

令和 3 年 6 月 5 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05265

研究課題名(和文) 発光団凝集体の秩序構造制御による高効率白色発光材料の創製

研究課題名(英文) Development of effective white-luminescent materials by control of ordered structure of luminogen aggregates

研究代表者

堤 治 (TSUTSUMI, OSAMU)

立命館大学・生命科学部・教授

研究者番号：00313370

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)：液晶の秩序と無秩序の調和をとるために、発光性高分子液晶やフルカラー発光を示すディスコチック液晶性金錯体などを合成し、発光特性と秩序度・凝集構造の相関を考察した。さらに、液晶の特徴である配向性を利用した偏光白色発光材料への展開やキラル液晶の屈折率周期構造を利用した波長可変レーザー発振材料への展開も行った。本研究では、発光性高分子液晶が固体状態で白色発光を示すこと、および、磨砕などの力学刺激により発光色変化を示すことを見いだした。また、発光挙動が単結晶サイズにも依存することを見いだした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

機能分子を材料へと展開する場合、しばしば微粒子や薄膜として利用される。本研究の結果は、微粒子や薄膜などはバルク結晶から期待されるものとは全く異なる物性を示す可能性を示唆しており、機能材料の設計においてはサイズと物性の相関が非常に重要な知見となる。すなわち、特に有機機能材料の設計において従来重視されてきた「分子構造と機能の相関」だけでなく、同じ分子構造でも材料サイズによって機能・性能が変化するという「材料サイズと機能の相関」も考慮した設計が必要となる。

研究成果の概要(英文)：Highly luminescent materials are of great interest for use in light-emitting devices. However, the luminescence intensity of most organic molecules is abruptly reduced in condensed phases owing to aggregation-caused quenching. Recently, some types of organic molecules have shown strong photoluminescence in the condensed phase, where aggregation enhanced the photoluminescence through a phenomenon called aggregation-induced emission (AIE). The structure of their molecular aggregates, as well as their own molecular structure, must strongly affect the luminescence of AIE materials. We have developed liquid-crystalline (LC) luminophores with the AIE property (AIEgen). We observed that acrylate polymers having an LC AIEgen in their side chain changed the luminescent color from blue to white by the glassy-to-LC phase transition. In addition, we discovered that the size of the materials is crucial to control their materials' properties.

研究分野：機能材料化学

キーワード：発光 液晶 凝集誘起発光

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、有機ELディスプレイなどの有機発光デバイスが注目されており、多くの発光材料が開発されている。一般的な有機化合物は、希薄溶液のような分子が孤立分散した系では効率よく発光するが、固体のような分子凝集系では発光効率が著しく低下するという問題がある。最近、Tangらにより凝集により発光が増強されるAIE (Aggregation-Induced Emission) と呼ばれる現象が発見され、固体中でも高効率発光を示す有機化合物の開発が盛んに行われている。AIE効果は発光性化合物の内部回転・振動などの分子内運動が固体(結晶)中において抑制された結果であると解釈されている。

申請者らは最近、単純な構造の液晶性発光団を側鎖に導入した高分子化合物が固体中で発光することを見いだした。特に、加熱により材料に「液晶状態」を経験させ、発光団が秩序性をもって異方的に凝集することで、発光量子収率が向上することや、単一化合物のみから太陽光に近いスペクトルをもつ白色発光が得られることを発見した(特願2016-142396, 日刊工業新聞2017年5月29日朝刊)。この化合物は、

1. 分子の構造が非常に単純であり、希少金属類も含まないため簡便・安価に大量合成が可能
2. 高分子であるので、薄膜状に成形することも容易
3. 1種類の発光体だけで白色に発光するのでデバイス構成を単純化でき、製造プロセスの簡略化・低コスト化・低エネルギー化に貢献できる

といった特徴をもつ画期的な材料である。

一方、この高分子化合物は、発光団の配向と配置がランダムとなる希薄溶液中では、青色(単色)発光を示した。白色発光状態にある固体をすり潰し発光団の液晶配向を崩しても同様に青色発光を示した。また、発光団が秩序高く配向・配置された結晶状態でも青色発光が得られた。これらのことから、この高分子の発光色は発光団の凝集構造に大きな影響を受けると結論づけられる。すなわち、白色発光させるためには発光団を配向させる必要があるが、結晶のように完全な秩序性をもつ系でも青色単色でしか発光しない。液晶のように、秩序性をもちながら、適度な無秩序性をもつ系でのみ白色発光が得られる。

