

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：24506

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K19029

研究課題名(和文) 超高圧印加に基づく構造・エネルギー極限操作：新概念「分子弾性」の提唱と実証

研究課題名(英文) Structures/Energetics Manipulation by High Pressure: A New Proposal "Molecular Elasticity"

研究代表者

阿部 正明 (Masaaki, Abe)

兵庫県立大学・理学研究科・教授

研究者番号：90260033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではダイヤモンドアンビルセルを用い、超高圧印加により誘起される分子骨格の歪み・捻れ・空隙変形を観測することにより、Molecular Elasticity (分子弾性)を実験的に実証することを目的とした。柔軟なコア構造を有すd10多核クラスターの単結晶を作製し、高圧下での粉末X線回折実験と単結晶X線構造解析を実施した。同条件での固体発光を観測し、構造歪みと発光ピエゾクロミズムとの相関を得た。ゲスト包摂結晶においては、ゲスト種や空隙内配向に依存する。以上より、高圧下分子変形は分子対称性と結晶対称性を保持し進行することを見出すなど、分子歪み現象を分子・原子レベルで捉えることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は従来明らかではなかった金属錯体分子結晶の高圧歪み・高圧発光を始めて観測し、その分子弾性を分子・原子レベルで解析したこと、高圧印加によりどのように構造変形し、発光エネルギーに影響するか、その原理を解明し得たことに大きな学術的意義があると考えられる。今後、周期表のより多様な元素を活用した分子を設計・合成し、その外部刺激に基づく構造・エネルギー制御を行う際、本研究で得られた圧力操作に基づく基本原理を活用することにより、様々なセンサー・構造材料の創製・応用分野への展開など、大きな社会的インパクトに結びつく可能性があると確信する。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to experimentally demonstrate molecular elasticity by observing the distortion, twisting, and void deformation of the molecular skeleton induced by the application of ultra-high pressure using a diamond anvil cell. Single crystals of d10 polynuclear clusters with flexible core structures were prepared, and powder X-ray diffraction experiments and single crystal X-ray structure analysis were carried out under high pressure. Solid-state luminescence was observed under the same conditions, and a correlation was obtained between structural distortion and luminescence piezochromism. In guest-inclusion crystals, it depends on the guest species and the orientation within the void. From the above, we found that molecular deformation under high pressure proceeds while maintaining molecular symmetry and crystal symmetry, and we succeeded in capturing the molecular distortion phenomenon at the molecular and atomic level.

研究分野：錯体化学

キーワード：金属錯体 クラスター化合物 構造 発光 圧力

1. 研究開始当初の背景

分子の立体構造のデザインと合成・修飾法の開発はあらゆる物質科学・材料科学のスタートである。分子および物質構造に外場摂動を加え、原子間結合の伸縮、結合角の変位、分子構造の歪みとねじれ、分子間相互作用の増減を自在に制御できれば、通常状態では発現しない機能を創出できると期待される。外場摂動として従来の研究では温度、光、蒸気、圧力、機械的刺激などが使われてきたが、ギガパスカル(GPa)レベルの超高压を分子結晶のトリガーとした例は稀であり散発的な報告例にとどまる。本研究では、柔軟な分子骨格あるいはパッキング構造を持つ分子結晶を対象に、GPaレベルの構造歪み原理を世界に先駆け提唱・実証し、超高压下の固体発光制御を目指した研究に挑戦する。地球科学分野では、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)による地球コア圧力約 360 GPa に達する超高压研究が実現された。ところが分子性化合物を対象とする高压化学は、多く溶液の化学として進められ圧力域は数百メガパスカル(MPa)程度に留まる(佐々木, 阿部, *Inorganic Chromotropism*, 2007, 講談社)。申請者はこれまで、近年の GPa レベル圧力発生装置の進展と構造解析・分光技術の高度化、SPring-8 ビームラインで実現できる圧力下高輝度 X 線源の活用利便性など、技術発展のタイミングと本学の置かれた地の利の双方を活かした本申請を着想した。GPa レベルでの超高压研究は、元素や水素分子をはじめ、原子・小分子を対象とし、超高压下での相転移、異常構造形成とそれに伴う異常物性発現など物理的視点の構造物性研究が先行する。一方、GPa レベルの超高压下での分子化学は報告例が未だ少ない (R. Hoffmann et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2007, 46, 3630)。

このような背景のもと、申請者はこれまで取り組んできた銅・銀・金 11 属遷移金属多核クラスターの開発と固体発光制御に関する知見を基盤とし、そのクラスター結晶の GPa レベル超高压応答性の研究を開始した。金属が 1 価-d¹⁰ の電子配置をとるクラスターは配位幾何構造に高い自由度を示し分子骨格が柔らかくそれゆえ鋭敏な圧力依存構造歪みと発光ピエゾクロミズムを示す事実を前述の Ag(I)四核クラスターについて把握している。

