

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：63903

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02759

研究課題名（和文）発光ラジカルの集積化に基づく開殻物質創製と電子スピン・発光協奏物性の開拓

研究課題名（英文）Development of open-shell molecular materials with spin-luminescence correlated functions by assembling luminescent radicals

研究代表者

草本 哲郎（Kusamoto, Tetsuro）

分子科学研究所・生命・錯体分子科学研究領域・教授（兼任）

研究者番号：90585192

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では複数の高安定発光ラジカルを創製した。また、分子性結晶へのドーブや金属イオンとの配位結合形成に基づく錯形成などの手法を用いて、発光ラジカルが集積した分子性物質群を開発した。これら物質の構造-物性-電子状態の相関関係や、発光特性の磁場や熱応答特性を調べることで、電子スピン-発光協奏機能である磁場応答発光を発現するための実験手法の確立と要素の解明に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ラジカルはその特異なスピン多重度ならではのユニークな発光機能を示すことが近年徐々に明らかになり、基礎科学からデバイス科学に渡る領域に新たな知見とインパクトをもたらしている。しかしながら研究分野は黎明期にあり、発光ラジカルの新物質・新材料開発が更なる研究深化・発展のための重要課題であった。本研究では発光ラジカルの新規開発を通して、物質のスピン状態と発光特性が協奏する新しい分子光機能である磁場応答発光機能を様々なラジカル分子材料で実現した。本研究は、これまで明らかでなかった、これら機能を発現するための物質設計指針や機能発現の鍵要素を明らかにした、という点において高い学術的意義がある。

研究成果の概要（英文）：I have developed several highly stable luminescent radicals, and prepared molecular materials in which the luminescent radicals are assembled by means of doping into molecular crystals or metal complex formation via coordination to metal ions. I have succeeded in establishing the experimental methods and elucidating the factors that enable magnetoluminescence as one of the spin-luminescence cooperative functions, by investigating the structure-property-electronic states correlations and thermal- and magnetic field-dependent luminescence properties of the materials.

研究分野：物性化学

キーワード：ラジカル 発光特性 スピン

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ラジカルは開殻電子構造や特徴的なスピン多重度ならではの発光機能を示し得ることが近年徐々に明らかになり、基礎科学からデバイス科学に渡る領域に新たな知見とインパクトをもたらしている。例えばラジカルを EL デバイス (電界発光素子) の発光源として用いることでデバイスの高エネルギー効率化が可能であること、またラジカルの二重項に基づく蛍光では重原子効果が見られないこと、など、通常の閉殻発光分子とは異なる発光特性が明らかにされてきた。このように、ラジカルの発光特性の解明、ならびに新規光機能開拓の研究は、物性科学や光科学等の基礎科学のみならず、材料科学やデバイス科学等の応用科学、特にそのエネルギー効率に関して大きなパラダイムシフトをもたらす可能性があり、新物質・新材料の開発は、いま黎明期にある本研究分野を加速的に深化・発展させるための重要課題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、新たな発光性ラジカルの創製を基に「開殻電子系分子ならではの発光特性とは何か、どうすれば実現できるか」という点を明らかにすることである。我々のグループはこれまでに、発光ラジカルが集積された状態において磁場に応答した発光 (magnetoluminescence) を示すことを見出した[1]。これは開殻分子の電子スピンと発光特性の協奏に基づく物性の初例であり、通常の閉殻分子には実現困難な物性である。これに象徴されるような、開殻分子ならではのユニークな発光物性の創出と理解を通して、上記の点を解明することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究では高安定発光ラジカルの創製を基に、分子性結晶へのドーブや金属イオンとの配位結合形成に基づく錯形成などの手法を用いて、ラジカルが集積した分子性物質群を創製する。このような物質の構造-物性-電子状態の相関関係を解明する。特に、発光特性の磁場や熱応答特性を詳細に調べることで、電子スピン-発光協奏機能の発現可能性を調査し、このような機能を生み出すための要素解明と手法確立を目指す。

4. 研究成果

(1) MagLum を示すラジカルドーブ亜鉛錯体結晶の創製[2]

