

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05043

研究課題名(和文) 傑出した円偏光度を示すキラルトポロジカル分子の創製

研究課題名(英文) Synthesis and properties of chiral topological molecules with remarkable circular polarized luminescence

研究代表者

長谷川 真士 (Hasegawa, Masashi)

北里大学・理学部・教授

研究者番号：20438120

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)：高い対称性を持つ軸不斉ビナフチルおよび面不斉[2.2]パラシクロファンをキラル源とした拡張型 共役系化合物をいくつか合成し、CPL特性の向上を達成した。特に励起状態でも高い対称構造が期待される化合物は、高いglum値が観測された。円偏光を利用した発光デバイスを視野に、輝度が高い分子の合成も行った。ビナフチルに[5]ヘリセンを連結した分子を合成し、その構造とキラル光学特性の関係を調査した。基底状態および励起状態の双方においてC2対称構造を持ち、磁気遷移双極子モーメントおよび電気遷移双極子モーメントが平行に制御され、CPLにおいて比較的高い非対称性因子(g値)を示すに至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

キラルな分子から生じる円偏光発光(CPL)は、偏光を発生する光源としてフィルターレスな液晶バックライトや情報通信技術に期待されている。これらキラル光学特性を利用した新しい技術を実現するには、十分な強度をもつCPL発光物質が必要であり、より高い円偏光度を示す材料が求められるが、キラル光学特性を支配する因子は不明瞭な点が多く、適切な分子設計の指針が存在しない。本研究では対称性の高いキラル分子を用いることで、キラル物性の鍵となる磁気および電気遷移双極子モーメントを制御し、優れた特性を導く分子の開発に成功した。これにより、傑出した特性を持つCPL発光物質の開発が加速されるものと思われる。

研究成果の概要(英文)：We synthesized several extended π -conjugated compounds with axially chiral binaphthyl and planar chiral [2.2]paracyclophane as chiral sources with high symmetry and achieved improved CPL properties. In particular, high glum values were observed for compounds that are expected to have a high symmetric structure even in the excited state. We have also synthesized molecules with high brightness with a view to light-emitting devices using circularly polarized light. Molecules consisting of [5]helicenes linked to binaphthyl were synthesized and the relationship between the structure and chiral optical properties was investigated. The C2 symmetric structure in both the ground and excited states, parallel control of the magnetic and electric transition dipole moments, and a relatively high asymmetry factor (g-value) in CPL were obtained.

研究分野：構造有機化学

キーワード：円偏光発光 キラル化合物 円二色性スペクトル 大環状化合物

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

キラルな分子から生じる円偏光発光(Circularly Polarized Luminescence: CPL)は、偏光を発する光源としてフィルターレスな液晶バックライトや情報通信技術に期待されているほか、高度なセキュリティ技術に向けた不可視性のインク、医療診断のためのキラルな蛍光プローブなどの利用も提案されている。これらキラル光学特性を利用した新しい技術を実現するには、十分な強度をもつ CPL 発光物質が必要であり、より高い円偏光度(左右の円偏光の偏りの割合)を示す材料が求められる。しかしながら、キラル光学特性を支配する因子は不明瞭な点が多く、どのような分子設計で、どのように発色団を配置すれば高い円偏光度を示すのか?について明確ではない。従ってキラル分子の励起状態の学理を深化させ、分子設計にフィードバックすることこそが課題となっていた。

なお、CPL の偏光度の指標として、非対称性因子 g_{CPL} が用いられる。

$$g_{CPL} = \frac{2(I_L - I_R)}{I_L + I_R}$$

この時、 (I_L, I_R) はそれぞれ左回転、右回転の円偏光の発光強度)。実際に材料へ応用する基準は現在のところ提唱されていないが、単分子有機化合物では、 $g_{CPL} = 0.15$ が最高値であり、ほとんどのキラル有機化合物では $g_{CPL} < 0.005$ 程度である。

