光増強場を色素分子の蛍光を介して可視化することを考案しました。さらに光増強場では、多光子励起過程が誘起されることに着目し、色素分子の蛍光を二光子励起して、増強場を高コントラストに可視化することにしました。以下では、これを蛍光色素援用可視化法と呼ぶことにします。金ナノプレートに蛍光色素をスピンコートした試料を作製し、援用可視化法の原理検証を行いました。図 1a に、測定に用いた六角金ナノプレートの走査型電子顕微鏡像を示します。プレートの大きさは、これを円形と仮定して直径に換算すると約 700 nm です。直径が 200 nm 以下の円形ナノプレートでは、近赤外域に双極子モードの共鳴があり、近赤外光パルスによる二光子励起により金の発光を励起することができます。しかし、直径が 200 nm 以上になると、この共鳴波長が 1 μm より長波長となり、近赤外光では金の二光子発光の励起効率が極めて低く

なります。したがって、これを用いて光電場の可視化を行うことは困難です。実際に、図 1b では金の二光子誘起発光が誘起されないことが確認できます。図 1c に、ローダミン分子の蛍光を二光子励起して可視化した金ナノプレートの蛍光色素援用二光子励起像を示します。図中の明部は、ローダミンの蛍光が効率よく励起される部分を示します。二光子蛍光は光増強部位で強く励起されるため、図中の明部で光電場が増強していると解釈されます。図から、プレートの頂点において光電場が増強することが分かります。また、その空間構造はプラズモンの空間モードを反映していると考えられます。プレート上で励起される発光スペクトルは、ピーク波長が約 620 nm であり、ローダミン分子の蛍光とほぼ一致します。通常金属近傍では、分子の蛍光は金属へのエネルギー移動のため消光することが知られています。図 1c の結果は、二光子励起過程ではその効果が抑制されていることを示します。詳細は不明ですが、近接場特有の光学過程が関与している可能性があります。以上の結果から、蛍光色素援用可視化法が上手く機能することが分かりました。今後は、複数の分光手法を用いて局所場と分子の相互作用を多方面から検討していく予定です。

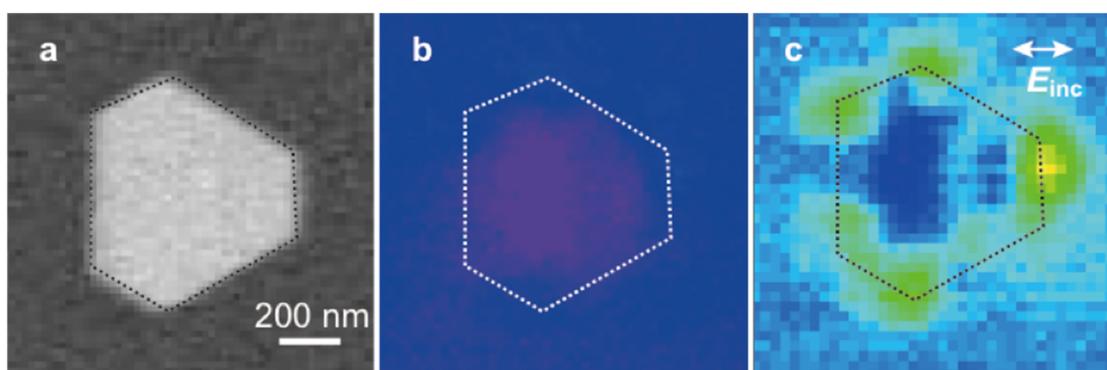


図 1. 金ナノプレートの (a) 走査型電子顕微鏡像, (b) 二光子発光励起像, (c) 蛍光色素援用二光子励起像 (励起波長 800 nm). 破線は、粒子の概形を示す。

光化学過程の究明に加えて光化学反応プラットフォームの構築を目指した研究も進めています。その現状を簡単に紹介したいと思います。これまでに、A03 班の小畠 G と共同で金ナノロッドの集積体とジアリールエテンを化学的に結合した試料を調製し、それらの光応答性の研究を進めてきています。溶液試料を用いた検討から、プラズモン共鳴によりジアリールエテンの光異性化が促進されることを明らかにしています。今後、単一粒子レベルで光学特性と光反応の検討を行い、光増強部位と光異性化反応部位の相関を究明していく計画です。メソ構造体を大規模な反応プラットフォームとして利用するためには、メソ構造の大面積化を行う必要があります。その実現に向けた取り組みも開始しています。これまでに、金ナノ粒子の自己組織化を利用して、ガラス基板上に六角状に配列した金ナノ粒子構造や液-液界面に金ナノ粒子の薄膜を作製し、それらの光学特性の評価を行ってきています。配列構造では、可視域に複数のプラズモン共鳴が存在すること、さらに光増強効果により分子のラマン散乱を著しく増強させることができることを明らかにしています。一方、界面に作製した粒子薄膜では、近赤外域にプラズモン共鳴があり、その励起によりラマン散乱や光化学反応が効率的に進行することが分かってきています。今後さらに、メソ構造の光化学過程への適用を進め、新規光化学反応スキームの構築に繋げていく計画です。