発光ラジカル PyBTM と似た分子構造を有する閉殻分子 aH-PyBTM を配位子とする $\text{Zn}(\text{aH-PyBTM})_2$ の結晶性固体に対し、PyBTM を様々な濃度でドーブした試料 PyZn_R (R はドーブ濃度 (wt%)) を作製し、その構造と発光特性を調べた。PyZn_1 は結晶中に孤立して存在する $\text{Zn}(\text{hfac})_2(\text{aH-PyBTM})(\text{PyBTM})$ に帰属される発光 ($\lambda_{\text{em}} = 595 \text{ nm}$) を示した (図 1a)。R が増加するにつれ $\lambda_{\text{em}} = 595 \text{ nm}$ の発光帯の強度が減少するとともに長波長領域にエキシマーに帰属できる発光帯 ($\lambda_{\text{em}} = 725 \text{ nm}$) が出現、その強度が増加した (図 1b)。これらの実験結果は、PyBTM を aH-PyBTM 結晶にドーブした既報の実験結果と同様であった[1]。PyZn_R の 4.2 K における発光スペクトルの磁場依存性を測定したところ、PyZn_1 の発光スペクトルは磁場に依存しない一方、R = 5, 10, 20 では印加磁場に応じた発光スペクトル形状変化 = MagLum が観測された。これら MagLum はラジカル集積体のスピン多重度が外部磁場により変調されることに起因すると考えられる。本系では、MagLum を示すラジカル集積構造として、一分子内に二つのラジカルが共存する $\text{Zn}(\text{hfac})_2(\text{PyBTM})_2$ と、ラジカルを有する錯体二分子からなる $\text{Zn}(\text{hfac})_2(\text{aH-PyBTM})(\text{PyBTM})$ ダイマーの二つが想定されるが、各種実験結果を基に、後者が MagLum の発現中心であることを明らかにした (図 1c)。本研究は、ラジカル金属錯体におけるエキシマー的発光および磁場応答発光を初めて実現したほか、これらがラジカルの MagLum 発現にあたり錯形成が有用であること、また MagLum はラジカル集積体が示し得る一般的な光機能である可能性を明らかにした。

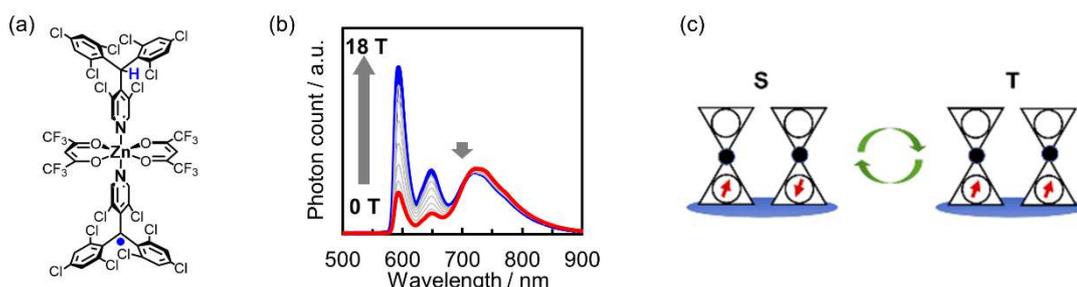


図 1. (a) $\text{Zn}(\text{hfac})_2(\text{aH-PyBTM})(\text{PyBTM})$ の化学構造。 (b) PyZn_20 の 4.2 K における発光スペクトルの磁場依存性。 (c) 磁場 (緑矢印) による $\text{Zn}(\text{hfac})_2(\text{aH-PyBTM})(\text{PyBTM})$ ダイマーの一重項状態 (S) と三重項状態 (T) の変換。

(2) 三角形型発光ラジカルの創製[3]

