

令和 3 年 5 月 19 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K14180

研究課題名(和文)フェムト秒電子和周波発生分光によるフォトクロミック界面の光励起ダイナミクスの解明

研究課題名(英文)Elucidation of Photoexcited Dynamics at the Photochromic Surface Using Femtosecond Electronic Sum-Frequency Generation Spectroscopy

研究代表者

五月女 光(Sotome, Hikaru)

大阪大学・基礎工学研究科・助教

研究者番号：60758697

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：界面や表面におけるフォトクロミック反応は、表面物性の光スイッチングや液晶分子配向の光制御などにおいて重要な役割を担っている。こうした光機能性材料の機能発現過程の解明を目的として、界面の過渡吸収分光に相当するフェムト秒時間分解電子和周波発生分光装置を構築し、フォトクロミック分子の超高速異性化反応の分子機構や反応の支配因子の解明に取り組んだ。過渡吸収分光や時間分解振動分光を援用し、測定に適した分子系の選定を行うとともに、測定上問題となった試料の劣化を解決するために回転試料ステージを導入し界面の計測を進め、本手法の機能性材料などの広範な試料系への応用の端緒を開いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の主眼であるフォトクロミック分子系は、表面物性の光スイッチングや液晶分子配向において界面機能を担っており、これまではバルク溶液における光計測から明らかになった反応速度や反応量子収率などの知見をもとに材料設計がなされてきたが、これを表面にあるがままの形態で計測することをめざした本研究の分光計測技術の開発や得られた成果は、表面・界面の材料物性研究の足がかりになると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Photochromic reactions at the surface play an important role in photoswitching of physical properties and control of molecular orientation at the surface. For elucidation of photoinduced responses and functions of photofunctional materials, we constructed an apparatus for femtosecond time-resolved electronic sum-frequency generation spectroscopy and applied it to observation of ultrafast isomerization reactions of photochromic molecules to reveal its molecular mechanism and factors for dominating the overall reactions. We selected photochromic samples suitable to the measurements at the surface by using transient absorption and time-resolved vibrational spectroscopies. In the measurements at the surface, we introduced a rotational sample stage to avoid degradation of samples and perform the stable measurements. A series of attempts in the present study paved a way to applications of this time-resolved technique to a variety of sample systems such as functional materials.

研究分野：分子分光学

キーワード：フォトクロミック分子 超高速分光 電子和周波発生分光 光機能

1. 研究開始当初の背景

凝縮相における電子励起状態は、エネルギー変換や物質変換過程において重要な役割を担っている。光励起により生成した励起状態分子を起点として、メゾ・マクロスケールの応答を引き出すことが光機能発現の基本的な原理である。そのため、その最初のステップとなる励起状態や光化学反応のダイナミクス・メカニズムを解明することこそが、より優れた分子・材料系を設計するうえで必要条件となる。このような特異な光応答を示す光機能性材料では、光応答部位または光スイッチング部位としてフォトクロミック分子系が広く利用されている。その応用範囲はバルク材料の物性の光スイッチング(吸収、蛍光、電導性、磁性)にとどまらず、表面物性の光制御や光を用いた液晶分子配向制御(コマンドサーフェス)などの光機能界面にまで及ぶ。こうした界面へのフォトクロミック分子系の応用を考えた場合には、均一溶液相における光励起ダイナミクスを調べるだけでは不十分であり、やはり分子が機能する状態で、その励起状態ダイナミクスを調べることが本質的に重要である。

研究開始当初の研究代表者のバルク溶液相のダイナミクス研究からも、フォトクロミック分子の異性化反応収率は、電子状態のエネルギーや対称性、ポテンシャル形状のような内在的な因子だけでなく、周囲環境の極性や粘性といった外的要因にも影響を受けることが分かっており深さ方向には一様でない界面の特異な環境では、バルクとは異なる反応性を示す可能性が考えられる。さらに言えば、同一の分子種であっても界面で上向きに配向しているか下向きに配向しているかで異性化反応収率に差が出てくることも予想され、表面にあるがままの形態でその反応性やダイナミクスを調べることが重要であると考えられる。

このような背景のもと、本研究では、界面選択的にフェムト秒の時間分解能で光誘起反応ダイナミクスを追跡できるフェムト秒時間分解電子和周波発生分光法(TR-ESFG)を利用すれば、上記の界面に特異なフォトクロミック分子系の反応挙動を可視化できるのではないかと考えた。TR-ESFGは光励起に伴う界面分子の紫外可視吸収スペクトルの変化をとらえる分光手法であり、いわば「界面の過渡吸収分光法」に相当する。さらに、研究代表者がこれまで過渡吸収分光法を用いて精力的に注力してきたバルク溶液中のフォトクロミック分子系のダイナミクス研究の知見と統合することにより、バルク・表面の両面から本分子系の反応を司る因子を統一的に解明できると期待された。

