

令和 2 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05783

研究課題名(和文) 潜在的フラストレーションを利用する開殻 電子系集積体の機能探索

研究課題名(英文) Studies on Properties of Open-shell Molecular Assembly with Unique Intermolecular Interaction

研究代表者

鈴木 修一 (Shuichi, Suzuki)

大阪大学・基礎工学研究科・准教授

研究者番号：80433291

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では電荷をもつ開殻 電子系分子(ラジカルイオン)の集積状態における新しい機能を創発することを目的とした。ラジカルイオン間における特異な相互作用を利用して、新しいスイッチング機構をもつラジカルカチオン塩の創製に成功した。具体的な例として、緑色結晶であるN-ペンチルラジカルカチオン塩が加熱に伴い橙色液体に分解せず変化した後、冷却することで橙色固体に、さらなる冷却により緑色固体へ変化した。橙色固体から緑色固体への変化は力学的刺激でも起こった。この色変化の間に磁気的性質も大きく変化することがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究における同電荷ラジカルイオン種集積体における相互作用に関する知見は、これまで見過ごされてきた点である。今回、その部分を積極的に利用することでこれまでに類を見ない新しいタイプの相転移機構を見出すことに成功した。また、高い安定性をもつイオン性ラジカルの液体状態の設計方針も見出すことができた。以上のことから、今後の研究でさらに新しい機能性創出が期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the project is to develop new functional materials using charged open-shell p-electronic molecules. We have succeeded in finding radical cationic species with unique phase transition behaviors. For instance, N-pentylphenothiazine radical cation showed a phase transition accompanying with color and magnetic properties changes (see, ACS Omega 2019, 4, 10031).

研究分野：物性有機化学

キーワード：ラジカルイオン 集合構造 色調変化 スピン状態変化 相転移

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平面性の高い開殻 π 電子系分子は不対電子間の結合性相互作用に起因する集積構造を形成することがある。開殻分子の集積構造は磁性や電気伝導性の観点から興味深く、多くの研究者による継続的関心を集めている。これまでに本研究者らは、開殻 π 電子系分子集積体に関して独自の視点から特異な機能性を探求し、例えば平面性の高い中性フェナレニルラジカル誘導体が π ダイマーと呼ばれる特異なラジカル二量体を形成し、その構造に起因したスピン状態変換を伴うサーモクロミズム現象を示すことを見出してきた。また、ニトロニルニトロキシド置換ジドロフェナジンラジカルイオンおよびニトロニルニトロキシド置換トリオキシトリフェニルアミンラジカルイオンが分子内で大きな交換相互作用を示す基底三重項状態であること、また、対イオンによりそれらの磁気特性が大きく変化することを見出してきた。以上の研究における知見から開殻分子の集積体内における潜在的な相反する相互作用 (潜在的フラストレーション) による外部環境に対して極めて鋭敏に集合体特性が変化する手法を着想した。

2. 研究の目的

本研究では電荷をもつ開殻 π 電子系分子 (特にラジカルカチオン) に着目した。ラジカルカチオンは分子性金属/超伝導体/磁石の構成成分として広く研究されており、現在でも学術的な感心は極めて高い。ラジカルイオン種も二量体等の集積構造を形成することで、特異な機能が発現する。集積構造、特に右図に示したラジカルイオンが二量体を形成しているときの相互作用に注目すると (図 1)、

引力的な相互作用として ①ラジカルイオンにおける不対電子間の結合性相互作用、②ラジカルイオンと対イオン間の静電相互作用が、斥力的な相互作用として ③ラジカルイオン間における静電相互作用が働いている。このラジカルイオン集積構造内における相反する相互作用、潜在的フラストレーションを制御することにより、外部環境に極めて鋭敏に反応する機能性分子集積体が創成できると考え、潜在的フラストレーションが存在するラジカルカチオン二量体の創製と、それを利用する新機能・新現象の探求を本研究の目的とした。

