

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05262

研究課題名(和文)階層的超分子形成を利用した電界円偏光発光分子の新規合成法の開拓

研究課題名(英文)Development of novel synthetic methodology for circularly polarized electroluminescent molecules by hierarchical supramolecular formation

研究代表者

山田 重之(Yamada, Shigeyuki)

京都工芸繊維大学・分子化学系・准教授

研究者番号：10612252

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)：本研究課題では、キラルな棒状液晶分子の円盤状超分子化に基づく分子設計を行い、液晶相変化による凝集構造制御を鍵とした電界円偏光発光分子の合成手法の開拓と確立を目的としている。本研究により、加熱と冷却により相転移を引き起こし、液晶状態でらせん状凝集構造を形成するキラル液晶性発光分子を開発できた。またカルボキシ基を導入することで水素結合性のダイマー形成により高発光効率の液晶性発光分子を開発した。さらにキラル側鎖を有する含フッ素トランカルボン酸を開発を検討したが、比較的優れた光学特性を有するものにキラル液晶性の発現には至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、らせん状凝集構造と共役構造の積層構造を同時かつ精密に構築するために、液晶分子に注目した。本研究は、棒状分子形状を有するキラル液晶性の低分子化合物に非共有結合性相互作用を利用した階層的な超分子形成により自発的なカラム状凝集構造を誘起し、効率的な電界円偏光発光分子の合成法となる。本研究課題では、二種の有機分子を混ぜるだけで水素結合による超分子形成を実現でき、合成化学的に簡便かつ効率的な合成法となる。本研究で開拓・確立した合成アプローチは3Dディスプレイ材料の開発を加速させ、円偏光デバイスやわが国の科学技術の発展に大きく貢献できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research project is to develop and establish a method for synthesizing electric field circularly polarized light emitting molecules with the key to controlling the aggregated structure by changing the liquid crystal phase by designing molecules based on the disk-shaped supramolecules of chiral rod-shaped liquid crystal molecules. Through this study, this researcher was able to develop a chiral liquid crystal luminescent molecule that causes a phase transition by heating and cooling and forms a spiral aggregate structure in the liquid crystal state. this researcher also developed a liquid crystal luminescent molecule with high luminous efficiency by forming a hydrogen-bonding dimer by introducing a carboxy group. Furthermore, we investigated the development of a fluorine-containing tolane-carboxylic acid having a chiral side chain, but did not develop chiral liquid crystallinity even though it had relatively excellent optical properties.

研究分野：有機機能材料

キーワード：フッ素 液晶 発光 液晶性発光 凝集構造

1. 研究開始当初の背景

円偏光を利用したデバイスとして3Dディスプレイが注目を集め、その研究開発が精力的に展開されている。これまでに円偏光フィルターをディスプレイ内に組み込んだ3D映像の表示素子が実用的に製造されているが、現状ではその製造工程の煩雑さや、製造コストの観点から解決すべき課題が多く残されている。円偏光発光 (Circularly Polarized Luminescence, CPL) 現象はディスプレイ光源から直接円偏光を放出することができるため、これらの課題を一挙に解決することができる。これまでに円偏光発光を示すCPL分子がいくつか開発されており、その多くは光励起によってCPLを放出する物質であった。しかし、実用的な3Dディスプレイへの応用を考慮すると、電界励起による円偏光発光 (Circularly Polarized Electroluminescence, CP-EL) 特性を有する電界円偏光発光分子の開発が望まれる。

これまでに報告されている“Circularly Polarized Luminescence”をキーワードとした1,024報もの研究報告のうち、過去10年間の研究報告は682報 (2017年当時, SciFinder®調べ) であり、さらにその半数以上の350報もの研究報告が2014年から2017年までの3年間に報告されたものである。つまり、CPL分子の開発は研究開始当初において、注目を集めるホットな研究領域であったのは疑う余地はない。本研究課題となる“Circularly Polarized Electroluminescence”は、1997年から研究開始当初までに、わずか42報の報告のみに限られていた。この研究状況の調査によって、電界円偏光発光 (CP-EL) 分子の開発は望まれる一方で、その分子創製が困難であることでCP-EL研究が停滞している研究だと推察した。