2. 研究の目的

本研究では、界面選択的にフェムト秒の時間分解能をもつフェムト秒電子和周波発生分光装置を開発し、界面に存在するフォトクロミック分子の異性化反応ダイナミクスの観測とその反応機構の解明を目的とする。とくに、ジアリールエテン誘導体とよばれるフォトクロミック分子系のバルク溶液中の反応ダイナミクスについては、これまでに研究代表者は過渡吸収分光法を用いて精力的に研究を進めており、界面におけるダイナミクスの知見をこうしたバルク溶液中の反応ダイナミクスと比較することにより、界面に特異な反応性の解明をめざす。さらに、研究対象であるフォトクロミック分子系の分光計測を行うには、単に既報の分光装置を開発するだけでなく、その測定波長域の広帯域化を図るなど測定の汎用化を進める必要があり、この点についても物理化学分野にも資することができる。

3. 研究の方法

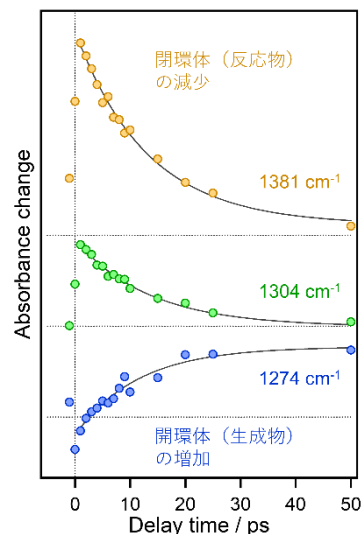
まず、所属グループのチタンサファイア再生増幅器をベースとして、時間分解電子和周波発生分光装置(TR-ESFG)を構築した。既報のTR-ESFG測定では300-500 nmの波長領域を測定範囲としているが、本研究の主眼であるフォトクロミック分子系のうち、一方の異性体にあたる閉環体の吸収帯はより長波長域に存在するため、単に同様の装置を開発するだけでなく測定波長範囲の長波長化を行う必要がある。このため、光パラメトリック増幅器を用い波長変換を行った後、和周波発生分光装置に導入した。また、これと並行して、上記の測定に適した試料系を見つけるために、併せて過渡吸収分光法や時間分解赤外・誘導ラマン分光などの振動分光を援用して、試料の選定を行った。異性化反応量子収率の大きさや反応の時間スケール、また光照射に対する耐久性の観点から、数種類のフォトクロミック分子系を評価して、比較的高い強度で超短光パルス照射するTR-ESFG測定に適した試料を選定した。

4. 研究成果

(1) 各種時間分解分光による試料系の選定

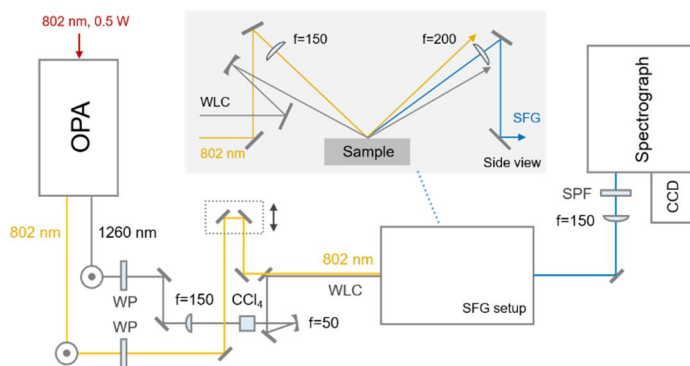
試料系の探索のために、様々なジアリールエテン誘導体の光異性化反応ダイナミクスを、過渡吸収分光をはじめとする各種時間分解分光によって調べた。ジアリールエテン誘導体はフォトクロミック分子系のひとつであり、閉環体と開環体間で可逆的な光異性化反応を示す。両異性体の熱的安定性や繰り返し耐久性に優れており、光計測の観点からも比較的測定しやすい試料である。このうち、ベンゾチオフェン骨格をもつ誘導体は市販化されているとともに、ケミカルアクチノメータとしても利用されている典型的な誘導体である。開環反応ダイナミクスに關す