3. 研究の方法

潜在的フラストレーションの実証にはラジカルカチオンを用いて検討した。ラジカルカチオン種は空気中でも比較的高い安定性をもつことから、取り扱いが容易である。以前の研究により、ラジカルカチオンダイマー間における静電反発は対イオンにより軽減されると示唆されている。すなわち、比較的柔軟性の高い対アニオンを利用することでラジカルカチオン-対アニオン間の安定化相互作用の変化が外部刺激により変化し、ラジカルカチオンダイマー内の相互作用を制御可能と考えた。そこで対イオンにはイオン液体に用いられるアニオンであるビス(トリフルオロメチルスルホニル)イミドイオン (NTf_2^-) を選択し、ラジカルカチオンとの相互作用を極力小さくするように考慮することで、より外部刺激に対して柔軟に応答させることを目指した。

4. 研究成果

いくつかの系を検討した結果、*N*-ペンチルフェノチアジンラジカルカチオンにおいて、特異な外部刺激応答性が確認された (図 2)。以下に詳細を示す。

N-ペンチルフェノチアジンラジカルカチオンの NTf_2^- 塩はシクロ

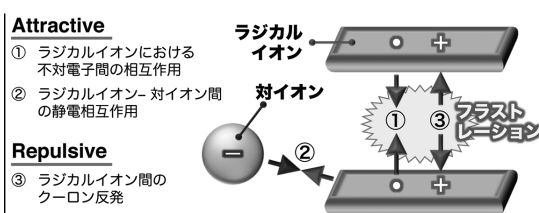
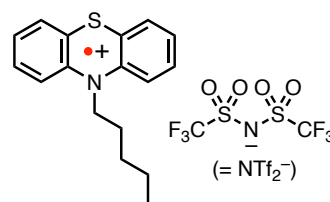


図 1. ラジカルイオン塩における潜在的フラストレーション: ここではラジカルカチオン塩について示している。



N-ペンチルフェノチアジンラジカルイオン- NTf_2^-

図 2. 検討したラジカルイオン

ヘキサン-ジクロロメタンから再結晶することで緑色結晶 (GS) として得られた。得られた緑色結晶は 100 °C で橙色液体状態 (OL) へ変化した。大気下における熱重量測定の結果、150 °C まで質量変化はなく極めて高い安定性をもつことがわかった。橙色液体状態 (OL) は冷却し、50 °C で橙色固体状態 (OS) に変化した後、30 °C で長時間静置することで緑色固体 (GS) へと徐々に変化す

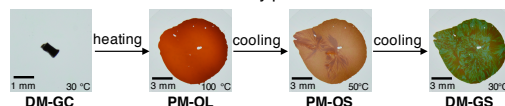
ることがわかった。このような動的な挙動は他の対アニオン (BF_4^- 、 PF_6^- 、 SbF_6^-) を用いた誘導体では観測されなかったことから、 NTf_2^- イオンの柔軟性が有効に働いていることが示唆された。また、速度論的にトラップされた OS 状態は 50 °C では長時間保存されるが、ピンポイントの力学的刺激が GS 状態への変化を誘発させることがわかった。

各相転移挙動において、磁氣的性質と光学的性質が劇的に変化することもわかった。GC 状態では ESR 信号がほとんど観測されないが、融解状態である OL 状態では強い ESR 信号が観測された。さらに OS 状態も ESR 活性状態であり、GS 状態は ESR 不活性であった。これらの情報から、GC および GS 状態ではラジカルカチオンが二量化した反磁性状態 (DM)、OL および OS 状態ではラジカルカチオン間相互作用が弱い常磁性状態 (PM) であることが推察された。

さらに各状態におけるラジカルカチオンの集積構造の詳細を明らかにするために、温度可変電子スペクトルを測定した。DM-GC および DM-GS 状態では長波長部にラジカルダイマー間に特徴的な吸収が観測された。一方、PM-OL および PM-OS 状態の電子スペクトルはジクロロメタン溶液状態におけるラジカルカチオン種と同様であり、ラジカルカチオン間の相互作用が弱いことが示された。DM 状態で二量体構造であることは、GC 状態における X 線結晶構造解析によって明らかにした (図 4)。また、粉末 X 線回折測定の結果、GS 状態は GC 状態と同様であることがわかった。

以上の測定結果は、*N*-ペンチルフェノチアジンラジカルカチオンの相転移とそれに伴う物性変化はラジカルカチオンのダイマー型会合の形成と解離に起因していることを強く支持している。ニートの結晶・液体状態でもこのような動的な前例のない挙動が観測されたことは、本研究における潜在的フラストレーションが新たな分子機能開拓の有力な手段であることを示したと本研究者は考えている。現在、継続的にさらなる研究を進めている。

