

高次複合光応答分子システムの 開拓と学理の構築

目 次

寄稿

新学術領域「高次複合光応答」に期待するもの	増原 宏	1
-----------------------	------	---

研究紹介

界面分子協調システムによる高次光子利用反応系の構築	河合 壯	2
高速フォトクロミズムを基盤とする実働分子マシン開発	阿部二郎	4

論文紹介

"A Diarylethene as the SO ₂ Gas Generator upon UV Irradiation", <i>Chem. Commun.</i> , 51(9), 1736-1738(2015)	内田欣吾	6
---	------	---

会議報告

第 2 回公開シンポジウム	増尾貞弘	7
8th Asian Photochemistry Conference	Martin Vacha	8

ニュース一覧		9
--------	--	---

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

寄稿：新学術領域研究「高次複合光応答」に期待するもの

評価グループ 増原 宏

本新学術領域の発足を光化学研究者の一人として大変嬉しく思い、お喜び申し上げたいと思います。大いなるご発展を期待しております。丁度 1 月下旬の第 2 回全体会議において「光化学技術と光化学」というタイトルで講演をさせていただきましたので、ここではその一部まとめておきます。

まずは、光科学技術がもつ高いポテンシャルについてです。光科学技術は電子、機械、医療、産業などの科学技術と比較して遥かに優れた点があると私は思っています。光科学を研究する、あるいは光技術を開発すること自体極めて有用ですが、それにとどまらず次世代の科学技術に関する新しい概念や方法論の発想を研究者に与えるからです。この特性は他の科学技術に比べ際立っています。光化学もまた光反応の研究にとどまらず、化学、物性、生物物理、薬学など分子レベルの科学技術に、新しい概念、方法論、発想を与えてきました。本新学術領域研究においては光化学が研究の中心であると思いますが、この光化学が化学の研究として頑張る、化学の新学術領域研究として成果をあげるのはもちろん、光科学技術一般の中で際立って高く評価される成果を出していただきたいと思っています。班員の研究課題から見て、化学としてのみならず、物質材料や生命機能の研究に展開できる概念や方法論の発想が出てくると期待しています。

つぎに、科学研究について最近感じていることについて述べます。私のように 1965 年に理学部化学で科学研究の手ほどきを受けた者にとって、科学研究は自然の新現象を「探索」するものでした。1968 年に基礎工学部の博士課程に移ったとき、日本の化学系の大学院生としてもっとも早くレーザーを使うチャンスに恵まれました。指導教官の又賀昇先生（故人）は、今後すべての光源はレーザーに置き変わる、レーザーにより全く新しい化学の研究が可能になると、筆者らを鼓舞されました。この言葉で私の「探索研究」の道が決まり、その後今日まで、私は理学→基礎工学→繊維学→工学→生命機能→物質創成→理学と所属は変わりながらも、「探索」に重点を置いて研究を展開してきました。私が研究総括を務めている JST さきがけ『光の利用と物質材料・生命機能』においても「探索研究」を中心にして運営を行いました。応用もどきにぶれたこともありましたが、私にはそのような才能はないようで、現在も「探索研究」に価値基準を求め研究を続けております。

しかしながら、現代の科学は新現象を探し求め解明する「探索研究」から、何かを狙って現象を制御する「実現研究」に大きくシフトしています。産業立国、科学技術立国の政策として、国家が科学技術に肩入れするようになってから、科学と技術は結び付けられ、社会に還元される成果が求められるようになりました。しかしこれは単に社会や経済の問題ではなく、科学における「探索研究」は成熟あるいは飽和し、科学研究の価値観が変化してきたという背景があると思います。したがって、「探索科学」も「実現科学」もどちらも重要です。さて、本新学術領域は「探索科学」か、「実現科学」か。いずれにせよ今までにない、今までの延長線では予測できない、他分野の研究者を振り向かせるようなインパクトある研究成果が生まれることを強く願っています。

研究紹介：界面分子協調システムによる高次光子利用反応系の構築

A02 班 河合 壯

光化学反応の中でも、フォトクロミック反応はその多様な応用の可能性から広く研究されてきた。本研究プロジェクトにおいて、従来の光化学系の大きな制約である1分子/1光子を超える超高効率光化学反応系の構築を目指しています。