実用材料としての応用を意識した場合、固体中での発光効率(発光量子収率)は非常に重要である。本高分子化合物は、凝集により発光強度が増大するAIE効果を示す。しかしながら、固体中における発光量子収率は~5%程度であり、量子収率を向上させることが応用の可能性を高める鍵となる。Tangらの理論によれば、発光団が秩序高く、より密にパッキングする系ほど分子内運動が抑制されAIE効果は増強されるので、高い量子収率が得られる。つまり、発光量子収率においても凝集体の「秩序」は重要な因子である。

2. 研究の目的

白色発光材料の高性能化のためには発光メカニズムの理解が必須である。本研究で解明したい「問い」は、白色発光メカニズム、特に「発光団の凝集体における秩序と無秩序のバランスが発光特性に与える影響」を理解することである。本研究では、発光メカニズムを解明と、これに基づく白色発光材料設計における指導原理を確立する。また、指導原理に従って材料を再設計し、単一化合物のみで高効率に白色発光を示す新材料を創製する。本研究は、発光団の凝集体における秩序-無秩序のバランスが発光特性に与える影響を検討し、発光材料設計の新しい指導原理を確立すること、また、この指導原理に従って単一化合物のみで高効率の白色発光を示す新材料を

創製することを目的とする。

3. 研究の方法

液晶の秩序と無秩序の調和をとるために、発光性高分子液晶、やフルカラー発光を示すディスコチック液晶性金錯体などを合成し、発光特性と秩序度・凝集構造の相関を考察した。さらに、液晶の特徴である配向性を利用した偏光白色発光材料への展開やキラル液晶の屈折率周期構造を利用した波長可変レーザー発振材料への展開も行った。

4. 研究成果

合成した化合物はいずれも分子が凝集することで発光強度が増大する凝集誘起発光 (Aggregation-Induced Emission, AIE) 挙動を示すことが分かった。また、これらのうち発光性高分子液晶は固体状態で白色発光を示すこと、および、磨砕などの力学刺激により発光色変化を示すことを見いだした (*Dyes and Pigments*, **188**, 109189 (2021))。

発光性の三核金錯体を合成した結果、結晶中では非常に高効率 (発光量子収率 >90%) に発光することも見いだした (*Molecules*, **24**, 4606 (2019))。また、これらはディスコチックネマチック液晶相やディスコチックカラムナー液晶相を示し、その相挙動は導入した置換基により変化することも分かった。

結晶や液晶の多形を示す三核金錯体では相転移により分子集合体の秩序構造が変化するため、発光挙動を制御できることも見いだした。例えば、図 1A に示す三核金錯体 (DT5) は、温度変化により誘起される結晶多形間の相転移に伴い、紫色 (室温, 発光極大 = 380 nm) から赤色 (130 °C, 740 nm) という可視光全体にわたる発光色変化を示した (図 1B)。

さらに、本研究では、このような金錯体の発光挙動が単結晶サイズにも依存することを見いだした (*Commun. Chem.*, **3**, 139 (2020))。一例を挙げると、バルク結晶 (> 50 μm) が室温で紫色に発光する錯体を微結晶 (< 10 μm) にすることで発光が赤色に変化した (図 1C)。種々の検討により、この現象は微結晶を調製する条件や微結晶周辺の環境の影響を受けたものではなく、単に結晶サイズの変化だけで発光挙動が変わることを確認した。単結晶のサイズによって結晶構造が変化し、10 μm 以下の微小領域ではバルクスケールの結晶とは全く異なる結晶構造と物性を示すことも明らかにした。機能分子を材料へと展開する場合、しばしば微粒子や薄膜として利用される。本研究の結果は、微粒子や薄膜などはバルク結晶から期待されるものとは全く異なる物性を示す可能性を示唆しており、機能材料の設計においてはサイズと物性の相関が非常に重要な知見となる。すなわち、特に有機機能材料の設計において従来重視されてきた「分子構造