❖ Phase Transition Behavior of *N*-Pentylphenothiazine Radical Cation



❖ Mechanstress-Induced Phase Transition of *N*-Pentylphenothiazine Radical Cation

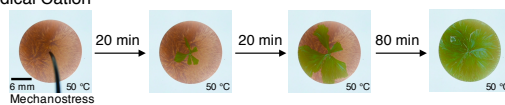


図 3. 熱的および機械的相転移の様子

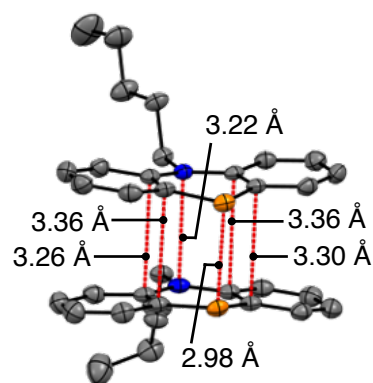


図 4. GC 状態の結晶構造解析によって明らかにしたラジカルカチオンの π ダイマー構造

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17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 Nagata Atsuki, Hiraoka Shinsuke, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Shiomi Daisuke, Sato Kazunobu, Takui Takeji, Tanaka Rika, Okada Keiji	4. 巻 26
2. 論文標題 Redox Induced Modulation of Exchange Interaction in a High Spin Ground State Diradical/Triradical System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 3166 ~ 3172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905465	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 Suzuki Shuichi, Nakamura Fumiya, Naota Takeshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Environmentally Benign Strategy for Arylation of Nitronyl Nitroxide Using a Non-Transition Metal Nucleophile	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 1350 ~ 1354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b04655	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 Yoshida Kohei, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Okada Keiji	4. 巻 92
2. 論文標題 Structures and Electronic Properties of Diisopropylaminoborane Substituted with Highly Electron-Rich π -Conjugated Systems and Their Oxidized States	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1902 ~ 1909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190199	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 Suzuki Shuichi, Maya Ryochi, Uchida Yoshiaki, Naota Takeshi	4. 巻 4
2. 論文標題 Strategy for Stimuli-Induced Spin Control Using a Liquescent Radical Cation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 10031 ~ 10035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.9b00982	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 Yamada Kiyomi, Zhang Xun, Tanimoto Ryu, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Tanaka Rika, Okada Keiji	4. 巻 91
2. 論文標題 Radical Metalloids with N-Heterocyclic Carbene and Phenanthroline Ligands: Synthesis, Properties, and Cross-Coupling Reaction of [(Nitronyl Nitroxide)-2-ido]metal Complexes with Aryl Halides	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1150 ~ 1157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20180033	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 Tahara Takuma, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Nishinaga Tohru, Okada Keiji	4. 巻 91
2. 論文標題 Chemical Stability of the 5-Mesityl-5-(nitronyl nitroxide)-2,2 :5,2'-ter(3,4-ethylenedioxythiophene) Radical Cation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1193 ~ 1195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20180078	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 Nishinaga Tohru, Kanzaki Yuki, Shiomi Daisuke, Matsuda Kenji, Suzuki Shuichi, Okada Keiji	4. 巻 24
2. 論文標題 Radical Cation-Dimers of Conjugated Oligomers as Molecular Wires: An Analysis Based on Nitronyl Nitroxide Spin Labels	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 11717 ~ 11728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201801712	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 Sato Chihiro, Suzuki Shuichi, Okada Keiji, Kozaki Masatoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Preparation and Properties of a Polycyclic p-Quinodimethane with Two Oxygen Bridges and its Radical Cation in Comparison with the Isomeric o-Quinodimethane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 3729 ~ 3736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201801269	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 Tsujimoto Haruki, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Shiomi Daisuke, Sato Kazunobu, Takui Takeji, Okada Keiji	4. 巻 14
2. 論文標題 Synthesis and Magnetic Properties of (Pyrrolidin 1 oxyl)?(Nitronyl Nitroxide)/(Iminonitroxide) Dyads	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry ? An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1801 ~ 1806
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201801615	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 Tahara Takuma, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Shiomi Daisuke, Sugisaki Kenji, Sato Kazunobu, Takui Takeji, Miyake Yota, Hosokoshi Yuko, Nojiri Hiroyuki, Okada Keiji	4. 巻 25
2. 論文標題 Triplet Diradical Cation Salts Consisting of the Phenothiazine Radical Cation and a Nitronyl Nitroxide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry ? A European Journal	6. 最初と最後の頁 7201 ~ 7209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900513	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 Suzuki Shuichi, Tanaka Nobuaki, Kozaki Masatoshi, Shiomi Daisuke, Sato Kazunobu, Takui Takeji, Okada Keiji	4. 巻 23
2. 論文標題 Synthesis and Magnetic Properties of Trioxytriphenylamine Dimers in their Di(radical cationic) States	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 16014 ~ 16025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201703220	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 Iwanaga Tetsuo, Yamauchi Tomokazu, Toyota Shinji, Suzuki Shuichi, Okada Keiji	4. 巻 82
2. 論文標題 Oxidation State-Dependent Intramolecular Electronic Interaction of Carbazole-Based Azacyclophanes with 9,10-Anthrylene Units	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10699 ~ 10703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.7b01688	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 Haraguchi Makoto, Tretyakov Evgeny, Gritsan Nina, Romanenko Galina, Gorbunov Dmitry, Bogomyakov Artem, Maryunina Kseniya, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Shiomi Daisuke, Sato Kazunobu, Takui Takeji, Nishihara Sadafumi, Inoue Katsuya, Okada Keiji	4. 巻 12
2. 論文標題 (Azulene-1,3-diyl)-bis(nitronyl nitroxide) and (Azulene-1,3-diyl)-bis(iminonitroxide) and Their Copper Complexes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 2929 ~ 2941
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201701085	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 該当する

