

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：32601

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K15041

研究課題名(和文)異種化合物の化学結合を介した超分子的複合化および接合界面での導電性発光特性

研究課題名(英文)Supramolecular-like-complexation and electrochromic luminescence properties on a interface of heterogeneous type compounds via chemical bonding

研究代表者

大曲 仁美 (Ohmagari, Hitomi)

青山学院大学・理工学部・助教

研究者番号：40846797

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)：発光を電場で制御できる材料の開発は、学術的に非常に重要な研究の一つである。本研究では、ナノシート構造をもつ炭素材料である酸化グラフェン(GO)と、強い発光を示す材料として知られる希土類錯体を化学結合を介して複合化させ、強い発光を示す新たな発光性炭素材料の開発に成功した。この複合膜は黒色でありながら紫外光照射下では赤や緑の発光を示す。酸化グラフェンは加熱処理することにより導電性を示すようになる。一方、本研究の複合膜は熱処理後もほとんど絶縁体であった。今後の展開として導電性のあるイオン液体を複合膜に付加させ、電場に応答し発光を制御できる素材の開発を目指す。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、二次元薄膜炭素材料である酸化グラフェン(GO)に発光特性を付与した新規発光性炭素材料の開発に成功した。本来優れた蛍光消光性のあるGOに蛍光特性をもたせることは学術的に非常に難しいとされていた。そこで導入する発光性分子の構造に炭素鎖を組み込み、GOと発光中心の間にスペースを構築することで、発光性の炭素材料の開発に成功した。さらにこの複合膜は紙のように自立したフィルムとして取り出すことができる。このような炭素材料はこれまで報告がなく、コスト削減やデバイスの軽量化に有用とされる炭素材料に一石を投じる結果である。

研究成果の概要(英文)：The development of luminescence materials which can be controlled by an electric field is one of the most important studies. In this study, a carbon material with a nanosheet structure, graphene oxide (GO), was hybridized via chemical bonding with lanthanide complexes known as a strong luminescent material to develop a new luminescent carbon material that exhibits strong luminescence. The color of hybrid film is black but shows red and green luminescence under ultraviolet light irradiation.

Graphene oxide becomes conductive by heat treatment. On the other hand, the hybrid film was almost an insulator even after heat treatment. As a future perspective, we aim to add conductive ionic liquid to the hybrid film to develop a novel electrofluorochromic material.

研究分野：無機化学、錯体化学、光化学

キーワード：発光性複合膜 希土類錯体 酸化グラフェン

1. 研究開始当初の背景

(1) 二次元平面構造を有する“ナノシート”は大きな表面積や原子レベルで平滑な表面をもち、その骨格内に電荷をもつ、層構造が環境によって可変である。中でも、高い導電性をもつ炭素材料として二次元ハニカム構造をもつグラフェンを用いた素材の研究は大いに注目されている。一方、窒素と炭素のみで構成されるグラフェンは、異種材料との化学的結合を介した複合化は難しい。筆者はこれまで、グラフェン表面に水酸基(-OH)やカルボキシル基(-COOH)などの多様な酸素官能基を有する酸化グラフェンを中心に研究を行なってきた。機能性分子の機能補助および新規機能発現の“場”として、二次元材料である酸化グラフェンの可能性を見出すため本研究を行うに至った。

(2) 酸化グラフェンと複合化する機能性材料として注目したのが、強い発光を示すレアアース(希土類)錯体である。希土類は有用な発光性材料として、例えば蛍光灯やお札のセキュリティインクとして私たちの身の回りに多く普及している。筆者は2020年4月よりレアアースの発光性材料を中心に研究を行なっている青山学院大学長谷川美貴教授のもとに助教として着任し、酸化グラフェンの特異な電気化学的特性と、希土類錯体のもつ強い発光、とをハイブリッドさせた新規材料の開発を目指した。