そこでCP-EL分子を開発するために、新たに(1)円偏光発光特性と、(2)電界発光(EL)特性の同時発現を実現できる精密な構造制御が必要不可欠となる。この微視的な分子構造と巨視的な凝集構造の精密制御を基盤とした、円偏光発光特性とEL特性の同時発現を実現できる分子設計と合成法の開発が不足しており、その開発が急務となっている。

2. 研究の目的

本研究課題では、『らせん状凝集構造の形成』と『 π 共役構造の積層』を同時かつ精密に実現するために、“容易に調製可能な棒状液晶分子の超分子化”を基盤とした分子設計を行い、液晶相変化による凝集構造制御を鍵とした電界円偏光発光分子の階層的な効率合成手法の開拓および確立を目的とした。本研究課題では、『らせん状凝集構造』と『 π 共役の積層構造』を同時かつ精密に構築するために、結晶の秩序性と液体の流動性の中間的な性質をもつ“液晶”分子に着目した。“液晶”分子は電場などの外部刺激に応答し、さまざまな凝集構造へダイナミックに変化するため、分子の凝集構造の精密制御が可能となる。

本研究では、棒状分子形状を有するキラル液晶性の低分子化合物に非共有結合性相互作用を利用した階層的な超分子形成により、自発的なカラム状凝集構造を誘起し、効率的な電界円偏光発光 (CP-EL) 分子の合成法を提案する (図1)。

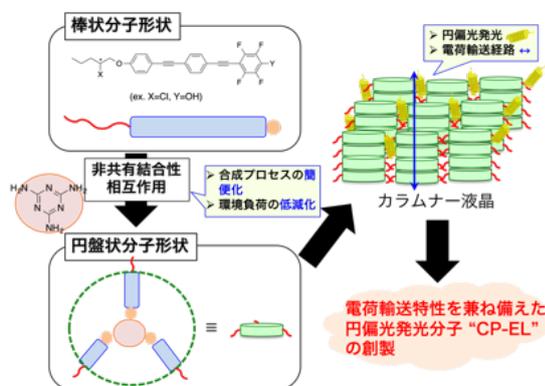


図1. 研究コンセプト

3. 研究の方法

本研究では、以下の項目(1)から(4)について検討を行う。

(1) 棒状低分子化合物の合成

低分子化合物の分子構造には、凝集相で発光する π 共役コア構造と、液晶性を発現するための柔軟鎖、キラル液晶相を有機するためのキラリティーを有する分子を設計する。

- π 共役コア：希薄溶液や結晶状態、さらには液晶状態でも発光特性を有する『含フッ素ピストラン誘導体』を本研究課題のコア構造として採用する。
- キラリティー：入手容易な光学活性アミノ酸 (例えば、ノルバリンやノルロイシン) をキラル源として利用し、キラリティーの絶対構造を保持した変換反応を検討する。

(2) 特性評価

- 液晶性の評価：偏光顕微鏡(POM)を用いた液晶相観察により、液晶相の同定を行う。液晶相転移温度は示差走査熱量計 (DSC)を用いて決定する。またXRDなどを活用して、秩序構造の解明も検討する。
- 光学特性の評価：希薄溶液・結晶・液晶状態における発光スペクトルを測定し、凝集状態における発光挙動を精査する。
- その他：単結晶構造解析などを実施し、結晶状態における凝集構造の解明に努める。

(3)水素結合サイトを有する含フッ素トランカルボン酸型液晶性発光分子の合成と特性評価
モデル化合物として、含フッ素トランカルボン酸を採用し、水素結合形成に伴う光学特性および液晶性に関する知見の解明に努める。水素結合形成に起因する特性変化を解明するために、対応するエステル化合物も同様に合成し、特性評価を実施・比較することで水素結合形成が特性に及ぼす影響を評価する。

(4)キラル側鎖を有する含フッ素トランカルボン酸の合成と特性評価
キラル側鎖と水素結合サイトを分子構造内に導入することで、キラリティーと液晶特性の融合が可能となる。そこで、キラル側鎖を有する含フッ素トランカルボン酸を合成し、液晶性と光学特性を評価し、キラリティーと液晶特性、光学特性の同時発現について評価する。

