

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02691

研究課題名(和文) 鉄フタロシアニン系分子性伝導体が示す巨大磁気抵抗効果を制御する分子設計の確立

研究課題名(英文) Molecular design to control the giant magnetoresistance effect in iron phthalocyanine based molecular conductors

研究代表者

松田 真生 (Matsuda, Masaki)

熊本大学・大学院先端科学研究部(理)・教授

研究者番号：80376649

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：ジシアノ鉄フタロシアニン $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$ からなる電気伝導性結晶は巨大な負の磁気抵抗効果を示す。その発現機構においてFeの局在dスピン($S = 1/2$)間の反強磁性相互作用、および、伝導電子と局在dスピン間の磁気的 d相互作用の双方が重要な役割を担っている。本課題では、構成要素である金属錯体の化学修飾に関する自由度を活用し、分子内および分子間相互作用が異なる多様な系を構築した。分子内・分子間相互作用の変調と磁気抵抗効果の相関を検証することで、巨大な負の磁気抵抗効果を制御する分子設計指針を確立することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分子結晶の機能の発現は未だ偶然に支配されることが多く、それを制御する分子設計を確立することは分子科学における重要な課題の一つである。磁場中で電気抵抗が大きく変化する現象は巨大磁気抵抗効果と呼ばれる。電子のスピン自由度も活用したエレクトロニクス、いわゆるスピントロニクスの代表例でもあるが、その研究は主に無機化合物を対象に行われてきた。分子結晶で発現する大きな負の磁気抵抗効果について、その大きさを制御するための分子設計指針を確立できたことは、分子科学における重要な結果であると同時に新しい分子エレクトロニクスの展開に繋がることも期待される。

研究成果の概要(英文)：Electrically conductive crystals composed of dicyano iron phthalocyanine $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$ exhibit a large negative magnetoresistance effect. Both the intermolecular antiferromagnetic interaction between the d-spins ($S = 1/2$) of Fe and the intramolecular magnetic -d interaction between the -conducting electrons and the d-spins play an important role in the mechanism of the magnetoresistance effect. In this study, we have constructed a variety of systems with different intra- and intermolecular interactions by using the degrees of freedom regarding the chemical modification of the metal complexes. By investigating the correlation between the modulation of intra- and intermolecular interactions and the magnetoresistance effect, we succeeded in establishing a molecular design guideline to control the giant negative magnetoresistance effect.

研究分野：分子固体化学

キーワード：分子結晶 磁気抵抗効果 強相関系 フタロシアニン ポルフィリン 分子設計 ラジカル

1. 研究開始当初の背景

磁場中で電気抵抗が大きく変化する現象は巨大磁気抵抗効果と呼ばれる。電子のスピン自由度も活用したエレクトロニクス、いわゆるスピントロニクスの代表例でもあるが、その研究は主に無機化合物を対象に行なわれてきた。

一方、研究代表者の松田はジシアノ鉄フタロシアニン ($\text{Fe}^{\text{III}}(\text{Pc})(\text{CN})_2$) 分子を用いた電気伝導体結晶を作製することで、分子結晶として他に類を見ない程の巨大な負磁気抵抗効果の発現に成功している(固体物理, 2007, 42, 123-132. に詳しい)。Fe(Pc)(CN)₂において、電気伝導を担う電子は最高被占分子軌道(HOMO)に存在し、Fe³⁺に由来する $S = 1/2$ の局在 d スピンは縮退した d_{yz} , d_{zx} 軌道に存在するが、これらの d 軌道を反映する分子軌道は HOMO 直下の next HOMO に現れる。このため、Fe(Pc)(CN)₂ は伝導電子のスピンと局在 d スピンの間に非常に大きな $-d$ 相互作用 (J_d) を分子内で確保した、巨大磁気抵抗効果の発現に関して理想的な分子と言える。実際に、Fe(Pc)(CN)₂ を用いた複数種の伝導体結晶は、その結晶構造に依らずいずれも大きな負の磁気抵抗効果を示すことが確認されている。

