

研究室ニュースレター

令和2年5月18日発行

創刊号

大阪市立大学大学院工学研究科化学生物系専攻
有機材料化学研究室

教授 小島 誠也

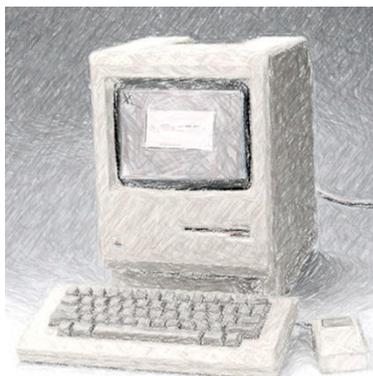
講師 北川 大地

巻頭言

材料化学 教授 小島誠也

令和2年度の研究室生活が始まりましたが、コロナ禍の影響で大学にも行けず1ヵ月が経過し、皆さん元気で過ごされていますでしょうか。やっとオンライン授業も開始となりました。暇を持って余してしまうかと思いきや、大学にいる時よりも忙しい毎日であるのは教員だけでなく学生も同じだと思います。

かれこれ30年以上前のことですが、先生が学生の時にはかろうじてネットはあったもののコンピューターは研究室に1台だけであり、個人でコンピューターを持っている者はほとんどおらず、持っていたとしても NEC の PC-9800 で DOS コマンドでコンピューターを立ち上げるような時代のころ。その時、マッキントッシュ（いわゆる Mac）というものがあるということでおそらく50万円ぐらいしたであろうものを1台研究室で購入しました。LAN 回線は一般よりもアカデミックの方が先に普及しており、一般家庭は電話線を使っていたと思います。E-mail が使えるようになったのが、この Mac のおかげかとふと思ひ出します。それまでの PC-9800 の時には E-mail を使っていたかどうか覚えていませんが、おそらく Mac を使いだしてはじめて E-mail を知ったような気がします。それでも、現在のようなインターネットで検索できるような時代では



なかったと記憶しています。E-mail を毎日見ても何も来ていないのが普通であり、1週間放っておいても空のまま。当時は1台の Mac で研究室みんな共有していました。

そんな時代、調べものをしようとすると図書館に行くしかありません。1つのことを調べるのに1日中図書館に居て解決すればラッキーという時代。今であれば、数分検索すれば解決するであろう。それだけ時間が貴重であり、調べる時間を少なくするにはどれだけよく物事を知っているかが重要でした。暗記力=優秀であったのかもしれませんが。ところが現在ではどうでしょうか。勉強や大学入試は昔からそれほど大きく変わっていません。やはり今でも暗記のできるものが優秀なのかもしれません。でも今後の社会全体はそうとも限りません。暗記はしなくても、ネット検索すればすぐに答えは出てきます。これからの時代はいかに変化に対応できるかであると思います。新しいものへのチャレンジや時間の余っているときの他人とは違う時間の使い方、自分のやるべきことをよく見なおしてみませんか。

今回のニュースレターは特に暇だったわけではないのですが、前々から発行したかった研究室ニュースレターの作成に重い腰を上げたということです。今回は新しく研究室に配属となった4回生4名に課題を出しました。昔の論文2報ずつ渡し、その論文から何を学んだかを書いてもらいました。何回も修正をしてがんばった成果ですので、読んでみてください。なお、渡した論文は4名とも異なります。



ジアリールエテンの置換基が与える影響

片山 紗稀

フォトクロミズムとは、光照射による吸収スペクトルの異なる2つの異性体間の可逆的異性化のことである。中でもジアリールエテンという化合物は、熱的不可逆性、耐疲労性の性能を持ち、光メモリやスイッチへのアプリケーションに最も有望である。このジアリールエテンの異性体には、開環体と閉環体というものが存在する。開環体に紫外線を照射することにより閉環体に変化し、閉環体に異なる波長の可視光を照射することにより開環体にもどる。開環体と閉環体の吸収波長を比較すると、開環体の吸収波長は可視領域よりも短く、閉環体の吸収波長は可視領域内である。よって、開環体は無色であるが、閉環体は着色している。

