

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K14232

研究課題名(和文) ガス分子により駆動される金属錯体薄膜の革新的磁気特性変換

研究課題名(英文) Gas/vapor-driven vapochromism of metal complex-based thin films coupled with the switching of magnetic behavior

研究代表者

吉田 将己 (Yoshida, Masaki)

北海道大学・理学研究院・助教

研究者番号：20712293

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：刺激応答性分子の開発は、分子科学に基づくナノ材料開発の重要な基盤研究である。本課題では、蒸気分子やガス分子との接触により駆動するメモリー・デバイス材料への展開を見据え、蒸気やガスで色調と磁気的性質とを連動して変化させるニッケル(II)錯体の創製を目指した。その結果、磁気測定やX線分光などからニッケル(II)錯体の配位子場強度が蒸気応答性に及ぼす影響の比較検討に成功した。また、異種金属配位高分子を用いることで、蒸気によって二段階色調変化と磁気的相互作用の同時変調にも成功した。これらの成果は、分子科学に立脚した機能性材料を開発する上で重要な知見を与えるものと期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外部刺激により色や物性を変化させる刺激応答材料はスマート材料とも呼ばれ、温度計や湿度センサーなどのセンサー材料からディスプレイ・スマートウインドウなどの光電子材料まで幅広い分野で注目されている。一方、これまでガスや蒸気により色を変化させる材料は数多く報告されているものの、この色変化と磁性や伝導性などの固体物性を連動させた例が少なく、その応用をセンサーのみに限定する結果となっていた。本研究で得られた成果は、このような蒸気やガスによる色と磁性の連動変換を達成するための設計指針を提供するものであり、新奇な機能性材料・デバイス材料を開発するうえで重要な知見を与えるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The development of stimuli-responsive materials is an important research target for the development of nanomaterials based on molecular science. In this project, we aimed to create nickel(II) complexes that change their color and magnetic properties by vapor or gas, with a view to developing them into memory and device materials driven by exposure to vapor or gas molecules. As a result, (1) we have successfully discovered the influence of the ligand field on the vapochromic response of these Ni(II) systems from magnetic measurements and X-ray spectroscopy. Furthermore, (2) we have also succeeded in creating a heterometallic coordination polymer whose color and magnetic interaction can be changed in two steps by vapor exposure. These results are expected to provide important insights for the development of functional materials based on molecular science.

研究分野：錯体化学

キーワード：錯体化学 刺激応答性材料 スピン状態 電子状態

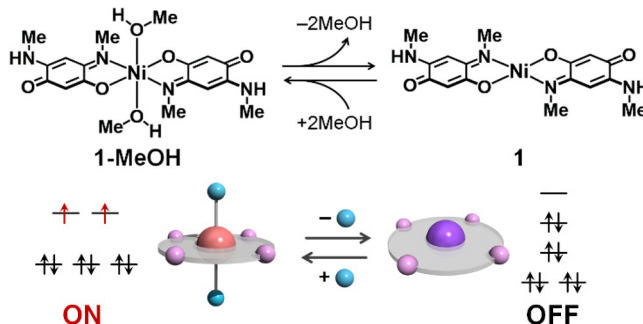
## 1. 研究開始当初の背景

刺激応答性分子の開発は、分子科学に基づくナノ材料開発の重要な基盤研究である。特に、ガス分子や蒸気分子との接触で色調や発光を変化させる「ベイポクロミズム」を示す分子は、有害な揮発性有機化合物 (VOC) を「目で見る」センサーとして 2000 年代より盛んに研究が展開されてきた。一方、この色調変化を磁気特性や伝導性などの固体物性と連動させることは困難を伴い、その報告例は非常に限られている。そのため、ベイポクロミズムの応用例は未だに色や発光で蒸気を検出する光学センサーに限定されており、これを電子材料等へと展開するためにはブレークスルーが必要である。