1. 著者名 Karimata Ayumu, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Okada Keiji	4. 巻 7
2. 論文標題 Stereoelectronic control of oxidation potentials of 3,7-bis(diarylamino)phenothiazines	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 56144 ~ 56152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7ra12600j	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 Tanimoto Ryu, Yamada Kiyomi, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Okada Keiji	4. 巻 2018
2. 論文標題 Group 11 Metal Complexes Coordinated by the (Nitronyl Nitroxide)-2-ide Radical Anion: Facile Oxidation of Stable Radicals Controlled by Metal-Carbon Bonds in Radical-Metalloids	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1198 ~ 1203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.201800038	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 Suzuki Shuichi, Nakamura Fumiya, Naota Takeshi	4. 巻 2
2. 論文標題 A direct synthetic method for (nitronyl nitroxide)-substituted σ -electronic compounds via a palladium-catalyzed cross-coupling reaction with a zinc complex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 591 ~ 596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7QM00565B	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 鈴木 修一、小嵯 正敏、岡田 恵次	4. 巻 75
2. 論文標題 ニトロニルニトロキシドラジカルを基盤とした開殻 造形	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 有機合成化学協会誌	6. 最初と最後の頁 955 ~ 964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.75.955	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29件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 固液相転移を示すイオン性開殻種の独特な色調変化
3. 学会等名 第 39 回光化学若手の会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 固液相転移を利用するイオン種集積体の機能開拓
3. 学会等名 2018 構造有機化学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suzuki Shuichi
2. 発表標題 Recent Progress of Nitronyl Nitroxide and Related Open-shell Molecules
3. 学会等名 Symposium on "Diverse Facets of Chemistry II" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suzuki Shuichi
2. 発表標題 Properties and Reactivities of (Nitronyl Nitroxide)-Substituted Metal Complexes
3. 学会等名 2nd Joint Symposium on Materials Research - Diverse Aspects of Future Chemistry - (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuichi Suzuki, Ryochi Maya, Yoshiaki Uchida, Takeshi Naota
2. 発表標題 Changes in Physical Properties of Phenothiazine Radical Cations During Solid-liquid-solid Phase Transitions
3. 学会等名 The 13th Japanese-Russian Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuichi Suzuki, Ryochi Maya, Yoshiaki Uchida, Takeshi Naota
2. 発表標題 Properties of Phenothiazine Radical Cation Salt with Unique Phase Transition Behavior
3. 学会等名 pi-System Figuration European-Japanese Workshop 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 スピン状態制御を目指した分子システムの創製
3. 学会等名 令和元年 基礎工学部談話会：分子と情報：量子で広がる最新の研究 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 マルチラジカル分子システム：スピン状態制御と機能開拓
3. 学会等名 令和元年度第5回岡山理科大学プロジェクト研究推進事業講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuichi Suzuki, Ryochi Maya, Yoshiaki Uchida, Takeshi Naota
