

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05098

研究課題名（和文）ポリオキソメタレートと白金多核錯体からなる混合原子価一次元集積体の導電物性

研究課題名（英文）Conductive Properties of Mixed-Valence One-Dimensional Assemblies Composed of Polyoxometalates and Multinuclear Platinum Complexes

研究代表者

植村 一広 (Uemura, Kazuhiro)

岐阜大学・工学部・准教授

研究者番号：60386638

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：固体酸化触媒として工業利用されている球状の多核錯体のポリオキソメタレート（POM）は、多電子還元でき、還元電子は球上を非局在化するが、POM同士の相互作用が弱く、それ自身では電気が流れない。本研究では、一次元状の白金多核錯体でPOMを繋ぎ、3種類の一次元状混合原子価集積体の単離に成功した。いずれの集積体中の金属は混合原子価であり、不対電子が金属上に存在し、常温での導電率がPOMのみに比べ10万倍以上向上することがわかった。また、合成の過程において多様な類似体を得ることができ、構造次元性が二次元状の混合原子価集積体も見出せた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ポリオキソメタレートは古くから知られ、オレフィン水和反応における酸触媒、メタクリル酸合成の酸化触媒として工業的に利用され、水の酸化触媒等の多電子移動反応触媒の有望な候補となっているが、骨格自体を導電物性に利用している研究はほとんどない。本研究で見出した、ポリオキソメタレートと白金四核錯体からなる混合原子価集積体は非局在化した電子を有し、比較的電気が流れやすいと考えている。この集積体は、2つの調整可能な物質を混合して得られることから、バンド構造、電荷輸送能、光吸収帯をチューニングできる化合物群といえ、太陽電池などに利用できれば、学術的・産業的にも大きな波及効果が期待される。

研究成果の概要（英文）：Polyoxometalates (POMs), spherical multinuclear complexes, can undergo multi-electron reduction, with electrons delocalizing over the molecules. The low electrical conductivity of POMs is attributed to the lack of electronic interaction between them. In this study, we successfully isolated three types of mixed-valent one-dimensional assemblies by linking POMs with one-dimensional platinum multinuclear complexes. Each compound is paramagnetic with mixed-valent metal, demonstrating that the conductivity at room temperature is over 100,000 times higher than that of POMs alone. Additionally, we found various analogs, such as two-dimensional mixed-valent assemblies.

研究分野：金属錯体化学

キーワード：ポリオキソメタレート 多核錯体 一次元鎖 金属結合

1. 研究開始当初の背景

TTF-TCNQ に代表されるように、 π -バンドをもつ有機伝導体は、加圧下での(TMTSF)₂PF₆の有機超伝導体の発見以来、その研究は飛躍的に活性化した。分子性導体は、明確で、設計性のある分子が集積した固体物質であり、金属酸化物やセラミックスの無機固体と比較して、電子(バンド)構造を緻密に制御できる利点を有する。一般に、分子性導体で金属伝導を得るには、分子間距離を短くし、電荷移動積分を増加させ、混合原子価状態を発現させて、オンサイトクーロン反発を減少させる必要がある。混合原子価状態となる物質に、ポリオキシメタレート(POM)がある。POMは、高酸化状態の金属が酸素で連結された球形の多核金属錯体である。例えば、H₃[Mo₁₂O₄₀P]は、12個の+6価のモリブデンが酸素で連結した球形分子で、一電子還元で混合原子価となり、不対電子が球上を非局在化する。POMを固体中で上手に集積化すれば、高い電荷輸送能をもつ材料となりうる。しかし、POM同士の相互作用は弱く、固体中で孤立した分子として振る舞い、電気は流れにくい。

一方で、我々はこれまでに、2種類の金属錯体を、直接の金属結合で繋げた異種金属一次元鎖錯体を合成してきた。異種金属一次元鎖錯体は、2種類の金属間の σ^* (d_z^2)軌道でのHOMO-LUMO相互作用で得られ、合成の汎用性は高く、複数種の金属を規則的に並べられ、2種類の金属錯体の組み合わせを変えることで、常磁性化やバンドギャップ制御が可能であることを明らかにしている。