(3) 高い電気伝導性を示す材料と強発光性の錯体とを複合化し、協奏的にそれらの機能性を発現させることは、非常に難しく、大きな課題とされていた。一つは、金属錯体が金属単体や酸化物と比較し優れた導電性を得ることが非常に難しいためである。これはπ電子系では分子内、分子間にわたる非局在性と比較的強い分子間相互作用を有するのに対し、錯形成させることで電子の局在性が強くなり、電気をほとんど流さなくなるためである。分子設計性に優れた金属錯体では、有機配位子と金属イオンの特徴を活かした機能性が発現できるにも関わらず、電気伝導性の金属錯体の設計は非常に限られている。二つめは、複合化による希土類錯体の発光の消光現象である。希土類錯体は、多くの光エネルギーを吸収することのできる芳香族有機分子(配位子)と三価の希土類イオンから構成され、配位子に集まった光エネルギーを希土類イオンへ分子内エネルギーを経て受け渡すことで強発光を実現している。しかし、一般に蛍光材料は電気伝導性を示す材料と混合すると消光されることが知られており、大きな課題となっている。

2. 研究の目的

(1) 本研究では二次元ナノシート炭素材料として知られる酸化グラフェン(GO)を土台とし、そこへ優れた発光特性を示す希土類錯体を導入することで、強発光性のカーボン材料の開発を目指した。GOは本来、蛍光物質を消光させる(クエンチ)効率が非常に高いことが知られており、蛍光特性を保ったままの複合化は困難であるとされてきた。この課題は、カーボン素材の需要が増えている現代の新規カーボン素材開発において大変重要であり、早急な解決が求められるところである。本研究では、GO上に発光特性を保ったまま複合化できる方法として、発光性材料の分子構造にアルキル鎖を導入し、複合化することで発光性の新規カーボン材料の開発を目的とする。

(2) 優れた電気伝導性と強く・色純度の高い発光性特性を協奏的に発現できる素材は、電場で発光を制御できる可能性をもち、新たなエレクトロクロミックデバイスとしての応用が期待される。GOはシートの表面に多くの酸素官能基を有しており、熱や光によって脱酸素することができる。この操作によって得られた還元型酸化グラフェン(rGO)は、高い電気伝導性を示す炭素材料であるグラフェンと同程度の電気伝導性を示すことが知られている。電場をrGOで調整し、その電場に応答して導入した希土類錯体の発光特性を制御できるような新規素材の開発をめざす。

3. 研究の方法

(1) 強発光を示す希土類錯体の合成

グラフェンへ導入する希土類錯体として、アルキル鎖をもつ二種類の希土類錯体 EuPCn および TbLCn を用いた(図1)。EuPCn は、フェナントロリンの5位にペプチド結合を介してアルキル鎖を付加させた配位子 PCn (nはアルキル鎖の炭素数)とユウロピウムを攪拌することによって得られる。TbLCn は、ユウロピウム錯体ですでに報告している既知の錯体であり、既報に従って合成した。合成に用いた金属塩はすべて硝酸塩である。配位子 PCn および LCn の同定は核磁気共鳴分析(NMR)で行い、希土類錯体 EuPCn および TbLCn は元素分析により同定した。

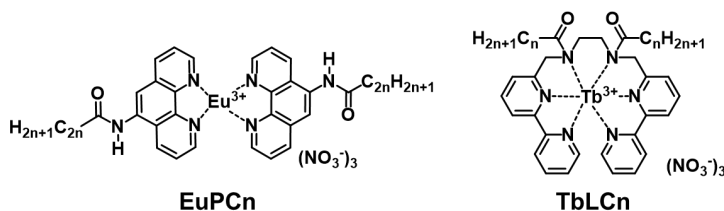


図1 酸化グラフェンに導入した発光性希土類錯体 EuPCn および TbLCn 錯体の分子構造

ユウロピウム錯体ですでに報告している既知の錯体であり、既報に従って合成した。合成に用いた金属塩はすべて硝酸塩である。配位子 PCn および LCn の同定は核磁気共鳴分析(NMR)で行い、希土類錯体 EuPCn および TbLCn は元素分析により同定した。