特にメモリー材料開発の基盤である磁気特性に注目した場合、ガスや蒸気分子による色調と磁気特性の連動変換を達成するための戦略として主に①スピントスオーバー現象 (SCO) のような 2 つの spin 状態間の平衡を利用するもの、および②蒸気分子の直接的な配位によって spin 状態を変化させるもの、という 2 つの方法論がとられてきた。このうち、①については鉄(II)錯体やコバルト(II)錯体を基盤とした多孔性配位高分子 (PCP) においてしばしば見出されており、大きな構造変化を要しないため比較的設計が容易な一方で、spin 状態間の熱平衡を利用するため極低温においては常に低 spin 状態となるという問題点がある。一方、②については配位数によって spin 状態が変化するニッケル(II)錯体が有望であり、熱平衡を利用しないため幅広い温度に対する頑強性が期待される一方で、大きな構造変化を伴うため剛直な固体中で行うことは極めて困難である。実際に、溶液中や高分子中においてはニッケル(II)錯体への溶媒の配位や解離に伴う spin 状態の変化が観測されているが、固体中で蒸気曝露によりこれを実現した例は我々の成果を含め 2 例しか存在していなかった。したがって、体系的な材料開発に基づいてニッケル(II)錯体結晶の spin 状態を制御するための分子設計を確立することは、ガス分子や蒸気分子との接触に基づく新奇なメモリー材料・電子デバイス材料の開発の基盤となる極めて重要な研究対象であると言える。

## 2. 研究の目的

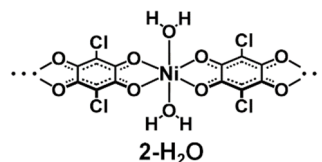
本研究では、蒸気分子やガス分子との接触により spin 状態や磁氣的相互作用を変化させるニッケル(II)錯体結晶の創製を目指し、新規ニッケル(II)錯体およびニッケル(II)イオンを含む異種金属配位高分子の合成を行うとともに、これらの蒸気応答挙動を種々の測定から追跡することで分子設計の指針を得ることを目的とした。具体的には、メタノール蒸気によって色調と spin 状態を変化させることが研究代表者らによって見出されたニッケル(II)キノノイド錯体 **1** (右図、引用文献①) を基本骨格とし、迅速応答や配位子場強度の影響探索を目的とした配位高分子化 (**研究項目(1)**) および異種金属間での磁氣的相互作用の変調を目的とした異種金属配位高分子の合成 (**研究項目(2)**) について中心的に取り組んだ。さらにデバイス化などを見据えた錯体薄膜の作成方法についても検討を行った。



## 3. 研究の方法

## 研究項目(1)

まず第一段階として、迅速応答や配位子場強度の影響の探索を目的とし、右図の錯体 **2** (およびその水和状態である **2-H<sub>2</sub>O**) に着目した。本錯体は錯体 **1** と比べて配位子の嵩高さが低減され、また配位高分子構造をとることから、幅広い蒸気やガスに対して迅速に応答することが期待される。また、錯体 **1** と比べて配位原子がすべて酸素原子であることから、より配位子場が弱いことが想定される。研究項目(1)ではこの錯体 **2** の蒸気応答挙動および磁氣的特性について、先行研究の錯体 **1** と比較しながらその蒸気応答挙動を制御する因子についての議論を試みた。



## 研究項目(2)

上記の研究(1)に加え、蒸気分子による磁氣的相互作用の変調を志向してニッケル(II)イオンと銅(II)イオンからなる異種金属配位高分子に着目した。この配位高分子は二種類の金属イオンを有するため、二段階の蒸気吸着挙動とそれに応じた不對電子間相互作用の変化が期待される。この配位高分子を用いて蒸気吸着挙動、色調変化、および磁氣的特性の変化について検討を行った。

