

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K05624

研究課題名(和文) 選択反射特性を光・電場で自在制御できるマイクロ液晶球体

研究課題名(英文) Liquid crystal microspheres with high tunability of selective reflection properties by light and electric-field

研究代表者

キム ユナ (Kim, Yuna)

宇都宮大学・工学部・助教

研究者番号：00648131

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：糖を含む大環状アゾベンゼン誘導体を光応答性キラル添加剤として導入したコレステリック液晶(CLC)材料が、最大500%のらせん周期の光変調特性を示すことを発見した。また、マイクロ流体デバイスを用いてCLCをコア部に、又はポリチオフェン誘導体をシェル部に導入したマイクロ球体を作製した。球体は、紫外線・可視光線の照射により反射光を可逆的に制御する特性(青緑色・黄色・赤色)や、デバイスへの電場印加で2-3秒で着色・消色する迅速な応答特性を示した。一方、イオン液体と発光性ユウロピウム錯体の複合体をデバイスに導入し、錯体の酸化還元反応を電場で制御することでその発光強度のスイッチング特性を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した複合マイクロ球体材料やデバイスは、全方位にわたる選択反射光の波長・強度や吸収度を、光と電場により多段階で制御できるため、全方位反射型ディスプレイ、レーザー共振器等の開発につながると確信している。また、透明なイオン液体複合体をCLC球体デバイスに導入することで、今後光・電場に応答する反射光・発光の多重スイッチングを可能とする光学デバイス分野へ大きな波及効果を与えると期待できる。

研究成果の概要(英文)：Cholesteric liquid crystals (CLC) incorporating sugar-containing macrocyclic azobenzene derivatives as photoresponsive chiral additives exhibited optical modulation properties of helical pitch length up to 500%. Microspheres with CLC in the core or polythiophene derivatives in the shell were fabricated using a microfluidic device. The spheres showed reversible control of reflected lights (blue-green yellow red) by irradiation with ultraviolet and visible light, and the rapid response property of coloring and bleaching in 2-3 seconds was obtained when an electric field was applied to the device. On the other hand, by introducing a complex of an ionic liquid and a luminescent europium complex into a electrochemical switching device, controlling the redox reaction of the complex with an electric field enabled the switching of the red emission intensity.

研究分野：有機機能性材料化学

キーワード：液晶 マイクロ球体 光異性化 エレクトロクロミズム デバイス

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

コレステリック液晶(CLC)は、分子のキラリティにより分子配向方向がねじれ、らせん周期構造を形成し、らせん周期に相当する波長の光を反射する。特に、球体である CLC 液滴は、放射状のらせん構造に由来する三次元全方位フォトニック構造をもつため、既存の二次元 CLC フィルムでは実現不可能な大面積化、全方位反射型ディスプレイ、レーザー共振器等の開発が期待でき、近年盛んに研究されている(Q. Li et al. Chem. Rev. 2016, 116, 15089; Y. Uchida et al. Adv. Mater. 2013, 25, 3234)。このような画期的な光学材料を実用化するためには、光や電場などの外部刺激により、CLC 液滴の光学特性を自由に調節できる必要がある。これまでに、液晶分子のらせん配列を電場 (E. Brasselet et al. Nature Commun. 2015, 6, 7603)または温度(S.-H. Kim et al. Adv. Mater. 2017, 29, 1606894)等により調節した報告例があるが、高作動電圧の印加や高温での熱処理が必要であり、実用的ではない。また、フォトクロミックキラル添加剤を用いた光照射による反射光の制御が報告されているが(S. Gac et al. Sci. Rep. 2015, 5, 14183)、制御できる波長範囲が狭く、さらに反射光の強度は制御できていない。そのため、外部刺激により、らせん周期の長さや全方位反射光の強度を大幅に変化させることのできる実用的な CLC 液滴と光学デバイスの開発が求められている。

### 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、『光照射・電場により、全方位選択反射の色と強度を自在にコントロールできる複合マイクロ球体材料を創製する』ことである。光応答性コレステリック液晶(CLC)の液滴の表面に  $\pi$  共役系エレクトロクロミック(EC)ポリマー膜をシェルとして導入すると、光照射により選択反射色を可視光の全領域で制御でき、さらに、その強度は電圧印加によるシェルの吸光度の変化で完全に変調できる。