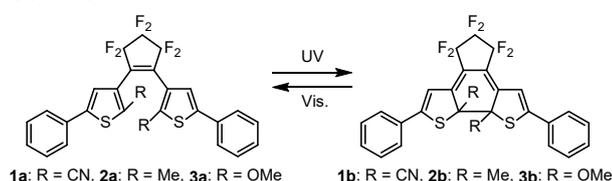


図1 典型的なジアリールエテンの例 [1,2]

反応点炭素に置換した置換基による物性の違いが報告されている。表1にはその結果をまとめている。置換基Rにメトキシ基を導入すると、光閉環反応量子収率には影響を与えないが、光開環反応量子収率が大きく減少する。また、置換基にシアノ基を導入すると、光開環反応量子収率は増加する。

表1 ジアリールエテン 1~3 の光学特性、光反応性、および図2に示したジアリールエテンの励起状態でのエネルギー差 ($\Delta E (= E(2A_o) - E(2A_c))$)

R	λ_{\max} / nm	$\Phi_{a \rightarrow b}$	$\Phi_{b \rightarrow a}$	ΔE / kcal mol ⁻¹	
1	CN	545	0.42	0.41	1.1
2	Me	575	0.59	0.013	5.9
3	OMe	625	0.44	1.7×10^{-5}	13.9

それではなぜ、これらの置換基効果があらわれたのか。図2に示すように、閉環体は光励起により基底状態の1Aから励起状態に1Bに遷移する。その後、2A状態へと緩和し、2Ac状態でエネルギーの極小値をとる。一方、開環体の2A状態は少しエネルギー的に高い位置にあり、2Acから2Aoに移るには励起状態における活性化障壁を通ることになる。ここで、2Acと2Aoのエネルギー差を量子化学計算により求められている[2]。メトキシ置換体、メチル置換体、シアノ置換体の $\Delta E (= E(2A_o) - E(2A_c))$ はそれぞれ、13.9、5.9、1.1 kcal mol⁻¹となっている。この ΔE が大きければ、2Acから2Aoへの活性化障壁は大き

くなり、光開環反応は起こりにくくなる。よってこの ΔE が光開環反応量子収率に影響を与えている。また、閉環体における可視吸収極大波長は、シアノ置換体、メチル置換体、メトキシ置換体の順に大きい。このことから、閉環体の励起状態のエネルギーが置換基に影響していることになる。すなわち、メトキシ置換体では2Ac状態が安定化し、活性化障壁は大きくなり、閉環体のHOMO-LUMOギャップは小さくなり閉環体の吸収極大波長が長波長シフトしたと考えられる。

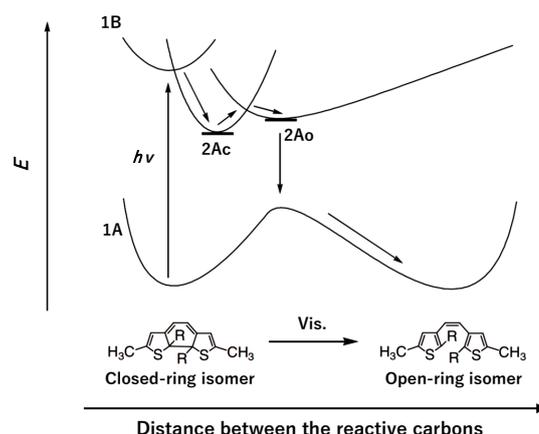


図2 閉環体から開環体への光反応のエネルギー図 [2]