2. 研究の目的

本研究では、POMを白金多核錯体で繋ぎ、POMを含む混合原子価一次元集積体を合成し、その導電物性の追跡を目的とした。POMは固体酸化物の断片ともいえ、内包イオンの種類、金属種、金属核数によって性質が異なることが知られている。また、白金多核錯体も、金属種と金属核数を変え、常磁性化と電子非局在性をチューニング可能で、その高い一次元集積化能を明らかにしている。両者を組み合わせて得られる一次元集積体で、電子構造を幅広く変えられ、新しい分子性導体の物質群とすることを目標とする。

3. 研究の方法

POMに、Keggin型Mo₁₂核のNa₃[PMo₁₂O₄₀] (= {PMo₁₂})と、Dawson型Mo₁₈核の(NH₄)₆[P₂Mo₁₈O₆₂] (= {P₂Mo₁₈})を、白金多核錯体に、白金四核錯体の{Pt₄}と白金-パラジウム三核錯体{Pt₂Pd}を選び、質量分析、IR、元素分析で、単離を確認した。その後、原料錯体を混合して、混合原子価集積体を合成した。合成溶媒、温度、濃度を最適化して良質の単結晶を育成し、単結晶X線構造解析で構造を確認した。得られた集積体の元素分析、IR、XPS測定で、集積体中の金属酸化数を明らかにした。また、拡散反射スペクトルでバンド構造を明らかにした。ESR測定で不対電子の有無を確認し、帯磁率測定で、集積体中の不対電子の量、金属電荷分布、電子局在/非局在性、電子構造を明らかにし、ペレット二端子法での直流伝導度測定で集積体の導電率を明らかにした。

4. 研究成果

{PMo₁₂}、{P₂Mo₁₈}、{Pt₄}、{Pt₂Pd}を各種条件下で混合したところ、濃青色結晶の[{PMo₁₂O₄₀}]{Pt₂(pam)₂(NH₃)₄}₂[(NO₃)_{2n}·4nMe₂CO] (1)、濃緑色結晶の[{PMo₁₂O₄₀}]{Pt₂Pd(pam)₄(NH₃)₄}_n·5nMeCN (2)、緑色結晶の(NH₄)_n[{P₂Mo₁₈O₆₂}]{Pt₂(pam)₂(NH₃)₄}₂·nH₂O (3)を得た。単結晶X線構造解析で、1: -{PMo₁₂}-{Pt₄}-、2: -{PMo₁₂}-{Pt₂Pd}-、3: -{P₂Mo₁₈}-{Pt₄}-と、POMと一元状白金錯体が繰り返し一次元状に並んだ集積体であることを明らかにした(図1)。1は、白金に配位した2つのアンモニアと、2つのアミダート窒素が、POMの酸素原子と水素結合を形成し、白金はPOMの酸素と3.42 Åの距離にあった。また、白金間距離は、複核錯体内は2.81 Å、複核錯体間は2.90 Åであった。2では、白金はPOMの酸素と3.40 Åの距離にあり、白金-パラジウム間距離は2.65 Åであった。3では、結晶学的に独立な白金は4つあり、POMの酸素原子と2.84 Åと近接していた。白金間距離は、POMの酸素と近い方が、2.74 Åと、遠い方の2.81 Åよりも、顕著に短く、複核錯体間は、2.84 Åの距離であった。XPSおよび元素分析の測定結果を考慮すると、1~3中の金属酸化数は、1が-{PMo(+5.83)₁₂}-{Pt(+2.25)₄}-、2が-{PMo(+6)₁₂}-{Pt₂Pd(+2.33)}-、3が-{P₂Mo(+6)₁₈}-{Pt(+2.25)₄}-と考えられ、混合原子価状態をとると考えられる。