(2) 酸化グラフェンの合成と希土類錯体との複合化およびその評価

酸化グラフェン(GO)は、炭素二次元膜として知られるグラフェンの表面を、多様な酸素官能基で修飾した炭素膜である。本研究では、GOの合成手法の中でも Hummers 法を用いて合成

した。GO は、表面の酸素官能基の静電反発により、水やアルコール中で分散する。この分散液をメンブレン膜で吸引る過することにより、自立膜と呼ばれるフィルムを得ることができる。走査型電子顕微鏡測定により、二次元のナノシートが積層した様子を観察することができた。また X 線光電子分光測定 (XPS) により、表面の酸素官能基の種類と存在比を同定した。

複合化は、錯体と GO を質量比 1:1 でエタノール溶媒中で攪拌することにより合成した。一般に、GO はマイナスであるため、金属イオンや錯体を導入するとただちに沈殿を形成するが、本系は分散を保っていた。これは金属錯体に導入したアルキル鎖の効果によるものであると推察される。また 2 つ目の特徴として、本複合材料はメンブレンフィルムでろ過することで GO と同様に自立膜を形成することができた。これまで報告されてきた GO と金属錯体の複合材料の中でも、このような現象は見られておらず、非常に稀である。

複合膜の膜の状態と構造に関する知見は、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)、粉末 X 線回折装置 (XRD)、XPS、SEM 装置を用いた測定により得た。また発光特性については、分散液および自立膜を用いて、定常発光、発光量子収率および発光寿命を測定し評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 複合膜の構造的知見

SEM 観察から、複合膜は GO と同様に二次元薄膜が累積した積層構造を構築していることがわかった。カチオン性の錯体や金属イオンと GO との複合体は、ほとんどの場合混合してすぐに沈殿し、粉末になることが多い。一方アルキル鎖をもつ金属錯体を導入した本系は、粉末化することなく GO のような自立膜を形成させることが可能である。これはこれまで報告されている GO と異種化合物の複合材料に類を見ない稀な現象であり、実際にアルキル鎖を持たないフェナントロリン錯体を導入しても沈殿が形成され、粉末となってしまうことが実験的にわかっている。

複合化後も自立膜が形成されることから、導入した金属錯体が GO の層間に取り込まれていることが推察される。そこで、アルキル鎖の炭素数の異なる EuPCn 錯体 (n=14,18,22) と変化させ、XRD 測定から GO シート間の層間距離を求めたところ、アルキル鎖が長くなるにつれて、層間距離が大きくなっていることがわかった。この結果と SEM の結果から、金属錯体は分子構造にアルキル鎖を持たせることで、GO の層状構造に影響を与えずに層間に導入できることが明らかになった。

##### (2) 複合膜の発光特性

GO の特徴の一つに発光のクエンチ効率が非常に高いことが報告されている。本研究ではこのクエンチ効果を阻害するために、導入する発光性錯体にアルキル鎖を導入し、GO と発光中心に距離を持たせることで発光する GO の開発に挑戦した。本研究では、GO/EuPCn (n=14,18,22) および GO/TbLCn (n=18) の複合膜を合成しており、実際の複合膜の発光の様子を図 2 に示す。

GO/EuPCn の自立膜は、紫外光を照射することでユウロピウム三価由来の強い赤色発光を示し、GO/TbLCn も GO/EuPCn と同様にテルビウム三価強い緑色の発光を観測することに成功した。GO/EuPCn についてはアルキル鎖の長さに依存して発光量子収率の値が変化しており、GO/EuPC<sub>22</sub> は最も発光量子収率が高く 15.3% という値を示した。この結果から、アルキル鎖を長くすることで、導入した発光性錯体の発光中心と GO 間との距離が大きくなり、発光量子収率が向上したことが推察される。さらに、酸化グラフェンを熱処理し、表面の酸素官能基を脱酸素した rGO/EuPC<sub>14</sub> についても GO 複合膜と同様に発光を保っていることがわかった。