る予備的知見を得るために、過渡吸収スペクトルを測定したところ、710 nm 付近に閉環体の励起状態に由来する吸収帯が観測され、この吸収ピークはその後 S_1 状態寿命である 14 ps の時定数で減衰した。特筆すべきは、励起直後、サブピコ秒の時間領域においてこの吸収帯の極大波長が時間とともに周期的に変調される点である。この結果は、励起直後にフランク・コンドン状態を起点としてコヒーレントな分子振動が誘起されたことを意味しており、量子化学計算を援用することにより、反応途中にある閉環体の核変位についても構造情報を得ることができた。さらに、共同研究により時間分解赤外分光法をこの誘導体に適用した結果、閉環体の励起状態の減衰の時定数と同様の時間スケールで、光生成物である開環体が増加する様子が確認された。ジアリールエテン誘導体の反応ダイナミクス研究において時間分解赤外分光による観測は初めての例であり、一連の結果は、開環反応におけるポピュレーション変化は基本的に、閉環体の励起状態(反応物)と開環体の基底状態(生成物)の2状態のモデルで説明できることを意味している。



(2) 電子和周波発生分光装置の構築と計測

所属グループ現有のフェムト秒レーザー装置を基盤として、電子和周波発生分光装置を構築した。具体的には、チタンサファイア再生増幅器(802 nm, 100 fs, 1 W, 1 kHz)を光源としてその出力を2つに分け、2台の光パラメトリック増幅器を励起した。一方の出力はフォトクロミック分子の吸収帯に共鳴する波長に設定し反応を開始させるための励起光として用い、もう一方の出力は1260 nmの近赤外光に変換した。この近赤外光をこの波長領域において光吸収の少ない四塩化炭素を含む石英セル(光路長1 cm)に集光照射することにより、マルチプレックス方式でスペクトルを測定するうえで鍵となる広帯域白色光(900-1700 nm, 30 μ J/pulse)を得た。これと波長変換の際に残った基本波(802 nm)との和周波をとることにより和周波光を発生させ、これを分光器に導き電荷結合素子を用いて検出した。和周波光を発生させるため2つの光パルスの時間差は、試料位置に設置したサファイア基板において起こる非線形光学現象を基準として調整した。構築した分光装置を使用して測定を進めたところ、光異性化反応により照射スポット内の反応物が迅速に失われてしまう様子がみられた。回転セルを用いた試料の供給、入れ替えにもトライしたが、信号強度の実効的な回復につながらず、研究期間内に時間分解 SFG スペクトルの取得には至っていない。今後は、より効率的かつ安定的に個々の光パルスにフレッシュな試料を供給するシステムを開発することにより、本測定装置をフォトクロミック反応ダイナミクスの観測に応用したい。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sotome Hikaru, Okajima Hajime, Nagasaka Tatsuhiro, Tachii Yuka, Sakamoto Akira, Kobatake Seiya, Irie Masahiro, Miyasaka Hiroshi	4. 巻 21
2. 論文標題 Geometrical Evolution and Formation of the Photoproduct in the Cycloreversion Reaction of a Diarylethene Derivative Probed by Vibrational Spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPhysChem	6. 最初と最後の頁 1524 ~ 1530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cphc.202000315	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hikaru Sotome, Kanako Une, Tatsuhiro Nagasaka, Seiya Kobatake, Masahiro Irie, Hiroshi Miyasaka	4. 巻 152
2. 論文標題 A Dominant Factor of the Cycloreversion Reactivity of Diarylethene Derivatives as Revealed by Femtosecond Time-Resolved Absorption Spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 34301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5134552	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tatsuhiro Nagasaka, Hikaru Sotome, Soichiro Morikawa, Lucas Martinez Uriarte, Michel Sliwa, Tsuyoshi Kawai, Hiroshi Miyasaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Restriction of the Conrotatory Motion in Photo-Induced 6 Electrocylic Reaction: Formation of the Excited State of the Closed-Ring Isomer in the Cyclization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Adv.	6. 最初と最後の頁 20038-20045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RA03523H	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 T. Nagasaka, T. Kunishi, H. Sotome, M. Koga, M. Morimoto, M. Irie, H. Miyasaka	4. 巻 20
2. 論文標題 Multiphoton-Gated Cycloreversion Reaction of a Fluorescent Diarylethene Derivative as Revealed by Transient Absorption Spectroscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 19776-19783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CP01467A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Nagasaka, H. Sotome, Y. Yoshida, Y. Yokoyama, H. Miyasaka	4. 巻 122
2. 論文標題 Cycloreversion Reaction of a Fulgide Derivative in Higher Excited States Attained by Femtosecond Two-Photon Pulsed Excitation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. C	6. 最初と最後の頁 24987-24995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b06271	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Uno, M. Koga, H. Sotome, H. Miyasaka, N. Tamai, Y. Kobayashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Stepwise Two-Photon-Induced Electron Transfer from Higher Excited States of Noncovalently Bound Porphyrin-CdS/ZnS Core/Shell Nanocrystals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 7098-7104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.8b03106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Nakahama, D. Kitagawa, H. Sotome, S. Ito, H. Miyasaka, S. Kobatake	4. 巻 160