研究紹介：分子軌道のトポロジーと分子配列に着目した多機能光応答システム

A02 班 松田建児

微細構造の加工技術、微小空間の制御技術の近年の進歩によって、分子スケールのナノサイエンスが近年非常に注目されている。その中でも、分子の電子構造、幾何構造を分子レベルの電気・磁気特性に結び付ける分子エレクトロニクス・スピントロニクスは、特に関心を集めている。

一方フォトクロミック分子は、光による可逆な構造変化を示すために、分子レベルのスイッチング素子としての応用が試みられている。その中でもジアリールエテンのフォトクロミズムは光異性化に伴って n 共役のトポロジーが大きく変化するために、分子スケールのエレクトロニクスにおいて、スイッチとして働くことが期待されている。

我々は本新学術領域研究において、(1)分子軌道のトポロジーに着目し、HOMO や LUMO の準位の変化や誘電率の変化では説明できないが、分子軌道のトポロジーの変化で説明できるスイッチング挙動を持つ分子の検討を行う(図1)。(2)協同的分子配列形成に着目し、固液界面のSTMでフォトクロミック分子の配列を分子レベルで観察し、配列における協同効果の影響について調べ、高い協同性を利用した高感度光応答システムの構築を検討する(図2)。ここでは、固液界面での分子配列の協同的組織化モデルによる解析について最近の結果を紹介する。

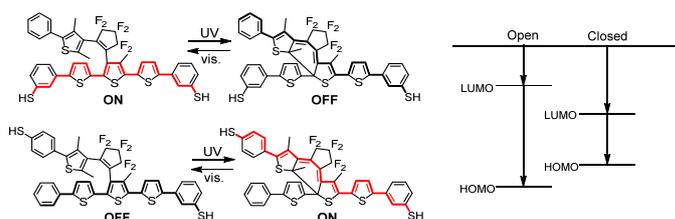


図1 分子軌道のトポロジーを反映したスイッチング分子の開発

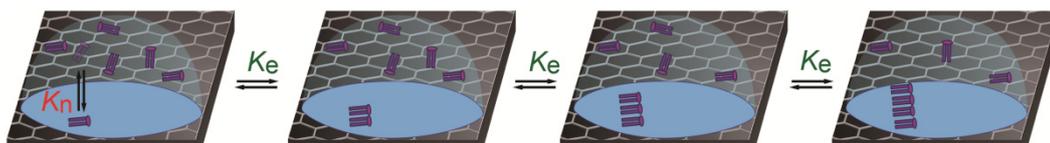


図2. 固液界面での協同的組織化のモデル図

アミド基を有する2-チエニル型のフォトクロミックジアリールエテン **1** では、開環体 **1o** はオクタン酸/HOPG 基板上で、光反応不活性な平行配座を取り非常に安定な2次元配列を示したのに対して、閉環体 **1c** では配列が観察されなかった。開環体 **1o** の分子配列の形成は急激な濃度依存性を示すことが分かった(図3)。この濃度依存性のメカニズムを明らかにするため、Langmuir型の吸着モデルに核生成過程と伸長過程の2段階のプロセスを取り入れた固液界面での協同的組織化モデルを用いて解析することで、核形成平衡定数と伸長平衡定数を求めることができた。また、その比である協同性パラメータは 2.8×10^{-4} であり、隣に分子がいると吸着の平衡定数が1,000倍以上増加することを示している。また、固液界面に対し、紫外・可視光照射を行った結果、配列の消失・再形成が確認され、高い協同性を反映して、高い刺激応答性で分子配列の形成/消失を制御できるようになった。¹⁾

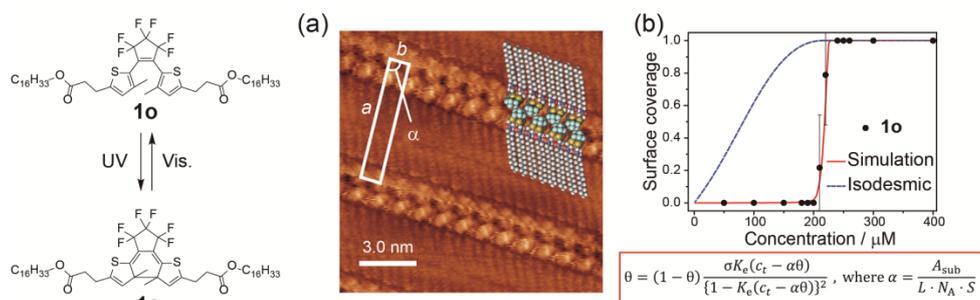


図3. ジアリールエテン **1** の光配列制御 (a)開環体配列 (b)濃度依存性と協同性モデルでの解析

次にジアリールエテン **2** に関して協同的組織化の観点から詳細な検討を行った。単離した開環体 **2o**、閉環体 **2c**、縮環体 **2a** に関して、表面被覆率の濃度依存性を調査した (図4)。その結果、開環体 **2o** は協同性の無い isodesmic な吸着挙動を示したのに対して、閉環体 **2c** は非常に高い協同性の吸着挙動を示すことが明らかとなった。また、縮環体 **2a** は溶液中の分子すべてが吸着されるほど高い吸着能を示すことが分かった。