##### (3) 複合膜の電気化学的特性

酸化グラフェン (GO) は熱や光、ヒドラジンなどを用いて表面の酸素官能基を脱酸素することができ、グラフェンと同程度の電気伝導性を示す還元型酸化グラフェン (rGO) を得ることができる。GO/EuPCn を真空条件下 200°C で 4 時間加熱処理し、rGO/EuPCn を得た。rGO/EuPCn は GO/EuPCn よりも黒色が強く、発光の消光が懸念されたが、熱還元後も発光性を保っていた。

電気化学測定装置を用いて電気伝導率の測定を試みたが、rGO 単体と比較して rGO/EuPCn はほとんど電気を流さないことがわかった。この現象は、熱処理の温度や時間など条件を操作しても変わらなかった。この原因について明らかにするため、XPS の測定を行った。その結果、GO のみを熱処理し還元した rGO ではエポキシ基を中心とした多くの酸素官能基が脱離されているにもかかわらず、rGO/EuPCn は多くの酸素官能基が残存したままとなっていることがわかった。これは、GO 状の酸素官能基が導入した錯体と化学的に結合することで、安定化したことが推察されるが詳細は現段階では不明であり、本研究目的を達成する上で大きな課題である。

この課題を解決するために、現在、酸素官能基の割合を減らした GO を原料として用いる実験、また導電性の向上のためイオン液体を導入するなどの取り組みを現在行っている段階である。