2. 研究の目的

本申請では、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いたギガパスカル(GPa)レベル高压下での分子骨格歪み・捻れ・空隙変形の原理を解明し、新概念「Molecular Elasticity(分子弾性)」を世界に先駆けて提唱し、実験・理論の両面から実証することを目的とする。そのため、固体圧力変化に対して俊敏かつ劇的な力学変形が期待される柔軟分子骨格または柔軟結晶構造をもつ遷移金属 d¹⁰ クラスター化合物、典型金属らせん錯体、有機包摂結晶の 3 つの化合物群を対象とし、高压下での粉末および単結晶 X 線回折実験と高压発光計測を実施することで、構造と発光の圧応答性を GPa レベルで解明する。以上の計測・解析に基づき、原子レベル・高解像度な分子変形プロセスの解明、分子構造変形と固体発光変化の同期性・連関、さらに化合物の誘導化・多様化による超高压下の構造・発光挙動の網羅的解析を実行し、最終目標とする分子弾性の原理解明および概念提唱、実証を目指す。

3. 研究の方法

以下の 3 項目を実施する。

(1) 合成と結晶試料作製： 圧力応答性を観測するため、配位幾何構造の自由度が高く柔軟なコア構造を持つ遷移金属 d¹⁰ 電子配置の発光性多核クラスター化合物を対象試料とする。具体的には Cu(I)、Ag(I)、Au(I)の四核から六核のクラスター化合物であり、申請者の研究室において主に固体発光サーモクロミック材料開発の視点から研究を進めてきた自家薬籠中の化合物群である。

(2) 高压下構造解析とその場固体発光計測：本申請に先立つ準備として Ag(I)四核クラスターについて調査したところ、この化合物は多形結晶を生じ、その結晶パッキング構造およびゲスト分子包摂の有無に依存し固体発光特性と構造歪みの圧力応答性が全く異なる事実を掴んでいる。興味深いことに、高压下で起こる“分子版おしくらまんじゅう”が誘起する単一分子変形はその分子対称性を崩すことなく保持したまま進行する事実である。結晶空隙に溶媒ゲスト分子を含む擬多形結晶においては、個々の分子は対象軸周りの空隙方向へ分子間のぶつかりを解消するように変形するため、クラスター分子内のコア構造体積は圧力印加に伴いむしろ増大する場合があることも判明した。このように高压分子歪みの様子を逐一捉え、圧力誘起の動的構造歪みを原子スケールで可視化した前例はない。本申請ではまさにこの原子レベル解析を高精度で達成し、極限状態での構造変化の原理を世界に先駆け提示することを第一目標とする。そのため DAC を用いた高压粉末および高压単結晶 X 線回折実験を実施する。本研究で用いる多核金属錯体は比較的大きく単位格子も大きいため個々の回折ピークを正確に分離し計測するため

にもエネルギー分布が狭く平行性の高いX線源を有する SPring-8 での測定が重要である。

(3) 高圧下原子レベル歪み・捻れと固体発光ピエゾクロミズムの網羅的解析と Molecular Elasticity: これまでごく限られた試料でのみ実施したので対象化合物の拡充を図る。具体的には Cu(I)、Ag(I)、Au(I) 錯体の多様な核数、コア構造、金属間距離、配位子誘導体をもつクラスター化合物に加え、柔軟な結晶構造をもつ有機包摂結晶、分子形状から圧力による伸び縮みが期待される新規三重らせん型分子を新しく検討する。網羅的解析により高圧印加に伴う分子の弾性的性質 (molecular elasticity) を明らかとするとともに、結晶相転移や高圧固相反応による未知分子構造の生成も期待される。圧応答性に関するヒステリシス挙動が現れる系についても検討する。

4. 研究成果

(1) 発光性多核錯体の合成と結晶試料作成: 結晶構造と固体発光特性の圧力応答性を観測するため、柔軟なコア構造を持つ遷移金属 d^{10} 電子配置の発光性多核クラスター化合物を合成した。具体的には Cu(I)、Ag(I)、Au(I) の四核キューバン型クラスターと六核パドルホイール型クラスターを合成し、単結晶X線構造解析により分子構造と結晶パッキング構造を同定した。