本プロジェクトではターゲットとしてヘキサトリエン/シクロヘキサジエンの光異性化を起源とするジアリールエテンから誘導されたターアリーレン系化合物を取り上げます。ターアリーレン系化合物はジアリールエテンに比べて、1) 開環状態で芳香族安定化の寄与が大きく、比較的熱開環反応が起こりやすい、2) 分子内の非共有結合相互作用を利用して3つのエテンユニット間の相対配置を制御できる、3) ドナー・アクセプター構造など分子設計の自由度が大きい、等の特徴を有しています。たとえば、図1の分子は分子内のS/N、CH/N および CH/ π 非共有結合相互作用により光反応活性型のコンフォメーションが選択的に安定化されており、光反応量子収率はほぼ100%を示します。また、閉環体の熱安定性の制御に関しては図2に示すように5秒程度のほぼT型のフォトクロミック特性を示す化合物も可能となります。さらに図3に示すようにいくつかのターアリーレン系分子は電気化学反応に伴い開環反応が進行し、その際の電気化学クーロン効率が2000%を超える可能性が見いだされています。これは図3に示すような連鎖電子移動反応の寄与であることが明らかになりました。最近の検討では、化学酸化反応において600%程度の連鎖開環反応が可能であることを見いだしています。このような反応系はエレクトロクロミック材料としてもユニークで、光で着色しわずかな電気化学的刺激で無色化反応が進行するため、エネルギー消費の少ないエレクトロクロミックウィンドウが期待されます。本プロジェクトではこれらの反応系とナノ結晶系との組み合わせ

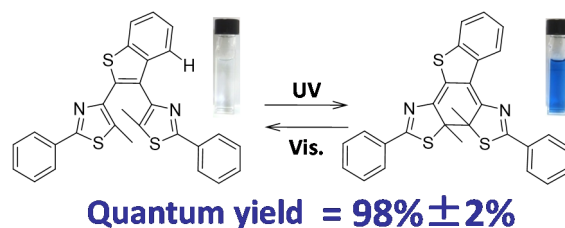


図1 高反応量子収率を示すターアリーレン
(*Angew. Chem.*, 2011)

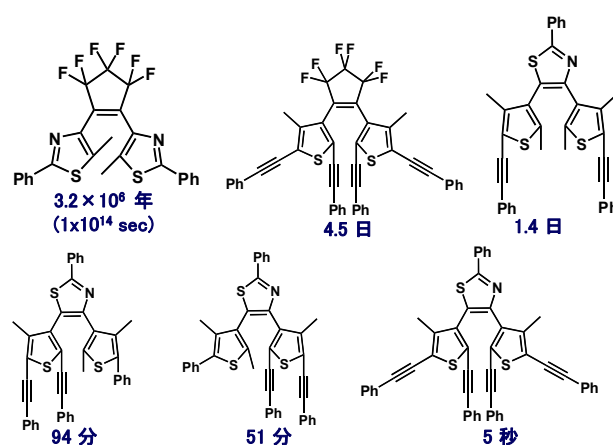


図2 様々な分子の開環体の半減期
(*Chem. Mater.*, 2007)

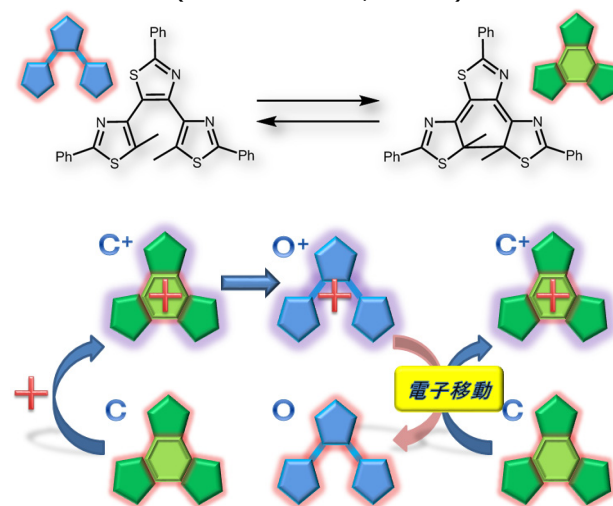


図3 連鎖電気化学開環反応の例
(*J. Amer. Chem. Soc.*, 2012)