2. 研究の目的

このような背景のもと、傑出した円偏光度を示す円偏光発光(CPL)材料を創出し、CPL 材料の合理的分子設計を明らかにすることを目的とした。理論的な g_{CPL} 値は、光励起された分子における電気遷移双極子モーメント(μ)と磁気遷移双極子モーメントの(m)スカラー値の比率およびその2つのベクトルのなす角の余弦の値によって表現される。

$$g_{CPL} = \frac{|m|}{|\mu|} \cos \theta$$

従って、磁気遷移双極子モーメントのスカラー値を長く、余弦の値の絶対値を大きくすることが理論的指針になる。本研究では、「 $D_n (n > 1)$ 構造を持つ分子」「 C_2 対称構造を持つ分子の一部」が示す電気遷移双極子モーメントと磁気遷移双極子モーメントは、光の選択律からそのなす角が常に 0° または 180° (すなわち $\cos \theta = 1$ または -1) となることに着目した。この場合、 g_{CPL} の値は μ と m の比に関わらず最大化することが予測される。この仮説をもとに分子の設計を行い、卓越した円偏光度を示すキラル発光分子の開発を行うこととした。

3. 研究の方法

高い g_{CPL} 値を実現するには、 μ と m を揃える設計の他に、励起状態の構造や励起子間の相互作用も考慮する必要がある。例えば、分子が凝集、集積化した系(エキシマー発光もこれに含まれる)円偏光度が増加することが知られている。そのメカニズムは理論的にも不明瞭だが、励起状態にて励起子が非局在化することが原因の一つと考えられる。そこで、本研究では、複数の面不斉([2,2]パラシクロファン)や軸不斉(1,1'-ビナフチル)ユニットを環状に配置した系に、複数の発色団が近接し相互作用しやすいように組み込んだ化合物群 1-3 を設計し、CPL における円偏光度の向上を目指した(図1)。化合物[n]-1 は、擬オルト二置換シクロファンユニットをビフェニルで架橋したもの(n はユニットの数)。化合物[n]-2 は、ビナフチルをフェニレンで架橋したものである。化合物 3 は、ビナフチルをヘリセンで結んだ、軸不斉と面不斉が融合した系である。

また、カルバゾールが結合した面不斉シクロファン化合物 4 を発光性 π 共役系高分子にドーピングする手法で、優れたキラル光学特性を示す材料の創生を検討した(図2)。この方法では、化合物 4 がキラル添加剤として作用し、アキラルな高分子にキラリティーを誘起する。