金属イオンとの錯形成反応に有用な配位子として機能する新たな発光ラジカルの開発を目指し、トリス(ジクロロピリジル)メチルラジカル trisPyM を合成した(図 2a)。trisPyM のジクロロメタン溶液の ESR スペクトル測定において観測された超微細構造の解析から、trisPyM ではラジカルのスピンドensityがピリジル基上にまで非局在化していることが明らかとなった。スピンドensityの非局在化は DFT 法に基づく電子状態計算からも支持された。trisPyM は有機溶媒中において蛍光を示し、ジクロロメタン中における発光極大(λ_{em})、発光量子収率、および発光寿命はそれぞれ 700 nm、0.85%、および 3.0 ns であった。さらに trisPyM の結晶性固体は液体窒素温度まで冷却することで発光することを見出した。紫外光照射下における trisPyM の溶液の半減期を調べた結果、trisPyM は既報の関連するジクロロピリジル含有トリアリールメチルラジカルの中で最も長い半減期を示すことを見出した。これらの結果は trisPyM が高い光安定性を有する発光ラジカルであることを示している。

(3) MagLum を示すラジカル配位高分子の創製[4]

(2) で開発した発光ラジカル trisPyM と亜鉛錯体ユニットである $Zn(hfac)_2$ との錯形成反応により、二次元ハニカム格子構造を有する配位高分子 trisZn を創製した(図 2a)。またジクロロピリジル基を二つ有する発光ラジカル bisPyTM と $Zn(hfac)_2$ との錯形成反応により、一次元鎖構造を有する発光分子 bisZn を創製した(図 2b)。これらの配位高分子およびその構成要素である trisPyM および bisPyTM の結晶性試料について、発光スペクトルならびに時間分解発光挙動の磁場及び温度効果について調べた。その結果、trisPyM および bisPyTM の固体試料では有意な MagLum は観測されなかった一方、trisZn および bisZn では MagLum が観測された。特に bisZn は、ゼロ磁場下では極めて弱い発光が磁場印加により増強する、磁場誘起発光を示した。これらは MagLum を示す純な(ドーパ試料ではない)ラジカル分子性固体の初例である。これら固体試料の結晶構造および磁気特性を明らかにし、比較した結果、trisZn と bisZn では配位高分子化によりラジカル同士の磁気相互作用が弱まったことが、MagLum 発現の鍵となっている可能性が示唆された。本研究により「配位高分子化」が MagLum 発現の有意な手法であることが明らかとなった。

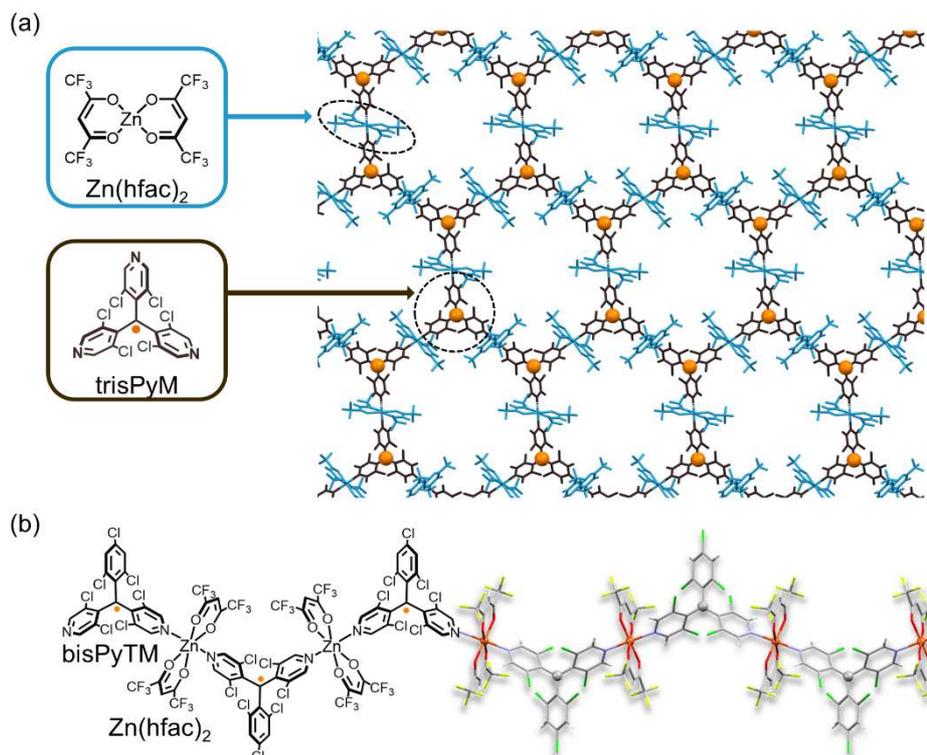


図 2. (a) trisZn の二次元ハニカム格子構造およびその構成要素である trisPyTM と $Zn(hfac)_2$ の化学構造。(b) bisZn の一次元鎖構造およびその構成要素である bisPyTM の化学構造。