せや界面反応系の精密設計を駆使することで、100%を大きく超える反応量子収率を示す分子システムの構築にチャレンジします。

一方で、新学術研究チームの一員としては国際的な可視性を重視した活動を展開していきたいと考えています。幸いに、所属する奈良先端科学技術大学院大学の新しい国際共同研究室プログラムが開始し、フランスのトゥールーズにラボを間借りすることが出来たので、研究成果の創出とともに情報発信拠点としても活動を展開してまいります。2015年10月5

日、6日にはトゥールーズにて関連の国際シンポジウム「International Symposium for Photo- and Electro-Molecular Mechanics, PEM2」の開催を予定しておりますので、遠方ではごさいますが多数のご来臨をいただければ幸いです。

光子を無駄なく有効に利用する科学技術を目指すことは、電気、物理、化学など幅広い学問分野で重要な研究ターゲットとして広く研究が進められてきました。おそらく70年代から今日にかけてのエネルギー供給に関する潜在的な不安定性が主な原因と思われますが、いつの間にか光子の有効利用というと、すなわち光電変換のみにターゲットが集約されてきたように感じる場合があります。一方で、多様な光化学反応プロセスや光反応材料が実用に供されており、そこには未解決未解明な課題は少なくありません。たとえば多彩な光反応材料はフォトレジスト材料や光硬化性樹脂などとして幅広く利用されており、日本の化学関連産業の得意分野の一つとなっております。これらの多くの産業利用されている技術は学術としては成熟しつつあると見る向きもあるかと思われませんが、果たしてどうでしょうか？今日の光化学を中心とする多方面の学術分野で議論されている材料化学や光子利用に関する学理は非常に急速に進展しつつあり、次々に新しい概念や原理が提示され材料設計に革新的な進歩や進化をもたらしている事を考えると、10年前の知識にもとづく成熟感はずしも今の我々から見た際の成熟を意味していないと考えています。本領域で提示される新しい光化学システムは従来型光化学系の制限を大きく超克しますので、必ずや将来の産業技術の発展においても重要な知見を与えるに違いないと確信しています。



図4 「International Collaborative Laboratory for Supraphotoreactive Systems」の概要

研究紹介：高速フォトクロミズムを基盤とする実働分子マシン開発

A03 班 阿部二郎

リチャード・ファインマンが半世紀ほど前に提唱した原子・分子レベルで機械を組み立てる「分子マシン」の実現は、21 世紀の最もチャレンジングな研究テーマの一つであり、科学者の大きな夢である。双安定性を示す一分子の可逆構造変化ではなく、分子集合体リアルワールドで協調性のある動的性質を示す分子マシンの実現は、分子ナノテクノロジーに大きな革命をもたらすことが期待される。分子マシンの実現には多数励起分子の協同的光応答の動的制御が不可欠であり、まさに高度な複合光励起応答系の構築が基盤となる。本新学術領域研究では、光駆動部である高速フォトクロミック部位と、実働部をボトムアップ的に連結することで、高速フォトクロミック分子を基軸とした実働分子マシンを構築する。具体的には、光駆動部の分子設計、インターフェース部および実働部の分子設計について考究するとともに、実時間での分子運動観測と実働分子マシンとしての機能検証を行う。本稿では、われわれが 2014 年に新たに開発した高速フォトクロミック分子であるペンタアリアルビイミダゾール PABI について紹介する。PABI は、①優れた繰り返し耐久性を有する、②合成が容易で様々な誘導体への展開が可能、③一方向性分子運動を実現するキラリティの付与が可能、という特徴から実働分子マシンの光駆動部の有力候補として期待できる。