2. 発表標題 A Liquescent Radical Cation and Its Unique Phase Transition Behavior
3. 学会等名 18th International Conference on Novel Aromatic Compounds (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuichi Suzuki, Ryochi Maya, Yoshiaki Uchida, Takeshi Naota
2. 発表標題 Unique Phase Transition of N-Pentylphenothiazine Radical Cation
3. 学会等名 The 6th Awaji International Workshop on “Electron Spin Science & Technology: Biological and Materials Science Oriented Applications” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村文哉・鈴木修一・直田 健
2. 発表標題 パラジウム触媒を用いた無置換ニトロニルニトロキシドの直接アリール化
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 澤木友利華・鈴木修一・直田 健
2. 発表標題 特異な刺激応答性を示すテルピリジン白金(II)型カチオン性錯体の光物性
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 杉浦 奨・鈴木修一・直田 健
2. 発表標題 固液相転移を示すトランス-ピス(サリチルアルジミナト)白金錯体の発光特性
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 真屋良地・鈴木修一・内田幸明・直田 健
2. 発表標題 固液相転移を伴うN-アルキルフェノチアジンラジカルカチオンの物性変化
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 山口大樹・鈴木修一・内田幸明・直田 健
2. 発表標題 固液相転移を示すジヒドロフェナジンラジカルカチオンの光学および磁氣的性質
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 Shuichi Suzuki, Ryochi Maya, Yoshiaki Uchida, Takeshi Naota
2. 発表標題 Unique Phase Transition Behaviors Using a Liquescent N-Pentylphenothiazine Radical Cation Salt
3. 学会等名 7th International Symposium on π -System Figuration
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真屋良地・鈴木修一・内田幸明・直田 健
2. 発表標題 直鎖アルキル置換フェノチアジンラジカルカチオン塩の相転移を伴う色調変化
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村文哉・鈴木修一・直田 健
2. 発表標題 無置換ニトロニルニトロキシドの触媒的アリール化
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口大樹・鈴木修一・内田幸明・直田 健
2. 発表標題 結晶-液体転移を示すジヒドロフェナジンラジカルカチオン塩
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suzuki Shuichi、Tanaka Nobuaki、Kozaki Masatoshi、Shiomi Daisuke、Sato Kazunobu、Takui Takeji、Okada Keiji
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Trioxotriphenylamine Dimers
3. 学会等名 p-System Figuration German-Japanese Workshop Heidelberg (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 ニトロニルニトロキンドを基盤とした開殻性有機金属種の合成と性質
3. 学会等名 第5回有機化学若手シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 スピン制御型光電荷分離を目指した分子システムの設計と合成
3. 学会等名 2017年電気化学秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 開殻 造形：新奇合成法とスピン制御法
3. 学会等名 京都大学大学院分子工学専攻 第276回分子工学コロキウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木修一
2. 発表標題 新奇機能性を指向したラジカルカチオン塩の設計新奇機能性を指向したラジカルカチオン塩の設計
3. 学会等名 構造有機化学若手研究者研究会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 真屋良地、鈴木修一、内田幸明、直田 健
2. 発表標題 N-ベンチルフェノチアジンラジカルカチオン塩の特異な相転移挙動
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村文哉、鈴木修一、直田 健
2. 発表標題 亜鉛試薬を用いた芳香族ニトロニルニトロキシドの直接合成法
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村文哉、鈴木修一、直田 健
2. 発表標題 パラジウム触媒を用いた無置換ニトロニルニトロキシドの直接官能基化
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 真屋良地、鈴木修一、内田幸明、直田 健
2. 発表標題 フェノチアジンラジカルカチオン塩の構造相転移に基づく特異な色調変化
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 下出健人、鈴木修一、小寄正敏、岡田恵次
2. 発表標題 可溶性ビス(トリオキシトリフェニルアミン)誘導体の合成と性質
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018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