(2) 高圧下での粉末X線回折実験と構造解析: SPring-8ビームラインにて、高圧下での粉末X線回折実験と構造解析および高圧発光測定を行ったところ、同一組成の結晶でもパッキング構造の異なる多形間では、構造歪みや発光スペクトルの圧力応答性に違いが生ずることがわかった。興味深いことに、高圧下で起こる単一分子の変形は、その分子対称性を保持したまま進行することが判明した。結晶空隙に溶媒ゲスト分子を含む擬多形結晶においては、個々の分子は対象軸周りの空隙方向へ分子間のぶつかりを解消するように変形した。すなわち高圧下での分子歪みの様子を分子・原子レベルで捉えることに成功した。

(3) 高圧下での固体発光ピエゾクロミズム: Ag四核キューバン型クラスターの結晶多形の固体発光において、多形間で異なる圧力応答性すなわち固体発光ピエゾクロミズムが発現することを見出した。さらに本年度に新規合成したAu四核クラスターについても種々の条件下で結晶化を試みたところ、2つの多形が生成することを見出した。これら2多形についても固体発光ピエゾクロミズムを調査中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11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 Takashi Ikeda, Keishiro Tahara, Ryoichi Ishimatsu, Toshikazu Ono, Luxia Cui, Momoka Maeda, Yoshiki Ozawa, Masaaki Abe	4. 巻 62
2. 論文標題 Lewis Pairing Induced Electrochemiluminescence Enhancement from Electron Donor Acceptor Diads Decorated with Tris(pentafluorophenyl)borane as an Electrochemical Protector	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 2202301109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202301109	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 Irii, Takuya Ogaki, Hana Miyashita, Kazutaka Nobori, Yoshiki Ozawa, Masaaki Abe, Hiroyasu Sato, Eisuke Ohta, Yasunori Matsui, Hiroshi Ikeda	4. 巻 101
2. 論文標題 Remarkable Piezofluorochromism of an Organoboron Complex Containing [2.2]Paracyclophane	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 153913-153913
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2022.153913	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 小澤 芳樹, 永橋 歩美, 西山 愛美, 阿部 正明	4. 巻 11
2. 論文標題 フォトルミネッセンスを示す分子性多核金属錯体結晶の高圧単結晶構造解析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SPRING-8/SACLA利用研究成果集	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18957/rr.11.1.1	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 Soichiro Yoshimoto, Jinnosuke Kato, Hiroki Sakamoto, Hironori Minamoto, Keita Daicho, Kazuki Takamura, Naoki Shimomoto, Masaaki Abe	4. 巻 14
2. 論文標題 Electrochemical atomic force microscopy of two-dimensional trinuclear ruthenium clusters molecular assembly and dynamics under redox state control	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 8929-8933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2nr01666d	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 Toshikazu Ono, Kohei Ishihama, Ai Taema, Takunori Harada, Kiyonao Furusho, Masashi Hasegawa, Yuki Nojima, Masaaki Abe, Yoshio Hisaeda	4. 巻 60
2. 論文標題 Dinuclear Triple-Stranded Helicates Composed of Tetradentate Ligands with Al(III) Chromophores: Optical Resolution and Multicolor Circularly Polarized Luminescence Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie, International Edition	6. 最初と最後の頁 2614-2618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202011450	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 Kohei Ishihama, Toshikazu Ono, Toru Okawara, Takunori Harada, Kiyonao Furusho, Masashi Hasegawa, Yuki Nojima, Taro Koide, Masaaki Abe, and Yoshio Hisaeda	4. 巻 94
2. 論文標題 Dinuclear Triple-stranded Helicates Comprising Al(III), Ga(III), or In(III) and a Hydrazine-linked Bisiminopyrrolyl Ligand: Synthesis, Structure, Optical Resolution, and Chiroptical Properties	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 573-578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20200327	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 Yoshiki Ozawa, Hiroki Iida, Hidetoshi Kiyooka, Katutaka Nobori, Keishiro Tahra, Toshikazu Ono, and Masaaki Abe	4. 巻 94