フェニル基のメタ位に二つのイミダゾリルラジカルが置換された 2R (図 1 b) は分子間でラジカル二量化反応を起こして、フォトクロミズムを示すイミダゾール二量体 2 を生成する。一方、パラ位に置換された 3R (図 1 c) は分子間でラジカル二量化反応することではなく、開殻ビラジカル状態 3R と閉殻キノイド状態 3 が熱平衡として存在する。新たに開発した高速フォトクロミックイミダゾール二量体 PABI (図 1 a) は、2 つのイミダゾリルラジカルを *o*-フェニレン基で架橋した、最もシンプルな架橋型イミダゾール二量体である¹⁾。この化合物は、従来の架橋型イミダゾール二量体と比較して合成の工程数が少なく安価な原料から合成できるという特徴を有する(図 2)。また、イミダゾール環の 4、5 位のフェニル基だけではなく、*o*-フェニレン基にも置換基を導入することが可能であり、分子設計の自由度が高いといえる。単結晶 X 線構造解析より PABI は 5H-イミダゾ[2,1-a]インドールと 2H-イミダゾールがスピロ共役した特異な構造を有していることが明らかになった。図 3 には、酸化前駆体である 1aL と 1a の単結晶 X 線構造解析の結果を示す。1a のベンゼン溶液は紫外光照射下で発色し、その溶液は不対電子の存在を示す電子スピン共鳴シグナルを示すことから、PABI は従来のイミダゾール二量体と同様に C-N 結合が均等開裂することで

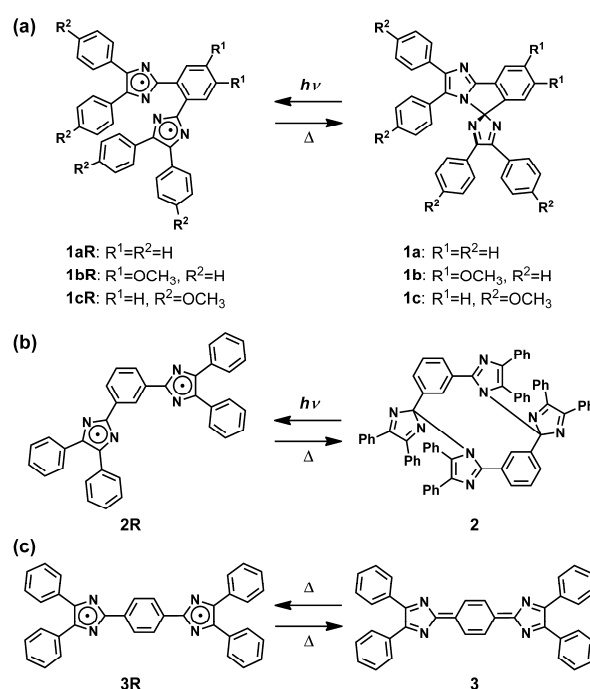


図1 フェニル基に二つのイミダゾリルラジカルを置換したビスイミダゾリル誘導体

発色体を生成することが確認された。フォトクロミック特性を検討するためにナノ秒レーザーフォトリシスにより PABI 誘導体の発色体 (1aR、1bR、1cR) の時間分解吸収スペクトルを測定したところ、それらは 700~800 nm の近赤外光領域に強い吸収帯を有しており、従来の架橋型イミダゾール二量体の発色体の吸収スペクトルとは異なっていることが明らかになった (図 4 a)。これは、*o*-フェニレン基を介した through-bond のラジカル間相互作用が働いているためであると考えられる。すなわち、発色体である 1aR の電子状態が閉殻オルトキノイド構造の寄与を有することを示している。発色体である 1aR、1bR、1cR の半減期はそれぞれ、2.0、101、3.6 μ s とマイクロ秒の時間領域で高速なフォトクロミズムを示した (図 4 b)。*o*-フェニレン部位に電子供与性置換基であるメトキシ基を導入すると発色体の半減期が約 50 倍となることから、*o*-フェニレン部位に置換基を導入することでフォトクロミック特性を効果的に変調できることがわかった。さらに、波長 355 nm のナノ秒紫外レーザーパルス光を 13,000 回照射後と照射前の試料溶液の紫外可視吸収スペクトルに変化は認められず、PABI 誘導体は光照射に対して極めて優れた繰り返し耐久性を有していることがわかった。

ヘキサアリアルビイミダゾール HABI が発見されてから半世紀以上の時を経て、ベンゼン環が一つ少ないペンタアリアルビイミダゾール PABI の合成に成功した。これまでのイミダゾール二量体は、2つのイミダゾール環と6つのアリアル環が基本骨格とされてきたが、今回、われわれは2つのイミダゾール環と5つのアリアル環を基本骨格とする高速フォトクロミズムを示す PABI の合成に成功した。PABI は少ない合成工程で容易に得られ、フォトクロミック特性に大きな影響を及ぼすイミダゾール環の2位に結合しているアリアル環に官能基を導入することが容易であるため、今後、様々な分野で高速光スイッチ分子として利用されることが期待される。