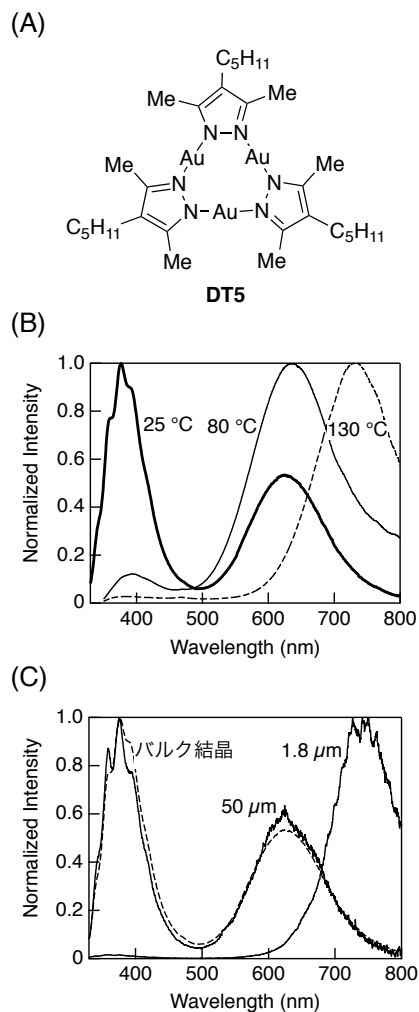


図 1 相転移により発光色が変わる錯体の例：(A), 分子構造; (B), 相転移によって起こるバルク材料の発光スペクトル変化; (C), バルク結晶 (破線) と微結晶の室温における発光の比較 (結晶サイズは図中に示した)

と機能の相関」だけでなく、同じ分子構造でも材料サイズによって機能・性能が変化するという「材料サイズと機能の相関」も考慮した設計が必要となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 15件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 堤治, ミツ橋史香	4. 巻 22
2. 論文標題 発光団の凝集構造制御による多色・白色発光材料の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 171~178
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 ミツ橋史香, 藤澤香織, 堤治	4. 巻 5月号
2. 論文標題 凝集構造による発光挙動制御	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 プラスチック	6. 最初と最後の頁 45-48
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 ミツ橋史香, 藤澤香織, 堤治	4. 巻 4月号
2. 論文標題 白色発光を示す高分子化合物の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 現代化学	6. 最初と最後の頁 29-33
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 Ahmed Mostafa, Younis Osama, Orabi Esam A., Sayed Ahmed M., Kamal El-Dean Adel M., Hassanien Reda, Davis Rebecca L., Tsutsumi Osamu, Tolba Mahmoud S.	4. 巻 5
2. 論文標題 Synthesis of Novel Biocompatible Thienopyrimidine Chromophores with Aggregation-Induced Emission Sensitive to Molecular Aggregation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 29988 ~ 30000
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.0c04358	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 該当する

1. 著者名 Kuroda Yuki, Tamaru Masakazu, Nakasato Hitoya, Nakamura Kyosuke, Nakata Manami, Hisano Kyohei, Fujisawa Kaori, Tsutsumi Osamu	4. 巻 3
2. 論文標題 Observation of crystallisation dynamics by crystal-structure-sensitive room-temperature phosphorescence from Au(I) complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Chemistry	6. 最初と最後の頁 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42004-020-00382-1	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 Younis Osama, Tolba Mahmoud S., Orabi Esam A., Kamal Adel M., Hassanien Reda, Tsutsumi Osamu, Ahmed Mostafa	4. 巻 400
2. 論文標題 Biologically-Active Heterocyclic Molecules with Aggregation-Induced Blue-Shifted Emission and Efficient Luminescence both in Solution and Solid States	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry	6. 最初と最後の頁 112642 ~ 112642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochem.2020.112642	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 Vaddamanu Moulali, Sathyanarayana Arruri, Masaya Yamane, Sugiyama Shohei, Kazuhisa Ozaki, Velappan Kavitha, Subramaniyam Kalaivanan, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu, Prabusankar Ganesan	4. 巻 39
2. 論文標題 A Rare Intramolecular Au...H-C(sp ³) Interaction in a Gold(I) N-Heterocyclic Carbene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 2202 ~ 2206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.0c00281	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 Younis Osama, Orabi Esam A., Kamal Adel M., Sayed Mostafa, Hassanien Reda, Davis Rebecca L., Tsutsumi Osamu, Ahmed Mostafa	4. 巻 100
2. 論文標題 Aggregation-induced emission with white, green, or blue luminescence from biologically-active indole derivatives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optical Materials	6. 最初と最後の頁 109713 ~ 109713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.optmat.2020.109713	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 Younis Osama, Tsutsumi Osamu	4. 巻 188
2. 論文標題 Single-component white-color photoluminescence from liquid crystal polymers: Color tuning by a combination of luminescence thermo- and mechanochromism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dyes and Pigments	6. 最初と最後の頁 109189 ~ 109189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dyepig.2021.109189	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 Vaddamanu Moulali, Sathyanarayana Arruri, Masaya Yamane, Sugiyama Shohei, Kazuhisa Ozaki, Velappan Kavitha, Nandeshwar Muneshwar, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu, Prabusankar Ganesan	4. 巻 16
2. 論文標題 Acridine N Heterocyclic Carbene Gold(I) Compounds: Tuning from Yellow to Blue Luminescence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 521 ~ 529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202001380	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 Younis Osama, El-Katori Emad E., Hassanien Reda, Abousalem Ashraf S., Tsutsumi Osamu	4. 巻 175
2. 論文標題 Luminescent coatings: White-color luminescence from a simple and single chromophore with high anticorrosion efficiency	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dyes and Pigments	6. 最初と最後の頁 108146 ~ 108146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dyepig.2019.108146	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 Panthai Supattra, Fukuhara Ryota, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu	4. 巻 10
2. 論文標題 Stimuli-Sensitive Aggregation-Induced Emission of Organogelators Containing Mesogenic Au(I) Complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 388 ~ 388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst10050388	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 Usui Ryosuke, Yamauchi Mitsuaki, Ishibashi Yukihide, Tsutsumi Osamu, Asahi Tsuyoshi, Masuo Sadahiro, Tamai Naoto, Kobayashi Yoichi	4. 巻 123
2. 論文標題 Kinetically and Thermodynamically Controlled Nanostructures of Perylene-Substituted Lophine Derivatives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 10145 ~ 10152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b01391	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 Kuroda Yuki, Nakamura Shin-ya, Srinivas Katam, Sathyanarayana Arruri, Prabusankar Ganesan, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu	4. 巻 9
2. 論文標題 Thermochemically Stable Liquid-Crystalline Gold(I) Complexes Showing Enhanced Room Temperature Phosphorescence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 227 ~ 227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst9050227	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 該当する