### 3. 研究の方法

#### (1) CLC 試料の液滴化

まず、最適な光応答特性を示す CLC 相を得るために、報告者が開発した軸不斉のアゾベンゼン誘導体(図 1)を光応答性キラルドーパントとして選択し、それを 5CB、ZLI-1132 などのネマティック液晶にドーパ (5~7 wt%) した CLC を液滴のコア部として導入した。本研究で開発した CLC 液滴の作製方法としては、親水性インナーシェルを持つ「triple-emulsion」構造を導入した。これは、Polyvinyl alcohol(PVA)のインナーシェルを導入することにより、液晶分子の平面配列や均一なシェルが形成されることのできるからである。図 2 に示したようなマイクロ流体デバイス (MEMS) を用いて、inner phase と continuous phase にはそれぞれ上記の CLC 混合物と 10% の PVA 水溶液を導入し、shell phase には少量 (1wt%以下) の光重合開始剤 (Darocur 1173) を含む silicone methacrylate 誘導体溶液を導入した。作製過程は、トリプルエマルジョン構造で形成された CLC 液滴を、紫外線照射によるシェル部の重合で完了した。この液滴の作製方法は、韓国の Shin-Hyun Kim 准教授 (KAIST) グループとの共同研究で構築した。

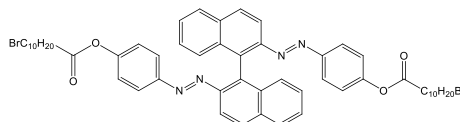


図 1 光応答性アゾベンゼン型キラルドーパントの分子構造

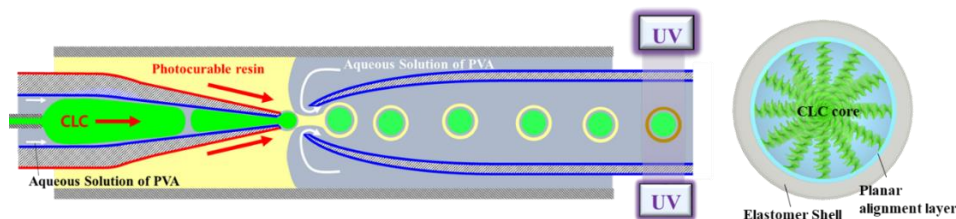


図 2 トリプルエマルジョン構造を持つ CLC 液滴の模式図とマイクロ流体デバイスを用いる作製法

#### (2) EC ポリマーを持つ液滴形成

液滴のシェル部には、酸化還元反応により大きい吸光度の変化を示す  $\pi$  共役系エレクトロクロミック(EC)ポリマーの中で、溶解度が大きい polythiophene 誘導体の一つであるポリ(3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル) (P3HT) を導入した。そして分子量などがシェルの物性に大きな影響を与える事を考えられ、分子量が 20k~45k または 90k~130k の P3HT を導入して検討を行った。液滴の作製に関しては、図 3 に示すように inner phase には 10% PVA 水溶液を、shell phase には P3HT 溶液(~13.3 mg/ml)を導入した。また、10% PVA 水溶液を continuous phase として導入した。

### (3) 光学スイッチングデバイスの作製

(1) と (2) 節で得られた液滴を、電解液として働くイオン液体 ([BMIM] [PF<sub>6</sub>]) に分散し、二枚の透明電極に挟み、透過型 EC デバイスを作製した (図 4a)。また、デバイスのスイッチング特性、応答速度、液滴の耐久性を調べた。

