

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05421

研究課題名(和文) 赤外光による共役ラジカルイオン二量体における電荷移動の誘起と有機デバイスへの応用

研究課題名(英文) Charge transfer in conjugated radical ion dimers induced by infrared light and its application to organic devices

研究代表者

坂本章 (SAKAMOTO, Akira)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号：90262146

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：共役二量体分子[3,3](4,4')ピフェニロファンを還元しながら電子吸収測定と共鳴ラマン分光を行い、アニオン種の生成メカニズムを明らかにし、ラジカルアニオンとジアニオンの振動解析を行った。ベンゼンの様々な同位元素置換体のラマン分光測定と密度汎関数法計算に基づく解析を行った。密度汎関数法を用いて、ポリアセチレンとそのオリゴマーの分子構造、赤外・ラマンスペクトル、電子励起エネルギーを計算し、ポリアセチレンの振動スペクトルの帰属を再検討した。光応答性金属錯体の光誘起準安定状態の同定とその生成ダイナミクスの解明、フォトクロミック分子・錯体の超高速ダイナミクスの解明を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

共役分子、共役二量体分子のイオン種、共役高分子における電子と分子振動の相互作用を解析した。得られた知見は、共役分子や共役高分子を用いた分子デバイスの機能のさらなる向上に役立つ可能性がある。また、極低温赤外分光や超高速時間分解赤外分光によって明らかにした光機能性分子・錯体の準安定状態の構造やその生成ダイナミクスに関する知見は、これらの機能性分子・錯体の機能発現に直結する知見である。

研究成果の概要(英文)：(1) While reducing a dimer molecule in which two biphenyls were linked by alkyl chains, electronic absorption and resonance Raman measurements were performed to clarify the mechanism of anion species formation. Vibrational analyses of the radical anion and divalent anion were also performed. (2) Raman measurements and analyses based on density functional theory calculations on various isotope-substituted benzenes were carried out. (3) We calculated molecular structures, infrared and Raman spectra, and electronic excitation energies of trans- and cis-polyacetylene and their oligomers using density functional theory and revisited the assignments of vibrational spectra. (4) Identification of metastable states of photoresponsive metal complexes and ultrafast infrared spectroscopic measurements on photochromic molecules and complexes were also performed.

研究分野：分子分光學，構造化学，物理化学

キーワード：共役ラジカルイオン二量体 赤外光誘起 電子-分子振動相互作用 電荷移動 赤外吸収分光 ラマン分光 時間分解分光 振動解析

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

これまで、光を用いて分子内あるいは分子間での電子(電荷)移動を引き起こそうとする場合、分子の電子状態を直接的に変化させる紫外光や可視光が用いられてきた。しかし、共役 $\pi$ 電子系分子のラジカルイオンや2価イオンのように、分子内に弱く束縛されている電子を有する分子系の場合、分子振動にともない電子は分子内を大きく移動し、赤外吸収スペクトルに非常に大きな強度で観測される。例えば、ビフェニルラジカルアニオンでは、左の環から右の環へ不対電子の分子内移動をひき起す振動モード(図1)が、分子振動に伴い大きな双極子モーメント変化を引き起すため、電子遷移に匹敵する巨大な強度を示すことを研究代表者は明らかにしてきた(*J. Phys. Chem. A*, **112**, 1180 (2008)など)。これを分子間に拡張して考えると、共役ラジカルイオンの会合体(最も単純な系は二量体)では、分子振動にともない不対電子が分子内だけでなく分子間も移動すると考えられる。実際、ベンゼン二量体のモデル分子[34](1,2,4,5)シクロファン<sup>+</sup>のラジカルカチオンにおいては、2つのベンゼン環の間での電荷移動を誘起する振動モード(図2)が大きな強度で観測されることも明らかにした(*Chem. Phys.*, **419**, 266 (2013))。