4. 研究成果

(1)棒状低分子化合物の合成

本研究ではこの含フッ素ビストラン誘導体の π 共役構造に分子対称性を低下させる柔軟鎖、すなわち分岐構造を有する柔軟鎖を導入することで、その液晶性や発光特性がどのように変化するかを調査することとした。そこで分岐構造に塩素原子を導入した新規なビストラン型共役分子を設計した(図2)。塩素原子のファンデルワールス半径は175 pmであり水素原子のファンデルワールス半径120 pmに対して約1.5倍のサイズである。また塩素原子の電気陰性度は3.16であり、水素原子の電気陰性度2.20に対して優位に大きい。そのため柔軟鎖への塩素原子の導入は、発光プロセスへの直接的な影響は小さいと考えられるが、凝集構造に立体的および電子的な変化を誘起できると考えた。

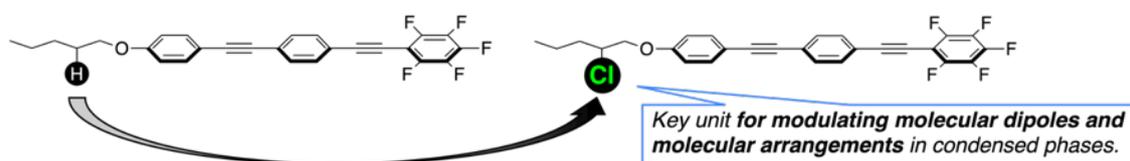


図2. 棒状低分子化合物の分子デザイン

分岐構造を持つ化合物の合成から検討を開始した。市販され入手容易なキラルまたはラセミ混合物のノルバリンまたはノルロイシンを出発原料に採用し、計7段階の合成ステップにより標的分子**1a**および**1b**を合成した(図3)。

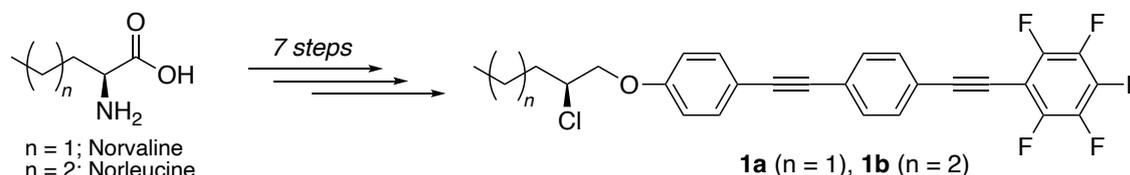


図3. 棒状低分子化合物の合成デザインと標的分子構造

含フッ素ビストラン誘導体**1a**および**1b**はシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:ヘキサン)と、それに続く再結晶(貧溶媒:ヘキサンまたはメタノール, 良溶媒:ジクロロメタン)の二重精製により精製した。構造決定は、各種分光測定(NMR, IR), 高分解能質量分析(HRMS), そして元素分析を用いて標的分子構造であることを同定した。また、元素分析および各種NMRの結果から、いずれも相転移挙動や発光測定を行うのに十分であると判断した。

(2)液晶性および発光特性の評価

次に分岐状柔軟鎖を有する含フッ素ビストラン誘導体**1a**および**1b**について液晶性の調査を行なった。相転移挙動は、偏光顕微鏡(POM)観察および示差走査熱量(DSC)測定を用いて評価した。POM観察の結果、昇温/降温の両過程で流動性の明視野が観察され、一般的にキラルネマチック(N*)相に特徴的な光学組織であるグランジャン組織が観察された(図4)。すなわち、含フッ素ビストラン誘導体**1a**および**1b**はキラル液晶相を形成することが明らかになった。