一方、デバイスに導入するイオン液体に発光性レアアース錯体を融合することにより、電場印加によるデバイスの付加的な発光制御特性に関して検討した。発光性レアアース錯体であるユウロピウム錯体 ([Eu(L)(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>](PF<sub>6</sub>)) とイオン液体 ([BMIM] [PF<sub>6</sub>]) の分子構造を図 4b に示す。複合発光体は、このユウロピウム錯体をイオン液体に 1wt% 程度の低濃度で溶解して調製した。デバイスへの電場印加で錯体を酸化還元させながら光ファイバで発光のセンシングやスペクトル測定を行った (図 4c)。印加電位による電流の変化を確認しつつ、それに伴う蛍光スペクトル変化などの発光特性を同時計測する仕組みを適用した。この電気化学的に駆動するデバイスは三電極型であり、一般的な二電極型デバイスに比べて、低電位駆動と、より精密な印加電位の調整が可能となった。

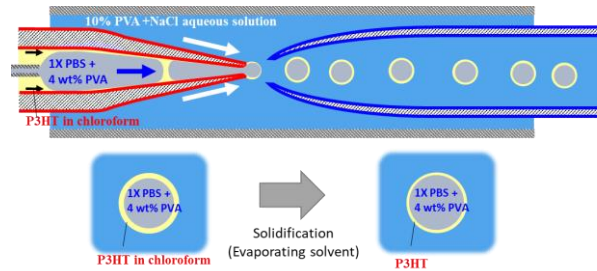


図 3 マイクロ流体デバイスを用いる EC ポリマー (P3HT) 液滴の作製法(上)と形成された P3HT マイクロ液滴

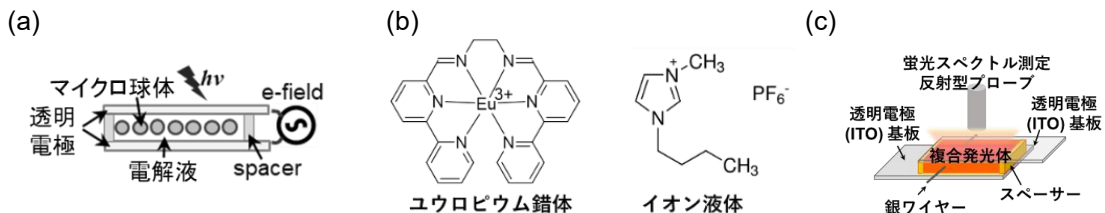


図 4(a) 液滴を導入した光・電場応答性 EC デバイス。(b) レアアース錯体とイオン液体の分子構造 (c) 発光性デバイスの仕組みと測定手法

## 4. 研究成果

### (1) 新規 CLC 材料の開発とその物性評価

新規光応答性キラルドーパントとして糖を含む大環状アゾベンゼン誘導体 (図 5a) を導入した CLC を用いて、紫外線 (365 nm) ・可視光 (510 nm) 照射によるらせん液晶構造の可逆的な動的制御に初めて成功した。特に、紫外線照射によるトランス体からシス体への光異性化の過程により、11.9  $\mu\text{m}^{-1}$  の初期状態のらせんねじり力が、光定常状態で 72.3  $\mu\text{m}^{-1}$  まで増幅した。結果的に、1/6 倍程度のらせん周期の長さの短縮 (図 5、ネマティック液晶の ZLI-1132 に 1wt% ドープ) あるいはらせんねじり力の最大 500% の増加が観察された。この結果は、density functional theory (DFT) 法による分子構造最適化・エネルギー計算で、アゾベンゼン単位のトランス体からシス体への光異性化が、C-N=N-C の低いねじり角を誘起し、かつ環サイズの縮小を誘起することが確認できた。

このような分子構造の変化は、分子内および分子間・超分子レベルの相互作用を効果的に改善し、ドーパント分子の糖ユニットからのキラリティー伝達に非常に有利な形状がシス体で得られるとことが明らかになった。また、この CLC 薄膜上において、光誘起の液晶のダイナミックな再配向により、微小物体の 1 方向の機械的な回転運動を連続的に実現することができた。