この巨大な負磁気抵抗効果の発現には強相関電子系の特徴である伝導電子の電荷不均化と局在 d スピンの磁気秩序が重要な役割を担っていることが、研究分担者の花咲を中心とする近年の物理学的研究から明らかになった(*J Phys. Soc. Jpn.*, 2016, 85, 024713.)。伝導電子は隣接分子間のクーロン斥力により電荷不均化状態にあり、局在 d スピン間の反強磁性的相互作用 (J_{dd}) が J_d を通じてこの電荷不均化を増強している。ここで、外部磁場によって d スピン間の反強磁性的相互作用が抑制されると、伝導電子の電荷不均化が軽減されることで電気抵抗が減少するのである。

2. 研究の目的

上述の通り、磁気抵抗効果の発現には伝導電子と局在 d スピン間の磁気的な $-d$ 相互作用 J_d が大きな寄与をしている。この相互作用を分子設計で制御することができれば、発現する磁気抵抗効果の大小を意のままに制御することに繋がる。本申請ではこれを目指した。これまでに分子性化合物の磁気抵抗効果を分子設計に基づいて制御できた例はなく、磁気抵抗効果の発現自体が偶然に依存していることも多い。これに対して、本研究で磁気抵抗効果を制御する分子設計の指針が確立できれば、近年注目を集めている分子スピントロニクスについて、これを分子集合体で展開する一つの解となり得るだろうと考えた。

3. 研究の方法

繰り返しになるが、本研究で注目した系で観測される負の磁気抵抗効果では、分子間の d-d 相互作用 J_{dd} と分子内の $-d$ 相互作用 J_d が鍵となっており、これを分子設計で制御できれば磁気抵抗効果も意のままに制御できる可能性に繋がる。

Pc をそれと類似した分子構造をもつ環状配位子に置換することで、伝導電子が存在する HOMO 準位を制御できる。また軸位の配位子置換は、局在 d スピンが存在する d 軌道準位の制御を可能とする。HOMO 準位を上昇、d 軌道準位を低下させる分子設計は、 J_d を弱体化させ磁気抵抗効果を減少させることが期待される一方、HOMO 準位を低下、d 軌道準位を上昇させる分子設計は磁気抵抗効果を増大するだろう。そこで、HOMO 準位を上昇させる系として Pc と分子構造が酷似するテトラベンゾポルフィリン (tbp) に、HOMO 準位を低下させる系として Pc の外周ベンゼン環を拡張した 1,2-ナフトロシアニン(1,2-Nc)に注目し伝導体結晶の作製に取り組んだ。また、従来の系では、Pc 系配位子の中心金属はいずれも低スピン状態であったが、環状配位子、軸配位子、中心金属の組み合わせによっては中心金属が高スピン状態となる分子ユニットも設計できる可能性に注目した。量子化学計算により中心金属が高スピン状態となる可能性のある環状配位子、軸配位子、中心金属の組み合わせを探索し、その分子ユニットを合成した。得られた分子ユニットからなる伝導体結晶を作製し、高スピン状態の金属の導入により磁気抵抗効果にどのような影響が及ぼされるかを検証した。

一方、Fe(Pc)(CN)₂ をもとに、様々な化学修飾を施すことで、従来の系とは全く異なる分子配列の伝導性結晶の作製にも取り組んだ。

4. 研究成果

1,2-Nc には 4 つの異性体があり、その中で C_{4h} 対称性を有する配位子を分離抽出し伝導体結晶の作製に取り組んだ。軸配位子を CN、対イオンをテトラフェニルホスホニウム (Ph_4P) とした系で、 $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Fe}(1,2\text{-Nc})(\text{CN})_2]_2$ なる導電性結晶を得た。カチオンと 1:2 で結晶化していることから、Nc の HOMO からなるバンドは 3/4 充填の状態が期待されるが、電気抵抗の温度依存性は熱活