では、閉環体において置換基Rは π 電子と共鳴していないので、置換基Rは誘起効果を考えなければならない。電気陰性度よりメトキシ基は電子求引性基である。一方、シアノ基も電子求引性であり、上記の結果をうまく説明できない。しかし、2Ac状態のエネルギーがエネルギー障壁や吸収波長に影響していると考えたと、閉環体の励起状態における構造を考えなければならない。すなわち、閉環体の励起状態では、置換基Rが分子全体に広がる π 電子と総合作用しており、メトキシ基が電子供与性として働いている可能性があると考えられる。上記のことをまとめてみると、誘起効果よりも共鳴効果が開環反応量子収率や吸収極大波長に大きな影響を与えていると結論付けられる。もしアミノ基を導入すると、閉環体においてアミノ基は電子供与性基であるので、メトキシ基と同様に、開環反応量子収率を減少させることができ、酸添加に伴い、4級アミノカチオンが形成され電子求引性となる。すなわち、酸添加により開環反応量子収率が大きく変化する可能性がある。

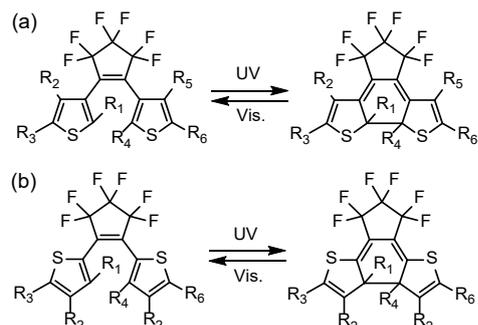
【引用文献】

- [1] K. Shibata, S. Kobatake, M. Irie, *Chem. Lett.*, 618-619 (2001).
 [2] K. Morimitsu, S. Kobatake, S. Nakamura, M. Irie, *Chem. Lett.*, 858-859 (2003).

ジアリールエテンのフォトクロミック反応性に対する置換基効果

四方 翔一朗

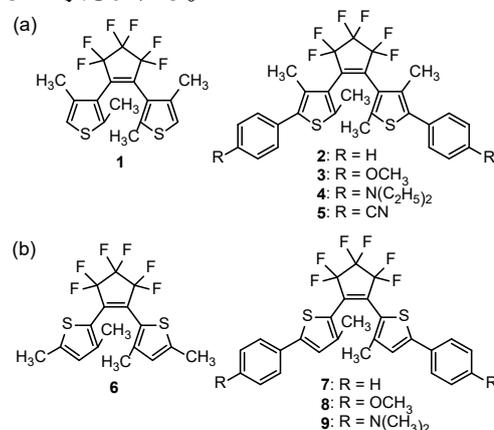
ジアリールエテンとはエチレンの 1,2 位にそれぞれ芳香族環が結合した分子であり、これらは一般的に Scheme 1 のような分子構造である。normal type と inverse type ではエテン部に結合するチオフェンが 3 位で結合するか、2 位で結合するかの違いであり、これにより開環体および閉環体の吸収スペクトルが異なる。すなわち、normal type に比べて、inverse type では開環体の吸収極大波長は長波長シフトし、閉環体では短波長シフトする。



Scheme 1. Diarylethene derivatives: (a) normal type, (b) inverse type.

チオフェン環にフェニル基が結合したジアリールエテンが報告されているが、フェニル基の *p*-位の置換基の効果が normal type および inverse type において報告されている [1,2]。2 つの論文から共通してジアリールエテンは紫外線を照射することで開環体は閉環体に変化し、可視光を照射することで閉環体は開環体へ変化する。また、開環体および閉環型体の光化学反応性を明らかにするために、Scheme 2 に示すジアリールエテンの特性を Table 1 にまとめる。ジアリールエテン **1** と **2** を比較すると、吸収極大波長および吸収係数は大きくなり、開環反応量子収率は小さくなっている。これはフェニル基による π 共役の拡張によるものである。さらに、フェニル基の *p*-位にメトキシ基やジエチルアミノ基のような電子供与性基を導入すると、吸収極大波長や吸収係数 ϵ は大きくなり、閉環反応量子収率および開環反応量子収率は小さくなる。一方、シアノ基のような電子求引性置換基を導入すると、吸収係数 ϵ および開環量子収率は変化しないが、

吸収極大波長および閉環反応量子収率は大きくなった。これらの値の変化は置換基の共鳴効果と誘起効果が影響していると考えられる。



Scheme 2. Diarylethene derivatives reported in refs. 1 and 2.