1~3の帯磁率測定をしたところ、300 Kでの χT 値は、1では0.38 cm³ K mol⁻¹、2では0.40 cm³ K mol⁻¹、3では0.34 cm³ K mol⁻¹で、POMと白金多核錯体1つずつに不対電子1つ分に相当する値であった。極低温から常温までの、ESR測定をしたところ、1の4 Kでは、白金 d_z^2 スピン由来の g 値の大きい軸対称シグナル、POMのMo d_{xy} スピン由来の $g=2$ のシャープなシグナル、その中間の等方的なシグナルに分裂した。常温になるにつれ、ブロードなシグナルへと統合され、不対電子が{PMo₁₂}と{Pt₄}を高速にホッピングしていることがわかった。シグナルの線幅の温度依存性を用いて、活性化エネルギーを0.02 eVと見積もれた。2では、常温ではPt-Pd-Pt上を

非局在している dz^2 スピン由来の 5 本に分裂したシグナルが観測され、低温になるにつれ、 $g=2$ のシャープなシグナルが出現した。**3** では、9 本に分裂した軸対称シグナルが観測され、不對電子が白金 4 つにわたって非局在化していることがわかった。

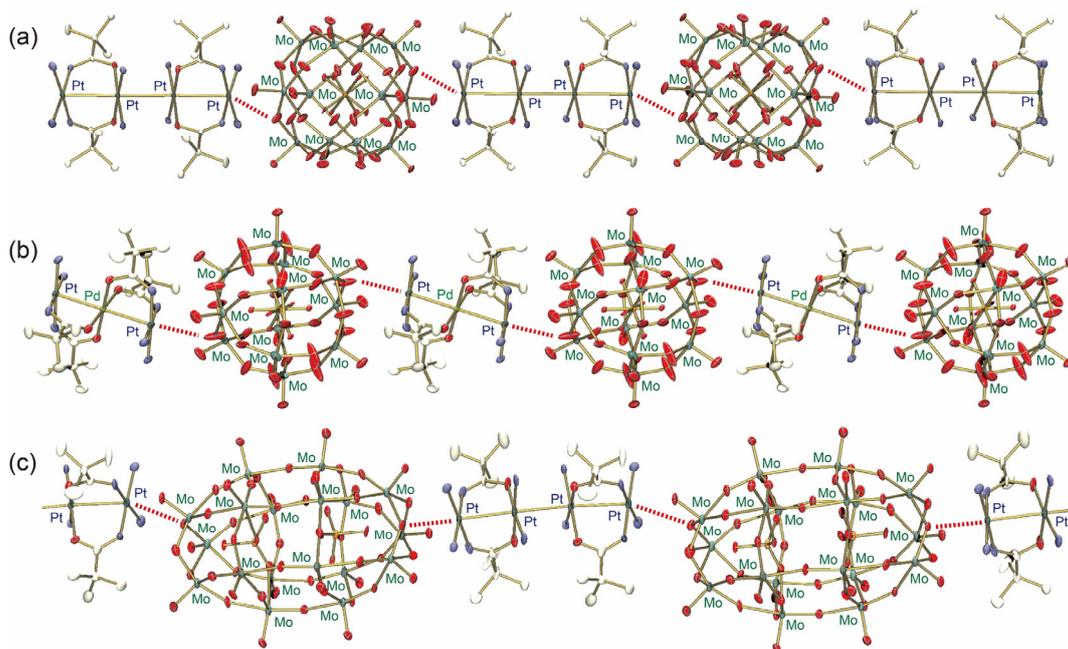


図 1. (a) **1**、(b) **2**、(a) **3** の一次元構造

第一原理計算ソフト Wien2k を用いて、結晶構造に基づいた DOS を計算したところ、**1** と **3** では、フェルミレベル近傍に白金由来の分布が、**2** では明確なバンドギャップがみられた。拡散反射スペクトルで光学バンドギャップを見積もると、**1** は 1.76 eV、**2** は 1.20 eV、**3** は 1.71 eV であった。常温での導電率は、**1** は $1.0 \times 10^{-8} \text{ Scm}^{-1}$ 、**2** は $7.0 \times 10^{-8} \text{ Scm}^{-1}$ 、**3** は $3.0 \times 10^{-7} \text{ Scm}^{-1}$ であり、比較的よく電気が流ることがわかった。また、低温になるにつれ、抵抗率が上昇する半導体的挙動を示した。アレニウスプロットの結果、活性化エネルギーが、**1** は 0.6 eV、**2** は 0.5 eV、**3** は 1.7 eV と見積もれた。**1**~**3** では、抵抗率に温度依存性がみられ、電荷伝導に関する Marcus パラメータを評価したところ、電子輸送と考えられる。

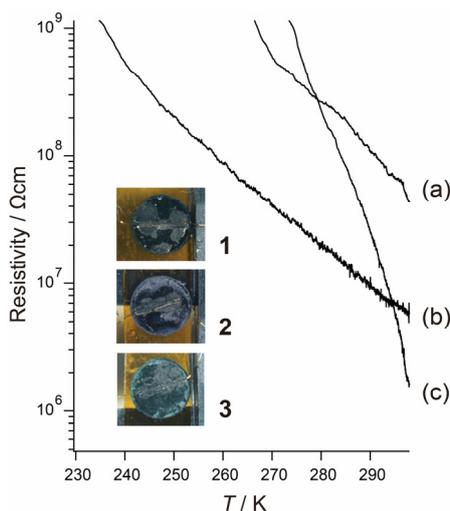