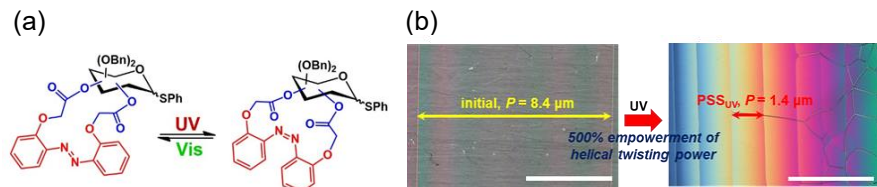


図 5 (a) 糖を含む大環状アゾベンゼン誘導体の光異性化および (b) カルノーセルで観察した CLC のらせん周期の長さの光制御。

### (2) 液滴の形成と特性評価

まず、3 (1) 節で作製した CLC 液滴を光学顕微鏡で観察したところ、液滴の直径は 200 ~ 220  $\mu\text{m}$ 、コア部の直径は 170  $\mu\text{m}$  で、球体サイズの均一さを確認した (図 6)。しかし、紫外線照射によるシェル部の光重合の際にシェル部が一部のみ形成されること (図 6a) を確認した



め、紫外線光源の照射強度と時間をそれぞれ2倍に増やすことで解決できた(図2, 6b)。シェル部の厚みは33  $\mu\text{m}$  程度であった。

さらに、液滴への光入射角が0度の場合には液滴中心部の反射光を、5度の場合には隣接している液滴による反射(photonic cross-communication)を示すことから、

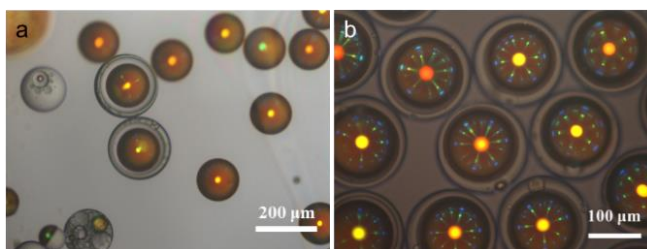


図6 (a) シェル部の不十分な光重合による未液滴化 (b) コアシェル構造を持つCLC液滴が示す反射光

液晶分子の安定かつ均一な平面配列性が明らかになった(図6b)。次に、CLC液滴の光照射による反射光の応答性を調べた。上記のUV光重合過程でイクロ液滴の反射光は赤-オレンジ色を示した(図6b)。これは、

コア部のCLCに添加されたアゾベンゼン誘導体ドーパント(図1)がトランス体からシス体への光異性化を行い、CLCらせん周期の伸長を誘起し、結果的に反射波長が長波長領域へ移動されることで起因する。反射光は、510 nmの可視光(15 mW/cm<sup>2</sup>)の2分照射により光定常状態に到達し、緑色の反射色を示すことから、CLC液滴の可逆的な光応答性を確かめた。また、更なる紫外線(365 nm, 9.1 mW/cm<sup>2</sup>)照射により、図7に示すような反射光(a→f)や反射スペクトル(g)の変化を観察した。反射色は、青緑色(a)から赤色(f)まで変化し、反射バンドは525 nmから622 nmまでシフトした。この過程は、60秒の光照射で光定常状態(f)まで到達して、比較的鋭敏な応答性を示した。

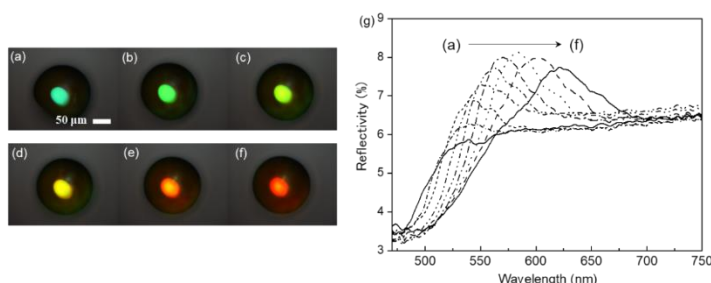


図7 紫外線照射による液滴の反射色の変化：(a) 青緑色、(b) 緑色、(c) 黄緑色、(d) 黄色、(e) オレンジ色、(f) 赤色、および(g) 反射スペクトルの変化