一方、inverse type の置換基効果は normal type の置換基効果と少し異なっている。ジアリールエテン **6** と **7** を比較すると、吸収極大波長は開環体および閉環体ともに長波長シフトしているが、吸収係数は開環体では大きくなり、閉環体では小さくなっている。 π 共役の拡張が開環体だけに影響している。反応量子収率についても閉環反応量子収率が大きく減少し、開環反応量子収率はわずかに低下するのみである。*p*-位にメトキシ基を導入するとさらに顕著にその効果が現れた。normal type と inverse type の吸収係数および反応量子収率の特性が開環体と閉環体で逆になっていることがわかる。

ジアリールエテン **4** および **9** においてはジアルキルアミノ基を有しているため、酸添加によりアミノ基をプロトン化することができる。実際にプロトン化すると、ジアリールエテン **4** においては極大吸収波長および吸収係数は減少した。電子供与性のアミノ基から電子供与性のアミノカチオンに変化したためである。inverse type においては、ジアリールエテン **9** がフォトクロミズムを示さないが、酸添加によりフォトクロミズムを示すようになった。

Table 1. Absorption characteristics and photoreactivity of diarylethenes in *n*-hexane

	λ_{\max}/nm ($\epsilon/M^{-1} \text{ cm}^{-1}$) (open-ring isomer)	λ_{\max}/nm ($\epsilon/M^{-1} \text{ cm}^{-1}$) (closed-ring isomer)	$\Phi_{\text{open} \rightarrow \text{closed}}$	$\Phi_{\text{closed} \rightarrow \text{open}}$
1	234 (13000)	534 (5000)	0.21	0.13
2	262 (28000)	562 (11000)	0.46	0.015
3	270 (33000)	597 (14000)	0.48	0.0080
4	305 (40000)	597 (18000)	0.37	0.0025
5	300 (30000)	570 (11000)	0.50	0.018
6	336 (13000)	425 (5800)	0.40	0.58
7	370 (22800)	438 (5250)	0.17	0.48
8	385 (25300)	440 (5300)	0.045	0.40
9	421 (25900)	—	0	—

置換基としてフェニル環の *p*-位にフランを導入するとアリール基の π 共役が拡張されるので吸収極大は大きくなり、開環量子収率は小さくなるのではないかと考えられる。 π 共役にはそれぞれ吸収波長が決まっているのでフランやチオフェンの存在比を変えることで自由に望む色を得られるのではないかと考える。また開環量子収率が小さくなると、より少量の光子でも色の変化がわか

りやすく少ない量のジアリールエテンで効果を得られるのではないかと考える。

【引用文献】

- [1] M. Irie, K. Sakemura, M. Okinaka, K. Uchida, *J. Org. Chem.* **1995**, *60*, 8305-8309.
 [2] K. Uchida, T. Matsuoka, S. Kobatake, T. Yamaguchi, M. Irie, *Tetrahedron* **2001**, *57*, 4559-4565.



π 共役拡張による光反応量子収率の変化

流谷 健太

1. 2つの論文に関連する構造と物性

2つの論文[1,2]ではチオフェン環をジアリールエテンに導入したジアリールエテン誘導体について書かれている(図1)。その数を変えることでどのように物性が変わることについて述べられている点が共通している。

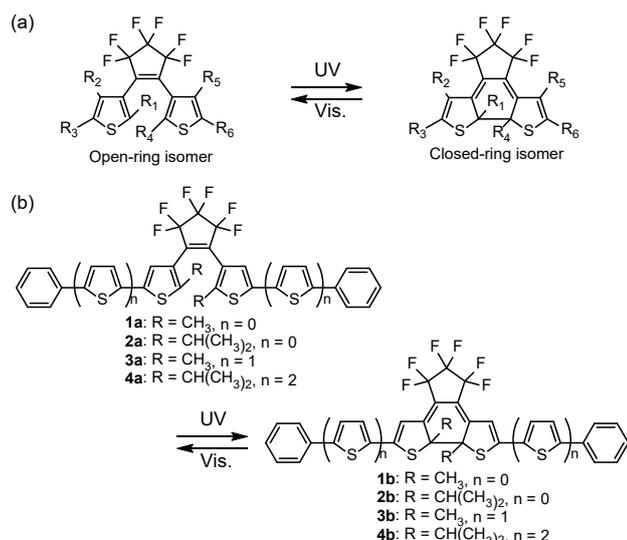


Figure 1. Molecular structures of (a) typical diarylethenes and (b) diarylethenes having thiophene rings.