以上のように、ラジカルが集積し弱く相互作用する系において、MagLum のような物質のスピンドensity状態と発光特性の協奏機能が発現し得ること、またそれにはラジカル間磁気相互作用が生み出す物質のスピンドensity状態と外場との競合が重要であり、ラジカル間相互作用が強ければ強いほ

どよい、というわけではない、ということを示した。[5,6,7] これら研究成果は、開殻分子系ならではの光機能であるスピン-発光協奏機能の自在制御や新規機能開拓に関する知見を与えたという点で極めて重要である。

そのほか、発光ラジカルを近赤外有機 EL 素子に応用する研究[8]や trisPyM と磁性金属イオンからなるカゴメーハニカム格子配位高分子の合成研究を進め、発光ラジカルの更なる機能開拓を推進した。

参考文献

- [1] S. Kimura, T. Kusamoto, S. Kimura, K. Kato, Y. Teki, and H. Nishihara, Magnetoluminescence in a Photostable, Brightly Luminescent Organic Radical in a Rigid Environment, *Angew. Chemie - Int. Ed.* 57, 12711 (2018).
- [2] S. Kimura, S. Kimura, H. Nishihara, and T. Kusamoto, Excimer Emission and Magnetoluminescence of Radical-Based Zinc(II) Complexes Doped in Host Crystals, *Chem. Commun.* 56, 11195 (2020).
- [3] S. Kimura, M. Uejima, W. Ota, T. Sato, S. Kusaka, R. Matsuda, H. Nishihara, and T. Kusamoto, An Open-Shell, Luminescent, Two-Dimensional Coordination Polymer with a Honeycomb Lattice and Triangular Organic Radical, *J. Am. Chem. Soc.* 143, 4329 (2021).
- [4] S. Kimura, R. Matsuoka, S. Kimura, H. Nishihara, and T. Kusamoto, Radical-Based Coordination Polymers as a Platform for Magnetoluminescence, *J. Am. Chem. Soc.* 143, 5610 (2021).
- [5] T. Kusamoto, Development of Photofunctions of Open-Shell Molecules Based on Coordination Chemistry, *Bull. Japan Soc. Coord. Chem.* 75, 35 (2020).
- [6] T. Kusamoto and S. Kimura, Photostable Luminescent Triarylmethyl Radicals and Their Metal Complexes: Photofunctions Unique to Open-Shell Electronic States, *Chem. Lett.* 50, 1445 (2021).
- [7] R. Matsuoka, A. Mizuno, T. Mibu, and T. Kusamoto, Luminescence of Doublet Molecular Systems, *Coord. Chem. Rev.* 467, 214616 (2022).
- [8] H. H. Cho, S. Kimura, N. C. Greenham, Y. Tani, R. Matsuoka, H. Nishihara, R. H. Friend, T. Kusamoto, and E. W. Evans, Near-Infrared Light-Emitting Diodes from Organic Radicals with Charge Control, *Adv. Opt. Mater.* 10, 2200628 (2022).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Cho Hwan Hee, Kimura Shun, Greenham Neil C., Tani Yuki, Matsuoka Ryota, Nishihara Hiroshi, Friend Richard H., Kusamoto Tetsuro, Evans Emrys W.	4. 巻 10
2. 論文標題 Near Infrared Light Emitting Diodes from Organic Radicals with Charge Control	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2200628
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202200628	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 Mattiello Sara, Hattori Yohei, Kitajima Ryota, Matsuoka Ryota, Kusamoto Tetsuro, Uchida Kingo, Beverina Luca	4. 巻 10
2. 論文標題 Enhancement of fluorescence and photostability of luminescent radicals by quadruple addition of phenyl groups	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 15028 ~ 15034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2tc03132a	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 Kusamoto Tetsuro, Ohde Chie, Sugiura Shiori, Yamashita Satoshi, Matsuoka Ryota, Terashima Taichi, Nakazawa Yasuhiro, Nishihara Hiroshi, Uji Shinya	4. 巻 95
2. 論文標題 An Organic Quantum Spin Liquid with Triangular Lattice: Spinon Fermi Surface and Scaling Behavior	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 306 ~ 313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210411	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 Hattori Yohei, Kitajima Ryota, Ota Wataru, Matsuoka Ryota, Kusamoto Tetsuro, Sato Tohru, Uchida Kingo	4. 巻 13
2. 論文標題 The simplest structure of a stable radical showing high fluorescence efficiency in solution: benzene donors with triarylmethyl radicals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 13418 ~ 13425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2sc05079j	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 Matsuoka Ryota, Kimura Shojiro, Miura Tomoaki, Ikoma Tadaaki, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 145