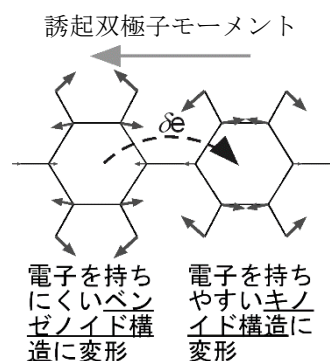


図1 ビフェニルラジカルアニオンにおける“分子振動にともなう電荷の分子内移動”(矢印：分子振動変位)

このような共役ラジカルイオンや2価イオンは、電荷移動が機能発現の鍵となる導電性高分子や電荷移動錯体のような機能性物質や、光合成反応中心などの生体物質の機能の発現と密接に関係している。研究代表者は、ドーピングによって銅に匹敵する電気伝導度を示すようになった導電性高分子ポリ(*p*-フェニレンビレン)の電荷担体(ポーラロン：高分子中に生成したラジカルカチオン)が高分子中で二量化していることを明らかにした(*J. Phys. Chem. B*, **101**, 1726 (1997))。その際に、モデル化合物のラジカルカルカチオンが、その溶液を低温にすると二量化することも見出している。

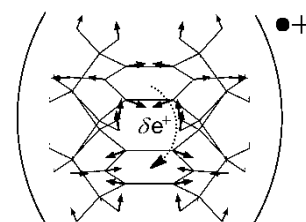


図2 [34](1,2,4,5)シクロファン<sup>+</sup>のラジカルカチオンにおける2つのベンゼン環の間での電荷移動を誘起する振動モード(矢印、密度汎関数法で計算)

### 2. 研究の目的

上述の背景を踏まえて、本研究では、共役ラジカルイオン二量体分子系を対象に、大きな強度をもつ分子間での電荷移動を誘起する分子振動モードを特定し、これをモード選択的に励起することで、2つの共役分子間での電荷移動の誘起と制御を行うことを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 共役二量体分子のラジカルアニオンとジアニオンの振動分光分析

2つの共役分子(ビフェニル)をアルキル鎖で連結した共役二量体分子[3,3](4,4')ビフェニロファン(BPP)と、その単量体モデルとなる4,4'-ジメチルビフェニル(DMBP)を、脱水・脱気したTHF中で金属Kと接触還元させアニオン種を調製した。接触時間を変えて、反応溶液の電子吸収スペクトルおよび785 nm励起のラマンスペクトルを測定した。また、密度汎関数法によるラジカルアニオンとジアニオンの振動解析も行った。

#### (2) ベンゼンの対称性と呼吸振動

ベンゼンの様々な位置の水素(H)を重水素(D)で置換した多様な同位元素置換ベンゼンのラマンスペクトルの測定と密度汎関数法による振動解析を行い、ベンゼン環に特徴的な環呼吸振動に着目して、詳細に振動解析を行った。

#### (3) 密度汎関数計算によるポリアセチレンとそのオリゴマーの分子構造と振動スペクトルの再検討

最も代表的な共役高分子であるポリアセチレン(トランス型およびシス型)とそのオリゴマー(トランス型およびシス型のオリゴエン)の分子構造、赤外・ラマンスペクトル、電子励起エネルギーを、密度汎関数法を用いて計算し、それらの鎖長依存性からポリアセチレンの赤外・ラマンスペクトルの帰属を再検討した。また、トランス-ポリアセチレンのラマン励起波長依存性とその起源についても再検討した。

#### (4) 光応答性金属錯体の光誘起準安定状態の同定と超高速ダイナミクスの解明

光照射によって分極やスピン、プロトン移動などを複合的に制御できる光応答性金属錯体を対象に、温度可変赤外分光測定(極低温(~7 K)から室温まで)や極低温光照射赤外分光測定を行うことで準安定状態を同定し、時間分解赤外分光測定を行うことで、その生成ダイナミクスを解析した。

#### (5) フォトクロミック分子・錯体の超高速ダイナミクスの解明

光照射によって分子構造が変化し、吸収スペクトルの異なる 2 つの異性体を可逆的に生成するフォトクロミック分子とその錯体を対象に時間分解赤外分光測定を行い、その構造変化ダイナミクスを分析した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 共役二量体分子のラジカルアニオンとジアニオンの振動分光分析