2つの論文で述べられている物質はともにヘテロ環を有するジアリールエテンであるため、熱安定性や疲労耐性があり、光学電子装置の有望な候補である。

また、次の3つの観点からも述べる。

① 吸収スペクトル

どちらの論文においても、開環体から閉環体に変化した際、極大値が長波長側にシフトしている。開環体から閉環体になることで、600nm(黄色)を極大吸収に持つ吸収帯(π - π^* 遷移)を吸収する。つまり、黄色の補色である青色に着色しているように見える。また、チオフェン環の数が多くなるほど π 共役の長さが長くなり、 π 電子が非局在化するため長波長側へシフトする(図2)。

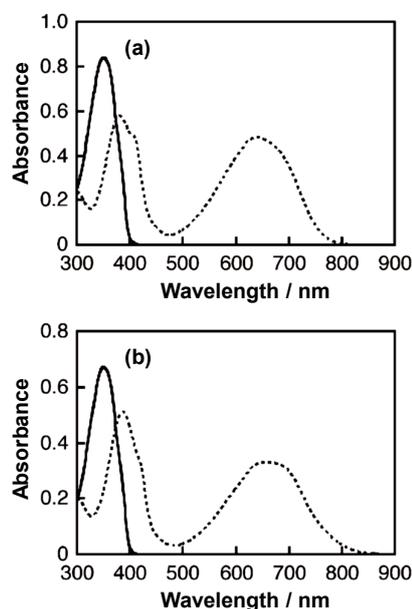


Figure 2. Absorption spectra of (a) **3a** (—) and **3b** (---) and (b) **4a** (—) and **4b** (---) in toluene at room temperature [2].

② 量子収率と温度依存性

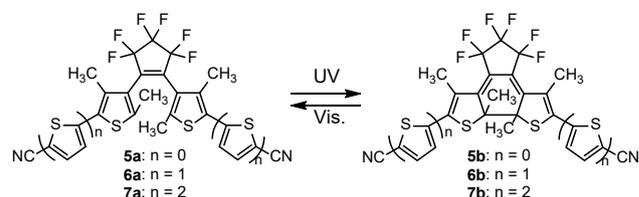


Figure 3. Molecular structures of diarylethenes having cyanothiophenes.

Table 1. Cyclization ($\Phi_{a \rightarrow b}$) and ring-opening ($\Phi_{b \rightarrow a}$) quantum yields of diarylethenes in decalin.

	$\Phi_{a \rightarrow b}$ (25 °C)	$\Phi_{b \rightarrow a}$		
		25 °C	100 °C	150 °C
5	0.44	0.075	0.13	—
6	0.12	0.0013	0.0056	0.016
7	0.12	0.00013	0.0012	0.0044

まず、量子収率について考える。表1において $\Phi_{a\rightarrow b}$ は閉環反応量子収率、 $\Phi_{b\rightarrow a}$ は開環反応量子収率を表す。表1から π 共役の拡張により閉環反応量子収率は変わらないが、開環反応量子収率は低下していることがわかる。これには、2つの要因がある。1つはチオフェン環の数が増え π 共役の長さが長くなると、 π 電子が非局在化するためである。もう1つは中央部分の新たに生成された単結合の励起一重項状態における反結合性が減少するためである。

Table 2. Comparison of photocycloreversion quantum yields in diarylethenes having methyl and isopropyl groups at the reacting positions.