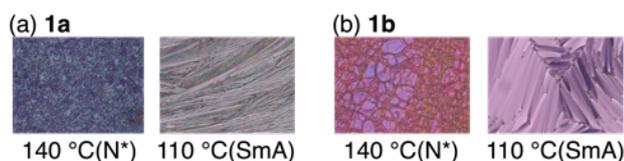


図4. 含フッ素ビストラン**1a**および**1b**のPOM画像

また、分岐状柔軟鎖を有する含フッ素ビストラン **1a** および **1b** のジクロロメタン溶媒中 (10^{-5} M) での紫外可視吸収スペクトルおよびジクロロメタン溶媒中 (10^{-6} M) での発光スペクトルを測定した (図 5a)。S 体の絶対配置をもつ **1a** および **1b** は、いずれもジクロロメタン溶媒中で 331 nm の光を吸収し、401 nm の蛍光を放出することがわかった。その蛍光色は紫色で、発光量子収率 (Φ_{PL}) はそれぞれ 0.80, 0.88 と非常に高い発光効率であった。**1a** は結晶状態でも発光し、発光最大波長は、445 nm であり同一炭素の逆の絶対配置を有する類縁体と比べると 7 nm 長波長シフトした (図 5b)。炭素数 6 の場合も同様に、S 体の絶対配置を有する **1b** の発光極大波長は 453 nm で、その立体異性体より長波長シフトする結果となった (図 5b)。**1a** および **1b** のいずれの分子も高い発光効率 ($\Phi_{PL} = 0.38, 0.54$) を有していることが分かった。