2. 論文標題 A Cuboidal Cu ₄ S ₄ Cluster Supported by Bulky Iminothiolate Ligands: Synthesis, Solid-State Structure, and Solution Study	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 616-622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20200295	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 Haruki Inoue, Yuga Yamashita, Yoshiki Ozawa, Toshikazu Ono, Masaaki Abe	4. 巻 26
2. 論文標題 Solid-State Structures and Photoluminescence of Lamellar Architectures of Cu(I) and Ag(I) Paddlewheel Clusters with Hydrogen-Bonded Polar Guests	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 6731-6745
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26216731	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 Iwai Yuudai, Kusumoto Sotaro, Suzuki Ryo, Tachibana Masaru, Komatsu Kazuki, Kikuchi Takashi, Kawaguchi Saori I., Kadobayashi Hirokazu, Masubuchi Yuji, Yamamoto Yuzuki, Ozawa Yoshiki, Abe Masaaki, Hirai Kenji, Le Ouay Benjamin, Ohba Masaaki, Ohtani Ryo	4. 巻 36
2. 論文標題 Mechanical Properties of Modulative Undulating Layers in Two-Dimensional Metal?Organic Frameworks	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 5446-5455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.4c00355	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 Ikeda Takashi, Tahara Keishiro, Kadoya Tomofumi, Ozawa Yoshiki, Abe Masaaki	4. 巻 53
2. 論文標題 Iodo-bridged dicopper(i) complex containing a benzothienobenzothiophene unit: structure, characterization, and crystal-packing effects on solid-state photoluminescence	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 upae092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/chemle/upae092	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 Keishiro, Kobayashi Akihito, Fujitsuka Mamoru, Osakada Yasuko, Tokunaga Ken, Ikeda Takashi, Abe Masaaki	4. 巻 43
2. 論文標題 Cyclometalated Pt(II) Complex Appending a Pyridyl Ligand with a Benzothienobenzothiophene (BTBT) Unit: Synthesis, Photophysical Properties, and an Unusual Shift of Centered Ligands in Excited States	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 840-848
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.4c00019	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82件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Masaaki Abe
2. 発表標題 Probing Guest-Induced Dynamics of Crystal Structure Transformation of a Luminescent Transition-Metal Complex with Multiple Weak Interactions
3. 学会等名 The 4th International Symposium of Ionic Coordination Compounds (ISICC-4) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池田 貴志・田原 圭志朗・角屋 智史・小澤 芳樹・阿部 正明
2. 発表標題 BTBT骨格を配位子に導入した新規ヘテロレプティック銅(I)二核錯体の合成と同定
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 雄貴, 小澤 芳樹, 田原 圭志朗, 小野 利和, 吉成 信人, 今野 巧, 杉本 邦久, 小林 慎太郎, 河口 彰吾, 阿部 正明
2. 発表標題 分子性ルテニウム(I)錯体結晶が示す非共有結合性相互作用を利用したゲート閉閉型パイポクロミック挙動と構造転換ダイナミクスその場観察
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 藤原 麻友香・阪上 琢也・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 キュバン型銀(I)四核錯体結晶における発光ピエゾクロミズムの包接溶媒依存性
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 池田 祥貴・高村 一輝・田原 圭志朗・小澤 芳樹・山口 明・山根 悠・住山 昭彦・阿部 正明
2. 発表標題 ルテニウム三核錯体から成る水素結合型ハニカムネットワークの構造制御と磁気特性
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 竹中 裕紀・井上 晴貴・山下悠雅・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 銅(I)および銀(I)六核錯体結晶の溶媒蒸気による発光スイッチング応答
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 野本 康平・久保 雅裕・森 香織・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 イミノチオラト銅(I)多核錯体の溶液内核数変換平衡反応
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 住川 舜・池田 祥貴・高村 一輝・小澤 芳樹・田原 圭志朗・山口 明・山根 悠・住山 昭彦・阿部 正明
2. 発表標題 クロム(III)三核錯体を利用した水素結合型ハニカムネットワークの構築とその物性評価