	$\Phi_{b\rightarrow a}$
3	0.00014
4	0.0024

表2には、イソプロピル基導入による開環反応量子収率の違いを示す。イソプロピル基の導入により開環反応量子収率は17倍大きくなった。これはイソプロピル基の立体障害のためである。

次に温度依存性について考える。チオフェン環の数が多くなるほど温度依存性が大きくなった。しかし、これは励起状態における開環反応固有の活性化エネルギーでは説明できない。これは、 π 共役の長さが長くなるほど、高温にした際に電子が速く動き回り結果的に π 電子が非局在化されず不安定になるため閉環体にすぐ戻ろうとするのではないかと考える。

2. 論文を踏まえた新たな物質に関する評論

チオフェン環の数が増え π 共役の長さが長くなると、閉環反応量子収率は変わらないが開環反応量子収率は低下した。このことを踏まえると、論文内ではチオフェン環を1つまたは2つ導入した場合を考えていたが、さらに導入するチオフェン環の数を増やせば、閉環反応量子収率を変化させずに開環反応量子収率をさらに低下させることができるのではないかと考える。これは、一度検出したものが元に戻ると困るような商品に使えるのではないかと考える。

【引用文献】

- [1] M. Irie, T. Eriguchi, T. Takada, K. Uchida, *Tetrahedron* **1997**, *53*, 12263-12271.
 [2] S. Kobatake, M. Irie, *Chem. Lett.* **2003**, *32*, 1078-1079.



2019年度の研究成果発表リスト

著書

ジアリールエテン分子結晶のアクチュエーター機能 (第2編、第5章)
 小島誠也, 光機能性有機・高分子材料における新たな息吹, シーエムシー出版, 50-60 (2019).

Chapter 1. Photomechanical Behavior of Photochromic Diarylethene Crystals
 S. Kobatake, D. Kitagawa, *Mechanically Responsive Materials for Soft Robotics*, Ed.: H. Koshima, Wiley-VCH Verlag, 2020, pp. 3-28.

論文 (冊子体発行日が2019.4.1以降)

Cyclization reaction dynamics of an inverse type diarylethene derivative as revealed by time-resolved absorption and fluorescence spectroscopies

H. Sotome, D. Kitagawa, T. Nakahama, S. Ito, S. Kobatake, M. Irie, H. Miyasaka, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21(17)**, pp. 8623-8632 (2019).

Plasmon enhanced optical responses of diarylethene molecules adsorbed on gold nanorods
 S. Noda, S. Hasegawa, H. Hamada, S. Kobatake, K. Imura, *Chem. Lett.*, **48(6)**, pp. 537-540 (2019).

Photomechanical bending behavior of photochromic diarylethene crystals induced under polarized light
 A. Hirano, D. Kitagawa, S. Kobatake, *CrystEngComm*, **21(15)**, pp. 2495-2501 (2019).

Efficient "turn-off" fluorescence photoswitching in a highly fluorescent diarylethene single crystal
 S. Ishida, D. Kitagawa, S. Kobatake, S. Kim, S. Kurihara, T. Fukaminato, *Chem. Commun.*, **55(40)**, pp. 5681-5684 (2019).

Photoreversible interference color modulation to multicolor in photochromic molecular crystals
 K. Morimoto, H. Tsujioka, D. Kitagawa, S. Kobatake, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **92(8)**, pp. 1299-1304 (2019).

Molecular design for a write-by-light/erase-by-heat recording system using photochromic diarylethenes with thermal cycloreversion
 Y. Sato, D. Kitagawa, S. Kobatake, *Tetrahedron*, **75(35)**, Article No. 130487 (7 pages) (2019).