性型の挙動を示した。これは 電子系の基底状態が電荷不均化状態にある $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$ 伝導体で観測される挙動とよく似ており、 $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Fe}(1,2\text{-Nc})(\text{CN})_2]_2$ 伝導体の基底状態も電荷不均化状態にあることが示唆される。さらに、電気抵抗の磁場依存性を確認したところ、その結晶構造は $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$ 伝導体と酷似しているにも関わらず、磁気抵抗効果が大きく抑制されていることが分かった。隣接分子間の 軌道の重なりを拡張 Hückel 法にて見積ると、 $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$ 伝導体に比べて 1/4 程度に減少しており、磁化率測定からは J_{dd} も大きく減少していることも示唆された。Pc に比べて嵩高い 1,2-Nc になると分子間の相互作用が弱化し、 J_{dd} の増強が及ぼす磁気抵抗効果への影響が埋もれてしまったと考えられる。すなわち、磁気抵抗効果を増大する分子設計において、分子間相互作用を十分に確保することも非常に重要であることが分かった。この結果を受け、Pc への小さな分子修飾により分子間相互作用の増強を見込める分子をいくつか設計し伝導体結晶の作製に取り組んだが、伝導体結晶を得るには至らなかった。

一方、Pc と分子構造が酷似した tbp については、量子化学計算と実験の結果から、確かに J_{dd} が減少していることが確認できた。本研究における分子設計の指針が誤っていないことが示唆される。その中で、軸配位子を CN から Br や Cl に置換すると、中心金属のスピン状態が高スピン状態になり得ることが分かった。Fe が低スピン状態の $\text{Fe}(\text{tbp})(\text{CN})_2$ ユニットからなる伝導体結晶 $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Fe}(\text{tbp})(\text{CN})_2]_2$ の磁気抵抗効果は、同形で同じく Fe が低スピン状態の $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$ 伝導体 $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2]_2$ と比べて小さくなっていたが、Fe が高スピン状態の $\text{Fe}(\text{tbp})\text{Br}_2$ ユニットからなる $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Fe}(\text{tbp})\text{Br}_2]_2$ 伝導体結晶の磁気抵抗効果は $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2]_2$ と同程度、磁場印加方向によってはそれを遥かに凌駕するものが観測された。これにより、中心金属のスピン状態によって J_{dd} とそれが及ぼす磁気抵抗効果への影響が大きく変調することが分かる。そこで、中心金属、環状配位子、軸配位子の組み合わせから高スピン状態となり得る分子ユニットを量子化学計算によって探索した。Pc 配位子はそれ自身の配位子場が強いため、金属錯体が高スピン状態になり難いと考えていたが、Mn 錯体においては軸配位子をハロゲンとすることで Mn が高スピン状態になり得ることが示唆された。実際に $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ 伝導体の作製に取り組んだところ、従来の系と同形の単結晶を得ることができたので、その電気・磁気特性を評価した。磁化率測定からは Mn が低スピン状態の $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})(\text{CN})_2]_2$ 伝導体のものに比べて非常に大きなキュリー定数が観測され、 $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ においては Mn が確かに高スピン状態になっていることが確認できた。一方、抵抗率の温度依存性では、 $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})(\text{CN})_2]_2$ に比べて明らかに大きな活性化エネルギーが観測された(図 1(上))。伝導軸方向に沿った分子間の HOMO の重なり積分は $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ と $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})(\text{CN})_2]_2$ で大きな違いはなく、磁化率測定から見積られる J_{dd} も大差なく、むしろ $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ の方が小さい。それにも関わらず $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ が $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})(\text{CN})_2]_2$ に比べて抵抗率の温度依存性で明確な熱活性挙動を示したのは、Mn が高スピン状態となることで J_{dd} が増加していることが示唆される。これは磁気抵抗効果からも見て取れる。低スピン Mn の $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})(\text{CN})_2]_2$ の磁気抵抗効果は同様の系の中では特に小さなものであったのに対し、高スピン Mn の $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ の磁気抵抗効果は非常に大きく、同様の系の中では最大のものに匹敵した(図 1(下))。以上の結果から、磁気抵抗効果の制御には金属のスピン状態が重要な役を演じることを明らかにできた。金属のスピン状態も量子化学計算からある程度予測することが可能であり、分子設計の新たな指針が得られたと言える。