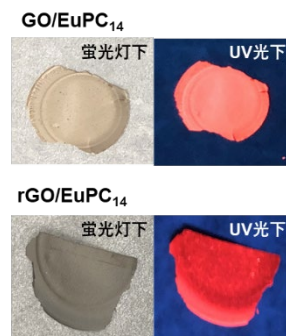


図 2 GO/EuPC<sub>14</sub> および rGO/EuPC<sub>14</sub> の発光の様子

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kusumoto Sotaro, Saso Akira, Ohmagari Hitomi, Hasegawa Miki, Kim Yang, Nakamura Masaaki, Lindoy Leonard F., Hayami Shinya	4. 巻 85
2. 論文標題 Solvent Dependent Bending Ability of Salen Derived Organic Crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 1692 ~ 1696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ma00299f	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 Hasegawa Miki, Ohmagari Hitomi	4. 巻 49
2. 論文標題 Helicate Lanthanide Complexes: The Luminescent Elements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 845 ~ 854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200184	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 長谷川 美貴、大曲 仁美	4. 巻 59
2. 論文標題 自然落下現象を適用した希土類錯体のトリボルミネッセンス評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本画像学会誌	6. 最初と最後の頁 325 ~ 329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210339	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 Kim Yuna, Ohmagari Hitomi, Saso Akira, Tamaoki Nobuyuki, Hasegawa Miki	4. 巻 12
2. 論文標題 Electrofluorochromic Device Based on a Redox-Active Europium(III) Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 46390 ~ 46396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c01396	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 Hasegawa Miki, Iwasawa Daichi, Kawaguchi Takuma, Koike Hikaru, Saso Akira, Ogata Shuhei, Ishii Ayumi, Ohmagari Hitomi, Iwamura Munetaka, Nozaki Koichi	4. 巻 85
2. 論文標題 Chiroptical Spectroscopic Studies on Lanthanide Complexes with Valinamide Derivatives in Solution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 294 ~ 300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochemrev.2022.100484	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 大曲仁美、長谷川美貴	4. 巻 51
2. 論文標題 ヘリシティとキラリティをデザインした希土類錯体の発光増強	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光化学	6. 最初と最後の頁 72-77
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 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 Ohmagari Hitomi, Nakaya Manabu, Tanaka Kaisei, Zenno Hikaru, Akiyoshi Ryohei, Sekine Yoshihiro, Zhang Yingjie, Min Kil Sik, Hasegawa Miki, Lindoy Leonard F., Hayami Shinya	4. 巻 50
2. 論文標題 Magnetism in a helicate complexes arising with the tetradentate ligand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 494 ~ 498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c01396	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 Kuramitsu Toshiaki, Kusumoto Sotaro, Ohmagari Hitomi, Hasegawa Miki, Thu?ry Pierre, Kim Yang, Hayami Shinya, Nakamura Masaaki	4. 巻 2021
2. 論文標題 Coordinated Halide and Pseudo Halide Dependent Structures and Photoluminescence of Defective Double Cubane Zinc(II) Clusters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1160 ~ 1164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210339	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 Islam Md. Saidul, Ohmagari Hitomi, Rahman Mohammad Atiqur, Shudo Yuta, Fukuda Masahiro, Yagyu Junya, Sekine Yoshihiro, Lindoy Leonard F., Hayami Shinya	4. 巻 2
2. 論文標題 Enhanced thermoelectric properties exhibited by unreduced freestanding graphene oxide/carbon nanotube membranes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Advances	6. 最初と最後の頁 5645 ~ 5649
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ma00299f	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 Ohmagari Hitomi, Hasegawa Miki	4. 巻 63
2. 論文標題 Circularly dichroic and circularly polarized spectra of helicate rare earth complexes with chirality	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Jasco Report	6. 最初と最後の頁 8-12
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 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 Nakayama Naofumi, Hijikata Masahiro, Ohmagari Hitomi, Tanaka Hideyuki, Inazuka Yudai, Saito Daisuke, Obata Shigeaki, Ohta Kazuo, Kato Masako, Goto Hitoshi, Hasegawa Miki	4. 巻 94
2. 論文標題 Computational Studies for Crystal Structures of Helicate Lanthanide Complexes Based on X-ray Analyses	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 2973 ~ 2981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210339	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 Yoshida Takefumi, Shabana Ahmed, Izuogu David Chukwuma, Fuku Kentaro, Sato Tetsu, Zhang Haitao, Yamamoto Yukina, Kamata Jun, Ohmagari Hitomi, Hasegawa Miki, Cosquer Goulven, Takaishi Shinya, Kaneko Takuma, Uruga Tomoya, Iwasawa Yasuhiro, Yamashita Masahiro	4. 巻 126
2. 論文標題 Hidden Heterometallic Interaction Emerging from Resonant Inelastic X-ray Scattering in Luminescent Tb <sup>3+</sup> /Pt Molecules	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 7973 ~ 7979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200184	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 Hasegawa Miki, Ohmagari Hitomi, Tanaka Hideyuki, Machida Kanade	4. 巻 50
2. 論文標題 Luminescence of lanthanide complexes: From fundamental to prospective approaches related to water- and molecular-stimuli	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 100484 ~ 100484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11370/isj.59.325	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 Kim Yuna, Ohmagari Hitomi, Saso Akira, Tamaoki Nobuyuki, Hasegawa Miki	4. 巻 12
2. 論文標題 Electrofluorochromic Device Based on a Redox-Active Europium(III) Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 46390 ~ 46396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.0c13765	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 該当する

1. 著者名 Hasegawa Miki, Iwasawa Daichi, Kawaguchi Takuma, Koike Hikaru, Saso Akira, Ogata Shuhei, Ishii Ayumi, Ohmagari Hitomi, Iwamura Munetaka, Nozaki Koichi	4. 巻 85
2. 論文標題 Chiroptical Spectroscopic Studies on Lanthanide Complexes with Valinamide Derivatives in Solution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 294 ~ 300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.201900692	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 該当する

1. 著者名 大曲仁美、長谷川美貴	4. 巻 51
2. 論文標題 ヘリシティとキラリティをデザインした希土類錯体の発光増強	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光化学	6. 最初と最後の頁 72-77
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 -