Photoluminescence ON/OFF switching of CdSe/ZnS core/shell quantum dots coated with diarylethene ligands

Y. Seto, R. Yamada, D. Kitagawa, D. Kim, S. Kobatake, *Chem. Lett.*, **48(11)**, pp. 1394-1397 (2019).

Tuning of optical properties and thermal cycloreversion reactivity of photochromic diarylbenzene by introducing electron-donating substituents

T. Nakahama, D. Kitagawa, S. Kobatake, *J. Phys. Chem. C*, **123(51)**, pp. 31212-31218 (2019).

Effects of template and molecular nanostructure on the performance of organic-inorganic photomechanical actuator membranes

X. Dong, T. Guo, D. Kitagawa, S. Kobatake, P. Palffy-Muhoray, C. J. Bardeen, *Adv. Funct. Mater.*, **30(2)**, Article No. 1902396 (9 pages) (2020).

Synthesis and fluorescence on/off switching of hyperbranched polymers having diarylethene at the branching point

K. Shimizu, R. Metivier, S. Kobatake, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, **390**, Article No. 112341 (8 pages) (2020).

A dominant factor of the cycloreversion reactivity of diarylethene derivatives as revealed by femtosecond time-resolved absorption spectroscopy

H. Sotome, K. Une, T. Nagasaka, S. Kobatake, M. Irie, H. Miyasaka, *J. Chem. Phys.*, **152(3)**, Article No. 034301 (9 pages) (2020).

解説

30年のときが過ぎて

小島誠也, フォトポリマー懇話会 ニュースレター, **87**, 1-2 (2019).

光機能性フォトクロミック材料の機能創出

小島誠也, 化学工学, **83(11)**, 699-702 (2019).

学会発表

光で駆動する有機分子結晶フォトアクチュエーターの機能

小島誠也 (依頼講演), 大阪市立大学大学院工学研究科 第78回「オープン・ラボラトリー」(大阪産業創造館, 2019年4月26日)

Unusual Photomechanical Behavior of Photochromic Diarylethene Crystals

Seiya Kobatake (Invited, Th1), *24th International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (ICCOSS XXVI 2019)* (New York, U.S.A., June 16-21, 2019).

Effect of Illumination Conditions on Photomechanical Response of Diarylethene Crystals

Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake (Oral Presentation, Th5), *24th International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (ICCOSS XXVI 2019)* (New York, U.S.A., June 16-21, 2019).

Mechanism of Photoinduced Birefringence Change in Diarylethene Single Crystals

Kohei Morimoto, Hajime Tsujioka, Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake (Poster Presentation, P-49), *24th International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (ICCOSS XXVI 2019)* (New York, U.S.A., June 16-21, 2019).

Photo-Functional Materials Using Photochromic Diarylethenes

Daichi Kitagawa (invited), *Inner Mongolia-Japan International Joint Research: Functional Molecular Chemistry Lecture Meeting*, Inner Mongolia, China, August 21-22, 2019)

Photoinduced Shape Change of Twin Crystals Composed of a Diarylethene Having a Long Alkyl Chain

Takuya Higashiguchi, Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake (Poster Presentation, 1P123), *2019年光化学討論会* (名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市), 2019年9月10-12日)

極性置換基導入による1,2-ジアリールベンゼンの光学および熱退色特性制御

中濱龍源, 北川大地, 小島誠也 (ポスター発表, 1P130), *2019年光化学討論会* (名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市), 2019年9月10-12日)

ジアリールエテンとフルオレンを有する分岐ポリマーの蛍光 on/off スイッチング

清水克哉, 小島誠也 (ポスター発表, 1P132), *2019年光化学討論会* (名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市), 2019年9月10-12日)

Dependence of Photoluminescence Switching Properties of Quantum Dot Coated with Diarylethene on Coated Number

Yuya Seto, Daichi Kitagawa, DaeGwi Kim, Seiya Kobatake (Poster Presentation, 1P133), *2019年光化学討論会* (名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市), 2019年9月10-12日)

Photomechanical Behavior for Diarylethene Crystals with Different Size or Morphology and Diarylethene Nanoporous Template Composite

Mami Isobe, Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake (Poster Presentation, 3P117), *2019年光化学討論会* (名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市), 2019年9月10-12日)

Irradiation Method Dependence of Photoinduced Shape Change of Diarylethene Crystals

Seiya Kobatake, Daichi Kitagawa, Akira Hirano (Oral Presentation), *9th International Symposium on Photochromism* (Paris, France, September 23-27, 2019).