#### 4. 研究成果

##### 研究項目(1)

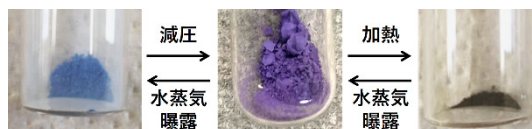
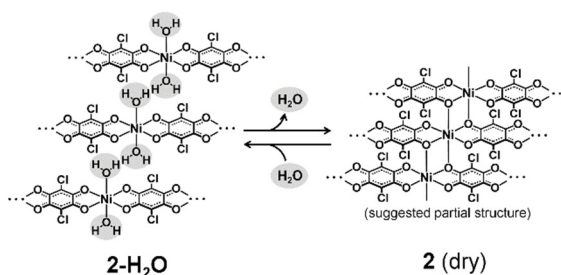
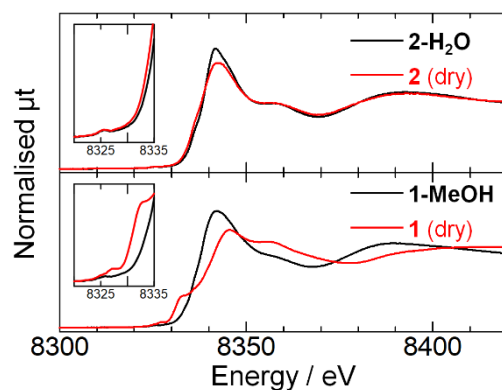
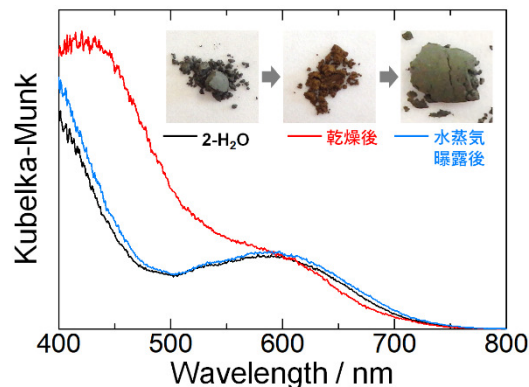
上述の戦略に基づき、まずは錯体 **2** の蒸気応答性について検討を行った。その結果、錯体 **2**- $\text{H}_2\text{O}$  は可逆的に配位水を脱離・再吸着し、それに伴う色調の変化も示すことが判明した(右図)。また、種々の溶媒蒸気やガスに対する応答性を検討したところ、この錯体 **2** はメタノールやエタノール、アセトニトリル、アンモニア等の配位性の蒸気やガスに対しては応答性を示したのに対し、クロロホルムやジクロロメタン等の非配位性の蒸気に対しては応答しなかった。このことから、ニッケル(II)イオン上への溶媒やガスの配位と解離によってこの色調変化が起こっていることが確認された。

続いて、蒸気脱離前後の磁気的特性について検討を行ったところ、錯体 **1** とは対照的に、錯体 **2** は水蒸気の吸着・脱離に関わらず高スピン状態であり磁気的特性の変化がないことが判明した。そこで、蒸気吸脱着に伴う構造変化を追跡するために X 線吸収微細構造 (XAFS) 分析を行った。その結果、錯体 **2** においては吸脱着前後でスペクトル形状に大きな変化が見られなかったのに対し、錯体 **1** では明瞭な変化が見られた。例えば、右図に示す X 線吸収端近傍構造 (XANES) 領域においては、錯体 **1** でのみ乾燥後に吸収端のピークが分裂した。これは、6 配位八面体型では縮退していた  $4p_x$ 、 $4p_y$ 、 $4p_z$  軌道が 4 配位平面四角形型に構造変化することで縮退が解けたことを示す結果である。このことから、錯体 **1** は脱溶媒により配位構造が大きく変化するのに対し、錯体 **2** は配位溶媒の脱離後も 6 配位構造を保っていることが判明した。また、同様の結論は拡張 X 線吸収微細構造 (EXAFS) 領域の解析からも導くことができた。

以上の結果から、錯体 **2** においては右図のように溶媒脱離後も 6 配位構造の高スピン状態を保っていることが確認された。これは錯体 **1** と **2** の配位子場強度の違いに由来するものと考えられ、このようなスイッチング分子を設計する上での興味深い指針を得た。

##### 研究項目(2)

これに加え、より優れた応答系の構築を目的としてニッケル(II)イオンと銅(II)イオンからなる異種金属配位高分子の構築を行った。その結果、この配位高分子は下図のように水蒸気の吸脱着に伴い青色から紫色、茶色へと 2 段階で色調変化を示すことが判明した。XAFS 分析の結果、この配位高分子についても錯体 **2** と同様に水分子を脱離させてもニッケル(II)イオンの配位数は変化せず、六配位構造を保っていることが判明した。非常に興味深いことに、磁気測定の結果、この配位高分子は青色の水和状態では弱磁性を示すのに対し、茶色の乾燥状態では弱いながらも残留磁化が観測されたことから、蒸気曝露による磁気的相互作用の変調を達成できたことが判明した。現在、この挙動の詳細については更なる検討を進めているところである。



以上、本研究では蒸気曝露により色調と磁気的挙動を連動して変換させる錯体を創製するとともに種々の測定を駆使してその挙動を詳細に解明することで、これらの設計指針に対する重要な知見を得ることに成功した。一方、今回得られた錯体群はいずれも極めて難溶性であり錯体薄膜を得ることはできていないため、現在はまず錯体薄膜作成のノウハウ蓄積を行っているところである。今後、これらの錯体群を薄膜化することで、蒸気やガスにより駆動する新奇なメモリ材料・電子デバイス材料の開発へとつながることが期待できる。