また、**2o/2c** の混合溶液では、**2c** の割合が高い時は閉環体の β 配列が、**2o** の割合が高い時は開環体の α 配列が観測された。 β 配列の濃度依存性では、閉環体 **2c** 単独の濃度で予想されるよりも高い表面被覆率が混合溶液で観測されたことから、混晶の形成が示唆された。さらに興味深いことに、 α 配列の濃度依存性では、開環体 **2o** のみの場合には協同性を示さなかったのに対し、閉環体 **2c** を混在させることにより協同性が発現することが明らかとなった。混晶形成が、配列プロセスにまでも影響を与えていることが分かった。²⁾

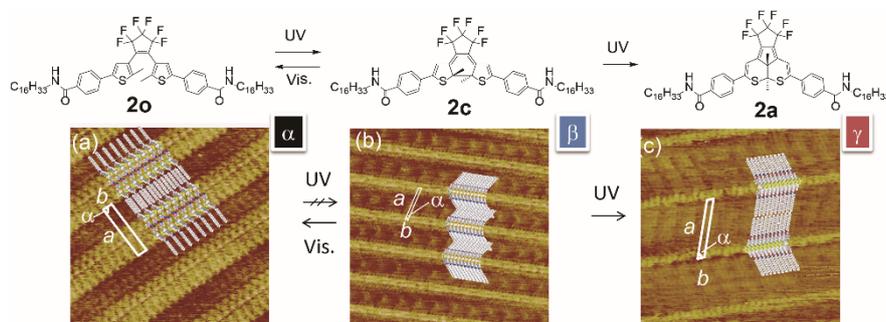


図4 ジアリールエテン **2** の配列 (a)開環体 (b)閉環体 (c)縮環体

このように、協同的組織化モデルを用いて配列形成を解析することにより、分子配列の形成メカニズムを詳細に検討することができるようになり、光応答性分子配列の設計のための非常に重要な知見が得られることが明らかとなった。現在さらに様々な系での検討を行っている。³⁻⁵⁾

- 1) S. Yokoyama, T. Hirose, K. Matsuda, *Chem. Commun.* **2014**, *50*, 5964-5966. (Back Cover)
- 2) D. Frath, T. Sakano, Y. Imaizumi, S. Yokoyama, T. Hirose, K. Matsuda, *Chem. Eur. J.* in press. (Frontispiece)
- 3) S. Yokoyama, T. Hirose, K. Matsuda, *Langmuir*, **2015**, *31*, 6404-6414.
- 4) S. Yokoyama, T. Hirose, K. Matsuda, *Chem. Eur. J.* in press.
- 5) N. Nishitani, T. Hirose, K. Matsuda, *Chem. Asian J.* on the web. (VIP)

研究紹介：高次光励起による光応答性分子結晶のフォトメカニカル新現象の開拓

A03 班 小島誠也・北川大地

ジアリールエテンは溶液中だけでなく、高分子媒体中、アモルファス状態、結晶状態でもフォトクロミズムを示す。結晶状態では分子が規則正しく配列しており、反応に有利なコンフォメーションをとっていれば、効率良く反応が進行する。さらに、微小な単結晶では、分子構造変化に伴い、結晶形状変形が見られる(図1)¹⁾。棒状の結晶では、屈曲が観察され、結晶形状の変化が機械的な動きへと結びついている。このようなフォトメカニカル現象は一般的にはまれであり、電気配線を必要とせず非接触に光エネルギーを力学的エネルギーに変換できることから、フォトアクチュエータとしての応用が期待される。しかしながら、それらの光誘起結晶形状変化は収縮、伸長、屈曲に限定され^{2,3)}、より複雑なフォトメカニカル機能の創出が望まれる。実現できれば、高度な光駆動デバイス創生のさきがけになりうる。最近、我々は図2に示すように光に反応して可逆的にねじれるジアリールエテン結晶を見出している⁴⁾。光照射する結晶面に応じて、右巻きあるいは左巻きのらせん形成を制御できる。らせん形成の鍵は対角方向への収縮に加えて、結晶変形するまでに誘導期が存在することである。複合的な要素が組み合わさることで、新規な機能を発現できることを示した先進的な研究成果である。これまでの単純な光照射だけでなく複合的な光励起により、フォトメカニカル新現象の創出とメゾスコピック領域における実働的な光駆動マイクロマシンの創製を目指して、i) 結晶成長場の構築、ii) 光応答性分子および集合体の設計、iii) 高次光励起の検討、iv) 特異な結晶変形、相転移、v) メカニズムの解明、vi) 実働機能システムの構築について研究を進める。ここでは、その取り組みの1つとして、金蒸着されたジアリールエテン結晶の屈曲挙動とそれをを用いた光可逆な電流スイッチングについて紹介する⁵⁾。

ジアリールエテン **1a** の棒状結晶に紫外光を照射すると、結晶は光源側に向かって屈曲する(図3)。これは、結晶表面付近のジアリールエテン分子の開環体から閉環体への光異性化に伴う結晶の長さ方向に対する収縮のためである。この屈曲挙動における結晶厚み依存性に関して検討を行ったところ、屈曲の初速度は結晶の厚みに依存し、結晶の厚みが薄くなるほどより短時間で大きく屈