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 入井 駿・大垣 拓也・小澤 芳樹・阿部 正明・佐藤 寛泰・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファン部を有する有機ホウ素錯体結晶のピエゾフルオロクロミズムと結晶構造の相関
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 五島大河・手塚菜々子・池田祥貴・阿部正明・吉沢道人・吉本惣一郎
2. 発表標題 ルテニウム三核錯体内包ミセル型カプセルのチオール単分子膜上への吸着と電気化学特性
3. 学会等名 電気化学会第90回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuki MATSUDA, Ryota NAKAMURA, Yoshiki OZAWA, Keishiro TAHARA, Toshikazu ONO, Nobuto YOSHINARI, Takumi KONNO, Kunihisa SUGIMOTO, Shintaro KOBAYASHI, Shogo KAWAGUCHI, Masaaki ABE
2. 発表標題 Vapochromic Gate-Open-Close Crystals of a Rhenium(I) Complex
3. 学会等名 The 4th International Symposium of Ionic Coordination Compounds (ISICC-4)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 入井 駿・大垣 拓也・小澤 芳樹・阿部 正明・佐藤 寛泰・太田 英輔・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 [2.2]バラシクロファン置換有機ボロン錯体結晶のピエゾフルオロクロミズム
3. 学会等名 第30回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五島大河・池田祥貴・阿部正明・吉沢道人・吉本惣一郎
2. 発表標題 ルテニウム三核錯体内包ミセル型カプセルの電気化学挙動と2次元ナノ構造作製
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keishiro TAHARA, Yuya ASHIHARA, Takashi IKEDA, Yoshiki OZAWA, Masaaki ABE
2. 発表標題 Preparation of Self-Assembled Monolayers of Pt(II) Catecholate Complexes Containing an Organic Semiconductor Unit to Improve Organic Transistor Performance
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 Yuki MATSUDA, Ryota NAKAMURA, Yoshiki OZAWA, Keishiro TAHARA, Toshikazu ONO, Nobuto YOSHINARI, Takumi KONNO, Kunihisa SUGIMOTO, Shintaro KOBAYASHI, Shogo KAWAGUCHI, Masaaki ABE
2. 発表標題 Reversible Conversion of Multiple Non-Covalent Interactions in Vapochromic Gate-Open-Close Crystals of a Rhenium(I) Complex: In-Situ Observation of the Guest-Induced Structural Transformation Dynamics
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 下元 直樹・中家 卓也・田原 圭志朗・小澤 芳樹・谷 佳樹・高橋 龍之介・和達 大樹・阿部 正明
2. 発表標題 ピラジン配位ルテニウム三核錯体の自発的薄膜成長と界面電子移動および紫外~近赤外エレクトロクロミック特性
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 池田 祥貴・高村 一輝・田原 圭志朗・小澤 芳樹・山口 明・山根 悠・住山 昭彦・阿部 正明
2. 発表標題 ルテニウム三核錯体から成る水素結合型ハニカムネットワークの構造制御と磁気特性
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 藤原 麻友香・阪上 琢也・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 キューバン型銀(I)四核錯体結晶における発光ピエゾクロミズムの包接溶媒依存性
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 岸川 亮・中内 健司・藤原 麻友香・小澤 芳樹・阿部 正明・堀内 新之介・杉本 邦久・作田 絵里・有川 康弘・馬越 啓介
2. 発表標題 イミドイルアミジナト白金(II)錯体の発光と結晶構造の圧力および温度依存性
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 Xiao MA, Kyoko ENOMOTO, Kazuyuki ISHII, Yuki MATSUDA, Masaaki ABE
2. 発表標題 Studies on the single-crystal to single-crystal phase transition in [Re(CO) ₃ Br(ppt)] by super-resolution microscopy
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 入井 駿・大垣 拓也・小澤 芳樹・阿部 正明・佐藤 寛泰・太田 英輔・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 有機ボロン錯体結晶の蛍光の圧力応答性に対する分子内および分子間 スタック効果
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田 雄貴, 小澤 芳樹, 田原 圭志朗, 小野 利和, 吉成 信人, 今野 巧, 杉本 邦久, 小林 慎太郎, 河口 彰吾, 阿部 正明
2. 発表標題 非共有結合性相互作用の可逆的な組み替えに基づくゲート開閉型ペイボクロミック錯体結晶の開発と構造転換ダイナミクスのその場観察
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 入井 駿・大垣 拓也・小澤 芳樹・阿部 正明・太田 英輔・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファン置換有機ボロン錯体の結晶のピエゾフルオロクロミズムに対する分子内および分子間 スタック効果
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷 佳樹・川島 雅哉・高橋 龍之介・下元 直樹・田原 圭志朗・阿部 正明・吉田 弘幸・和達 大樹
2. 発表標題 X線光電子分光と低エネルギー逆光電子分光によるRu三核錯体の電子状態の観測
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五島大河・手塚菜々子・池田祥貴・阿部正明・吉沢道人・吉本惣一郎
2. 発表標題 ミセル型カプセルへの内包を利用したルテニウム三核クラスターの電気化学挙動とナノ構造形成
3. 学会等名 2022年電気化学秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keishiro Tahara, Takashi Ikeda, Yoshiki Ozawa, Masaaki Abe