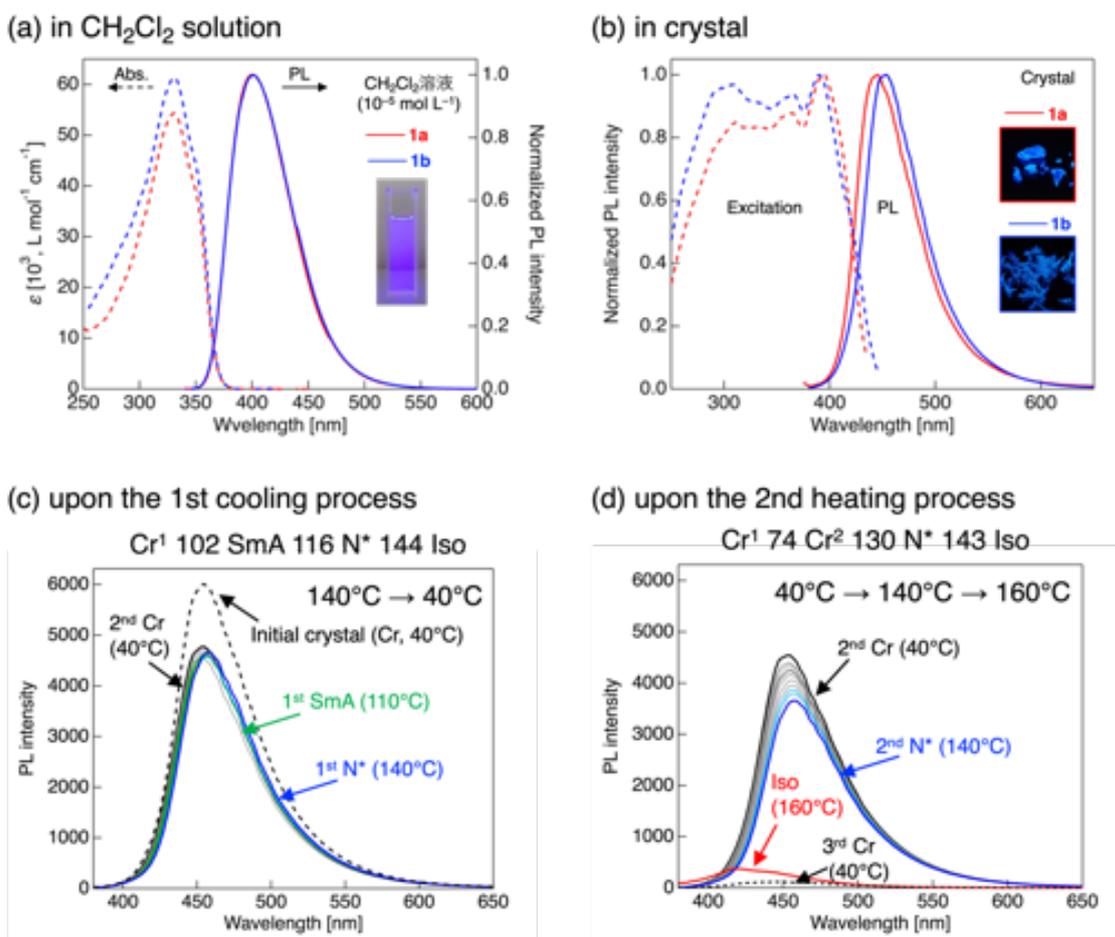


図 5. (a) CH_2Cl_2 溶液中の UV-vis および蛍光スペクトル, (b) 結晶状態における励起スペクトルと蛍光スペクトル, (c) 化合物 **1b** の第一降温過程と (d) 第二昇温過程における蛍光スペクトル変化

次に S 体の絶対配置をもつ **1b** を用いて、その相転移における発光挙動変化を調べた (図 5c, d)。**1b** は $\text{Cr} \rightleftharpoons \text{N}^* \rightleftharpoons \text{Iso}$ 相転移で比較的大きなスペクトル変化が観測された。すなわち、等方相 \rightleftharpoons 液晶相転移において、およそ 412–442 nm ($\Delta\lambda_{\text{max}} = 30$ nm), 420–459 nm ($\Delta\lambda_{\text{max}} = 39$ nm) の顕著な発光波長シフトが観測された。これは流動性の液晶状態においても、塩素原子の側方への双極子モーメントによって、秩序構造が誘起されたことで隣接分子とのスタッキングが維持するように作用したと考えられる。

以上より、発光性のビストラン構造中にキラル柔軟鎖を導入することで、らせん状凝集構造を形成するキラルネマチック液晶相を示し、キラル液晶状態でも発光機能を保持していることが明らかとなった。

(3) 水素結合サイトを有する含フッ素トランカルボン酸型液晶性発光分子の合成と特性評価

本研究では、水素結合による二量体化を鍵とする新規な液晶性発光分子の合成と特性評価を精査することとした。本研究で合成した分子構造を図 6 に示す。また、水素結合が液晶性や光学特性に及ぼす影響を明らかにするために、その前駆体であるエステル構造を有する化合物も同様に調査することとした。

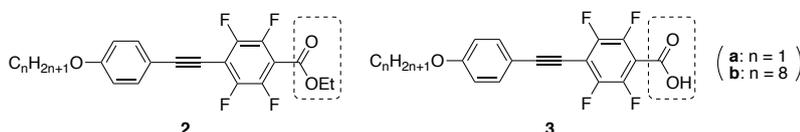


図 6. 水素結合を利用した液晶性発光分子の分子デザイン

POM 観察および DSC 測定により、エステル **2** とカルボン酸 **3** の相転移挙動を評価したところ、エステル **2** はいずれの鎖長においても液晶相は観察されなかった (図 7)。一方、カルボン酸 **3a** は液晶性を示さなかったが、長鎖柔軟鎖を有する **3b** では 160-178 °C で液晶性が観察された。光学組織は一般的なネマチック相であるシュリーレン組織であり、観察された液晶相をネマチック相と断定した。

次にエステル誘導体 **2** およびカルボン酸誘導体 **3** の光学特性を評価した (図 8)。ジクロロメタン希薄溶液中では末端アルコキシ鎖長および官能基の変化に対して、吸収および発光スペクトルはわずかながら変化が見られるものの、ほぼ同一のスペクトル形状であった。その溶液に 315-325 nm の吸収極大波長の紫外光を照射したところ、いずれも濃青色の発光を示し、 Φ_{PL} は 0.10-0.34 であった (図 8a)。固体状態での発光波長は末端アルコキシ鎖長ならびに官能基の変化によって 443 nm-494 nm の広範囲に及んだ (図 8b)。発光量子収率を比較すると、エステル **2** よりもカルボン酸 **3** の方が高く、これはカルボン酸誘導体がエステル体よりも緩いパッキング構造であり、分子間のエネルギー移動による無輻射失活が抑制されたためだと推察している。さらに、カルボン酸 **3b** の液晶状態における発光特性を評価した (図 8c)。結晶⇄液晶状態の発光スペクトルを比較すると、結晶→液晶相転移によりわずかな長波長シフトおよびスペクトルのブロード化が観察された。また発光量子収率は液晶状態で 0.09 であり、結晶状態と比べて熱失活による低下が観察された。