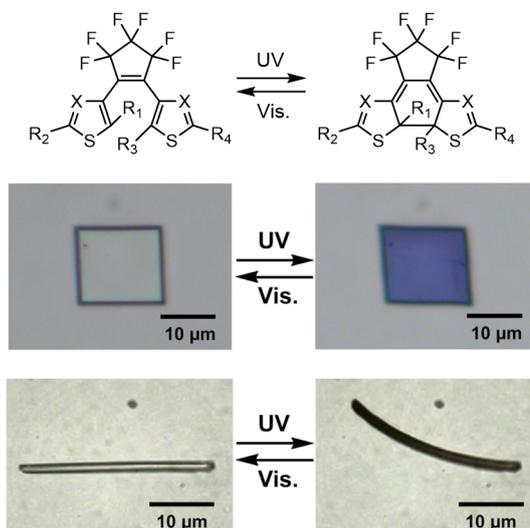


図1. ジアリールエテン結晶の光誘起結晶形状変化

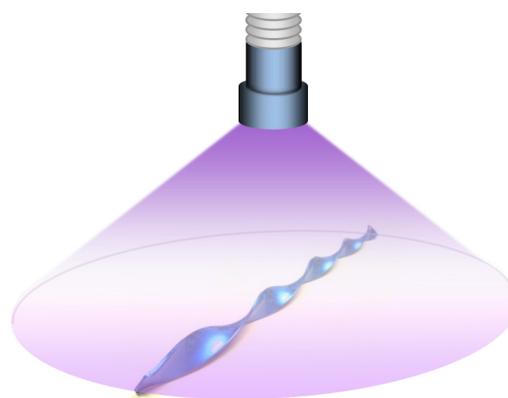


図2. 光誘起ねじれ現象

曲することが明らかとなった。この関係は単純な bimetal モデルとして広く知られている Timoshenko の式を用いると、図4の赤線で示すように、実験結果を良く再現できることが明らかとなった。

次に、金を片面に蒸着させたジアリールエテン結晶における紫外光照射に伴う屈曲挙動について検討を行ったところ、金蒸着後においても結晶は紫外光照射および可視光照射により光可逆的に屈曲した。金の厚みを分厚くするほど、結晶は屈曲しにくくなることが認められた。これは、ジアリールエテン結晶のヤング率が約 3 GPa であるのに対し、金のヤング率が 83 GPa と非常に大きいためである。また、金を蒸着させた結晶においても金を蒸着する前と同じように、屈曲の初速度は結晶の厚みに依存し、結晶の厚みが薄くなるほどより短時間で大きく屈曲した。この関係は、Timoshenko の bimetal モデルを拡張した trilayer モデルを導入することにより、図4の青線で示すように実験結果をうまく再現できる。さらに、金蒸着させたジアリールエテン結晶の可逆な屈曲を利用して、電流の ON/OFF スwitchングについて検討した。図5に示す結晶の下方側に 21 nm 厚の金蒸着をさせ、金属に接触させ回路を作製した後、電圧を印加したところ電流が流れた。ここに、紫外光および可視光の交互照射を行い、結晶を屈曲させることで光可逆に電流の ON/OFF スwitchングに成功し、10 回以上の繰り返しを確認できた。