2. 論文標題 Single-Molecule Magnetoluminescence from a Spatially Confined Persistent Diradical Emitter	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 13615 ~ 13622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.3c01076	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 Hattori Yohei, Kitajima Ryota, Baba Atsumi, Yamamoto Kohei, Matsuoka Ryota, Kusamoto Tetsuro, Uchida Kingo	4. 巻 4
2. 論文標題 Effects of hydrocarbon substituents on highly fluorescent bis(4-phenylphenyl)pyridylmethyl radical derivatives	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Materials Advances	6. 最初と最後の頁 5149 ~ 5159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3ma00469d	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 Matsuoka Ryota, Mizuno Asato, Mibu Takuto, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 467
2. 論文標題 Luminescence of doublet molecular systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Coordination Chemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 214616 ~ 214616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ccr.2022.214616	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 Miyake Ryosuke, Suganuma Eri, Kimura Shun, Mori Hirotooshi, Okabayashi Jun, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 60
2. 論文標題 Cyclic Heterometallic Interactions formed from a Flexible Tripeptide Complex Showing Effective Antiferromagnetic Spin Coupling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 5179 ~ 5183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202013373	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 Kimura Shun, Matsuoka Ryota, Kimura Shojiro, Nishihara Hiroshi, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 143
2. 論文標題 Radical-Based Coordination Polymers as a Platform for Magnetoluminescence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 5610 ~ 5615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c00661	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 Matsuoka Ryota, Kimura Shojiro, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 5
2. 論文標題 Solid State Room Temperature Near Infrared Photoluminescence of a Stable Organic Radical	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 669 ~ 673
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202100023	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 Matsuoka Ryota, Yoshimoto Tatsuhiro, Kitagawa Yasutaka, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 26
2. 論文標題 Structural and Magnetic Studies on Nickel(II) and Cobalt(II) Complexes with Polychlorinated Diphenyl(4-pyridyl)methyl Radical Ligands	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 5596 ~ 5596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26185596	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 Kusamoto Tetsuro, Kimura Shun	4. 巻 50
2. 論文標題 Photostable Luminescent Triarylmethyl Radicals and Their Metal Complexes: Photofunctions Unique to Open-shell Electronic States	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1445 ~ 1459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210201	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 Shun Kimura, Motoyuki Uejima, Wataru Ota, Tohru Sato, Shinpei Kusaka, Ryotaro Matsuda, Hiroshi Nishihara, Tetsuro Kusamoto	4. 巻 143
2. 論文標題 An Open-shell, Luminescent, Two-Dimensional Coordination Polymer with a Honeycomb Lattice and Triangular Organic Radical	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 4329 ~ 4338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c13310	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 Shun Kimura, Shojiro Kimura, Hiroshi Nishihara, Tetsuro Kusamoto	4. 巻 56
2. 論文標題 Excimer emission and magnetoluminescence of radical-based zinc(II) complexes doped in host crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 11195 ~ 11198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc04830e	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 Kimura Shun, Kimura Shojiro, Kato Ken, Teki Yoshio, Nishihara Hiroshi, Kusamoto Tetsuro	4. 巻 12
2. 論文標題 A ground-state-dominated magnetic field effect on the luminescence of stable organic radicals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 2025 ~ 2029