2. 発表標題 Charge storage of redox-active self-assembled monolayers toward organic transistor applications
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤原 麻友香・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 キュバン型臭化銅(I)四核錯体結晶の発光サーモクロミズム及びピエゾクロミズム
3. 学会等名 錯体化学若手研究会「錯体化学若手の会夏の学校2022」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野本 康平・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 イミノチオラト銅(I)多核錯体の溶液内核数変換平衡反応
3. 学会等名 錯体化学若手研究会「錯体化学若手の会夏の学校2022」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五島大河・池田祥貴・下元直樹・阿部正明・吉沢道人・吉本惣一郎
2. 発表標題 ルテニウム三核クラスター内包ミセル型カプセルを利用した電気化学挙動とナノ構造形成の可能性
3. 学会等名 第59回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	松田雄貴, 小澤芳樹, 田原圭志朗, 小野利和, 吉成信人, 今野巧, 杉本邦久, 小林慎太郎, 河口彰吾, 阿部正明
2. 発表標題	新規分子性トリカルボニルレニウム(I)錯体結晶のゲートオープン機能に基づくバイボクロミック挙動と蒸気誘起発光増大
3. 学会等名	第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Masaaki Abe
2. 発表標題	Anisotropic structural dynamics and piezochromism of silver and copper luminous clusters under high pressure
3. 学会等名	環太平洋化学国際会議 (Pacifichem 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Hana Miyashita, Hiroki Iida, Yoshiki Ozawa, Keishiro Tahara, Masaaki Abe
2. 発表標題	Luminescence piezochromism of copper(I) iodide multinuclear complexes in crystalline states
3. 学会等名	環太平洋化学国際会議 (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Yuki Matsuda, Ryota Nakamura, Keishiro Tahara, Yoshiki Ozawa, Toshikazu Ono, Masaaki Abe
2. 発表標題	Solid-state luminescence vapochromism of a rhenium complex for selective detection of chlorinated volatile organic compounds (VOCs): A non-covalent strategy
3. 学会等名	環太平洋化学国際会議 (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名 Yoshiki Ozawa, Hiroki Iida, Shiori Nagaoka, Keishiro Tahara, Yuichi Akahama, Masaaki Abe
2. 発表標題 Pressure-induced dual-emissive phenomenon of cubane-type copper(I) halide tetranuclear complex in crystalline states
3. 学会等名 環太平洋化学国際会議 (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 花・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 ヨウ素架橋銅(I)二核及び四核錯体の結晶相及びアモルファス相における発光ピエゾクロミズム
3. 学会等名 日本結晶学会2021年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上 晴貴・小澤 芳樹・田原 圭志朗・小野 利和・阿部 正明
2. 発表標題 溶媒蒸気で強発光性が誘起される銅(I)、銀(I)六核錯体結晶
3. 学会等名 日本結晶学会2021年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 雄貴・小澤 芳樹・田原 圭志朗・小野 利和・杉本 邦久・小林 慎太郎・河口 彰吾・阿部 正明
2. 発表標題 リン光性レニウム(I)錯体結晶のゲスト誘起次元クロスオーバー現象：揮発性有機溶媒に感応した発光強度増大
3. 学会等名 日本結晶学会2021年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 入井 駿・大垣 拓也・阿利 拓夢・山本 俊・宮下 花・梶 一隆・飯田 洋輝・小澤 芳樹・阿部 正明・佐藤 寛泰・太田 英輔・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファン置換有機ボロン錯体結晶の顕著なピエゾフルオロクロミズム
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 花・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 ヨウ化銅(I)多核錯体の結晶相およびアモルファス相における発光ピエゾクロミズム
3. 学会等名 錯体化学会第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中内 健司・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 二重発光性を示す金(I)四核錯体多形結晶における発光の温度、圧力応答性
3. 学会等名 錯体化学会第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 入井 駿・大垣 拓也・阿利 拓夢・山本 俊・宮下 花・梶 一隆・飯田 洋輝・小澤 芳樹・阿部 正明・佐藤 寛泰・太田 英輔・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファン部を有する有機ボロン錯体の結晶の蛍光特性に対する圧力応答性
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 雄貴・小澤 芳樹・田原 圭志朗・小野 利和・杉本 邦久・小林 慎太郎・河口 彰吾・阿部 正
2. 発表標題 蒸気誘起発光特性を示す新規レニウム(I)錯体の開発と結晶相ゲスト包接挙動
3. 学会等名 第32回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中内 健司・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 金(I)四核錯体の結晶多形および固体発光サーモクロミズムおよびピエゾクロミズム
3. 学会等名 第32回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 花・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 ヨウ化銅(I)多核錯体の結晶及びアモルファス状態における発光ピエゾクロミズム