溶液の濃度を上げて改善には限界があり、さらに比較的の高い分子量を持つP3HT(Mw<sub>ave</sub>:90k~130k)を導入することで程度解決できた。しかし、低溶解度を示したクロロホルムの代わりに、クロロホルムとトルエンの混合溶媒を導入する必要があった。図8に示すように、最初は直径155  $\mu\text{m}$ の均一な液滴が形成されたが、溶媒の蒸発が進行すると、液滴サイズの収縮(直径86  $\mu\text{m}$ まで)または液滴の破裂などのばらつきが観察され、良好な液滴のみを分離した。

一方、3(2)節で作製した $\pi$ 共役系ポリマーP3HTをシェルとして導入した液滴を光学顕微鏡で観察したところ、P3HTポリマーの分子量、溶液の濃度、溶媒の種類などの条件によってシェル部の安定性が大きく変化する事を確認した。P3HTの平均分子量が20k~45kの場合には、良好な溶解度を示したが、非常に薄いシェルが形成され、液滴の安定性が低かった。これは、

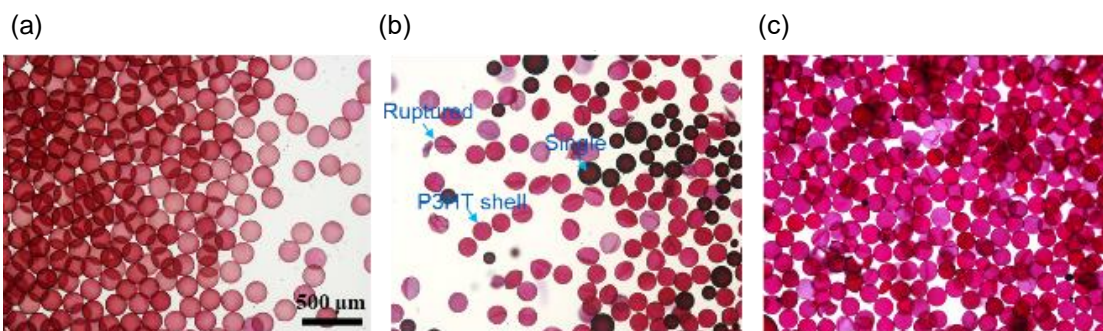


図8 シェル部にP3HTを導入した液滴の(a) 作製直後から(b) 溶媒蒸発後、(c) 精製後の様子

### (3) デバイス特性評価

次に、2.3節で作製した液滴を持つ透過型光学デバイス(図4c)のエレクトロクロミックスイッチング特性、応答速度、液滴の耐久性を調べた。図9に示すように、最初状態(a)のシェル部のP3HTが、+2.5 Vの電位印加で酸化され、薄い紫色に消色(b,d)された。さらに、-2.5 Vの電位印加では、還元反応が行い、元の紫色の着色過程(c)が観察されることから、電場による液滴の可逆的なエレクトロクロミズムを確認した。着色・消色のレスポンスは2~3秒程度であった。しかし、低ECコントラストや時間経過によるデバイス内の液滴の破裂が観察されたため、他電解質添加の検討や液滴のシェル部の耐久性を改善する必要性が明らかになった。