2a	Cr	87	Iso
2b	Cr	59	Iso
3a	Cr	230	Iso
3b	Cr	165	N 178

Cr, Crystal; N, Nematic; Iso, Isotropic phase

図 7. 含フッ素トラン誘導体 **2** および **3** の相転移挙動と POM 画像

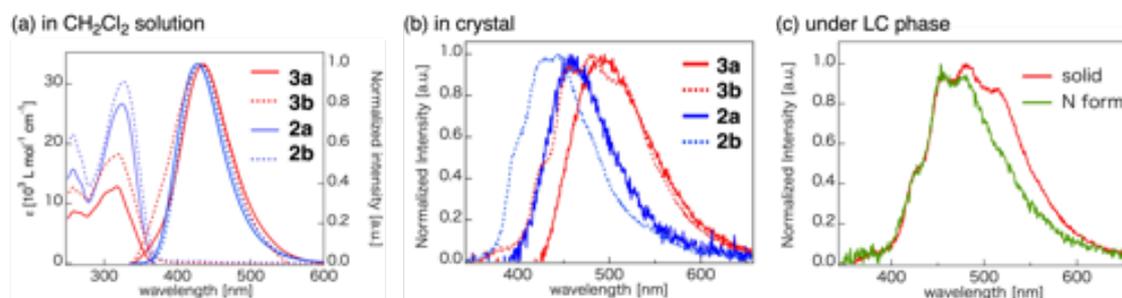


図 8. 含フッ素トラン誘導体 **2** および **3** の (a) CH_2Cl_2 溶液中での UV-vis スペクトルと蛍光スペクトル, (b) 結晶状態の蛍光スペクトル, (c) 液晶状態の蛍光スペクトル挙動