図 2. (a) **1**、(b) **2**、(a) **3** の抵抗率の温度依存性

続いて、 $\{\text{PMo}_{12}\}$ と $\{\text{Pt}_4\}$ を、1 mM : 1 mM もしくは 1 mM : 2 mM で、40 mM の NaX ($X = \text{NO}_3^-$, ClO_4^- , PF_6^- , CF_3SO_3^- , CF_3CO_2^-) を加えた場合も含め、4 つの条件で混合した。溶媒には、メタノール、エタノール、アセトン、THF、アセトニトリル、水の 6 種類を選び、合計 144 通りの条件を検討した。その結果、MeOH 中 2:1 で混合すると、 $X = \text{CF}_3\text{SO}_3^-$ から紫色の金属光沢を呈する暗緑色単結晶の **4** が、 $X = \text{PF}_6^-$ から暗緑色単結晶の **5** が析出した。単結晶 X 線構造解析の結果、**4** と **5** はともに、 $\{\text{PMo}_{12}\}$ を節に $\{\text{Pt}_4\}$ が架橋し、二次元格子を形成していた。二次元格子同士は、**4** では *face-to-face* で、**5** では塞ぐように積層していた。**4** と **5** とともに、白金四核錯体中の

白金間距離は $\{\text{Pt}_4\}^{5+}$ に特徴的で、POM 中の Mo-O 間距離から、 $\{\text{PMo}_{12}\}$ は原料から還元して、**4**では $\{\text{PMo}_{12}\}^{4+}$ 、**5**では $\{\text{PMo}_{12}\}^{6+}$ となり、**4**は $\{\text{PMo}(+5.92)_{12}\}-\{\text{Pt}(+2.25)_4\}_2-$ 、**5**は $\{\text{PMo}(+5.75)_{12}\}-\{\text{Pt}(+2.25)_4\}_2-$ の金属酸化数をもった混合原子価状態と考えられる。**4**と**5**の、4 K から常温までの電子スピン共鳴測定をしたところ、**4**では、常温の、 $g=2.12$ のブロードなシグナルが、100 K 以下で先鋭化し、より低温になると、 $g_{\perp}=2.46$ 、 $g_{\parallel}=1.97$ の軸対称シグナルと、 $g=1.95$ の等方的シグナルへと、分裂する様子がみられた。一方、**5**では、全温度領域で、 $g_1=2.40$ 、 $g_2=2.24$ 、 $g_3=2.16$ の三軸異方性のシグナルであった。