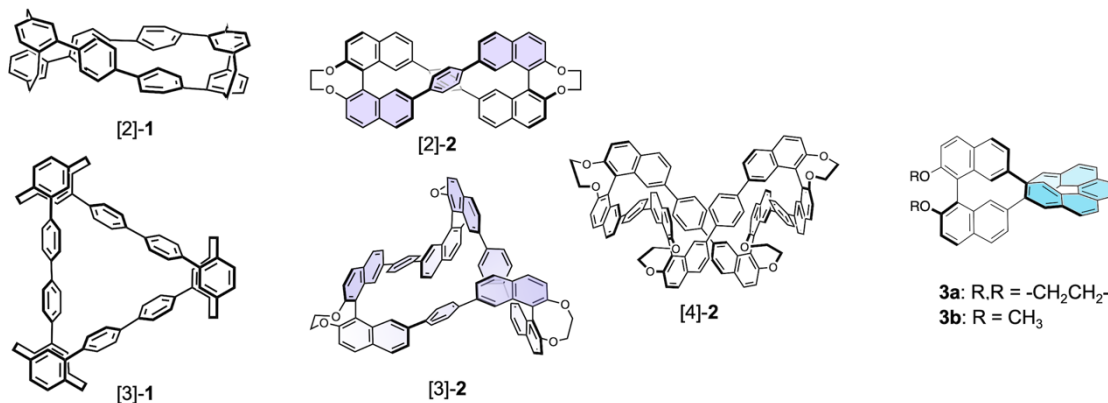


図1 目的化合物の分子構造

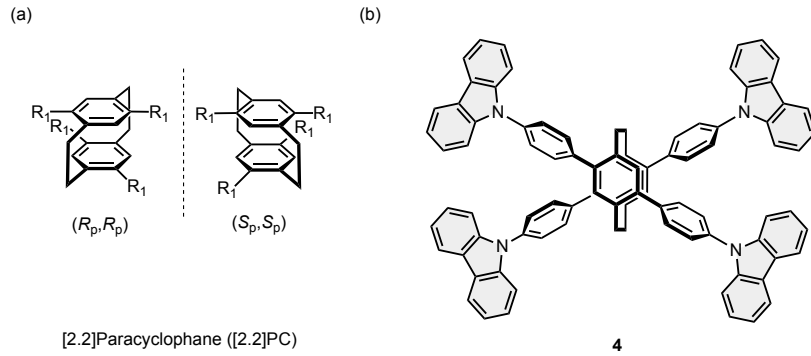


図2 (a)キラルな[2.2]Cの構造と、(b)化合物4の分子構造

4. 研究成果

それぞれの環状分子の合成ルートを開拓し、キラル HPLC を用いた光学分割に成功した。分子構造はそれぞれ核磁気共鳴スペクトル(NMR)や単結晶 X 線結晶構造解析により明らかにした。ジクロロメタン中で、円二色性スペクトル(CD)や円偏光発光スペクトル(CPL)の測定を行ったところ、いずれも発色団に由来した強い応答が観測された。

化合物[2]-1, [3]-1 は、ねじれたテトラフェニレンユニットに由来して強い発光を示した。量子収率はそれぞれ、70%, 83%であった。一方で、[2]-1, [3]-1 の g_{CPL} 値は、どちらも 1.6×10^{-3} であった。これらはいずれも D_n 対称構造を持つが、 π 共役系の拡張により電気遷移双極子モーメントが伸長し、その結果 g 値が一般的な値に留まった。

化合物[2]-1, [3]-1, [4]-1 における g_{CPL} 値は、それぞれ 5.2×10^{-3} , 3.9×10^{-3} , 4.9×10^{-3} であった。 CPL 輝度($B_{CPL} = \epsilon \phi g_{CPL}$)を求めると、それぞれ 131, 107, 161 となり、一般的なキラル発光材料よりも高い輝度を示した。これは π 拡張による電気遷移双極子モーメントの伸長により量子収率が向上した一方で、非対称性因子はそれほど低下しなかったため、高い CPL 輝度を示す発光を実現することができた。

化合物 3 は、励起状態でも C_2 対称性を維持する。これにより遷移双極子モーメントが揃い、 g_{CPL} 値の増強に有利に働く。溶液中の g_{CD} および g_{CPL} の値はそれぞれ、 $7.1-7.3 \times 10^{-3}$ および $6.8-8.0 \times 10^{-3}$ となった。一般的に $g_{CD} < g_{CPL}$ であることが多いが、この場合、対称性が高いことと、剛直な分子構造に由来し、励起状態の構造緩和が抑えられたことに由来する。

市販の発光性のポリマー (F8BT) に、開発した添加剤を重量比 3%加え、スピコートによって薄膜を作製し熱処理したところ、F8BT 由来の強い円偏光発光を示すことがわかった (図3)。この時、 g_{CPL} 値は 0.01 であり、一般的なキラル有機化合物の g_{CPL} よりも 10-50 倍高い値を示しました。キラルな添加剤そのものの g_{CPL} 値は 0.0005 以下であること、F8BT はキラリティーを持たない構造で円偏光発光を示さないことから、添加剤によって F8BT のキラリティーが誘起されたことがわかった。今回開発した化合物は少量でもキラル誘起添加剤として機能することが特徴であり、従来の片方のキラリティーを持つ分子を利用した円偏光発光よりも低コストでの製造が可能となる。