2 つの共役分子(ビフェニル)をアルキル鎖で連結した共役二量体分子[3,3'(4,4')]ビフェニロファン(BPP)は、鎖内の共役と鎖間での相互作用の両方の性質を合わせもつ。BPP と鎖間での相互作用のない単量体モデル分子 4,4'-ジメチルビフェニル(DMBP)のアニオン種を調整し、電子吸収測定およびラマン分光分析を行った。

BPP を金属 K で接触還元した反応溶液の電子吸収スペクトル及び 785 nm 励起ラマンスペクトルの接触時間依存性を多変量解析(特異値分解と独立成分分析)した結果、時間挙動の異なる 4 種(電子吸収)及び 2 種(ラマン)の成分が得られた。各成分について、時間挙動及び、量子化学計算によるアニオン種のスペクトル予測との比較をもとに帰属を行なった。

785 nm 励起ラマン散乱では、異なる速度で立ち上がる 2 成分が得られ(図 3a, b), その時間挙動(図 3d, e)が電子吸収の過渡成分と対応したことから、これらをラジカルアニオン(RA)及びジアニオン(DA)の共鳴ラマン散乱と帰属した。それらを鎖間の相互作用のない DMBP の RA の共鳴ラマンスペクトルと比較したところ、どちらもよく似ていたことから、BPP の RA は片側のみ、DA は両方のビフェニルが還元された構造をとっていると考えられる。以上の結果から、BPP の 2 つのアニオン種は鎖内の共役の影響が強く、鎖間の相互作用の影響が弱いことが示唆された。

また、BPP のラジカルアニオンでは、共役分子(ビフェニル分子)内だけでなく 2 つの共役分子の間で電荷のやり取りを誘起する振動モードの赤外吸収強度が増大することを密度汎関数法計算から明らかにした。

##### (2) ベンゼンの対称性と呼吸振動

ベンゼンの様々な同位元素置換体のラマンスペクトルの測定と密度汎関数法計算に基づく解析から、“ベンゼン環の対称性”と“呼吸振動の有無および強度”の関係を明らかにした。

##### (3) 密度汎関数計算によるポリアセチレンとそのオリゴマーの分子構造と振動スペクトルの再検討

代表的な合成導電性高分子であるポリアセチレンは、ドーピングにより高い導電性を示すことから注目されている。本研究では、密度汎関数法を用いて、C=C 結合数( $n$ )が 100 までの様々な鎖長のトランス-およびシス-オリゴエンの分子構造、電子励起エネルギー、ラマンおよび赤外スペクトルを計算した。さらに、トランス-およびシス-ポリアセチレンについても、その分子構造、電子励起エネルギー、ラマンおよび赤外スペクトルを一次元周期境界条件下で計算した。B3LYP/6-311G(d,p)レベルで計算された調和振動数を、汎関数の係数をトランス-オリゴエンに対して最適化した B2PLYP 法を用いて計算された非調和振動数に対して決定したスケーリング因子によってスケーリングした。計算された赤外およびラマンの振動数は、トランス-およびシス-ポリアセチレンの実測振動数をよく再現した。計算されたトランス-オリゴエンのラマンスペクトル

の鎖長依存性(図 4)に基づいて、647.1 nm と 1064 nm でラマン励起されたトランス-ポリアセチレンの共鳴ラマンスペクトルには、より長い鎖長の共役トランスセグメントが観測されている可能性を提唱した。また、トランス-ポリアセチレンの共鳴ラマンスペクトルの励起波長依存性の起源と、シス型からトランス型への異性化中間体の構造を明らかにした。また、鎖長依存性をもとに、トランス-およびシス-ポリアセチレンのラマンスペクトルおよび赤外スペクトルのこれまでの帰属を再検討した。

##### (4) 光応答性金属錯体の光誘起準安定状態の同定と超高速ダイナミクスの解明

光照射によって分極やスピン、プロトン移動などを複合的に制御できる光応答性金属錯体の光誘起準安定状態を同定し、その生成ダイナミクスを分析した。光照射によって焦電特性やスピン・電子移動などを複合的に制御できる光応答性二核錯体に対して、極低温(~7 K)から室温ま