1. 著者名 Ohmagari Hitomi, Nakaya Manabu, Tanaka Kaisei, Zenno Hikaru, Akiyoshi Ryohei, Sekine Yoshihiro, Zhang Yingjie, Min Kil Sik, Hasegawa Miki, Lindoy Leonard F., Hayami Shinya	4. 巻 50
2. 論文標題 Magnetism in a helicate complexes arising with the tetradentate ligand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 494 ~ 498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0dt03990j	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 Kuramitsu Toshiaki, Kusumoto Sotaro, Ohmagari Hitomi, Hasegawa Miki, Thu?ry Pierre, Kim Yang, Hayami Shinya, Nakamura Masaaki	4. 巻 2021
2. 論文標題 Coordinated Halide and Pseudo Halide Dependent Structures and Photoluminescence of Defective Double Cubane Zinc(II) Clusters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1160 ~ 1164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.202001138	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 該当する

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 高橋秀治, 大曲仁美, 長谷川美貴
2. 発表標題 長鎖アルキル基を有するユウロピウム錯体のグラフェン複合体の構造と発光
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 高垣亮佑, 岩下竜也, 大曲仁美, 岩村宗高, 野崎浩一, 長谷川美貴
2. 発表標題 キラリティとヘリカルな配位様式を有するユウロピウム錯体の膜化による円偏光発光増強
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 吉川知輝, 大曲仁美, 長谷川美貴
2. 発表標題 リノール酸とパリンアミド-ピビリジンを有する発光性テルビウム錯体
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 荻原佑斗, 大曲仁美, 長谷川美貴
2. 発表標題 可視励起型 NIR 発光性ネオジウム錯体の合成
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 吉田雄斗, 大曲仁美, 山本侑貴奈, 長谷川美貴
2. 発表標題 4 座のフェントロリン誘導体の構造と希土類イオンとの相互作用
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 村田雄貴, 大曲仁美, 長谷川美貴
2. 発表標題 励起波長依存性発光を示すEu-アントラセン錯体の発光特性
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 Hitomi Ohmagari, Yukina Yamamoto, Yuto Yoshida, Miki Hasegawa
2. 発表標題 Multiple ligand-/Ln-centered luminescence of mononuclear lanthanide complexes with phenanthroline
3. 学会等名 Pacifichem @#254 symposium “ Photofunctions of Soft Crystals Constructed with Coordination Compounds ” ( 国際学会 )
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideyuki Tanaka, Kanade Machida, Hitomi Ohmagari, Miki Hasegawa
2. 発表標題 Vapor-responsible luminescent terbium complexes with helicate structure
3. 学会等名 Pacifichem @#254 symposium “ Photofunctions of Soft Crystals Constructed with Coordination Compounds ” ( 国際学会 )
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yukina Yamamoto, Yuto Yoshida, Hitomi Ohmagari, Miki Hasegawa
2. 発表標題 Luminescence properties of terbium complex with the tetradentate ligand bridging two phenanthroline moiety
3. 学会等名 Pacifichem @#254 symposium “ Photofunctions of Soft Crystals Constructed with Coordination Compounds ” ( 国際学会 )
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanade Machida, Hitomi Ohmagari, Takayuki Nonoyama, Jian Ping Gong, Miki Hasegawa
2. 発表標題 Highly luminescent hydrogel of water-soluble Eu complexes
3. 学会等名 Pacifichem @#254 symposium “ Photofunctions of Soft Crystals Constructed with Coordination Compounds ” ( 国際学会 )
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大曲仁美, 吉田雄斗, 山本侑貴奈, 長谷川美貴
2. 発表標題 架橋した4座フェナントロリン誘導体の希土類イオンに対する配位に関わる知見
3. 学会等名 複合系の光機能研究会 オンラインライジングスター研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hitomi Ohmagari, Akira Saso, Jun Kamata, Munetaka Iwamura, Koichi Nozaki and Miki Hasegawa
2. 発表標題 Chiroptical Spectroscopic Studies on Lanthanide Complexes with Valinamide Derivatives in Solution
3. 学会等名 Faraday Discussions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大曲仁美・山本侑貴奈・田中敦也・長谷川美貴
2. 発表標題 連結型フェナントロリンの電子状態を利用した *およびff遷移による多重発光性希土類錯体の開発
3. 学会等名 複合系の光機能研究会 オンラインライジングスター研究会
4. 発表年 2020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
---------	---------