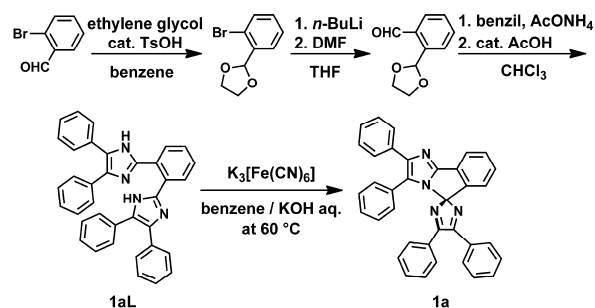


図2 1aの合成スキーム

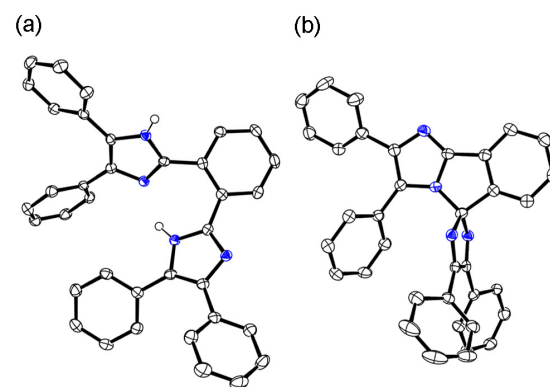


図3 単結晶 X 線構造解析によって得られた分子構造 (a) 1aL、(b) 1a

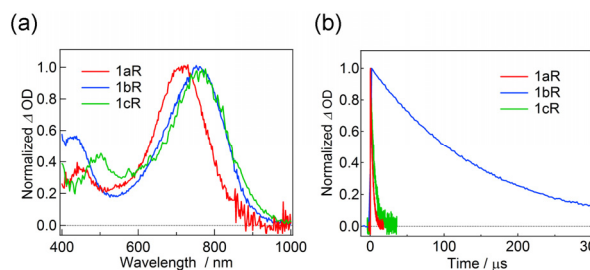


図4 (a)ナノ秒レーザーフォトリシスで得られた発色体の過渡吸収スペクトル、(b) 発色体の 710 nm における吸光度時間減衰 (25 $^{\circ}$ C、ベンゼン溶液)

- 1) Hiroaki Yamashita and Jiro Abe, *Chem. Commun.*, **2014**, 50, 8468-8471. (Inside front cover)

論文紹介 : “A Diarylethene as the SO₂ Gas Generator upon UV Irradiation”、*Chem. Commun.*, 51(9), 1736-1738 (2015)

A03 班 内田欣吾

ジアリールエテンは、熱安定性と繰り返し耐久性に優れたフォトクロミック化合物として知られており、この化合物を意図的に分解させる研究例はほとんどなかった。我々は、ジアリールエテンの微結晶表面の形状が光で可逆的に変化し、表面の濡れ性を光で変化することを報告してきた。その濡れ性変化を利用して、培養細胞の光脱着実験を産総研幹細胞

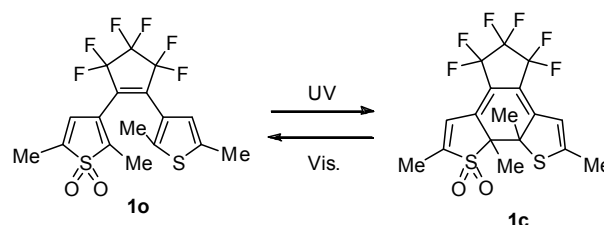


図 1. ジアリールエテン **1o** のフォトクロミズム

胞工学研究センターの須丸公雄先生のグループと共同で行っていたところ、ジアリールエテン **1o** とその閉環体 **1c** の微結晶薄膜上で培養していた細胞が光を照射に伴い著しく損傷を受け、これが **1o** より発生する二酸化硫黄(SO₂)ガスのためであることを見出した(図 1)。