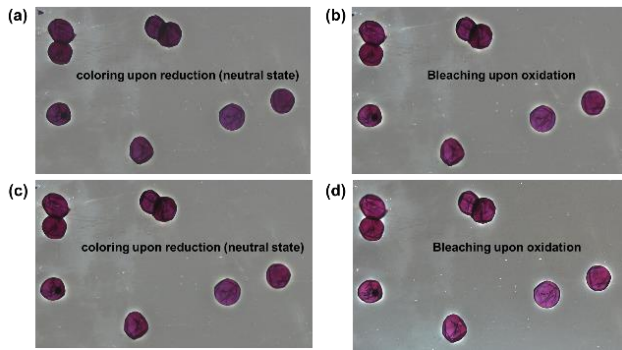


図 9 電場印加で応答する光学デバイス内の液滴：(a) 0 V、(b) +2.5 V、(c) -2.5 V、(d) +2.5 V。

次に、図10B(a)に紫外線を照射しながらデバイスへの印加電位を変調させた際の蛍光スペクトルの変化を示す。電位印加前はユウロピウム錯体が3価で強く発光しますが、これにマイナス電位を加えるとユウロピウムイオンの価数が3価から2価へ還元され、赤色発光の強度が大幅に弱くなった。さらに、プラス電位を加えると酸化反応が起こって価数が2価から3価へ戻り、蛍光スペクトルが正常に復元された。最大の発光強度変化を有する616 nmの波長にて最適なスイッチング電位の+2.0 V及び-1.8 Vで蛍光スイッチング特性を計測した結果を図10B(b)に示す。平均応答時間は、蛍光のOFF及びONプロセスでそれぞれ7秒及び2秒のため、粘性が高いイオン液体にもかかわらず、非常に高速の応答性を示した。さらに、100回の電場変調の繰り返しの後でも、デバイスは一貫して発光コントラストと安定した可逆応答を示し、優れた光電気特性と耐久性を有することが確認された。

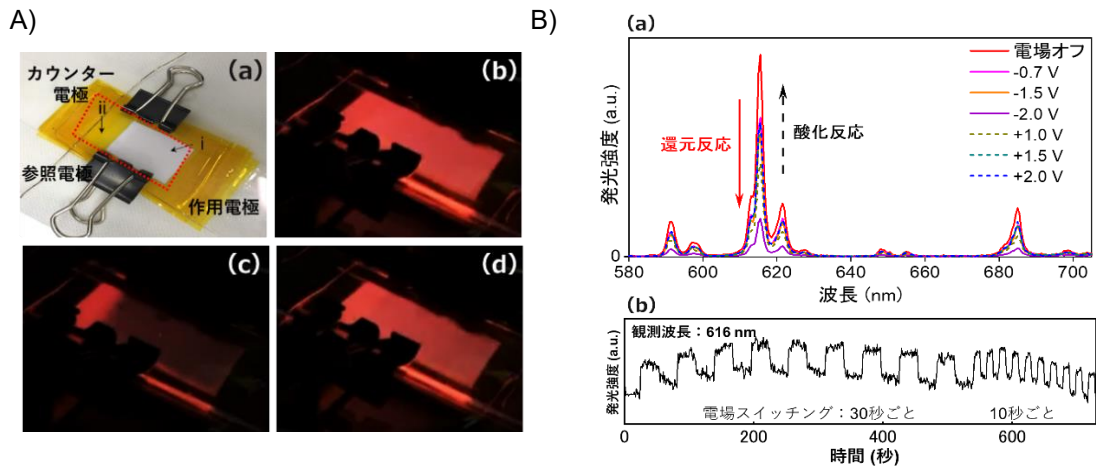


図 10 A: (a) 三電極型の透明な発光性デバイスの様子：(i) 赤色蛍光が、ON/OFF スイッチする部分と (ii) いつも“ON”になっている部分。(b) 赤色蛍光 ON (0 V, 3 価イオン) (c) OFF (-1.8 V, 2 価イオン) (d) ON (+2.0 V, 3 価イオン)。B: (a) デバイスへの印加電位の変調によるユウロピウム錯体の還元・酸化反応過程に伴う実際の可逆的な蛍光スペクトルの変化。(b) 最大の蛍光強度変化を示す 616 nm の波長で観測した蛍光 ON/OFF スイッチングのレスポンス (-1.8 V と +2.0 V を 30 秒ごと、また 10 秒ごとに繰り返し)。