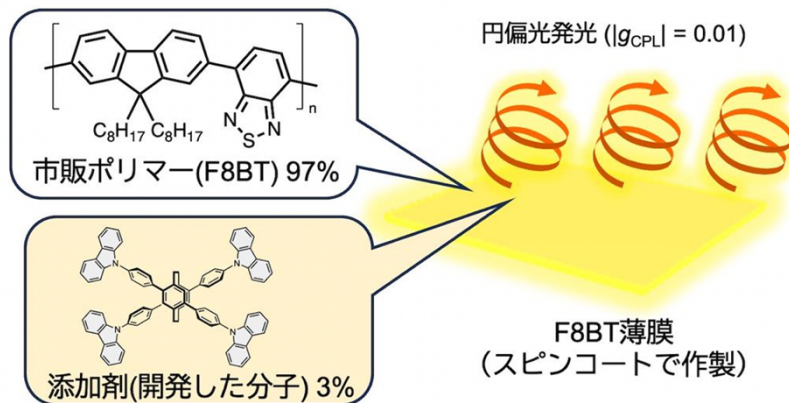


図3 F8BTのキラル誘起剤とスピコート薄膜の g_{CPL} 値

以上、本研究では対称性の高いキラル分子を用いることで、キラル物性の鍵となる磁気および電気遷移双極子モーメントを制御し、優れた特性を導く分子の開発に成功した。また、[2.2]パ