Synthesis and Fluorescence Switching of Hyper-branched Polymers Having Diarylethene at Branching Point

Katsuya Shimizu, Remi Metivier, Seiya Kobatake (Poster Presentation, 64P), *9th International Symposium on Photochromism* (Paris, France, September 23-27, 2019).

有機結晶のフォトクロミズムと固体光化学

小島誠也 (特別講演), *光化学基礎講座 21: 光化学の基礎概念と実験技術 2019* (大阪市立大学文化交流センターホール (大阪市), 2019年10月3-4日)

ジアリールエテン被覆量子ドットの発光 ON/OFF スwitchingに おける被覆数依存性

瀬戸佑弥, 北川大地, 金大貴, 小島誠也 (ポスター発表, P15), *OCU 先端光科学シンポジウムーナノフォトニクスが切り拓く分子運動・化学反応制御の探求ー* (大阪市立大学杉本キャンパス (大阪市), 2019年10月20-21日)

1,2-ジチアゾリルベンゼンの T 型フォトクロミズム

濱谷将太, 中濱龍源, 北川大地, 小島誠也 (ポスター発表, P44), *OCU 先端光科学シンポジウムーナノフォトニクスが切り拓く分子運動・化学反応制御の探求ー* (大阪市立大学杉本キャンパス (大阪市), 2019年10月20-21日)

Development of Novel Photomechanical Phenomena of Photoresponsive Molecular Crystals by High-order Photoexcitation

Seiya Kobatake (Oral Presentation), *Final International Symposium on Photosynthesis* (Osaka, Japan, October 23-26, 2019).

長鎖アルキル基を有するジアリールエテン双晶の光誘起形状変化

東口拓矢, 北川大地, 小島誠也 (ポスター発表), *第 28 回有機結晶シンポジウム* (香川大学創造工学部林町キャンパス (香川県高松市), 2019年11月9-10日)

Multicolor Emission Properties of Polystyrene with Difluoroboron Avobenzene Complexes at Side Chains in Solid State

Katsuya Shimizu, Arisa Okuma, Shiho Katsumi, Fuyuki Ito, Seiya Kobatake (Poster Presentation), *International Research Conference on Engineering and Technology*, Conference Proceedings, pp. 178-180 (Seoul, Korea, January 7-9, 2020).

アリール基に様々な複素芳香族環を有する 1,2-ジアリールベンゼンの光学および熱退色特性

濱谷将太, 中濱龍源, 北川大地, 小島誠也 (口頭発表, 1F2-11), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

ウンデシルオキシ基を有するジアリールエテン双晶の光誘起形状変化

東口拓矢, 北川大地, 小島誠也 (口頭発表, 1F2-32), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

9-メチルアントラセン単結晶の光誘起複屈折変化

森本晃平, Fei Tong, 北川大地, Christopher J. Bardeen, 小島誠也 (口頭発表, 2E4-36), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

ジアリールエテンの熱開環反応性に及ぼす反応部位第二級アルコキシ基のアルコキシ鎖長依存性

山内裕介, 北川大地, 小島誠也 (ポスター発表, 2PA-086), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

ジアリールエテン単結晶の光誘起高速ピーリング

玉置将人, 北川大地, 小島誠也 (ポスター発表, 2PA-089), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

室温室内光下で光安定なマルチカラーフォトクロミックシステムの構築

西 若菜, 北川大地, 小島誠也 (ポスター発表, 2PA-090), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

Photomechanical Behavior of Photochromic Diarylethene Crystals

Daichi Kitagawa (Invited Lecture, 3E4-40), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)

アポベンゾンフッ化ホウ素錯体ポリマーのマルチカラー発光特性

清水克哉, 大隈有紗, 勝見志穂, 伊藤冬樹, 小島誠也 (口頭発表, 4F2-18), *日本化学会第 100 回春季年会* (東京理科大学野田キャンパス, 2020年3月22-25日)