また、本課題を遂行する中で、単一成分伝導体結晶の研究にも取り組んだ。環状配位子を完全に 1 電子酸化すると対イオンを含まない中性ラジカルとなる。それが結晶化した際に分子間の HOMO の重なりが十分にあれば単一成分金属となり得るが、Pc や tbp では電子相関に起因した Mott 絶縁体となるものが多い。Mott 絶縁体は外部刺激によって別の電子相に転移する可能性があり学術的にも実学的にも興味深い研究対象であるが、Pc 系配位子からなる分子性 Mott 絶縁体への圧力効果やキャリアドープの研究はあまりなされていなかった。局在 d スピンと 電子が共存した分子性 Mott 絶縁体の研究例も少なく、本研究で新たな物質系の開拓を目指したところ、 tbp 錯体からなる中性ラジカル結晶 $\text{M}(\text{tbp})\text{L}_2$ がダイヤモンド格子を形成することを見出した。ダイヤモンド格子をなすラジカルは近年注目されている Dirac 電子系となる可能性がある。実

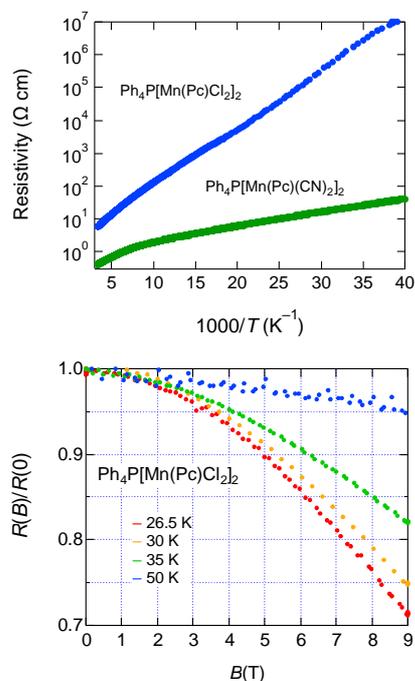


図 1. $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{L}_2]_2$ 伝導体の抵抗率の温度依存性(上)と $\text{Ph}_4\text{P}[\text{Mn}(\text{tbp})\text{Cl}_2]_2$ 伝導体の磁気抵抗効果。

際に、 $M(\text{tbp})\text{L}_2$ 結晶も電子相関を無視すると Dirac 電子系になり得ることが計算科学から示唆された。 $M(\text{tbp})\text{L}_2$ 結晶は常圧では電子相関による Mott 絶縁体となっていたが、2 GPa 程の圧力印加で 2 K でも 100 cm 程度まで抵抗率が抑制されていた。中心金属の選択によっては局在スピンを導入できることも確認しており、本研究課題で見出された $M(\text{tbp})\text{L}_2$ 結晶は Dirac 電子と局在スピスが同一分子に共存する全く新しい系になることを期待させる。