3. 学会等名 第32回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 入井 駿, 大垣 拓也, 阿利 拓夢, 山本 俊, 宮下 花, 梶 一隆, 飯田 洋輝, 小澤 芳樹, 阿部 正明, 佐藤 寛泰, 太田 英輔, 松井 康哲, 池田 浩
2. 発表標題 シクロファン置換有機ボロン錯体の結晶構造と圧力応答性発光の相関
3. 学会等名 第32回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸川 亮, 福田 篤史, 宮下 花, 井上 晴貴, 中内 健司, 堀内 新之介, 小澤 芳樹, 阿部 正明, 杉本 邦久, 作田 絵里, 有川 康弘, 馬越 啓介
2. 発表標題 イミドイルアミジナト白金(II)錯体の発光の圧力依存性
3. 学会等名 錯体化学会第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸川 亮, 福田 篤史, 堀内 新之介, 小澤 芳樹, 阿部 正明, 杉本 邦久, 作田 絵里, 有川 康弘, 馬越 啓介
2. 発表標題 イミドイルアミジナト白金(II)錯体の発光の圧力依存性
3. 学会等名 第58回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中内 健司・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 イミノチオラト架橋Au(I)四核錯体結晶の固体発光とその多形依存外部刺激応答性
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 藤原 麻友香・飯田 洋輝・小澤 芳樹・田原 圭志朗・阿部 正明
2. 発表標題 二重発光を示すキューバン型ハロゲン化銅(I)四核錯体結晶の発光ピエゾクロミズ
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 岸川 亮・福田 篤史・昇 一隆・宮下 花・井上 晴貴・中内 健司・堀内 新之介・小澤 芳樹・阿部 正明・杉本 邦久・作田 絵里・有川 康弘・馬越 啓介
2. 発表標題 イミドイルアミジナト白金(II)錯体の結晶構造と発光特性の圧力依存性
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 入井 駿・大垣 拓也・小澤 芳樹・阿部 正明・佐藤 寛泰・太田 英輔・松井 康哲・池田 浩
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファン部を有する有機ボロン錯体結晶の蛍光特性に対する顕著な圧力応答性発光
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 松田雄貴・小澤芳樹・田原圭志朗・小野利和・吉成信人・今野巧・杉本邦久・小林慎太郎・河口彰吾・阿部正明
2. 発表標題 Vapor-Induced Structural Transformation Dynamics of Photoluminescent Coordination Network Crystals
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 橋本廉・中村瞭汰・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 ピリジルチアゾール配位子を含む新規白金(II)錯体における結晶多形と固体発光特性
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 竹中裕紀・小澤芳樹・田原圭志朗・阿部正明
2. 発表標題 銅(I)および銀(I)六核錯体結晶の溶媒蒸気による発光スイッチング応答
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 鎌田知希・森野喬・下元直樹・小坂田泰子・藤塚守・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 混合原子価クラスターを用いた可視透明-紫外・近赤外吸収色素の開発とクロミズム制御
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 住川舜・池田祥貴・高村一輝・小澤芳樹・田原圭志朗・山口明・山根悠・住山昭彦・阿部正明
2. 発表標題 クロム(III)三核錯体を利用した水素結合型ハニカムネットワークの構築とその物性評価
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 仙波舜平・中内健司・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 イミノチオラト架橋Au(I)四核錯体結晶の固体発光とその多形依存外部刺激応答性
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 須原凜・藤岡舜・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 銅(I)多核錯体に基づく水素結合ネットワーク結晶の構築と溶媒蒸気による発光バイポクロミズム
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 土谷到・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 含窒素芳香族配位子を含む銀(I)配位高分子の結晶発光とサーモ・ピエゾクロミズム
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 星尾隆徳・下元直樹・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 ピラジン誘導体を用いたルテニウム三核配位高分子薄膜の合成とエレクトロクロミズム
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 小澤芳樹・藤原麻友香・阪上也・阿部正明
2. 発表標題 ゲスト包接キュバン型銀(I)四核錯体結晶の発光ピエゾクロミズム
3. 学会等名 日本結晶学会2023年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田雄貴・中村瞭汰・小澤芳樹・田原圭志朗・小野利和・吉成信人・今野巧・杉本邦久・小林慎太郎・河口彰吾・阿部正明
2. 発表標題 分子性レニウム(II)錯体の柔軟結晶が示す構造ダイナミクスと放射光粉末回折その場観測
3. 学会等名 日本結晶学会2023年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池田祥貴・高村一輝・小澤芳樹・山口明・山根悠・住山昭彦・阿部正明
2. 発表標題 ルテニウム三核錯体から成る水素結合型ネットワークの構造制御と物性評価
3. 学会等名 日本結晶学会2023年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 住川舜・池田祥貴・小澤芳樹・山口明・山根悠・住山昭彦・阿部正明
2. 発表標題 クロム(III)三核錯体の水素結合型ハニカムネットワークの構築と磁性および結晶電気化学
3. 学会等名 日本結晶学会2023年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takashi Ikeda, Keishiro Tahara, Ryoichi Ishimatsu, Toshikazu Ono, Yoshiki Ozawa and Masaaki Abe