2. 論文標題 Crystallization-Induced Emission of 1,2-Bis(3-methyl-5-(4-alkylphenyl)-2-thienyl)perfluorocyclopentenes: A Mechanical and Thermal Recording System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dyes and Pigments	6. 最初と最後の頁 450-456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dyepig.2018.08.031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Koga, Y. Yoneda, H. Sotome, H. Miyasaka	4. 巻 21
2. 論文標題 Ionization Dynamics of a Phenylenediamine Derivative in Solutions as Revealed by Femtosecond Simultaneous and Stepwise Two-Photon Excitation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 2889-2898
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CP06530F	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Sotome, D. Kitagawa, T. Nakahama, S. Ito, S. Kobatake, M. Irie, H. Miyasaka	4. 巻 21
2. 論文標題 Cyclization Reaction Dynamics of an Inverse Type Diarylethene Derivative as Revealed by Time-Resolved Absorption and Fluorescence Spectroscopies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 8623-8632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CP07393G	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計30件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Tatsuhiko Nagasaka, Hikaru Sotome, Ryosuke Sei, Tsuyoshi Kawai, Hiroshi Miyasaka
2. 発表標題 Elucidation of Exceptional Electrocyclic Reaction Dynamics of a Dithiazolylarylene Derivative
3. 学会等名 35th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuhiko Nagasaka, Hikaru Sotome, Ryosuke Sei, Tsuyoshi Kawai, Hiroshi Miyasaka
2. 発表標題 Elucidation of 6 ⁻ electrocyclic Reaction Dynamics of a Dithiazolylarylene Derivative
3. 学会等名 The 29th International Conference on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hikaru Sotome, Tatsuhiko Nagasaka, Seiya Kobatake, Hiroshi Miyasaka
2. 発表標題 Cycloreversion Reactivity of Photochromic Diarylethene Derivatives: Negative Correlation between the S1 State and Higher State Excited by Stepwise Two-Photon Absorption
3. 学会等名 The 14th Femtochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SOTOME Hikaru, MORITA Yusuke, MIYASAKA Hiroshi
2. 発表標題 Development of a stimulated Raman spectrometer and its application to in situ structural tracking of molecular assembly processes in solution
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五月女 光, 深谷菜摘, 大城宗一郎, 山口茂弘, 宮坂 博
2. 発表標題 ジケトピロロピロール超分子ポリマーにおける励起子及びコヒーレントフォノンダイナミクス
3. 学会等名 第13回分子科学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長坂 龍洋, 五月女 光, Sliwa Michel, Uriarte Lucas, 河合 壯, 宮坂 博
2. 発表標題 特異的な ⁶ 電子環状反応を示すジチアゾリルアリーレン誘導体の反応メカニズムの解明
3. 学会等名 第13回分子科学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Sotome, D. Kitagawa, T. Nakahama, S. Ito, S. Kobatake, H. Miyasaka
2. 発表標題 Cyclization reaction dynamics of an inverse type diarylethene derivative in solution and solid phases
3. 学会等名 9th International Symposium On Photochromism (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hikaru Sotome
2. 発表標題 Coherent Control of Photochromic Reactions of 6pi Electron Systems Using Multiple Femtosecond Pulses
3. 学会等名 Trombay Symposium on Radiation & Photochemistry 2020 (TSRP-2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Nagasaka, H. Sotome, Y. Yokoyama, H. Miyasaka
2. 発表標題 Cycloreversion Reaction of a Fulgide Derivative in Higher Excited States Attained by Stepwise Two-Photon Excitation
3. 学会等名 27th IUPAC International Symposium on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Fujimoto, H. Sotome, H. Miyasaka
2. 発表標題 Two-Photon Cycloreversion Reaction of a Diarylethene Derivative with a Methoxy Group