なお、Pc 錯体からなる Mott 絶縁体への化学的キャリアドーピングによる Mott 絶縁相と金属相の可逆的制御や、電界効果トランジスタへの展開可能性も本研究課題の遂行に関連して見出すことができている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Mine Kosuke, Arae Sachie, Murakawa Hiroshi, Tsuchiizu Masahisa, Hanasaki Noriaki, Matsuda Masaki	4. 巻 60
2. 論文標題 Diamond lattice in single-component molecular crystals comprising tetrabenzoporphyrin neutral radicals	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 3019 ~ 3022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3cc05948k	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 Ishii Ryuta, Uejo Misato, Watari Erina, Ikeda Mitsuo, Murakawa Hiroshi, Sakai Hideaki, Matsuda Masaki, Yoshioka Hideo, Tsuchiizu Masahisa, Hanasaki Noriaki	4. 巻 108
2. 論文標題 Ferrimagnetic charge order in molecular conductors with diluted localized spins exhibiting enhanced giant magnetoresistance effect	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 205114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.108.205114	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 Teruya Ryota, Sato Tetsu, Yamashita Masahiro, Hanasaki Noriaki, Ueda Akira, Matsuda Masaki	4. 巻 61
2. 論文標題 Reversible Insulator?Metal Transition by Chemical Doping and Dedoping of a Mott Insulator	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202206428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202206428	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 Mine Kosuke, Yamaguchi Masayuki, Murakawa Hiroshi, Hanasaki Noriaki, Matsuda Masaki	4. 巻 12
2. 論文標題 A large negative magnetoresistance effect in semiconducting crystals composed of an octahedrally ligated phthalocyanine complex with high-spin manganese(<sc>i>i</i>)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 17944 ~ 17949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2ra00188h	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 Sato Ryoya, Gouchi Jun, Uwatoko Yoshiya, Matsuda Masaki	4. 巻 95
2. 論文標題 Phthalocyanine-Based Radicals as Single-Component Molecular Conductors	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 680 ~ 682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220028	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 Yamaguchi Masayuki, Iwamura Sayaka, Mine Kosuke, Murakawa Hiroshi, Hanasaki Noriaki, Matsuda Masaki	4. 巻 50
2. 論文標題 An electrically conducting molecular crystal composed of a magnetic iron(SCP^{III}) complex ($S = 1/2$) with a large aromatic ligand, 1,2-naphthalocyanine ($\text{C}_{20}\text{H}_{18}$ isomer): towards the development of molecular spintronics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 5789 ~ 5794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1dt00588j	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 Seguchi Naoe, Tanaka Ryoma, Fujita Yusuke, Matsuda Masaki	4. 巻 94
2. 論文標題 Organic Field-Effect Transistors Based on a Lithium Phthalocyanine Stable Radical Compound	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 2474 ~ 2476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210292	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 Ryoya, Matsuda Masaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Formation of Three-Dimensional Electronic Networks Using Axially Ligated Metal Phthalocyanines as Stable Neutral Radicals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 747 ~ 747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst10090747	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 Nishi Miki, Hoshino Norihisa, Noro Shin-ichiro, Fujimoto Hitoshi, Akutagawa Tomoyuki, Matsuda Masaki	4. 巻 22
2. 論文標題 Dielectric and gas adsorption/desorption properties of x-Li(Pc) having one-dimensional channels surrounded by Pc ⁻ columns	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 7528 ~ 7531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ce01157f	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 Nishi Miki, Hayata Yuki, Hoshino Norihisa, Hanasaki Noriaki, Akutagawa Tomoyuki, Matsuda Masaki	4. 巻 48
2. 論文標題 Intermolecular interactions of tetrabenzoporphyrin- and phthalocyanine-based charge-transfer complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 17723 ~ 17728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9dt03653a	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 Miyakubo Yusuke, Nishi Miki, Matsuda Masaki	4. 巻 8
2. 論文標題 Fabrication of x Lithium Tetrabenzoporphyrin by One Pot Electrolysis Using n-Butyllithium	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 836 ~ 839
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.201900126	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 花咲 徳亮、松田 真生	4. 巻 70