(4) キラル側鎖を有する含フッ素トランカルボン酸の合成と特性評価

上記の (1) から (3) の知見を踏まえて、キラル側鎖を有する含フッ素トランカルボン酸誘導体は、水素結合形成とキラリティーに起因するキラル液晶性発光分子となりえると考え、検討を開始した。常法にしたがって、キラル側鎖を有する含フッ素トランカルボン酸の合成は達成でき、(3) と同様の光学特性を観測した。しかしながら、キラリティー発現のための分岐構造のために、分子秩序が乱れ、液晶相の発現には至らなかった。現在、キラルな含フッ素トランカルボン酸による液晶性と発光特性の同時発現に向けた新たな分子デザインおよび合成法を検討しているところである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Yamada Shigeyuki, Wang Yizhou, Morita Masato, Zhang Qingzhi, O' Hagan David, Nagata Masakazu, Agou Tomohiro, Fukumoto Hiroki, Kubota Toshio, Hara Mitsuo, Konno Tsutomu	4. 巻 11
2. 論文標題 Effect of Fluoroalkyl-Substituent in Bistolane-Based Photoluminescent Liquid Crystals on Their Physical Behavior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 450 ~ 450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst11040450	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 Morita Masato, Yamada Shigeyuki, Konno Tsutomu	4. 巻 26
2. 論文標題 Systematic Studies on the Effect of Fluorine Atoms in Fluorinated Tolanes on Their Photophysical Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 2274 ~ 2274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26082274	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 Yamada Shigeyuki, Uto Eiji, Agou Tomohiro, Kubota Toshio, Konno Tsutomu	4. 巻 10
2. 論文標題 Fluorinated Tolane Dyads with Alkylene Linkage: Synthesis and Evaluation of Photophysical Characteristics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 711 ~ 711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst10080711	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 Yamada Shigeyuki, Sato Masaya, Konno Tsutomu	4. 巻 10
2. 論文標題 Synthesis and Characterization of Photoluminescence Liquid Crystals Based on Flexible Chain-Bearing Pentafluorinated Bistolanes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 603 ~ 603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst10070603	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 Yamada Shigeyuki, Higashida Takuya, Wang Yizhou, Morita Masato, Hosokai Takuya, Maduwantha Kaveendra, Koswattage Kaveenga Rasika, Konno Tsutomu	4. 巻 16
2. 論文標題 Development of fluorinated benzils and bisbenzils as room-temperature phosphorescent molecules	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1154 ~ 1162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.102	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 Masato Morita, Shigeyuki Yamada, Tsutomu Konno	4. 巻 44
2. 論文標題 Fluorine-induced emission enhancement of tolanes via formation of tight molecular aggregates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 6704-6708
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0nj01268h	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 Shigeyuki Yamada, Akira Mitsuda, Kaoru Adachi, Mitsuo Hara, Tsutomu Konno	4. 巻 44
2. 論文標題 Development of light-emitting liquid-crystalline polymers with a pentafluorinated bistolane-based luminophore	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 5684-5691
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0NJ00659A	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 Shigeyuki Yamada, Akito Nishizawa, Tomohiro Agou, Toshio Kubota, Tsutomu Konno	4. 巻 2020
2. 論文標題 1,2-Disubstituted 3,3,4,4,5,5-hexafluorocyclopentens as bent light-emitting -conjugated luminophores	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 870-877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201901794	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 Shigeyuki Yamada, Akito Nishizawa, Masato Morita, Takuya Hosokai, Yusuke Okabayashi, Tomohiro Agou, Takaaki Hosoya, Toshio Kubota, Tsutomu Konno	4. 巻 17
2. 論文標題 Synthesis and characterization of bent fluorine-containing donor-acceptor molecules as intense luminophores with large Stokes shifts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic and Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 6911-6919
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ob01300h	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 Masato Morita, Shigeyuki Yamada, Tomohiro Agou, Toshio Kubota, Tsutomu Konno	4. 巻 9
2. 論文標題 Luminescence Tuning of Fluorinated Bistolanes via Electronic or Aggregated-Structure Control	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9091905	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 Shigeyuki Yamada, Kazuya Miyano, Tomohiro Agou, Toshio Kubota, Tsutomu Konno	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 2-Chloroalkoxy-Substituted Pentafluorinated Bistolanes as Novel Light-Emitting Liquid Crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shigeyuki Yamada, Tsuyoshi Tanaka, Takahiro Ichikawa, Tsutomu Konno	4. 巻 4
2. 論文標題 Novel V- and Y Shaped Light-Emitting Liquid Crystals with Pentafluorinated Bistolane-Based Luminophores	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 3922-3932
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.8b03543	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 Shigeyuki Yamada, Masato Morita, Tomohiro Agou, Toshio Kubota, Takahiro Ichikawa, Tsutomu Konno	4. 巻 16
2. 論文標題 Thermoresponsive luminescence properties of polyfluorinated bistolane-type light-emitting liquid crystals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Org. Biomol. Chem.	6. 最初と最後の頁 5609-5617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8ob01497c	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26件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 山田重之, 宇都慧司, 今野 勉