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SC05965J	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24件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Spin-correlated Photofunctions Based on Luminescent Radicals
3. 学会等名 Institute for Materials Research International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Spin-correlated photoluminescence of open-shell molecules
3. 学会等名 PACCON2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Interplay Between Spin and Luminescence in Stable Organic Radicals
3. 学会等名 Singapore International Chemical Conference (SICC)-11 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 安定ラジカルが示す発光・磁気機能
3. 学会等名 九州大学 先導物質化学研究所 セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 安定有機ラジカルが示すスピン相関発光機能
3. 学会等名 第53回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 An open-shell, magnetoluminescent, two-dimensional coordination polymer with a triangular organic radical ligand
3. 学会等名 8th Asian Conference of Coordination Chemistry(ACCC-8) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 安定有機ラジカルを基とするスピン相関発光機能の創出
3. 学会等名 第6回高密度共役若手会セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 有機ラジカルが示すスピン相関発光機能
3. 学会等名 愛媛大学工学部工学科 化学・生命科学コース 応用化学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Spin-correlated luminescence of radical-based molecular materials
3. 学会等名 The 103rd CSJ Annual Meeting (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Spin-correlated Photoluminescence of Organic Radicals
3. 学会等名 IUPAC International Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC 25) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 開殻電子系分子の開発を基とする発光・磁気機能創出
3. 学会等名 第6回分子性固体オンラインセミナー(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡亮太、木村尚次郎、草本哲郎
2. 発表標題 安定有機ラジカルの室温固体発光
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 発光性有機ラジカルに基づく磁気・光機能開拓
3. 学会等名 日本磁気科学会 令和3年 物理化学分科会「電子スピンの検出と応用 - 磁場効果現象における物理化学と学際的磁気科学」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 草本哲郎
2. 発表標題 有機ラジカルが示す発光特性の磁場効果
3. 学会等名 強磁場オンライン研究会2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryota Matsuoka, Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Magnetic Field Effect on the Luminescence of Stable Radicals at the Single-Molecular Level
3. 学会等名 7th Kanto Area Spin Chemistry Meeting (KASC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 草本哲郎
2. 発表標題 有機ラジカルで挑むトポロジカル物質開拓と光機能創出
3. 学会等名 さががけ・CREST トポロジー合同 第 1 回 インフォーマルミーティング「高分子が拓くトポロジカル科学」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡亮太、木村尚次郎、草本哲郎
2. 発表標題 安定発光ラジカルが示す単分子マグネトルミネッセンスの観測
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 Spin-correlated Luminescence of Organic Radicals and Radical-based Metal Complexes
3. 学会等名 The 102nd CSJ Annual Meeting, Luminescence Chemistry Ensemble: Diverse Exciton Chemistry for Future Science (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 ラジカル 奇数個の電子をもつ分子が示すユニークな機能
3. 学会等名 第127回分子科学フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto
2. 発表標題 A Cu(II)-radical heterospin magnetic chain: temperature-dependent Jahn-Teller distortion correlated to π -conjugation and magnetic properties
3. 学会等名 RSC Dalton Transactions New Talent: Asia-Pacific Desktop Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 開殻電子系分子が示す機能
3. 学会等名 第132回 フロンティア材料研究所学術講演会 (無機化学セミナー) 「殻自由度を利用した材料・機能開発」 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 草本 哲郎
2. 発表標題 安定ラジカルが示す発光機能
3. 学会等名 第2回"光"機到来! Qコロキウム(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuro Kusamoto, Shun Kimura, Hikaru Uchida, Hiroshi Nishihara
2. 発表標題 Stimuli-Responsive Photonic, Electronic, and Magnetic Functions in Pyridyl-Containing Luminescent Radicals
3. 学会等名 The 1st Asian Conference on Molecular Magnetism (ACMM) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡 亮太・草本 哲郎
2. 発表標題 室温で固体発光を示す安定有機ラジカルの合成
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

三角形ラジカルを使って二次元ハニカムスピン格子構造を組み立てる(草本哲郎グループら)
https://www.ims.ac.jp/news/2021/03/16_4918.html

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			
英国	Swansea University	Cavendish laboratory		
イタリア	University of Milano-Bicocca			