##### <引用文献>

① P. Kar, **M. Yoshida**, Y. Shigeta, A. Usui, A. Kobayashi, T. Minamidate, N. Matsunaga, M. Kato, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2017**, 56, 2345–2349.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計29件（うち査読付論文 29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 Yano Ryota, Yoshida Masaki, Tsunenari Takahiro, Sato-Tomita Ayana, Nozawa Shunsuke, Iida Youhei, Matsunaga Noriaki, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Vapochromic behaviour of a nickel(II)-quinonoid complex with dimensional changes between 1D and higher	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1DT00269D	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 Kobayashi Atsushi, Imada Shin-ichiro, Wang Dongjin, Nagao Yuki, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 225
2. 論文標題 Cooperative phenomenon of vapochromism and proton conduction of luminescent Pt(II) complexes for the visualisation of proton conductivity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Faraday Discussions	6. 最初と最後の頁 184 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0FD00001A	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 Kondo Sae, Yoshimura Nobutaka, Yoshida Masaki, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 49
2. 論文標題 Vapochromic luminescence of a spin-coated copper(I) complex thin film by the direct coordination of vapour molecules	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 16946 ~ 16953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0DT03167D	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 Yoshimura Nobutaka, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 26
2. 論文標題 Enhancement of Photocatalytic Activity for Hydrogen Production by Surface Modification of Pt TiO <sub>2</sub> Nanoparticles with a Double Layer of Photosensitizers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 16939 ~ 16946
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202003990	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 Mari, Yoshida Masaki, Fujii Sho, Miura Atsushi, Ueno Kosei, Shigeta Yasuhiro, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 56
2. 論文標題 Liquid-liquid interface-promoted formation of a porous molecular crystal based on a luminescent platinum(II) complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12989 ~ 12992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC04164E	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 Saito Daisuke, Ogawa Tomohiro, Yoshida Masaki, Takayama Junichi, Hiura Satoshi, Murayama Akihiro, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 59
2. 論文標題 Intense Red Blue Luminescence Based on Superfine Control of Metal-Metal Interactions for Self Assembled Platinum(II) Complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 18723 ~ 18730
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202008383	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 Kobayashi Atsushi, Ehara Tomoka, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 59
2. 論文標題 Quantitative Thermal Synthesis of Cu(I) Coordination Polymers That Exhibit Thermally Activated Delayed Fluorescence	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 9511 ~ 9520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c00341	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 Yoshimura Nobutaka, Kobayashi Atsushi, Genno Wataru, Okubo Takashi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 4
2. 論文標題 Photosensitizing ruthenium(II)-dye multilayers: photoinduced charge separation and back electron transfer suppression	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainable Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 3450 ~ 3457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SE00151A	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 Wakasugi Chuei, Yoshida Masaki, Sameera W. M. C., Shigeta Yasuhiro, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 26
2. 論文標題 Bright Luminescent Platinum(II) biaryl Emitters Synthesized Without Air sensitive Reagents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 5449 ~ 5458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905821	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 Masaki, Kato Masako	4. 巻 408
2. 論文標題 Cation-controlled luminescence behavior of anionic cyclometalated platinum(II) complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Coordination Chemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 213194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ccr.2020.213194	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 Ogawa Tomohiro, Sameera W.M.C., Yoshida Masaki, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 739
2. 論文標題 Phosphorescence properties of anionic cyclometalated platinum(II) complexes with fluorine-substituted tridentate diphenylpyridine in the solid state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Physics Letters	6. 最初と最後の頁 137024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cpllett.2019.137024	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 Masaki, Yanagida Sae, Saito Daisuke, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 36
2. 論文標題 Aromatic versus Aliphatic -Diimine Ligands in Heteroleptic Copper(I) Emitters: Photophysical and Electrochemical Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 67 ~ 73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19SAP07	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 Kobayashi Atsushi, Imada Shin-ichiro, Shigeta Yasuhiro, Nagao Yuki, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 7
2. 論文標題 Vapochromic luminescent proton conductors: switchable vapochromism and proton conduction of luminescent Pt(II) complexes with proton-exchangeable sites	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 14923 ~ 14931
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9tc04944d	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 Matsukawa Hiroki, Yoshida Masaki, Tsunenari Takahiro, Nozawa Shunsuke, Sato-Tomita Ayana, Maegawa Yoshifumi, Inagaki Shinji, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 9