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 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Uemura Kazuhiro, Adachi Tomonori, Takamori Atsushi, Yoshida Michiyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Antiferromagnetic Interactions through the Thirteen ? Metal?Metal Distances in Heterometallic One dimensional Chains	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	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) 10.1002/anie.202408415	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 Uemura Kazuhiro	4. 巻 570
2. 論文標題 Binding ability of chloride ion with platinum and rhodium dinuclear complex containing ethylenediamine as co-ligand	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Inorganica Chimica Acta	6. 最初と最後の頁 122171 ~ 122171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ica.2024.122171	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 Uemura Kazuhiro, Shimofusa Hiroyasu	4. 巻 243
2. 論文標題 Structural and magnetic properties of cyclic tetranuclear or hexanuclear complexes synthesized with [PtCl ₂ (NC Bu) ₂] and CuCl ₂ under basic conditions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polyhedron	6. 最初と最後の頁 116513 ~ 116513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.poly.2023.116513	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 Uemura Kazuhiro, Ikeda Yuya, Takamori Atsushi, Takeyama Tomoyuki, Iwatsuki Satoshi	4. 巻 29
2. 論文標題 Asymmetrical Platinum and Rhodium Dinuclear Complex Strongly Bound to Filled d Complexes by Unbridged Pt?Metal Bonds: Toward Heterometallic Extended Metal Atom Chains	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 e202204057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202204057	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 Uemura Kazuhiro, Takamori Atsushi	4. 巻 471
2. 論文標題 Recent studies on the magnetic properties of paramagnetic metals linked by diamagnetic second metals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Coordination Chemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 214736 ~ 214736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ccr.2022.214736	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 Takamori Atsushi, Uemura Kazuhiro	4. 巻 224
2. 論文標題 Structure and magnetic behavior of a two-dimensional honeycomb sheet containing trans-bridged platinum and iron trinuclear complex linked using rhodium acetate with chloride coordination	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Polyhedron	6. 最初と最後の頁 116017 ~ 116017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.poly.2022.116017	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 Uemura Kazuhiro, Sakurai Kaori, Kobayashi Yuki	4. 巻 142
2. 論文標題 Octanuclear heterometallic one-dimensional complex extended by metal-metal bonds showing MMLCT in the visible region	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry Communications	6. 最初と最後の頁 109640 ~ 109640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.inoche.2022.109640	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 Takamori Atsushi, Uemura Kazuhiro	4. 巻 61
2. 論文標題 Dimerization of Paramagnetic Trinuclear Complexes by Coordination Geometry Changes Showing Mixed Valency and Significant Antiferromagnetic Coupling through Pt-Pt Bonds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 5762 ~ 5778
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c03848	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 Uemura Kazuhiro, Aoki Yusuke, Takamori Atsushi	4. 巻 51
2. 論文標題 Paramagnetic one-dimensional chains containing high-spin manganese atoms showing antiferromagnetic interaction through $Pt-Rh-Pt$ bonds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 946 ~ 957
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1DT03537A	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 UEMURA Kazuhiro	4. 巻 38
2. 論文標題 Crystal Structure of Platinum and Rhodium Discrete Hexanuclear Complex with Polyethylene Glycol	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 X-ray Structure Analysis Online	6. 最初と最後の頁 25 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/xraystruct.38.25	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 Uemura Kazuhiro, Sugiyama Yuko	4. 巻 1250