開環体 **1o** は、ヘキサン溶媒中 366 nm 光を照射すると 0.35 の量子収率で **1c** を生成する。**1c** は、 4.2×10^{-3} (533 nm) の量子収率で **1o** を再生するが、**1c** は熱的に安定でそのヘキサン溶液を暗所下 70 °C で 1 週間保存しても全く分解は起こらない。**1o** は、紫外光を照射すると分解して量子収率 0.1 程度の効率で SO₂ ガスを発生するが、熱的にも不安定で分解して SO₂ ガスを発生する。SO₂ ガスは、DNA 損傷やタンパク質への修飾等の毒性を示す他、植物のカルシウムイオンチャンネルを開くなどの生理活性があり、生物の分野ではこのガスを、局所的かつ速度を制御して発生させる試薬が望まれていた。そこで **1c** を安定な SO₂ ガス発生剤として使えないかという提案を行った。**1c** に可視光を照射しても開環反応が起こるだけでガスは発生しない。366 nm 光を照射すると **1o** を再生するとともに SO₂ ガスが発生することが確認できた。さらに、**1c** をコートしたポリスチレン基板上にマウスまたはイヌ由来の培養細胞 (NIH/3T3 または MDCK) を播種し、これに 366 nm 光を照射すると照射部の細胞だけが SO₂ ガスにより細胞死を起こした (図 2)。また **1c** をドープした PMMA フィルム上に細胞を播種しても同様の効果が観測された。ジアリールエテンが SO₂ ガス発生剤としての可能性を示した。

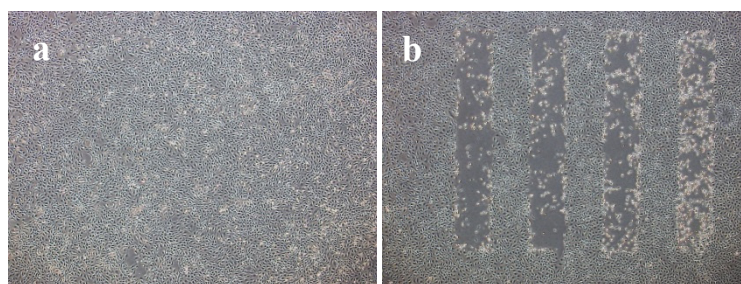


図 2 光(365 nm)を照射前後の MDCK 細胞の写真 a) 光照射前の **1c** をコート($0.3 \cdot \text{g}/\text{cm}^2$)したポリスチレン基板上の MDCK 細胞、b) 365nm, 90 mW/cm² の光を 4 分間短冊状(幅 500 · m)に照射して 2 時間後の様子

【参考文献】 S. R. Malwal, D. Sriram, P. Yogeeswari, V. B. Konkimalla, H. Chakrapani, *J. Med. Chem.*, **2012**, 55, 553-557.

会議報告：「第2回公開シンポジウム」

A01 班 増尾貞弘

平成 27 年 1 月 23, 24 日の 2 日間にわたり、千里ライフサイエンスセンター(豊中)において第 2 回公開シンポジウムが開催されました。領域内外から 107 名の方々に参加いただき、本領域に対する期待を示す大盛況のシンポジウムとなりました。今回は計画班からの成果報告、特別講演、領域内外からのポスター発表、39 歳以下の研究者による若手セミナーの内容で開催されました。

23 日は 13 時 30 分から宮坂領域代表の挨拶、趣旨説明に始まり、計画研究 (A01 班 宮坂、重田、玉井、A03 班 Vacha、A02 班 河合、前田、松田、横山) の成果が紹介されました。それぞれ最新の研究進捗が報告され、本領域のアクティビティの高さが伺えました。17 時から、増原 宏先生より「光科学技術と光化学」という題で特別講演をいただきました。概要は、本ニュースレターの巻頭言にも紹介いただいています。懇親会では、増原先生の乾杯のご挨拶、具体的な共同研究計画を含めた活発な議論が行われるとともに、評価委員の一人である伊藤 正先生からは、光物性物理の立場から物質の多様性を有する本領域の発展への期待のお言葉をいただきました。