2. 論文標題 Fast and stable vapochromic response induced through nanocrystal formation of a luminescent platinum(II) complex on periodic mesoporous organosilica	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-51615-w	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 Yoshimura Nobutaka, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 92
2. 論文標題 A Systematic Study on the Double-Layered Photosensitizing Dye Structure on the Surface of Pt-Cocatalyst-Loaded TiO <sub>2</sub> Nanoparticles	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 1793 ~ 1800
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190164	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 Yanagida Sae, Yoshida Masaki, Sameera W. M. C., Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 92
2. 論文標題 Insight into the Origin of Competitive Emission of Copper(I) Complexes Bearing Diimine and Diphosphine Ligands	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 1684 ~ 1693
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190128	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 Sun Yu, Amsler Maximilian, Goedecker Stefan, Caravella Alessio, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 21
2. 論文標題 Surfactant-assisted synthesis of large Cu-BTC MOF single crystals and their potential utilization as photodetectors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 3948 ~ 3953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ce00440h	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 Shigeta Yasuhiro, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 58
2. 論文標題 Stability Tuning of Vapor-Adsorbed State of Vapochromic Pt(II) Complex by Introduction of Chiral Moiety	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 7385 ~ 7392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b00533	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 Masaki, Shitama Hotaka, Sameera W. M. C., Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Robust Triplatinum Redox-chromophore for a Post-synthetic Color-tunable Electrochromic System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900713	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 Kobayashi Atsushi, Fujii Momoko, Shigeta Yasuhiro, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 58
2. 論文標題 Quantitative Solvent-Free Thermal Synthesis of Luminescent Cu(I) Coordination Polymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4456 ~ 4464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b03641	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 Kobayashi Atsushi, Shimizu Kenki, Watanabe Ayako, Nagao Yuki, Yoshimura Nobutaka, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 58
2. 論文標題 Two-Step Vapochromic Luminescence of Proton-Conductive Coordination Polymers Composed of Ru(II)-Metalloligands and Lanthanide Cations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 2413 ~ 2421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b02928	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 Shigeta Yasuhiro, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 2019
2. 論文標題 Effect of the Chirality of Counter Anions on the Vapochromic Behavior of Luminescent PtII Complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1011 ~ 1017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.201801453	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 Otsuka Hiroki, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 369
2. 論文標題 The effect of pyridyl anchoring groups at the surfaces of Ru(II)-dye-sensitized TiO <sub>2</sub> nanoparticles on photocatalytic oxygen evolution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry	6. 最初と最後の頁 189 ~ 194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochem.2018.10.019	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 Ogawa Tomohiro, Sameera W. M. C., Saito Daisuke, Yoshida Masaki, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 57
2. 論文標題 Phosphorescence Properties of Discrete Platinum(II) Complex Anions Bearing N-Heterocyclic Carbenes in the Solid State	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14086 ~ 14096
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b01654	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 Kitano Hirotsugu, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 2
2. 論文標題 Photocatalytic hydrogen evolution driven by platinated CdS nanorods with a hexacyanidoruthenate redox mediator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sustainable Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 2609 ~ 2615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8se00201k	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 Kobayashi Atsushi, Yoshida Yuya, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 24
2. 論文標題 Mechanochromic Switching between Delayed Fluorescence and Phosphorescence of Luminescent Coordination Polymers Composed of Dinuclear Copper(I) Iodide Rhombic Cores	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 14750 ~ 14759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201802532	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 Kobayashi Atsushi, Watanabe Shuhei, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 1
2. 論文標題 Importance of the Molecular Orientation of an Iridium(III)-Heteroleptic Photosensitizer Immobilized on TiO <sub>2</sub> Nanoparticles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 2882 ~ 2890
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.8b00538	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 Shigeta Yasuhiro, Kobayashi Atsushi, Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 18
2. 論文標題 Crystal Engineering of Vapochromic Porous Crystals Composed of Pt(II)-Diimine Luminophores for Vapor-History Sensors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 3419 ~ 3427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.8b00130	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 Liang Panyi, Kobayashi Atsushi, Sameera W. M. C., Yoshida Masaki, Kato Masako	4. 巻 57