一方、図10は3.3で作製した発光性ユウロピウム錯体([Eu(L)(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>](PF<sub>6</sub>))とイオン液体([BMIM][PF<sub>6</sub>])の複合体を持つデバイスの発光スイッチングの様子を示す。図10A (b) の初期状態 (0 V, 3 価イオン)から、(c) の赤色蛍光がほぼ見えないOFFになる還元状態 (-1.8 V, 2 価イオン), (d) の赤色蛍光がONに戻る酸化状態 (+2.0 V, 3 価イオン)を目視で観察できた。実際の発光強度のコントラストは、(a) (i) ON/OFF スイッチする部分と (ii) いつも“ON”になっている部分があるため発光強度を比較できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Qi Jiajun, Wu Yuzhang, Cho Hai Jun, Kim Yuna, Ohta Hiromichi, Tamaoki Nobuyuki	4. 巻 56
2. 論文標題 Pressure-tunable thermal conductivity observed for bisamide functionalized diacetylene crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science	6. 最初と最後の頁 15481 ~ 15490
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10853-021-06192-7	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, Mafy Noushaba Nusrat, Maisonneuve Stephane, Lin Chaoqi, Tamaoki Nobuyuki, Xie Juan	4. 巻 12
2. 論文標題 Glycomacrocycle-Based Azobenzene Derivatives as Chiral Dopants for Photoresponsive Cholesteric Liquid Crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 52146 ~ 52155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.0c14880	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 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 Hori Aoi, Kim Yuna, Tahara Keishiro, Kadoya Tomofumi, Yamada Jun ichi, Kubo Kazuya	4. 巻 2021
2. 論文標題 Unique Solvatochromic Behavior of Unsymmetrical Platinum Dithiolene Complexes Coordinated by 4,4'-Dinonyl 2,2'-Bipyridine	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1023 ~ 1027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.202001014	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 Mafy Noushaba Nusrat, Kim Yuna, Thomas Reji, Akasaka Takehito, Tamaoki Nobuyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Molecular Crankshaft Effect Converting Piston-like Molecular Motion to Continuous Rotation of Macro Objects	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 15097 ~ 15102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.9b03706	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 Arata Sonomi, Kim Yuna, Hoshino Norihisa, Tahara Keishiro, Takahashi Kiyonori, Kadoya Tomofumi, Inoue Tomonori, Nakamura Takayoshi, Akutagawa Tomoyuki, Yamada Jun ichi, Kubo Kazuya	4. 巻 26
2. 論文標題 Unique Thermal Structural Phase Transitions Exhibited by Unsymmetrical Organometallic Gold(III) Dithiolene Complexes with Pentylthio and Hexylthio Groups	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.202300017	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, Allain Cl?mence, Guillot R?gis, Audebert Pierre	4. 巻 439
2. 論文標題 s-Tetrazine derivative exhibiting unprecedented polymorphism-dependent emission properties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry	6. 最初と最後の頁 114629 ~ 114629
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochem.2023.114629	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, Kubo Kazuya	4. 巻 -
2. 論文標題 Transition metal complexes for electrochromic and electrofluorochromic devices	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Pure and Applied Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
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 -