1. 著者名 Prabusankar Ganesan, Raju Gembali, Vaddamanu Moulali, Muthukumaran Nirmala, Sathyanarayana Arruri, Nakamura Shin-ya, Masaya Yamane, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu, Biswas Chinmoy, Kumar Raavi Sai Santosh	4. 巻 9
2. 論文標題 Luminescent zinc(ii) selone macrocyclic ring	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 14841 ~ 14848
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra01819k	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 該当する

1. 著者名 Aly Kamal I., Younis Osama, Mahross Mahmoud H., Orabi Esam A., Abdel-Hakim Mohamed, Tsutsumi Osamu, Mohamed Mohamed Gamal, Sayed Marwa M.	4. 巻 135
2. 論文標題 Conducting copolymers nanocomposite coatings with aggregation-controlled luminescence and efficient corrosion inhibition properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Organic Coatings	6. 最初と最後の頁 525 ~ 535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.porgcoat.2019.06.001	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 Sayed Mostafa, Younis Osama, Hassanien Reda, Ahmed Mostafa, Mohammed Ahmed A.K., Kamal Adel M., Tsutsumi Osamu	4. 巻 383
2. 論文標題 Design and synthesis of novel indole derivatives with aggregation-induced emission and antimicrobial activity	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 111969 ~ 111969
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochem.2019.111969	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 Tsutsumi Osamu, Tamaru Masakazu, Nakasato Hitoya, Shimai Shingo, Panthai Supattra, Kuroda Yuki, Yamaguchi Kenta, Fujisawa Kaori, Hisano Kyohei	4. 巻 24
2. 論文標題 Highly Efficient Aggregation-Induced Room-Temperature Phosphorescence with Extremely Large Stokes Shift Emitted from Trinuclear Gold(I) Complex Crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 4606 ~ 4606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules24244606	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 Aly Kamal I., Younis Osama, Mahross Mahmoud H., Tsutsumi Osamu, Mohamed Mohamed Gamal, Sayed Marwa M.	4. 巻 51
2. 論文標題 Novel conducting polymeric nanocomposites embedded with nanoclay: synthesis, photoluminescence, and corrosion protection performance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 77 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-018-0119-6	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 Xie Mengying, Hisano Kyohei, Zhu Mingzhu, Toyoshi Takuya, Pan Min, Okada Shima, Tsutsumi Osamu, Kawamura Sadao, Bowen Chris	4. 巻 4
2. 論文標題 Flexible Multifunctional Sensors for Wearable and Robotic Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Materials Technologies	6. 最初と最後の頁 1800626 ~ 1800626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admt.201800626	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 該当する