2. 発表標題 Lewis-Pairing-Induced Electrochemiluminescence Enhancement from Tetracoordinate Boron Complexes Containing a Benzothienobenzothiophene Unit
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuki Matsuda, Ryota Nakamura, Yoshiki Ozawa, Keishiro Tahara, Toshikazu Ono, Nobuto Yoshinari, Takumi Konno, Kunihisa Sugimoto, Shintaro Kobayashi, Shogo Kawaguchi and Masaaki Abe
2. 発表標題 In-Situ Observation of the Guest-Induced Flexible Structural Transformation Dynamics of Rhenium(I) Crystals Supported by Multiple Non-Covalent Interactions
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池田祥貴・高村一輝・田原圭志朗・山口明・山根悠・住山昭彦・阿部正明
2. 発表標題 ルテニウム三核錯体から成る水素結合型ネットワークの構造制御と物性評価
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤原麻友香・阪上也・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 キュバン型銀(I)四核錯体結晶における発光ピエゾクロミズムの包接分子依存性
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鎌田知希・森野喬・下元直樹・高橋龍之介・和達大樹・小坂田泰子・藤塚守・田原圭志朗・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 混合原子価ルテニウム三核クラスターの結晶構造と電荷分布および薄膜状態分析
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 住川舜・池田祥貴・小澤芳樹・山口明・山根悠・住山昭彦・阿部正明
2. 発表標題 クロム(III)三核錯体を利用した水素結合型ハニカムネットワークの構築とその物性評価
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹中裕紀・井上晴貴・山下悠雅・小澤芳樹・田原圭志朗・阿部正明
2. 発表標題 銅(I)および銀(I)パドルホイール型六核錯体結晶の発光ベイボクロミック応答性
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野本康平・久保雅裕・森香織・森まりの・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 イミノチオラト銅(I)多核錯体の溶液内核数変換平衡反応
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 橋本廉・中村瞭汰・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 ピリジルチアゾール配位子を含む白金(II)単核錯体の合成とその性質
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口明・池田祥貴・住川舜・高村一輝・山根悠・住山昭彦・小澤芳樹・阿部正明・Ungur Liviu・岩原直也・梅村真由美・土射津昌久
2. 発表標題 水素結合ネットワークを形成する3核金属錯体（金属 = Cr, Ru）の磁性
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池田貴志・田原圭志朗・石松亮一・小野利和・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 電気化学発光増強を目指した新規ルイスペア化合物の開発
3. 学会等名 2023電気化学秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shun Irii, Takuya Ogaki, Yoshiki Ozawa, Masaaki Abe, Arimasa Matsumoto, Hiroyasu Sato, Yasunori Matsui and Hiroshi Ikeda
2. 発表標題 Pressure-dependence in Crystal Structures and Fluorescence of Organoboron Complexes with the [2.2]Paracyclophane Moiety
3. 学会等名 2023年光化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤原麻友香・阪上也・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 キュバン型銀(I)四核錯体結晶における発光ピエゾクロミズム包摂分子依存性
3. 学会等名 第34回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹中裕紀・井上晴貴・山下悠雅・小澤芳樹・田原圭志朗・阿部正明
2. 発表標題 パドルホイール型銅(I)六核錯体結晶の溶媒蒸気による発光応答性
3. 学会等名 第34回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田雄貴・中村瞭汰・小澤芳樹・田原圭志朗・小野利和・吉成信人・今野巧・杉本邦久・小林慎太郎・河口彰吾・阿部正明
2. 発表標題 分子性レニウム(I)結晶が示す柔軟な構造ダイナミクスのその場観測
3. 学会等名 錯体化学若手研究会「錯体化学若手の会夏の学校2023」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuki Matsuda, Ryota Nakamura, Yoshiki Ozawa, Keishiro Tahara, Toshikazu Ono, Nobuto Yoshinari, Takumi Konno, Kunihisa Sugimoto, Shintaro Kobayashi, Shogo Kawaguchi, Masaaki Abe
2. 発表標題 In-Situ Observation of Vapor-Induced Structural Transformation Dynamics of Novel Rhenium(I) Molecular Crystals
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shun Irii, Takuya Ogaki, Yoshiki Ozawa, Masaaki Abe, Hiroyasu Sato, Yasunori Matsui and Hiroshi Ikeda
2. 発表標題 Crystal Structures and Piezofluorochromism of Organoboron Complexes with the [2.2]Paracyclophane Moiety
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田原圭志朗・池田貴志・石松亮一・小野利和・小澤芳樹・阿部正明
2. 発表標題 ベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体と有機ホウ素化合物のルイス対形成を利用した電気化学発光の増強
3. 学会等名 第47回有機電子移動化学討論会
4. 発表年 2023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