ラシクロファン骨格を用いたキラル化合物を用いて、アキラルな高分子化合物に対してキラル誘起に成功し、高い g_{CPL} 特性を持つ薄膜の調製に成功した。以上の研究から、傑出した特性を持つ CPL 発光物質の開発が加速されるものと思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hasegawa Masashi, Hasegawa Chika, Nagaya Yuki, Tsubaki Kazunori, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 28
2. 論文標題 Multiply Twisted Chiral Macrocycles Clamped by Tethered Binaphthyls Exhibiting High Circularly Polarized Luminescence Brightness	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	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/chem.202202218	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 Usui Kazuteru, Narita Nozomi, Eto Ryosuke, Suzuki Seika, Yokoo Atsushi, Yamamoto Kosuke, Igawa Kazunobu, Iizuka Naoko, Mimura Yuki, Umeno Tomohiro, Matsumoto Shota, Hasegawa Masashi, Tomooka Katsuhiko, Imai Yoshitane, Karasawa Satoru	4. 巻 28
2. 論文標題 Oxidation of an Internal Edge Substituted [5]Helicene Derived Phosphine Synchronously Enhances Circularly Polarized Luminescence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	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/chem.202202922	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 Harada Kaho, Hasegawa Chika, Matsumoto Taisuke, Sugishita Hiroki, Kitamura Chitoshi, Higashibayashi Shuhei, Hasegawa Masashi, Suzuki Shuichi, Kato Shin-ichiro	4. 巻 59
2. 論文標題 A double-helical S,C-bridged tetraphenyl-para-phenylenediamine and its persistent radical cation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1301 ~ 1304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC06144A	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 Suzuki Kenta, Fukuda Hiroki, Toda Hayato, Imai Yoshitane, Nojima Yuki, Hasegawa Masashi, Tsurumaki Eiji, Toyota Shinji	4. 巻 132
2. 論文標題 Substituent effects on helical structures and chiroptical properties of fused anthracenes with bulky phenyl groups	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 133243 ~ 133243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2022.133243	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 Tauchi Daiki, Koida Taiki, Nojima Yuki, Hasegawa Masahi, Mazaki Yasuhiro, Inagaki Akiko, Sugiura Ken-ichi, Nagaya Yuki, Tsubaki Kazunori, Shiga Takuya, Nagata Yuuya, Nishikawa Hiroyuki	4. 巻 59
2. 論文標題 Aggregation-induced circularly polarized phosphorescence of Pt(II) complexes with an axially chiral BINOL ligand	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 4004 ~ 4007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC06198H	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 Hasegawa Masashi, Ishida Yuki, Sasaki Hiroaki, Ishioka Sumire, Usui Kazuteru, Hara Nobuyuki, Kitahara Maho, Imai Yoshitane, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Helical Oligophenylene Linked with [2.2]Paracyclophane: Stereogenic Conjugated Dye for Highly Emissive Chiroptical Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 16225 ~ 16231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202103158	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 Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 5
2. 論文標題 Circularly Polarized Luminescence in Chiral Conjugated Macrocycles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 1042 ~ 1058
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202100162	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 Hasegawa Masashi, Takahashi Kazuhiro, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 95
2. 論文標題 Chalcogenacalix[4]dithienoselenophene: Synthesis and Properties of Cyclic Thio- and Selenoether of Dithienoselenophene	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 628 ~ 633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220003	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31件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 長谷川智香、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 架橋型軸不斉ピナフチルとパラフェニレンからなる 拡張キラル大環状化合物の合成とキラル光学特性
3. 学会等名 第82回有機合成化学協会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 肖万里、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで固定された高歪みパラフェニレンの合成とキラル光学特性
3. 学会等名 第82回有機合成化学協会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 肖万里、佐藤賢太、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで固定された高歪みパラフェニレンの合成とキラル光学特性
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 長谷川智香、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 架橋型軸不斉ピナフチルからなる 拡張キラル大環状化合物の合成とキラル光学特性
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 小林礼知、藤巻圭介、石田真敏、長谷川真士、真崎康博、杉浦健一
2. 発表標題 ペリレンを有する軸不斉化合物の合成研究
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 渡部裕太、大谷裕之、長谷川真士、青柳忍、伊與田正彦
2. 発表標題 大環状 拡張-3,4-ジフェニルチオフェン6量体の結晶多形挙動
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 野島裕騎、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 二重らせん構造を持つ環状ナフタレン化合物の合成と性質