以上のように、フォトメカニカル機能の中でも屈曲という最も単純な動きを用いて、フォトメカニカル結晶が実働的なマイクロマシンとして働く可能性を示した。

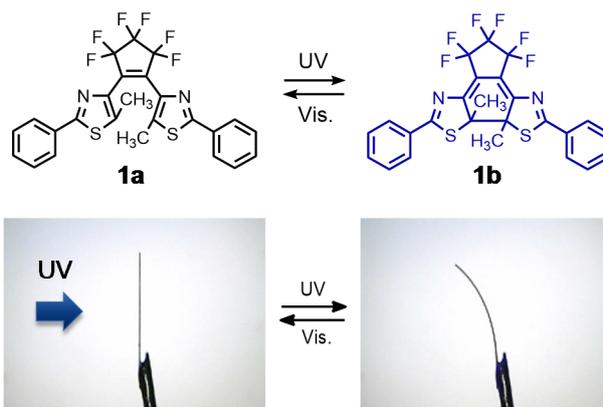


図3. ジアリールエテン結晶の光誘起屈曲現象

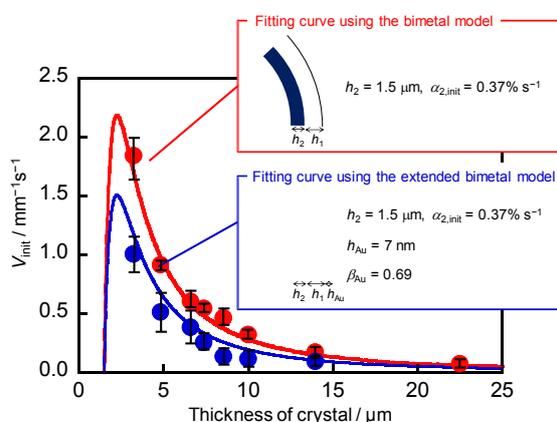


図4. 屈曲の初速度と結晶の厚みの関係

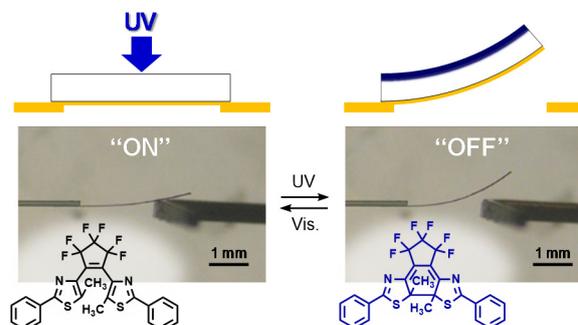


図5. 金蒸着されたジアリールエテン結晶を用いた光可逆な電流スイッチング

- 1) S. Kobatake, S. Takami, H. Muto, T. Ishikawa, M. Irie, *Nature*, **2007**, 446, 778-781.
- 2) D. Kitagawa, S. Kobatake, *J. Phys. Chem. C*, **2013**, 117, 20887-20892.
- 3) D. Kitagawa, S. Kobatake, *Photochem. Photobiol. Sci.*, **2014**, 13, 764-769.
- 4) D. Kitagawa, H. Nishi, S. Kobatake, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **2013**, 52, 9320-9322.
- 5) D. Kitagawa, S. Kobatake, *Chem. Commun.*, **2015**, 51, 4421-4424.

論文紹介 : Synthesis of Hydrophilic and Hydrophobic Carbon Nanoparticles from Benzene/Water Bilayer Solution with Femtosecond Laser Generated Plasma Filaments in Water
Bull. Chem. Soc. Jpn. 2015, 88(2), 251-261.

A02 班 ハッ橋知幸

気-固や、液-固界面をレーザーアブレーションすることでナノ粒子をつくる方法が知られている。一方、我々はこれら気液固間の界面を利用した手法とは異なり、有機物の水溶液あるいは有機/水の 2 液層を利用することで、親水性炭素ナノ粒子が生成できることを見出した。

フェムト秒レーザー (0.8 μm、30 fs) を液体に集光照射すると、高次過程によりフィラメント状のプラズマが発生する。希釈ベンゼン水溶液からは親水性粒子が、高濃度水溶液からは疎水性粒子が生成した。一方、ベンゼンと水の 2 層溶液の調製直後に水相の底付近にレーザーを照射したところ、ベンゼン/水界面から黒色粒子が発生し、最終的に親水性の炭素ナノ粒子のみが生じた (図 1 a)。1 日静置した後に照射すると主に疎水性の炭素ナノ粒子が生成した (図 1 b)。

いずれもベンゼン水溶液に比べて粒子の生成量は格段に多いものであった。

本研究で見出された親水性あるいは疎水性炭素ナノ粒子の生成は水中のベンゼンの濃度、つまりベンゼンと水酸化ラジカルの付加物である中間体濃度により決まる初期生成物の違いに由来する。初期生成物はフィラメント中で連続的に酸化され、高分子化、脱水素化や炭化などを経て最終的に表面性状の異なるナノ粒子へと成長する。また、ベンゼンと水の二層溶液では水相へのベンゼンの溶解を界面が制限し、かつ界面を介してベンゼンが連続的に供給されることにより、水溶液に比べて親水性炭素ナノ粒子を高効率で生成できることが分かった (図 2)。

本手法は 1 ポット・1 ステップ、そして極めて単純な実験条件の違いにより親水性と疎水性の炭素ナノ粒子を作り分けることができる。また、用いる有機溶媒や溶質の選択によってナノ粒子の元素組成の制御が可能のため、機能性炭素ナノ粒子の生成法として期待できる。

本論文は BCSJ Award Article (2015 年 88 巻 2 号) に採択された。

【参考文献】 T. Yatsunami, N. Uchida, K. Nishikawa, *Chem. Lett.*, **2012**, 41(7), 722-724.
 ハッ橋知幸、中島信昭、フェムト秒フィラメンテーションに伴う化学反応、CSJ カレントレビュー 第 18 号 強光子場の化学、日本化学会編、化学同人、2015.

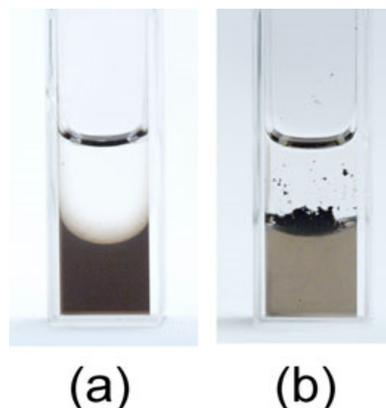


図 1. (a)親水性 (b)疎水性炭素ナノ粒子の生成



図 2. BCSJ 賞表紙イラスト

論文紹介 : Optically- and electrically-driven organic thin film transistors with diarylethene photochromic channel layers
ACS Appl. Mater. & Inter., 2013, 5, 3625-3630

A02 班 若山 裕

近年、有機トランジスタに光異性化反応を組み入れた光スイッチング素子の研究報告が相次いでいる。トランジスタといえば電圧で電流を数桁も変調できるスイッチ素子だが、電圧に加え光でも電流を制御しようという試みである。例えば Samori らは高分子半導体に光異性化分子のジアリールエテン(DAE)を添加して半導体中に流れる電流に光応答性を発現させている。