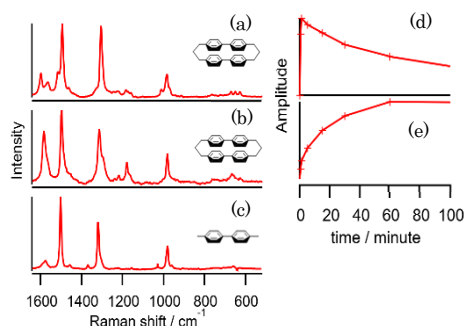


図 3 BPP のラジカルアニオン(a)とジアニオン(b)のラマンスペクトルとその時間挙動(d, e)および DMBP のラジカルアニオンのラマンスペクトル(c)

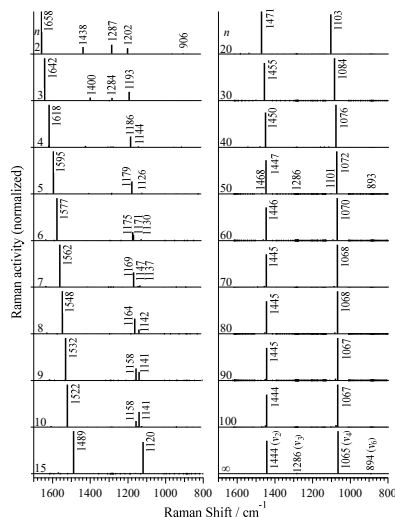


図 4 トランス-オリゴエンの計算ラマンスペクトルの鎖長依存性とトランス-ポリアセチレンの計算ラマンスペクトル

で温度を変えながら赤外吸収測定を行い、特異な焦電特性の起源を明らかにした。光応答性の Fe(II)SCO 錯体の極低温照射赤外分光測定を行い、この錯体に特徴的な光誘起スピン転移にともなう持続的な分極変化の起源を明らかにした。