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 肖万里、佐藤賢太、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで固定された高歪みパラフェニレンの合成とキラル光学特性
3. 学会等名 第15回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉山翔一、野島裕騎、長谷川真士、淺見真年、伊藤傑
2. 発表標題 励起波長依存発光を示すキラルピレノファンの合成と円偏光発光特性
3. 学会等名 第15回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野島裕騎、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで連結された環状[5]ヘリセンの合成と光学的性質、第15回有機 電子系シンポジウム
3. 学会等名 第15回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M. Hasegawa
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Thiacalix[n]thiophene and Its Derivatives
3. 学会等名 7th International Symposium of Quantum Beam Science at Ibaraki University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川真士
2. 発表標題 キラルな 共役系化合物による円偏光発光色素の開発
3. 学会等名 相模中央研究所、材料セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1 . 発表者名 M. Hasegawa
2 . 発表標題 Binaphthyl-hinged [5]Helicene Exhibiting Intensive Circularly Polarized Luminescence
3 . 学会等名 International CPL and CPEL Conference 2023 in Osaka, JAPAN (招待講演)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 W. Xiao, K. Sato, M. Hasegawa, Y. Mazaki
2 . 発表標題 Synthesis and chiroptical properties of strained paraphenylene anchoring by chiral binaphthyl
3 . 学会等名 International CPL and CPEL Conference 2023 in Osaka, JAPAN
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 H. Kawashima, Y. Ishida, M. Hasegawa, Y. Mazaki
2 . 発表標題 Synthesis and Properties of Helical Oligothiophene Anchored to [2.2]Paracyclophane
3 . 学会等名 International CPL and CPEL Conference 2023 in Osaka, JAPAN
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 K. Asashi, M. Hasegawa, Y. Mazaki, H. Nishikawa
2 . 発表標題 Photophysical properties of polyfluorene thin films chirally doped by cholesterol derivative
3 . 学会等名 International CPL and CPEL Conference 2023 in Osaka, JAPAN
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名 D. Tauchi, M. Hasegawa, Y. Mazaki, K.-i. Sugiura, H. Nishikawa
2. 発表標題 Synthesis and photophysical properties of zinc(II) mononuclear complex coordinated by axially chiral Schiff-base ligands
3. 学会等名 International CPL and CPEL Conference 2023 in Osaka, JAPAN
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野島 裕騎、長谷川 真士、真崎 康博
2. 発表標題 ピナフチルで連結された環状[5]ヘリセンの合成とキラル光学特性
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 西村悠紀、長谷川真士、真崎康博、西川浩之
2. 発表標題 ポリフルオレン-ペリレンジイミド誘導体混合薄膜の光物性とデバイス化
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 田内大喜、長谷川真士、真崎康博、杉浦健一、西川浩之
2. 発表標題 軸不斉を有するシッフ塩基型亜鉛(II)単核錯体の合成と光物性
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 朝日宗将、長谷川真土、真崎康博、西川浩之
2. 発表標題 コレステロール誘導体でキラルドープしたポリフルオレン薄膜の光物性
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 小林 礼知、上妻春草口ベルト、石田 真敏、長谷川 真土、杉浦 健一
2. 発表標題 ビピレン不斉プラットフォームを用いた新規蛍光色素の合成とそのキロプティカル特性
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 原田佳歩、長谷川智香、松本泰昌、北村千寿、東林修平、長谷川真土、鈴木修一、加藤 真一郎
2. 発表標題 硫黄と炭素で架橋したダブルヘリカル型テトラフェニル-para-フェニレンジアミンおよびそのラジカルカチオンの合成，構造，物性
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 杉山翔一、野島裕騎、長谷川真土、淺見真年、伊藤傑
2. 発表標題 動的イミン結合を利用したキラルビレノファンの自己組織化と円偏光発光
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 長谷川公紀、原健吾、長谷川真士、八木繁幸、今井喜胤
2. 発表標題 光学活性イリジウム発光体からの円偏光発光(CPL)および磁気円偏光発光(MCPL)
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 肖万里、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 ピナフチルで固定された 高歪み環状パラフェニレンの合成と発光特性の評価
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 長谷川真士、廣川巧、加藤南、真崎康博
2. 発表標題 高い置換基をもつチアカリックス[4]ジチエノチオフェン誘導体の合成と機能
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 野島裕騎、長谷川真士、真崎康博
2. 発表標題 二重にねじれた環状ナフタレン化合物の合成と性質
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 長谷川公紀、松平華奈、原健吾、森本あみ、長谷川真士、八木繁幸、今井喜胤
2. 発表標題 キラリティーと磁場の相乗効果によるイリジウム発光体からの革新的円偏光発光(CPL)
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Masashi Hasegawa
2. 発表標題 Circularly Polarized Luminescence of Streogenic Curved Praphenylenes Anchoring A Chiral Binaphthyl
3. 学会等名 International CREST-CPL Conference 2022 in Awaji, JAPAN (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Chika Hasegawa, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mzaki
2. 発表標題 Synthesis and Chiroptical Properties of -Extended Chiral Macrocycles Based on Tethered Binaphthyls
3. 学会等名 International CREST-CPL Conference 2022 in Awaji, JAPAN (国際学会)
4. 発表年 2021年～2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

北里大学理学部化学科分子機能化学講座のWebサイト
https://www.kitasato-u.ac.jp/sci/resea/kagaku/HP_kinou/Index.html
 北里大学理学部化学科分子機能化学講座Webサイト
https://www.kitasato-u.ac.jp/sci/resea/kagaku/HP_kinou/Index.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 分担者	伊與田 正彦 (Iyoda Masahiko) (50115995)	東京都立大学・理学研究科・客員教授 (22604)	

	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	野島 裕騎 (Nojima Yuki)	北里大学大学院・理学研究科・博士課程 (32607)	

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