2. 論文標題 Solvent-Free Thermal Synthesis of Luminescent Dinuclear Cu(I) Complexes with Triarylphosphines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 5929 ~ 5938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b00439	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26件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Mari Kimura, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Liquid-liquid interface-controlled crystallization and luminescence of a hydrogen-bonded porous framework built from a platinum(II) complex
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田 将己
2. 発表標題 刺激応答性金属錯体に対する合目的な設計指針の確立と開拓
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Hiroki Matsukawa, Takahiro Tsunenari, Shunsuke Nozawa, Ayana Sato-Tomita, Yoshifumi Maegawa, Shinji Inagaki, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Fast and Stable Vapochromic Response Induced Through Nanocrystal Formation of a Luminescent Platinum(II) Complex on Periodic Mesoporous Organosilica
3. 学会等名 Faraday Discussion: Cooperative Phenomena in Framework Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 牧野 祐介、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 強発光性白金(II)錯体を用いた弾性結晶の創成
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森本 珠実、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 層状ナノシートに担持したシクロメタレート型白金(II)錯体の発光特性
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 将己、木村 真理、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 液液界面を利用した多孔性白金(II)錯体結晶の創製と発光特性制御
3. 学会等名 2020年web光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 将己、木村 真理、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 Control of Crystal Polymorph and Luminescence of a Cyclometalated Pt(II) Complex at Liquid/Liquid Interface
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Hotaka Shitama, W. M. C. Sameera, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 A Triple-decker Platinum Complex for Post-synthetic Color-tunable Electrochromic Systems
3. 学会等名 The 15th Nanjing University-Hokkaido University-NIMS Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Chuei Wakasugi, W. M. C. Sameera, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Facile Synthesis and Photophysical Properties of Strongly Luminescent Pt(II)-biaryl Complexes
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢野 亮太、吉田 将己、佐藤 文菜、野澤 俊介、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 ニッケル(II)配位高分子のベイポクロミック特性と磁氣的性質
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧野 祐介、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 ハロゲン間相互作用型白金(II)ジイミン錯体結晶が示す弾性と発光特性
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村 真理、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 白金(II)錯体環状六量体を基盤とする多孔性超分子結晶の構築と発光特性
3. 学会等名 錯体化学会第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧野 祐介、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 弾性変形を示すハロゲン間相互作用型発光性白金(II)錯体結晶の創製
3. 学会等名 錯体化学会第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田 将己、柳田 沙瑛、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 各種ジイミン配位子を有する銅(I)ジホスフィン錯体の溶液内挙動に対する電気化学的検討
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Hotaka Shitama, W. M. C. Sameera, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Robust Triplatinum Redox-chromophore for a Post-synthetic Color-tunable Electrochromic System
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Soft Crystals (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Paramita Kar, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Vapor-Triggered Spin Switching in the Solid-state Coupled with Reversible Color Change in a Nickel(II)-Quinonoid Complex
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 吉田 将己、若杉 宙泳、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 Photophysical Properties of Luminescent Pt(II) Complexes Having a Substituted Dicarbanionic Ligand
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 Masaki Yoshida, Paramita Kar, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Methanol-Triggered Vapochromism Coupled with Solid-State Spin Switching in a Nickel(II)-Quinonoid Complex
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Langkawi 2018 (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 真理、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 2-フェニルベンズイミダゾールを有するシクロメタレート型白金錯体の発光特性
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松川 大輝、吉田 将己、佐藤 文菜、野澤 俊介、前川 佳史、稲垣 伸二、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 発光性白金(II)錯体担持bpy-PMOのナノ結晶生成による迅速蒸気応答
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田 将己、柳田 沙瑛、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 電気化学測定による銅(I)ジイミン・ジホスフィン錯体の酸化還元特性の解析
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Yoshida, Hotaka Shitama, W. M. C. Sameera, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 A Triple-decker platinum complex for post-synthetically color-tunable electrochromic systems
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chuei Wakasugi, Masaki Yoshida, Hotaka Shitama, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Synthesis and photophysical properties of platinum(II) complexes having biphenyl dianion derivatives
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Hiroki Matsukawa, Masaki Yoshida, Ayana Sato-Tomita, Shunsuke Nozawa, Yoshifumi Maegawa, Shinji Inagaki, Atsushi Kobayashi, Masako Kato
2. 発表標題 Fast VapoChomic Response Induced by Nano crystal Formation of a Luminescent Platinum(II) Complex on Periodic Mesoporous Organosilica
3. 学会等名 錯体化学会第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢野 亮太、吉田 将己、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 キノイド配位子架橋ニッケル(II)錯体のペイポクロミック特性
3. 学会等名 錯体化学会第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田 将己、若杉 宙泳、小林 厚志、加藤 昌子
2. 発表標題 ジカルボアニオン型配位子を有する白金(II)錯体の合成と光物性
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2018年夏季研究発表会
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
---------------------------	-----------------------	----

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