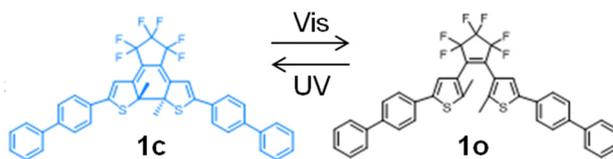


図1.ジアリールエテンの光異性化反応

これに対し松田 (京大) と若山 (NIMS) の共同研究チームは DAE そのものが有機半導体材料としても機能することを見出した。その分子構造を図 1 に示す。分子の両端にビフェニルが付与されていて、中心骨格が開環-閉環反応を繰り返すたび π 共役系が大きく変化することが特長となっている。素子構造は図 2a に示す。閉環体 **1c** を真空成膜してトランジスタチャネルとしている。ゲート電圧を印加しつつドレイン電圧を上昇させると DAE 薄膜に電流が流れることや、その電流量がゲート電圧で変調できることがわかった。すなわち化合物 **1c** は半導体材料として機能するわけである。続いてこの薄膜に可視光を照射して開環体へ異性化させると、ドレイン電流が全く流れなくなる。すなわち開環体 **1o** の電気的性質は完璧な絶縁体へと変化したことになる(図 2b)。その光での on-off 比は最大で 1000 倍に到達しており、電圧でのスイッチング特性に迫る値になっている(図 2c)。従来の類似研究では光での電流変調はせいぜい 1.1 倍~1.8 倍であったのに対し、桁違いに高い値を達成している。そのため光ゲート型トランジスタや光インターコネクション素子としての応用が一気に現実的なものとなってきた。この成果は応用面だけでなく「分子のわずかな構造変化で半導体-絶縁体の相転移を光で誘起できた」という新しい現象や「光異性化機能を有する有機半導体材料」という新しい材料を見出したことにも大きな意味がある。

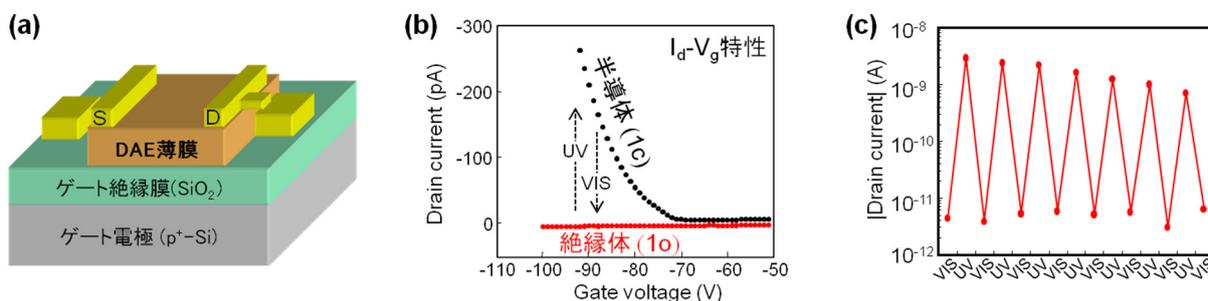


図 2. a : 素子構造 2b トランジスタ特性 : UV-VIS 光照射により半導体と絶縁体に変化 2c : 光スイッチング特性 : 1000 倍の電流量が繰り返し変調されている。

【参考文献】 (1) E. Orgiu, P. Samoì et. al., *Nat. Chem.*, **2012**, 4, 675-679. (2) R. Hayakawa, M. Petit, K. Higashiguchi, K. Matsuda, T. Chikyow, Y. Wakayama, *Org. Elec.*, **2015**, 21, 149-154.

会議報告 : Gordon Research Conference “Artificial Molecular Switches and Motors”

A03 班 森本正和

Gordon Research Conference “Artificial Molecular Switches and Motors”が、2015年6月7日～12日、アメリカ合衆国マサチューセッツ州 Stonehill College にて開催された。Gordon Research Conference は歴史ある研究会議であり、特定の議題のもとでその分野の専門家が集まり、議論する場である。通常の国際会議とは異なり、要旨集などは出版されず、講演者は unpublished data を含む最新の研究成果を発表する。“Artificial Molecular Switches and Motors”は新規に立ち上がった議題であり、第1回となる本会議は Prof. Rafal Klajn と Prof. Christoph A. Schalley を chair として運営された。参加者は150名ほどであり、PD や大学院生などの若手研究者も多く参加していた。そのうち日本の大学・研究機関からの参加は12名であり、本新学術領域関係者としては阿部二郎教授と武藤克也博士（青山学院大学）、そして筆者が参加した。