2. 論文標題 フタロシアニンにおける電気伝導性と磁性の相関機能	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 化学工業	6. 最初と最後の頁 219-226
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 無
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 1件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 峯 幸佑, 花咲 徳亮, 村川 寛, 松田 真生
2. 発表標題 軸配位子を有するマンガンベンゾポルフィリン導電性結晶の電気・磁気特性
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 峯 幸佑, 花咲 徳亮, 村川 寛, 松田 真生
2. 発表標題 テトラベンゾポルフィリン錯体からなる中性ラジカルの結晶の高圧下物性
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 緒方 友理絵, 村川 寛, 花咲 徳亮, 松田 真生
2. 発表標題 有機モット絶縁体への化学的キャリアドーブを志向した混晶作製
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 峯 幸佑, 松田 真生
2. 発表標題 x型リチウムフタロシアニン結晶への化学ドーピング
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 緒方 友理絵, 松田 真生
2. 発表標題 化学的キャリアドーピングを志向したフタロシアニン系混晶の作製
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋 太郎, 松田 真生
2. 発表標題 x型構造を有する金属フタロシアニンの結晶作製の試み
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田 真生
2. 発表標題 フタロシアニン伝導体のこれまでとこれから
3. 学会等名 日本学術振興会 分子系の複合電子機能第181委員会 第40回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 堀之内 美咲, 松田 真生
2. 発表標題 金属フタロシアニンの電気伝導性に及ぼすヨウ素曝露の影響
3. 学会等名 錯体化学会 第72回討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 緒方 友理絵, 清水 裕太, 星野 哲久, 芥川 智行, 松田 真生
2. 発表標題 アルカリ金属をドーブしたリチウムフタロシアニンの電気特性
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 峯 幸佑, 花咲 徳亮, 村川 寛, 松田 真生
2. 発表標題 軸配位型テトラベンゾポルフィリン錯体からなる 中性ラジカル結晶の電気・磁気特性
3. 学会等名 第16回分子科学討論会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kosuke Mine, Masayuki Yamaguchi, Hiroshi Murakawa, Noriaki Hanasaki, Masaki Matsuda
2. 発表標題 Tuning of the Magnetoresistance Effect by Modulating the Spin State of Axially Ligated Manganese Phthalocyanine Complex
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 峯 幸佑, 松田 真生
2. 発表標題 テトラベンゾポルフィリン錯体からなる中性ラジカル結晶の作製
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 峯幸佑, 村川寛, 花咲徳亮, 松田真生
2. 発表標題 高スピン状態のマンガンイオンを有するフタロシアニン系伝導体作製の試み
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 緒方友理絵, 花咲徳亮, 松田真生
2. 発表標題 キラリティを有する分子ユニットFe(1,2-Nc-C4h)L1L2 (Nc = naphthalocyanine)の作製
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 佐藤僚哉, 松田真生
2. 発表標題 電気・磁気特性制御のためのフルオロ基で置換された軸配位金属フタロシアニン伝導体の作製
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 増田翔太, 松田真生
2. 発表標題 安定な有機ラジカルを用いたOFETの素子特性温度依存性
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 田中竜馬, 藤田勇祐, 松田真生
2. 発表標題 安定なラジカル分子を用いたOFETのキャリア移動度向上の試み
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 弓削慶歩, 早田有希, 松田真生
2. 発表標題 有機Mott絶縁体薄膜の光応答性
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 峯 幸佑, 松田 真生
2. 発表標題 テトラベンゾポルフィリン錯体からなる中性ラジカル結晶の作製
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 佐藤僚哉, 松田真生
2. 発表標題 三次元電子系を形成する軸配位金属フタロシアニン中性ラジカル結晶
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 峯 幸佑, 松田 真生
2. 発表標題 巨大な負の磁気抵抗効果を制御する分子設計指針の確立を目的としたベンゾポルフィリン電荷移動錯体の作製
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masayuki Yamaguchi, Sayaka Iwamura, Masaki Matsuda
2. 発表標題 Fabrication of charge transfer complexes showing a giant negative magnetoresistance effect
3. 学会等名 The 24th Joint Seminar of the Kyushu Branch of the CSJ and the Busan branch of KCS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoya Uchida, Hiroyuki Hasegawa, Masaki Matsuda
2. 発表標題 Study of Mott transition by field-induced carrier injections
3. 学会等名 The 24th Joint Seminar of the Kyushu Branch of the CSJ and the Busan branch of KCS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoe Seguchi, Yusuke Fujita, Masaki Matsuda
2. 発表標題 Attempt to fabricate organic field effect transistor based on lithium phthalocyanine
3. 学会等名 The 24th Joint Seminar of the Kyushu Branch of the CSJ and the Busan branch of KCS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Mine, Masaki Matsuda
2. 発表標題 Fabrication of a neutral radical crystal Fe(tbp)(CN) ₂ for an estimation of the intramolecular π -d interaction
3. 学会等名 The 24th Joint Seminar of the Kyushu Branch of the CSJ and the Busan branch of KCS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Eiza Shimizu, Derrick Yu, Masaki Matsuda
2. 発表標題 Electronic structure analysis of ruthenium phthalocyanine with axial ligands
3. 学会等名 第13回分子科学討論会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 峯 幸佑, 松田 真生
2. 発表標題 分子内 π -d相互作用算出のためのFe(tbp)(CN) ₂ 中性ラジカル結晶作製
3. 学会等名 第13回分子科学討論会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 昌幸, 岩村 沙香, 松田 真生
2. 発表標題 負の巨大磁気抵抗効果を示す分子性伝導体の単結晶作製
3. 学会等名 第13回分子科学討論会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田 倫弥, 松田 真生
2. 発表標題 陽イオンを取り込んだx-LiPcの電気特性
3. 学会等名 第13回分子科学討論会2019
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
研究分担者	花咲 徳亮 (Hanasaki Noriaki) (70292761)	大阪大学・理学研究科・教授 (14401)	

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
---------	---------