2. 論文標題 Evidence of electronic interactions between end platinum atoms of hexanuclear units in heterometallic one-dimensional chains	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Structure	6. 最初と最後の頁 131694 ~ 131694
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molstruc.2021.131694	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 Uemura Kazuhiro, Yasuda Erina, Sugiyama Yuko	4. 巻 6
2. 論文標題 Improving the Solubility of Hexanuclear Heterometallic Extended Metal Atom Chain Compounds in Nonpolar Solvents by Introducing Alkyl Amine Moieties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 18487 ~ 18503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.1c02634	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21件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 小田嵩之、大鹿桃果、伊藤悠真、植村一広
2. 発表標題 Lindqvist型からの構造変換を経たポリオキソメタレート-白金一次元集積体の構造と性質
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 植村一広
2. 発表標題 Conductive and Magnetic Properties of One-dimensional Assemblies Derived from Tetranuclear Platinum Blue
3. 学会等名 第13回日中クラスター会議（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大鹿桃果、植村一広
2. 発表標題 ケギン型POMと白金-パラジウム三核錯体との混合原子価集積体の電荷分布の調整
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤悠真、大鹿桃果、植村一広
2. 発表標題 ケギン型POMと白金四核錯体との混合原子価二次元集積体の電荷分布と導電物性
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤悠真、大鹿桃果、植村一広
2. 発表標題 ケギン型POMと白金四核錯体からなる混合原子価二次元集積体のスピンダイナミクスと導電物性
3. 学会等名 第73回錯体化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 植村一広、大鹿桃果、伊藤悠真、長谷川遥、長澤樹
2. 発表標題 ポリオキシメタレートと白金多核錯体による常磁性混合原子価集積体の構造
3. 学会等名 第73回錯体化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大鹿桃果、植村一広
2. 発表標題 ケギン型POMと白金-パラジウム三核錯体による混合原子価集積化と導電物性
3. 学会等名 第73回錯体化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大鹿桃果、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 Keggin型モリブデン酸と白金-パラジウム三核錯体からなる一次元状混合原子価集積体の合成と構造
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 伊藤悠真、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 Keggin型モリブデン酸と白金四核錯体の二次元状混合原子価集積体の合成と構造
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 植村一広、長谷川遥、大鹿桃果、高森敦志
2. 発表標題 Molecular Conductors with Polyoxometalates and Multinuclear Complexes
3. 学会等名 ICPAC Kota Kinabalu (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 植村一広、長谷川遥、大鹿桃果、高森敦志
2. 発表標題 Mixed-valence one-dimensional assemblies consisting of polyoxometalate and multinuclear platinum complexes
3. 学会等名 第72回錯体化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大鹿桃果、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 3種類のKeggin型モリブデン酸と白金-パラジウム三核錯体からなる混合原子価集積体の性状
3. 学会等名 第72回錯体化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川遥、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 種々のポリオキソメタレートとアミダート架橋白金四核錯体からなる混合原子価集積体
3. 学会等名 第72回錯体化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大鹿桃果、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 Keggin型POMと白金-パラジウム三核錯体の混合原子価集積体の構造と物性
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 長澤樹、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 タングステン酸ケギン型POMと白金四核錯体との混合原子価集積体の構造と物性
3. 学会等名 第52回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川遥、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 タングステン酸ドーソン型POMと白金四核錯体との混合原子価集積体の合成
3. 学会等名 第52回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川遥、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 ドーソン型POMと白金四核錯体が繰返し並んだ混合原子価一次元集積体の物性
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植村一広、長谷川遥、高森敦志
2. 発表標題 2種類の非局在スピンをもちポリオキシメタレート-白金多核集積体の合成と物性
3. 学会等名 第15回分子科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長澤樹、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 Keggin型ポリオキシメタレートと白金四核錯体からなる混合原子価二次元状集積体の構造と物性
3. 学会等名 第71回錯体化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川遥、高森敦志、植村一広
2. 発表標題 白金四核錯体とポリオキシメタレートによるドナーアクセプター型集積体の構造と物性
3. 学会等名 第71回錯体化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植村一広、長谷川遥、高森敦志
2. 発表標題 ポリオキシメタレートと白金多核錯体からなる混合原子価集積体の合成と導電磁気物性
3. 学会等名 第70回高分子討論会（招待講演）
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