6月7日に Logan International Airport に降り立ったあと、チャーターバスに乗り、Stonehill College へ移動した。Stonehill College の周辺には特に目を引く観光名所などはなく、否応にも会議に集中する環境が整っていた。宿舎に荷物を置き、夕食をとったあと、19時30分に会議が始まった。本会議の主題は人工分子スイッチ・モーターであり、下記プログラムに示すようにいくつかの小テーマが設定され、31名の専門家が講演を行った。1日目は“Development of New Switches”のテーマのもと阿部二郎教授による講演で幕を開けた。本新学術領域研究で行われている高速フォトクロミック分子に関する最新の研究成果が紹介された。2日目は分子スイッチ・モーターを高分子もしくは結晶として集積化することにより発現する機能が取りあげられ、その中で筆者がジアリールエテン分子結晶のフォトメカニカル機能について講演した。3日目以降も超分子系の機能や近年発展が目覚ましい生物学・医学分野への応用などに関する講演が続き、終始活発な討論が行われた。最後は Prof. J. Fraser Stoddart による講演で幕を閉じた。

6月8日～11日の各日16時～18時にはポスターセッションが開催され、90件の発表があった。食事や夜の懇親会の会場内にポスターが掲示されていたため、時間外にもフランクな雰囲気の中で密な議論が行われた。会期中は、カヤックやボストン市街ツアーなどのアクティビティも企画されており、希望者は任意で参加できた。6月11日の夕食には大きなロブスターが登場し、かたい甲殻と格闘しながら舌鼓を打った。6月12日の朝食のあと、今回知り合った仲間たちと再会を約束し、帰路についた。次回の会議は2年後に開催される予定である。最先端の研究にどっぷりつかることができるので、大学院生にも参加をおすすめしたい。

Gordon Research Conference

Artificial Molecular Switches and Motors - Towards Molecules Performing Useful Work

June 7 (Sun.)

Development of New Switches: Jiro Abe, Ivan Aprahamian, A.P. de Silva

June 8 (Mon.)

Integration with Polymers: Stefan Hecht, Christopher J. Barrett, Nicolas Giuseppone, Nathalie Katsonis

Switching in the Solid State: Miguel A. Garcia-Garibay, Masakazu Morimoto, Pance Naumov

June 9 (Tue.)

Emerging Applications in Bioimaging: Francisco M. Raymo, Alexander D.Q. Li, Gerard Marriott, Rainer Herges

Integration with Solid-State Materials: Paul S. Weiss, Martin Weinelt, Stephen J. Loeb

June 10 (Wed.)

Emerging Biomedical Applications: Ben L. Feringa, G. Andrew Woolley, Dirk Trauner, Jeffrey I. Zink

Supramolecular Switches: He Tian, Feihe Huang, Akira Harada

June 11 (Thu.)

Towards Molecular Machines: Takuzo Aida, R. Dean Astumian, David A. Leigh, Itamar Willner

Mechanically Interlocked Switches: Alberto Credi, Edith Sevick, J. Fraser Stoddart

会議報告：平成 27 年度第 1 回領域会議

A02 班 横山 泰

平成 27 年 6 月 5 日（金）午後 1 時から 6 日（土）午後 3 時半まで、「高次複合光応答」平成 27 年度第 1 回領域会議が東工大岡山蔵前会館のくらまえホールにて開催されました。会議には評価グループの入江正浩先生、増原宏先生、伊藤正先生、および学術調査官の片桐清文先生をお迎えし、計画班員 13 名、公募班員 19 名、研究分担者 15 名をはじめとして、連携研究者、各グループ所属学生等を含めて 90 名が参加しました。会議の主な目的は今年度の研究計画の発表であり、そのため本会議はクローズドで行われました。

5 日午後 1 時から領域代表宮坂博先生の挨拶によって始まり、A01 班の計画班員、公募班員が研究の背景と研究計画を説明し、休憩をはさんで A02 班の班員が同様の説明を行いました。

その後、研究代表者 32 名と翌日の若手セミナー発表者 8 名、ポスター発表を希望した研究分担者・連携研究者 10 名の合計 50 名によるポスター発表を行い、参加研究者間の研究内容・研究手法の相補的な接点を見つけ、共同研究、研究協力の芽を探索しました。その後ポスター会場と隣接した場所で懇親会に移行しましたが、ポスターを前に、グラスを片手に議論する光景も見られました。

懇親会では、評価グループの先生方から初日の発表に関する感想を含めたご挨拶をいただき、伊藤先生の音頭で乾杯を行い、歓談のひとつきを過ごしました。

翌 6 日（土）は午前 9 時から A02 班の公募班員 2 名と A03 班の班員の研究計画の説明を行いました。その後評価グループの増原先生から研究計画についてコメントと、今後の研究に対する期待と激励のお言葉を頂きました。増原先生の「温故知新」という言葉が胸にしみました。

事務局の松田建児先生から本領域に関する連絡事項のアナウンスがあり、今後の予定や関連するシンポジウム、若手の会等の情報についての紹介がありました。その後班ごとに研究代表者が集まり、昼食を摂りながらさらに今後の予定などについて話し合いました。