[学会発表] 計19件(うち招待講演 4件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Yuna KIM, Hitomi Ohmagari, Akira Saso, Nobuyuki Tamaoki, and Miki Hasegawa
2. 発表標題 Electrofluorochromic Device Based on a Redox-Active Europium (III) Complex
3. 学会等名 JSCC symposia (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuna KIM, Hitomi Ohmagari, Akira Saso, Nobuyuki Tamaoki, and Miki Hasegawa
2. 発表標題 An Electrofluorochromic Device Based on a Redox-Active Europium (III) Complex
3. 学会等名 Pacifichem (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Kim, N. N. Mafy, J. Xie, S. Maisonneuve, C. Lin, N. Tamaoki
2. 発表標題 Photoresponsive cholesteric liquid crystals doped with glycomacrocylic azobenzene derivatives exhibiting amplified mechanical functions
3. 学会等名 Pacifichem (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 キム ユナ
2. 発表標題 外部刺激に対して光学及び機械的機能を示す動的分子材料の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(招待講演)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 キム ユナ
2. 発表標題 2021年度女性化学者奨励賞受賞者の紹介
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒田 園巳、キム ユナ、星野 哲久、川崎 渉、角屋 智史、芥川 智行、山田 順一、久保 和也
2. 発表標題 アルキルチオ基を導入した非対称型金( )ジチオレン錯体が示す多様な熱的構造相転移とその炭素数依存性
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 Jinbiao Jiao, Stephane Maisonneuve, Yuna Kim, Juan Xie
2. 発表標題 Synthesis, photochromic and chiroptical properties of photoswitchable glycomacrocycles
3. 学会等名 5th NanoSynergistics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒田 園巳、井上 智仁、キム ユナ、角屋 智史、山田 順一、久保 和也
2. 発表標題 脱プロトン化した2-フェニルピリジンとビス(アルキルチオ)-TTF-ジチオレン配位子をもつ非対称型金( )錯体の構造相転移
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 弓野 瑞季、キム ユナ、角屋 智史、山田 順一、久保 和也
2. 発表標題 2,2'-ビビリジン誘導体とジチオレン配位子をもつ平面四配位型非対称白金錯体の電子状態と伝導材料への応用
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 Yuna Kim
2. 発表標題 Electrofluorochromic device: a versatile tool to control luminescence of redox-active emitters
3. 学会等名 The 3rd Australia-Belgium-Japan joint symposium on excitonics and cellular communication (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuna Kim
2. 発表標題 Photoreponsive molecular systems for advanced optical and mechanical functions
3. 学会等名 The 1st Australia-Belgium-Japan joint symposium on excitonics and cellular communication (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀 葵, 久保 和也, キム ユナ, 角屋 智史, 田原 圭志朗, 玉置 信之, 中村 貴義, 山田 順一
2. 発表標題 非対称ジチオレン金属錯体が発現する可視光・近赤外領域における協奏的エレクトロクロミック挙動の解明
3. 学会等名 第13回分子科学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aoi Hori, Kazuya Kubo, Yuna Kim, Tomofumi Kadoya, Jun-ichi Yamada
2. 発表標題 Unsymmetrical Platinum Dithiolene Complexes Coordinated by 4,4'-Dinonyl-2,2'-Bipyridine: Concerted Phenomena Between Electronic Absorption and Electrochemical Properties
3. 学会等名 The 20th RIES- HOKUDAI International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuna Kim, Noushaba Nusrat Mafy, Joanne Xie, Stephane Maisonneuve, Nobuyuki Tamaoki
2. 発表標題 Glycomacrocycle-based azobenzene derivatives as chiral dopants for photoresponsive cholesteric liquid crystals
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 Yuna Kim, Clemence Allain, Regis Guillot, Pierre Audebert
2. 発表標題 Unprecedented crystalline-phase-dependent emission properties observed from an s-tetrazine derivative
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 Jeevika Alagan, Ryosuke Yambe, Yuna Kim, Ken-ichi Iimura
2. 発表標題 Fabrication of perovskite/carbonaceous nanocomposite and its evaluation toward electrochemical detection of amino acids
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 YUNA KIM, Runze Lin, Stephane Maisonneuve, Chaoqi Lin, Nobuyuki Tamaoki, Juan Xie
2. 発表標題 Photoresponsive cholesteric liquid crystals based on macrocyclic azobenzene derivatives containing sugar
3. 学会等名 第73回コロナおよび界面化学討論会・国際シンポジウム(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉川 未祐・池内 勝哉・下別府 巽・キム ユナ・和泉 雅之・越智 里香
2. 発表標題 チオール検出を指向した テトラジン型超分子センサの開発
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒田 園巳, キム ユナ, 星野 哲久, 角屋 智史, 芥川 智行, 山田 順一, 久保 和也
2. 発表標題 分子ドナー/アクセプター配位子からなる非対称型金( )錯体が示す 熱的構造相転移
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 エレクトロクロミックデバイス	発明者 久保和也、キムユナ、堀葵	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2021-051935	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

2021年度日本化学会第10回女性化学者奨励賞  
<https://www.chemistry.or.jp/journal/ci22p154.pdf>  
 高導電性酸化還元型レアースを用いたデバイスの開発にはじめて成功  
<https://www.hokudai.ac.jp/news/2020/10/post-740.html>

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
研究協力者	長谷川 美貴  (Hasegawa Miki)	青山学院大学・教授  (32601)	
研究協力者	久保 和也  (Kubo Kazuya)	兵庫県立大学・准教授  (24506)	
研究協力者	玉置 信之  (Tamaoki Nobuyuki)	北海道大学・教授  (10101)	

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		
フランス	ENS Paris-Saclay		
韓国	KAIST		