24 日は 9 時から、計画研究 (A03 班 阿部、朝日、内田、小畠、A01 班 井村) の成果報告が行われました。23 日同様に最新のデータを多数含む研究結果が紹介されました。その後、評価グループによる講評として、増原 宏先生、入江正浩先生より、今後のアドバイスを含めた激励のお言葉をいただきました。11 時から領域内外から 27 件のポスター発表が行われ、活発な議論で盛り上がりしました。1 時間の昼食休憩をはさみ、13 時 30 分からは若手セミナーが開催され、領域外を含め 15 件の発表がありました。どの発表も若手らしい熱意にあふれるもので、本領域の次世代を支える層の厚さが伺えました。その後、宮坂領域代表より若手への期待が述べられ、夕刻、若手セミナーを終了しました。公開シンポジウム、若手セミナーとも、領域外から多くの方々に参加いただき、盛況のうちに終了いたしました。参加いただきました皆様に感謝申し上げます。

領域代表挨拶



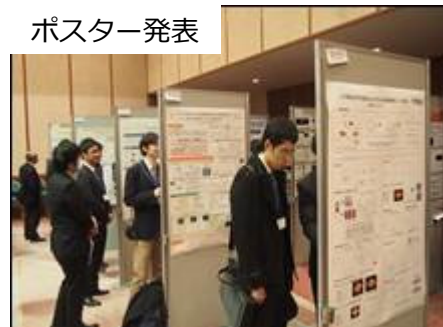
増原先生特別講演



会場の様子



ポスター発表



会議報告：「8th Asian Photochemistry Conference」

A03 班 Martin Vacha

The 8th Asian Photochemistry Conference (APC 2014) was held in the city of Trivandrum in the southern Indian state of Kerala on November 10-13, 2014. The organizing institutions were the Indian Institute of Science Education and Research Thiruvananthapuram (IISER-TVM) and CSIR-National Institute for Interdisciplinary Science and Technology (CSIR-NIIST) and the conference was chaired by S. Das of CSIR-NIIST. The APC series of conferences is held biannually under the auspices of the Asian and Oceanian Photochemistry Association (APA), a non-profit organization established 'to promote and encourage international development of photochemistry and related subjects with special reference to Asian and Oceanian countries'. Japanese photochemists including *Photosynergetics* members have had a prominent role in establishing and running the organization, with the *Photosynergetics* project leader H. Miyasaka serving currently as the APA Vice President.

The topics of APC 2014 ranged from basic photochemistry and photophysics (including spectroscopy, photoswitching, aggregation and supramolecular assembly, energy transfer, etc.), to recent trends such as nanoscale and single-molecule photochemistry or plasmonics. Significant space was also given to energy-related photochemistry research in the areas of artificial photosynthesis and solar cells. The inaugural lecture was given by one of the legends of Indian chemistry, C.N.R. Rao. The program included two Masuhara Award Lectures by Th. Ebbesen and Y. Inoue. The conference was attended by several members of *Photosynergetics*, with T. Kawai, S. Ito and M. Vacha giving invited talks.

For many overseas participants this conference was the first opportunity for a direct encounter with India and its science. What stays in mind are (undoubtedly influenced by the climate and beach location) the impressions of relaxed and very friendly people and beautiful nature. The conference also gave a chance to many young Indian scientists and students to communicate and interact with the overseas participants and they did so very enthusiastically, something many of their young colleagues from other countries could learn from. A striking feature was the large proportion of female students and scientists. One more point worth mentioning was the overall impression of positive atmosphere and attitude towards basic science, without the need for the scientists to justify their research in any ways other than that it is new and interesting.



Photo: Participants of the APC 2014 conference

ニュース一覧

受賞

2014.07 :

阿部二郎（青山学院大：A03 班）研究室の新井克敏君（M2）が IUPAC Symposium on Photochemistry（2014 年 7 月 13-18 日 Bordeaux、France）にてベストポスター賞を受賞。

2014.09 :

前田大光（立命館大：A02 班）研究室の木下敬太君（M1）が第 25 回基礎有機化学討論会（2014 年 9 月 7-9 日 東北大学）にてポスター賞を受賞。

小畠誠也教授（大阪市大：A03 班）が第 28 回光化学協会賞を受賞。

阿部二郎（青山学院大：A03 班）研究室の山下裕明君（D2）が 2014 年光化学討論会（2014 年 10 月 11-13 日北海道大学）にて優秀学生発表賞（口頭発表）および Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews Presentation Prize を受賞。