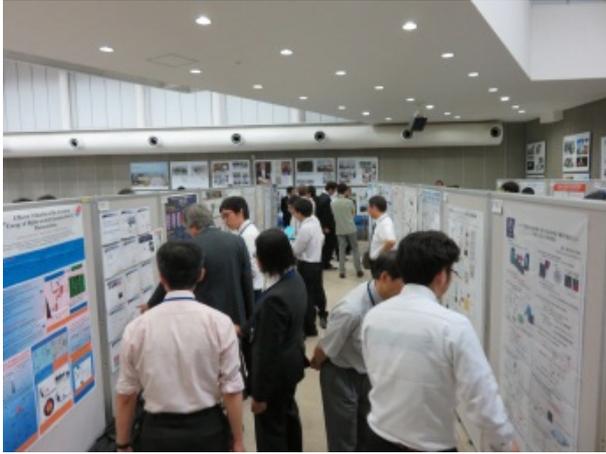
午後 1 時から若手セミナーがあり、8 名の若手研究者が 15 分ずつ自身の研究について発表しました。いずれも領域のテーマにふさわしく、また今後の発展が期待されるすばらしい内容でした。最後に宮坂先生から講評があり、これをもって第 1 回の領域会議は終了となりました。



宮坂領域代表・A01 班班長の挨拶と説明



A02 班河合班長の説明



ポスターセッション



入江正浩先生



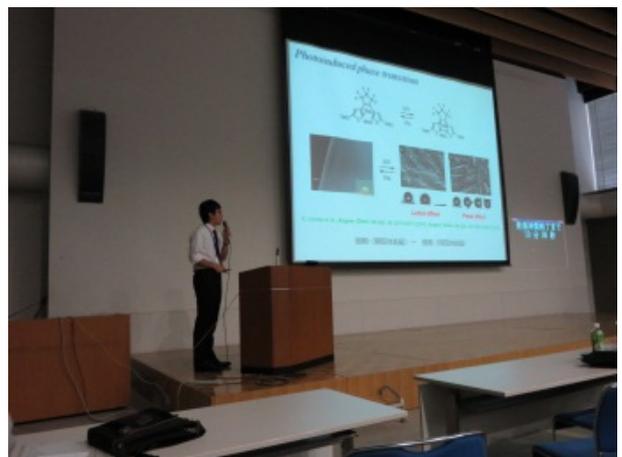
増原宏先生



伊藤正先生



A03 班阿部班長の説明



若手セミナー
(大阪市大 北川博士)

ニュース一覧

受賞

2015.4:

第95日本化学会春季年会(2015年3月26-29日 日本大学船橋キャンパス)において、本領域のメンバーが学生講演賞、優秀講演賞(学術)を計10件受賞しました。

学生講演賞

福田幸太郎君 中野雅由、岸亮平(重田育照グループ研究分担者、連携研究者:A01班)研究室
瀬戸浦健仁君 宮坂博(大阪大:A01班)研究室
石渡拓己君 佐田和己(北海道大:A02班)研究室
内田一幸君 久保孝史(大阪大:A01班)研究室
杉岡大輔君 鳥本司(名古屋大:A01班)研究室
武藤克也君 阿部二郎(青山学院大:A03班)研究室

優秀講演賞(学術)

平田修造氏 VACHA Marti グループ分担者:A03班
FRATH Denis 氏 松田建児(京都大:A02班)研究室
山門陵平氏 前田大光(立命館大:A02班)研究室
北川大地氏 小畠誠也(大阪市大:A03班)研究室

2015.04:

ハッ橋知幸(大阪市立大学、宮坂博グループ分担者:A01班)研究室の大矢直樹君(M2)が The 18th Osaka City University International Conference(2015年3月9日 大阪市立大学杉本キャンパス)にて Best Poster Award を受賞しました。

2015.04:

ハッ橋知幸教授(大阪市立大学、宮坂博グループ分担者:A01班)ならびに同研究室の濱口智行君(修士卒)、岡本拓也君(B4)が BCSJ 賞を受賞し、イラストが表紙に掲載されました。

受賞論文: Tomoyuki Hamaguchi, Takuya Okamoto, Koji Mitamura, Kimihiro Matsukawa, Tomoyuki Yatsushashi, "Synthesis of Hydrophilic and Hydrophobic Carbon Nanoparticles from Benzene/Water Bilayer Solution with Femtosecond Laser Generated Plasma Filaments in Water", *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2015**, 88(2), 251-261.

記事掲載

2015.03:

松田建児(京都大:A02班)研究室の研究成果が3月16日の ACS Noteworthy Chemistry で紹介されました。

Takashi Hirose, Yohei Tsunoi, Yuya Fujimori, and Kenji Matsuda
Fluorescence Enhancement of Covalently Linked 1-Cyano-1,2-diphenylethene Chromophores with Naphthalene-1,8-diyl Linker Units: Analysis Based on Kinetic Constants
Chem. Eur. J. **2015**, 21, 1637-1644.

2015.04:

内田欣吾教授（龍谷大：A03 班）の解説が「現代化学」2015 年 5 月号の表紙にハイライトされました。

解説「ハスの葉とバラの花びらを模倣した機能性表面の光形成」、現代化学、2015 年 5 月号

2015.04:

若山裕（物材機構：A02 班）グループと松田建児（京都大：A02 班）グループの共同研究成果が「化学」2015 年 5 月号の記事で取り上げられました。

記事：小さくて大きな電気スイッチ，「化学」2015 年 5 月号 68 ページ

発行・企画編集

「高次複合光応答」事務局 松田建児（A02 班） 京都大学 工学研究科

E-mail: secretariat@photosynergetics.jp