1. 著者名 Prabusankar Ganesan, Muthukumaran Nirmala, Vaddamanu Moulali, Raju Gembali, Velappan Kavitha, Sathyanarayana Arruri, Masaya Yamane, Sugiyama Shohei, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu	4. 巻 9
2. 論文標題 Blue-emitting acridine-tagged silver(i)-bis-N-heterocyclic carbene	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 7543 ~ 7550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra00281b	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 該当する

1. 著者名 Sathyanarayana Arruri, Nakamura Shin-ya, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu, Srinivas Katam, Prabusankar Ganesan	4. 巻 61
2. 論文標題 Controlling the solid-state luminescence of gold(I) N-heterocyclic carbene complexes through changes in the structure of molecular aggregates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science China Chemistry	6. 最初と最後の頁 957 ~ 965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11426-018-9318-9	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 該当する

1. 著者名 Fujisawa Kaori, Mitsuhashi Fumika, Anukul Preeyanuch, Taneki Kensuke, Younis Osama, Tsutsumi Osamu	4. 巻 50
2. 論文標題 Photoluminescence behavior of liquid-crystalline gold(I) complexes with a siloxane group controlled by molecular aggregate structures in condensed phases	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 761 ~ 769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-018-0060-8	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 Anukul Preeyanuch, Sugimoto Nana, Sakamoto Kaho, Rokusha Yuki, Taneki Kensuke, Fujisawa Kaori, Tsutsumi Osamu	4. 巻 662
2. 論文標題 Effects of aromatic core and flexible terminal chain structures on the properties of luminous liquid-crystalline gold(i) complexes for functional materials	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 176 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2018.1467615	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32件（うち招待講演 17件 / うち国際学会 19件）