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）研究室の奥野克樹君（D3）が 2014 年光化学討論会にて優秀学生発表賞（口頭発表）を受賞。

松田建児（京都大：A02 班）研究室の横山創一君（D3）が 2014 年光化学討論会にて優秀学生発表賞（ポスター発表）および Journal of Material Chemistry A Presentation Prize を受賞。

松田建児（京都大：A02 班）研究室の西澤尚平君（D2）が第 8 回分子科学討論会分子科学会（2014 年 9 月 2014 年 9 月 21-24 日 広島大学）にて分子科学会優秀講演賞を受賞。

井村考平（早稲田大：A01 班）研究室の内田多佳子さん（M1）が第 8 回分子科学討論会分子科学会にて分子科学会優秀ポスター賞を受賞。

2014.10 :

河合 壯（奈良先端大：A02 班）研究室の金澤類君（D1）が第 4 回 CSJ 化学フェスタ 2014（2014 年 10 月 14-16 日タワーホール船堀）にて優秀ポスター発表賞を受賞しました。

2014.11 :

宮坂 博（大阪大：A01 班）研究室の瀬戸浦健仁君（D1）が 8th Asian Photochemistry Conference 8 2014 年 11 月 10-13 日 Trivandrum, India）にてベストポスター賞を受賞

宮坂 博（大阪大：A01 班）研究室の米田勇祐君（M1）が 2014 International Conference on Artificial Photosynthesis（2014 年 11 月 24-28 日 淡路）にて Excellent Poster Award を受賞。

2014.12 :

宮坂 博（大阪大：A01 班）研究室の池上雄大君（M1）が 2nd KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium（2014 年 12 月 10-11 日 Congres Convention Center、大阪）にて Best Student Poster Award を受賞。

記事掲載

2014.08 :

阿部二郎（青山学院大：A03 班）研究室の研究成果が Chem. Commun. のインサイドフロントカバーに掲載されました。

Hiroaki Yamashita and Jiro Abe, Pentaarylbiimidazole, PABI: An easily synthesized fast photochromic molecules with superior durability, *Chem. Commun.*, **2014**, 50, 8468-8471.

VACHA Martin（東京工業大学：A03 班）研究室が「NATURE COMMUNICATIONS」に論文発表した研究内容が 2014 年 8 月 25 日発行の日本経済新聞夕刊に取り上げられました。

Yoshihiro Honmou, Shuzo Hirata, Hideaki Komiyama, Junya Hiyoshi, Susumu Kawauchi, Tomokazu Iyoda & Martin Vacha, Single-molecule electroluminescence and photoluminescence of polyfluorene unveils the photophysics behind the green emission band, *NATURE COMMUNICATIONS* | doi:10.1038/ncomms5666

日本経済新聞 2014 年 8 月 25 日 夕刊 「分子一個の極小電灯」 東工大 有機 EL、大幅省エネに

川村出（横山泰グループ研究分担者：A02 班）研究室の研究成果が spectroscopynow.com (Wiley) の Journal highlight 欄に取り上げられました。

Hiroki Yomoda, Yoshiteru Makino, Yuya Tomonaga, Tetsuro Hidaka, Izuru Kawamura,*Takashi Okitsu, Akimori Wada, Yuki Sudo,* and Akira Naito*, Color-Discriminating Retinal Configurations of Sensory Rhodopsin I by Photo-Irradiation Solid-State NMR Spectroscopy, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, 53, 6960-6964.

2014.10 :

平田修造助教（VACHA Marti グループ分担者：A03 班）が「Nature Materials」に論文発表した研究内容が 2014 年 9 月 25 日発行の日経産業新聞に取り上げられました。

Shuzo Hirata, Kenro Totani, Takashi Yamashita, Chihaya Adachi and Martin Vacha Large reverse saturable absorption under weak continuous incoherent light, *Nature Materials*, **2014**, 13, 938-946 |doi:10.1038/nmat4081

日経産業新聞 2014 年 9 月 25 日 「強い光ほど透過しにくく」 東工大が材料 有機分子、エネルギー蓄積

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