(5) フォトクロミック分子・錯体の超高速ダイナミクスの解明

照射によって分子構造が変化し、吸収スペクトルの異なる 2 つの異性体を可逆的に生成するフォトクロミック分子を対象に時間分解赤外分光測定を行い、その構造変化ダイナミクスを分析した。アニオン応答性光機能性分子のアニオンの有無による光励起状態の構造とダイナミクスを、時間分解赤外分光によって解析した。光励起により着色した開環異性体を発生するフォトクロミック錯体の超高速時間分解赤外スペクトルを測定し、着色した開環異性体の C=O 伸縮振動数から開環異性体が有するジラジカル性を評価した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12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 Sheng-Qun Su, Shu-Qi Wu, Yu-Bo Huang, Wen-Huang Xu, Kai-Ge Gao, Atsushi Okazawa, Hajime Okajima, Akira Sakamoto, Shinji Kanegawa, and Osamu Sato	4. 巻 61
2. 論文標題 Photoinduced Persistent Polarization Change in a Spin Transition Crystal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angew. Chem. Int. Ed.	6. 最初と最後の頁 e202208771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202208771	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 Moe Nishijima, Katsuya Mutoh, Rintaro Shimada, Akira Sakamoto, and Jiro Abe	4. 巻 144
2. 論文標題 Controlling Diradical Character of Photogenerated Colored Isomers of Phenoxy-Imidazolyl Radical Complexes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 17186-17197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.2c07562	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 Kazuhiko Furuya, Akira Sakamoto, Mitsuo Tasumi	4. 巻 127
2. 論文標題 Molecular Structures and Vibrational Spectra of trans- and cis-Polyacetylene and Their Oligoenes Revisited Using Density Functional Theory Calculations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. A	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpca.3c02180	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 Akira Sakamoto and Mitsuo Tasumi	4. 巻 52
2. 論文標題 Symmetry of the benzene ring and its normal vibrations: The "breathing" mode is not always a normal vibration of a benzene ring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Raman Spectroscopy	6. 最初と最後の頁 2282 ~ 2291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jrs.6131	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 Pritam Sadhukhan, Shu-Qi Wu, Jeremy Ian Long, Takumi Nakanishi, Shinji Kanegawa, Kaige Gao, Kaoru Yamamoto, Hajime Okajima, Akira Sakamoto, Michael L. Baker, Thomas Kroll, Dimosthenis Sokaras, Atsushi Okazawa, Norimichi Kojima, Yoshihito Shiota, Kazunari Yoshizawa, and Osamu Sato	4. 巻 12
2. 論文標題 Manipulating electron redistribution to achieve electronic pyroelectricity in molecular [FeCo] crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-25041-4	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 Ryota Sato, Hajime Okajima, Shinya Sugiura, Yohei Haketa, Yusuke Kinoshita, Hitoshi Tamiaki, Akira Sakamoto, Hiromitsu Maeda and Yoichi Kobayashi	4. 巻 24
2. 論文標題 Excited-state dynamics of dipyrrolyldiketone difluoroboron complexes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 1685 ~ 1691
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CP04804J	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 Masayuki Nara, Hisayuki Morii, Akira Sakamoto, Takuya Miyakawa, Masaru Tanokura	4. 巻 2021
2. 論文標題 ATR-FTIR Study of Synthetic Peptide Analogs of the Calcium-Binding Site III of Rabbit Skeletal Muscle Troponin C: Effects of Amino-Acid Replacement	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Peptide Science	6. 最初と最後の頁 161 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Wu Shu-Qi, Liu Meijiao, Gao Kaige, Kanegawa Shinji, Horie Yusuke, Aoyama Genki, Okajima Hajime, Sakamoto Akira, Baker Michael L., Huzan Myron S., Bencok Peter, Abe Tsukasa, Shiota Yoshihito, Yoshizawa Kazunari, Xu Wenhuan, Kou Hui-Zhong, Sato Osamu	4. 巻 11
2. 論文標題 Macroscopic Polarization Change via Electron Transfer in a Valence Tautomeric Cobalt Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-15988-1	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 Usui Ryosuke, Yamamoto Katsuya, Okajima Hajime, Mutoh Katsuya, Sakamoto Akira, Abe Jiro, Kobayashi Yoichi	4. 巻 142
2. 論文標題 Photochromic Radical Complexes That Show Heterolytic Bond Dissociation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 10132 ~ 10142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c02739	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 Nakanishi Takumi, Hori Yuta, Wu Shuqi, Sato Hiroyasu, Okazawa Atsushi, Kojima Norimichi, Horie Yusuke, Okajima Hajime, Sakamoto Akira, Shiota Yoshihito, Yoshizawa Kazunari, Sato Osamu	4. 巻 59
2. 論文標題 Three Step Spin State Transition and Hysteretic Proton Transfer in the Crystal of an Iron(II) Hydrazone Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 14781 ~ 14787