2. 発表標題 新規な含フッ素トランダイマーの合成と物性評価
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会 (1C3-56)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田重之, 片岡光樹, 今野 勉
2. 発表標題 テトラフルオロ安息香酸誘導体を部分構造とした新規なフッ素化トランの合成と物性評価
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会 (1C3-55)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 山田重之, 田中剛志, 今野 勉
2. 発表標題 含フッ素トランダイマーの置換様式が物性に及ぼす影響
3. 学会等名 第42回フッ素化学討論会 (P61)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 山田重之, 光田 晶, 今野 勉
2. 発表標題 多フッ素化ピストラン側鎖をもつ発光性液晶高分子の物性評価
3. 学会等名 第42回フッ素化学討論会 (P60)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山田重之, 西澤彰人, 今野 勉
2. 発表標題 ヘキサフルオロシクロペンテンを屈曲コアとしたエンジン型発光分子の光学特性評価
3. 学会等名 第42回フッ素化学討論会 (P59)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山田重之, 西澤彰人, 今野 勉
2. 発表標題 ヘキサフルオロシクロペンテンを屈曲コアとした発光分子の光学特性評価
3. 学会等名 第9回フッ素化学若手の会 (P-51)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山田重之, 光田 晶, 今野 勉
2. 発表標題 含フッ素ピストラン構造を導入した側鎖型発光性液晶ポリマーの新規合成
3. 学会等名 第9回フッ素化学若手の会 (P-50)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 盛田雅人, 山田重之, 今野 勉
2. 発表標題 含フッ素ピストラン誘導体の液晶相転移を利用した発光特性変化
3. 学会等名 第9回フッ素化学若手の会 (P-49)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山田重之, 佐藤公哉, 今野 勉
2. 発表標題 分岐構造を有する多フッ素化液晶性発光分子の物性評価
3. 学会等名 第9回フッ素化学若手の会 (P-39)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada, Kazuya Miyano, Masaya Sato, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Novel Light-Emitting Liquid Crystals with a Chiral Flexible Unit
3. 学会等名 19th European Symposium on Fluorine Chemistry (M-C23) (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada, Akito Nishizawa, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Broad PL color-shift of bent-shaped π -conjugated luminophores with fluorinated tolanes
3. 学会等名 19th European Symposium on Fluorine Chemistry (M-P11) (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada, Akira Mitsuda, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Light-Emitting Liquid-Crystalline Polymers Bearing Luminous Polyfluorinated Bistolane Side Chain
3. 学会等名 International Conference on Fluorine Chemistry 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada, Masaya Sato, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Novel Bistolane-based Light-Emitting Liquid Crystals with a Chiral Center
3. 学会等名 International Conference on Fluorine Chemistry 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada, Akito Nishizawa, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Hexafluorocyclopentene with Tolane Arms as Multi-color Luminophore with Large Stokes Shift
3. 学会等名 International Conference on Fluorine Chemistry 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada, Takuya Higashida, Takuya Hosokai, Akimi Mizoguchi, Yusuke Okabayashi, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Synthesis of Phosphorescent Polyfluorinated Benzil Derivatives and Their Photophysical Properties
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 (2PB-054)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山田重之, 佐藤公哉, 今野 勉
2. 発表標題 キラル側鎖を有する多フッ素化拡張 共役分子の合成とその液晶ならびに光学特性評価
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 (3H1-47)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 山田重之, 西澤彰人, 今野 勉
2. 発表標題 ヘキサフルオロシクロペンテンを屈曲コアとした拡張 共役分子の新規合成とその高価特性評価
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 (3H1-46)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 Masato Morita, Shigeyuki Yamada*, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Stimulus-responsible Photoluminescence Behavior of Polyfluorinated Bistolane Derivatives
3. 学会等名 22nd International Symposium on Fluorine Chemistry (P-43) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuya Miyano, Shigeyuki Yamada*, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Photoluminescence Properties of Novel Polyfluorinated Bistolane Derivatives Containing a Chiral Flexible Chain
3. 学会等名 22nd International Symposium on Fluorine Chemistry (P-44) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigeyuki Yamada*, Masato Morita, Kazuya Miyano, Tsutomu Konno
2. 発表標題 Light-emitting Liquid Crystals with Reversible Luminescent Behavior via Thermal Phase Transition
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (4-E-14) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田重之*, 田中剛志, 今野 勉
2. 発表標題 含フッ素ビストラン構造を分岐末端に導入した新規な発光性液晶分子の創製
3. 学会等名 2018日本液晶学会討論会 (PA-22)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 盛田雅人, 山田重之*, 今野 勉
2. 発表標題 ビストラン型熱応答性発光分子の合成及びその物性評価
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ2018 (P1-034)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮野和也, 山田重之*, 今野 勉
2. 発表標題 キラル側鎖を有するビストラン型発光性液晶分子の合成および物性評価
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ2018 (P1-035)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masato Morita, Shigeyuki Yamada,* Tsutomu Konno
2. 発表標題 Thermally Responsible Photoluminescent Properties of Bistolane Derivatives
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (PB(C)-80) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuya Miyano, Shigeyuki Yamada,* Tsutomu Konno
2. 発表標題 Synthesis of Luminescent Liquid Crystal Molecules by Changing Primary Structure
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (PB(C)-81) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田重之*, 佐藤公哉, 今野 勉
2. 発表標題 キラル側鎖を有する多フッ素化拡張 共役分子の合成とその液晶ならびに光学特性評価
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 (3H1-47)
4. 発表年 2019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
---------	---------