1. 発表者名 堤治
2. 発表標題 分子配向の精密制御による高分子材料の高性能化と新機能の創発
3. 学会等名 高分子同友会勉強会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 正木里奈, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 主鎖型液晶エラストマーの凝集誘起発光制御
3. 学会等名 日本液晶学会フォーラム企画（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi, Kyohei Hisano, Kyosun Ku, Seiya Kimura, Kyoko Yuasa
2. 発表標題 Control of Molecular-Level Mechano-Optical Response of Chiral Liquid-Crystalline Elastomers
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堤治
2. 発表標題 分子配向制御による有機材料の高性能化と新機能の創発
3. 学会等名 東京都市大学 第148回総研セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi, Kyosun Ku, Seiya Kimura, Kyoko Yuasa, Kyohei Hisano
2. 発表標題 Mechano-Optical Behavior of Chiral Liquid-Crystalline Elastomers
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi, Yuki Kuroda, Kyohei Hisano, Fuyuki Ito
2. 発表標題 Crystal-Size-Controlled Photoluminescence of Au(I) Complexes with High AIE Character
3. 学会等名 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kyohei Hisano, Anukul Preeyanuch, Kaho Sakamoto, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Liquid Crystals with Helically Twisted Molecular Orientation and Their Potential Photonic Applications
3. 学会等名 IISER-Tv Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi,
2. 発表標題 Tunable Luminescence from Liquid-crystalline Au(I) Complexes
3. 学会等名 IISER-Tv Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kyohei Hisano
2. 発表標題 Helical Axis Orientation in Microparticles of Cholesteric Liquid Crystal Polymers for Omni-Directional Reflection Behavior
3. 学会等名 IITH Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Mechano-Optical Behavior of Chiral Liquid-Crystalline Elastomers: Visualization of Force toward Sensor Applications
3. 学会等名 IITH Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Controlled Luminescence from Liquid-crystalline Materials
3. 学会等名 XLIM Research Institute Seminar, University of Limoges (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Color-Tunable Luminescence from Liquid-crystalline Luminophores
3. 学会等名 Seminar at University of Angers (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Unique Photoluminescence from Liquid-crystalline Luminophores
3. 学会等名 Seminar at University of Strasbourg (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Control of Helical Axis Orientation of Chiral Liquid Crystals and Their Application to Optical Materials
3. 学会等名 Seminar at ENS Paris-Saclay (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久野 恭平
2. 発表標題 コレステリック液晶における多次元らせん軸配列制御と光機能
3. 学会等名 日本学術振興会142委員会合同研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi, Osama M. Younis, Sathyanarayana Arruri, Preeyanuch Anukul, Kyohei Hisano
2. 発表標題 Luminescence from Liquid-Crystalline Materials Controlled by Aggregated Structure of Mesogenic Luminophores
3. 学会等名 3rd Internatinal Caprica Conference on Chromogenic and Emissive Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Tunable Luminescence of Liquid-crystalline AlEgens in Condensed Phases
3. 学会等名 4th International Conference on Aggregation Induced Emission (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kuroda, Manami Nakata, Kyohei Hisano, Osamu Tsutsumi, Fuyuki Ito
2. 発表標題 Multicolour Luminescence Controlled by Crystal Size of Trinuclear Gold Complexes
3. 学会等名 4th International Conference on Aggregation Induced Emission (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kyohei Hisano, Anukul Preeyanuch, Kaho Sakamoto, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Circularly Polarized Luminescence Extremely Amplified in Helical Aggregate Structure of Gold(I) Complex
3. 学会等名 4th International Conference on Aggregation Induced Emission (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arruri Sathyanarayana, Shin-ya Nakamura, Osamu Tsutsumi, Katam Srinivas, Ganesan Prabusankar
2. 発表標題 Controlled Luminescence from Cyclic Trinuclear Gold NHC Complexes
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 Arruri Sathyanarayana, Shin-ya Nakamura, Osamu Tsutsumi, Katam Srinivas, Ganesan Prabusankar
2. 発表標題 Cyclic Trinuclear Gold(I) N-Heterocyclic Carbene Complexes: Synthesis, Photoluminescence and Thermal Stability
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 木村聖哉, 具教先, 久野恭平, 堤治, 赤松範久, 宍戸厚
2. 発表標題 積層型コレステリック液晶エラストマーフィルムの力学刺激応答特性
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒田由紀, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 液晶性金錯体の発光挙動におよぼす柔軟鎖末端構造の効果
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村聖哉, 具教先, 久野恭平, 堤治, 赤松範久, 宍戸厚
2. 発表標題 積層型コレステリック液晶エラストマーフィルムのひずみに伴う光学物性変化
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾崎和久, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 脂肪族環状炭化水素を基本骨格とした液晶性金錯体の発光挙動におけるアルキル鎖長の効果
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒田由紀, 伊藤冬樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 三核金錯体のマルチクロミック発光挙動における結晶サイズ依存性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ku Kyosun, Seiya Kimura, Kyoko Yuasa, Kyohei Hisano, Tsutsumi Osamu, Norihisa Akamatsu, Atsushi Shishido
2. 発表標題 Mechanooptical properties of cholesteric-liquid-crystal elastomers: strain induced change in reflection color
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osama Younis, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Liquid Crystal Polymers for White-Color Luminescence
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusaku Tamaki, Kaori Fujisawa, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Aggregation-Induced Emission Behavior of Mixed Valence Au(I/III) Complexes
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 木村聖哉, 具教先, 久野恭平, 堤治, 赤松範久, 宍戸厚
2. 発表標題 Mechano-Optical Properties of Layered Cholesteric-Liquid-Crystal Elastomer Films
3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村聖哉, 具教先, 藤澤香織, 堤治, 赤松範久, 宍戸厚
2. 発表標題 Selective Reflection of Cholesteric Liquid-Crystalline Elastomer Sensitive to Mechanical Stress
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒田由紀, 藤澤香織, 堤治
2. 発表標題 液晶性金錯体の凝集誘起発光におよぼす柔軟鎖末端の構造効果
3. 学会等名 錯体化学会第68回討論会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 コレステリック液晶を用いた膜状素子及びその製造方法	発明者 堤治、久野恭平、杉山翔平、柳原真樹	権利者 学校法人立命館
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-149514	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 放射状らせん分子配向構造を有するコレステリック液晶ポリマー微粒子、コレステリック液晶ポリマー微粒子の製造方法、及び分散安定剤の使用法	発明者 堤治、久野恭平、茂山友樹	権利者 学校法人立命館
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-030942	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 複合構造体、センサ及びセンサシステム	発明者 堤治、久野恭平、木村聖哉、湯浅杏子、下ノ村和弘	権利者 学校法人立命館
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-031009	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

立命館大学 高分子材料化学研究室 http://www.ritsumei.ac.jp/lifescience/achem/tsutsumi/ 立命館大学 高分子材料化学研究室(堤研究室) http://www.ritsumei.ac.jp/lifescience/achem/tsutsumi/ 立命館大学 高分子材料化学研究室 https://www.facebook.com/polymer.materials/

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
研究分担者	久野 恭平 (HISANO KYOHEI) (30822845)	立命館大学・生命科学部・助教 (34315)	

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