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202006763	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 Kuramochi Hikaru, Aoyama Genki, Okajima Hajime, Sakamoto Akira, Kanegawa Shinji, Sato Osamu, Takeuchi Satoshi, Tahara Tahei	4. 巻 59
2. 論文標題 Femtosecond Polarization Switching in the Crystal of a [CrCo] Dinuclear Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 15865 ~ 15869
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202004583	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 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22件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 岡本 正成, 岡島 元, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 溶媒混合による1,2-ジクロロエタンのマイクロドメイン緩和過程のラマン分光分析
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022 横浜
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤本 悠史, 五月女 光, 島田 林太郎, 岡島 元, 坂本 章, 宮坂 博, 伊藤 冬樹
2. 発表標題 凝集誘起発光特性を有する $\beta$ -ジケトンフッ化ホウ素錯体の励起状態ダイナミクス
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022 横浜
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 メカニカルストリークカメラを用いた顕微ラマン分光計による高速低波数ラマンイメージング
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022 横浜
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉澤 優花, 佐藤 宏樹, 島田 林太郎, 岡島 元, 坂本 章
2. 発表標題 9-フェニルアントラセン(9PA)の近赤外ナノ秒過渡ラマンスペクトルにおける同位体シフトの分析による最低励起一重項状態の詳細な解析
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022 横浜
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 柳沼 達也, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 顕微ラマン分光イメージングのマルチプレックス化とその生細胞への応用
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022 横浜
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川邊 理緒, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファンのピコ秒時間分解赤外分光測定
3. 学会等名 2022年 日本分光学会 年次講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩瀬 孟司, 中川 裕貴, 岡島 元, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 KBr錠剤中と軽水中のアミノ酸の振動円二色性スペクトルの比較
3. 学会等名 2022年 日本分光学会 年次講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤澤 幸樹, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 非回折ビームを用いたハイパーラマン分光計の開発
3. 学会等名 2022年 日本分光学会 年次講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中川 瑳子, 島田 林太郎, 奈良 雅之, 坂本 章
2. 発表標題 顕微ラマンイメージングを用いたメダカのウロコの構造解析
3. 学会等名 2022年 日本分光学会 年次講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柳沼 達也, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 顕微ラマン分光イメージングのマルチプレックス化による生細胞への光毒性低減の試み
3. 学会等名 2022年度 日本分光学会 生細胞分光部会研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤本 悠史, 五月女 光, 島田 林太郎, 岡島 元, 坂本 章, 宮坂 博, 伊藤 冬樹
2. 発表標題 凝集誘起発光特性を有するジベンゾイルメタンフッ化ホウ素錯体の励起状態ダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奈良 雅之, 森井 尚之, 坂本 章, 宮川 拓也, 田之倉 優
2. 発表標題 ATR-FTIRによる合成ペプチドアナログの構造解析 - 配位子置換がCa <sup>2+</sup> 配位構造に及ぼす影響
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白石 隼矢, 岡島 元, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 [3.3](4,4')ピフェニロファンのラジカルアニオンの振動分光分析
3. 学会等名 第15回分子科学討論会 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩瀬 孟司, 中川 裕貴, 岡島 元, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 錠剤成型したアミノ酸の振動円二色性分光 - 水溶液中での測定との比較 -
3. 学会等名 第15回分子科学討論会 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉澤 優花, 佐藤 宏樹, 岡島 元, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 9-フェニルアントラセン(9PA)の3つの重水素化物の合成と電子励起された9PAの詳細なラマン分光分析
3. 学会等名 第15回分子科学討論会 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Sakamoto, Genki Aoyama, Yusuke Horie, Hajime Okajima
2. 発表標題 Molecular Structures and Dynamics of Photoresponsive Molecules and Complexes Revealed by Ultrafast Infrared Spectroscopy and Steady-state Infrared Spectroscopy under Cryogenic Condition and Photo-irradiation
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (Pacifichem 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩瀬 孟司, 中川 裕貴, 岡島 元, 島田 林太郎, 坂本 章
2. 発表標題 錠剤成型したアミノ酸の簡便な振動円二色性分光 - 水溶液中での測定との比較 -
3. 学会等名 2021年度 日本分光学会 生細胞分光部会研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白石 隼矢, 島田 林太郎, 岡島 元, 坂本 章
2. 発表標題 [3,3](4,4')ピフェニロファンの複数のアニオン種の振動分光分析
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奈良 雅之, 森井 尚之, 坂本 章, 宮川 拓也, 田之倉 優
2. 発表標題 赤外分光法によるEFハンドモチーフの構造解析 - 配位子セリンがCa <sup>2+</sup> + 配位構造に及ぼす影響
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白石 隼矢, 岡島 元, 坂本 章
2. 発表標題 [3,3](4,4')ピフェニロファンのラジカルアニオン種の赤外分光分析
3. 学会等名 2020年度 日本分光学会年次講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡島 元, 坂本 章
2. 発表標題 イミダゾリウム系イオン液体の精密化学合成の顕微ラマンイメージング：分子変換と反応温度のその場観測
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本 正成, 寺田 知美, 岡島 元, 坂本 章
2. 発表標題 ラマンフローイメージングによる1,2-ジクロロエタンの混合回転異性化の分析
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021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
---------	---------