3. 学会等名 27th IUPAC International Symposium on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Nagasaka, H. Sotome, T. Kawai, H. Miyasaka
2. 発表標題 Stepwise and Simultaneous Two-Photon Cycloreversion Reaction Dynamics of a Dithazolylarylene Derivative: Effects of Structural Relaxation and Symmetry
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 立井 佑果・五月女 光・小島 誠也・宮坂 博
2. 発表標題 過渡吸収二色性測定によるジアリールエテン誘導体の逐次2光子開環反応における中間状態の励起状態ダイナミクスの解明
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清 亮輔・藤本 晋伍・長坂 龍洋・五月女 光・河合 壯・宮坂 博
2. 発表標題 時間分解吸収・蛍光測定によるジチアゾリルアアリーレン誘導体の6電子環状反応メカニズムの解明
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤本 晋伍・長坂 龍洋・五月女 光・小島 誠也・宮坂 博
2. 発表標題 メトキシ基をもつジアリールエテン誘導体の多光子開環反応ダイナミクス
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長坂 龍洋・五月女 光・河合 壯・横山 泰・宮坂 博
2. 発表標題 6電子系の開環反応における高位励起状態の反応性：構造緩和と対称性の影響
3. 学会等名 第12回分子科学討論会2018福岡
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 立井 佑果・五月女 光・小島 誠也・宮坂 博
2. 発表標題 ジアリールエテン誘導体の逐次2光子開環反応：中間状態の振動コヒーレンスの位相選択による反応収量の関係
3. 学会等名 第12回分子科学討論会2018福岡
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五月女 光・岡島 元・長坂 龍洋・立井 佑果・坂本 章・宮坂 博
2. 発表標題 ジアリールエテン誘導体の開環反応ダイナミクス：紫外及び赤外時間分解吸収分光による開環体生成の直接観測
3. 学会等名 第12回分子科学討論会2018福岡
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長坂龍洋・五月女 光・河合 壯・横山 泰・宮坂 博
2. 発表標題 高位励起状態における6 電子系の開環反応：対称性と構造緩和の影響
3. 学会等名 第8回CSJフェスタ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五月女 光・立井佑果・小島誠也・宮坂 博
2. 発表標題 振動自由度を利用したジアリールエテン誘導体の多光子開環反応の高次制御
3. 学会等名 第12回物性科学領域横断研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長坂 龍洋・五月女 光・河合 壮・横山 泰・宮坂 博
2. 発表標題 高位励起状態における6 電子系の開環反応
3. 学会等名 第12回物性科学領域横断研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kurata, H. Sotome, J. Su, J. Piard, R. Metivier, K. Nakatani, H. Miyasaka
2. 発表標題 Photosynergetic Responses of Diarylethene Nanoparticles Leading to Cycloreversion Reaction
3. 学会等名 10th Asian Photochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Tachii, H. Sotome, S. Kobatake, H. Miyasaka
2. 発表標題 Stepwise Two-photon Cycloreversion Reaction of a Diarylethene Derivative Controlled via Vibrational Coherence
3. 学会等名 10th Asian Photochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Sotome, R. Sei, T. Nagasaka, S. Fujimoto, T. Kawai, H. Miyasaka
2. 発表標題 Exceptional Reaction Mechanism of 6Pi-Electrocyclic Process of a Dithiazolylarylene Derivative
3. 学会等名 10th Asian Photochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Nagasaka, H. Sotome, T. Kawai, H. Miyasaka
2. 発表標題 Two-Photon Cycloreversion Reaction Dynamics of a Dithiazolylarylene Derivative
3. 学会等名 10th Asian Photochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Nagasaka, R. Sei, H. Sotome, T. Kawai, H. Miyasaka
2. 発表標題 Elucidation of Cyclization and Cycloreversion Reaction Dynamics of a Dithiazolylarylene Derivative
3. 学会等名 International Conference on Materials for the Millenium (MATCON 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Nagasaka, R. Sei, H. Sotome, T. Kawai, H. Miyasaka
2. 発表標題 6 Electrocyclic Reaction Dynamics of a Dithiazolylarylene Derivative
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五月女 光・立井 佑果・小畠 誠也・宮坂 博
2. 発表標題 振動自由度を利用したジアリールエテン誘導体の多光子開環反応の高次制御
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤本 晋伍・五月女 光・宮坂 博
2. 発表標題 ピレノール誘導体-トリエチルアミン系における超高速プロトン移動反応ダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kurata, H. Sotome, J. Su, J. Piard, R. Metivier, K. Nakatani, H. Miyasaka
2. 発表標題 Contribution of the S1-S1 Annihilation and Photothermal Effect to the Cycloreversion Reaction in Diarylethene Nanoparticles
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Sotome, Y. Tachii, S. Kobatake, H. Miyasaka
2. 発表標題 Coherent Control of the Two-Photon Cycloreversion Reaction of a Photochromic Diarylethene Derivative Using Vibrational Degree of Freedom
3. 学会等名 Handai-Kandai-GiessenDai Joint Seminar on Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------