

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K05092

研究課題名(和文) 高い対称性を持つ芳香族二重ラセンの創製と機能開拓

研究課題名(英文) Synthesis of double helix pi-conjugated oligomers

研究代表者

長谷川 真士 (Hasegawa, Masashi)

北里大学・理学部・講師

研究者番号：20438120

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)：[2.2]パラシクロファン(PC)やビナフチルを起点としてねじれた、共役系化合物を合成し、その構造とキラル光学特性について調査した。2つの[2.2]PCを互いにフェニレンで架橋した化合物はX線結晶構造解析から二重らせん構造を持つことが明らかとなった。また、軸不斉ビナフチルをカップリング反応によって二量化した化合物も二重にねじれながら8の字状の構造を持つ。これらはいずれもキラルな発光色素であり、顕著な円偏光発光特性を示した。特に架橋ビナフチルからなる剛直な環状化合物は、円偏光発光において通常の有機化合物より高い非対称性因子( $g = 0.015$ )を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ねじれた構造を持つ化合物はキラリティーを生じることがあり、化合物が持つ光学特性は右回りまたは左回りのどちらかの偏光を特異的に吸収または発光する。特に、キラルな発光体から生じる円偏光発光を示す材料は、偏光が関与する次世代の光学材料に期待されるが、構造とキラル光学特性との相関には不明瞭な点が多い。本研究では合成したキラル化合物が顕著なキラル光学特性を示すことを実験的に明らかにし、理論計算を用いてその原因を明らかにした。従って本研究の成果は優れたCPL色素の分子設計の指針となり、今後、優れたCPL材料およびそれを利用した光学素子の開発につながるものである。

研究成果の概要(英文)：Twisted  $\pi$ -conjugated cyclic compounds based on planar chiral [2.2] paracyclophane (PC) and axially chiral binaphthyl were synthesized, and their structures and chiroptical properties were investigated. A double-helical geometry was found in X-ray analysis of the twisted dimer composed of [2.2]PC and biphenyl spacers. On the other hand, the dimerization of axially chiral binaphthyls by coupling reactions also gave a figure-8 structure with a double twist. These are all chiral luminescent dyes and showed remarkable circularly polarized luminescence (CPL) properties. In particular, the rigid cyclic compound consisting of tethered binaphthyl exhibited a higher dissymmetry factor ( $g = 0.015$ ) in CPL, which is much higher than the conventional organic compounds.

研究分野：構造有機化学

キーワード：ねじれ化合物 キラル化合物 蛍光 円偏光発光

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

キラルに配置された共役系分子は、分子構造に応じた独特の電子状態を生み出し、円偏光が関与したキラル光学特性を示すことが知られている。キラル光学特性には、左右の円偏光の吸収の差である円二色性(CD)スペクトルや発光の差である円偏光(CPL)発光スペクトルがあげられる。キラル特性に関する研究は、基礎物性の評価のみならず、キラル磁性やキラル発光光源などの次世代の光学材料への応用という観点からも注目を浴びている。キラル化合物の物性は、キラル空間に置かれた電子と光の電場(または磁場)との干渉による物理現象として解釈できるが、どのような分子設計で、どのようにユニット(電子)を配置すれば特徴あるキラル特性を引き出ることができるのか? について、明確な指導原理が存在しない現状にあり、合理的な分子設計の模索が今なお続けられている。

CD スペクトルや CPL スペクトルでは、左右円偏光の差である非対称性因子(円偏光度)の評価として、 $g$  値が通常用いられる。

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

ただし、 $I_L$  および  $I_R$  は左回転および右回転の吸収または発光における円偏光強度を表す。吸収の場合は  $g_{CD}$ 、発光の場合は  $g_{CPL}$  と表現する。最大は 2 である。キラルな有機化合物を用いた場合、一般的には溶液中の  $g_{CD}$  および  $g_{CPL}$  は  $10^{-2}$  未満であり、当面はこれを超える材料が求められている。

### 2. 研究の目的

上記のような背景のもと、強いキラル光学特性を得る目的で、共役系が組み込まれた二重ラセン構造に着目し、以下に示す、ピナフチルで固定されたねじれ化合物、[2.2]パラシクロファンで挟まれた 2 本鎖オリゴフェニレン化合物を合成し、そのキラル光学特性の評価を目的とした。軸不斉ならびに面不斉によって作られるねじれ構造の CD および CPL 特性に対する影響を調査することとした。二重ラセン構造は発色団を「キラルに」「対称的に」「複数個」配置することができる。非対称性因子は、電子遷移における、磁気遷移双極子モーメント(MTDM)、電気遷移双極子モーメント(ETDM)の内積と比によって決定される。対称性の高い有機化合物は、MTDM と ETDM のなす角が  $0^\circ$  または  $180^\circ$  となるため、高い  $g$  値が期待される。

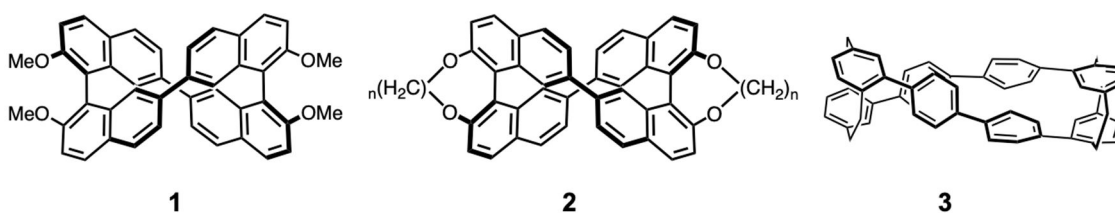


図 1 目的化合物

### 3. 研究の方法

#### (1) ピナフチルで固定されたねじれ化合物の合成

図 2 a に示した合成方法にて、環状化合物 1 を合成した。光学分割した 7,7'-ジブromo-1,1'-ピナフチルを原料として、 $Ni(cod)_2$  触媒を用いたカップリング反応にて合成を行なった。環状 2 量体の他に、環サイズが大きな化合物(3-5 量体)の生成も確認した。

一方、2,2'位を架橋したピナフチル 2 のカップリングも同様に行い環状 2 量体を得た。

#### (2) [2.2]パラシクロファンで挟まれたオリゴフェニレン環状化合物の合成

図 2 b に示した合成方法にて、環状化合物 3 を合成した。光学分割した [2.2]パラシクロファン誘導体を原料に、 $Ni(cod)_2$  触媒を用いたカップリング反応にて合成を行なった。環状 3 量体も同時に生成した。

#### (3) 分子構造の調査

単結晶 X 線構造解析や NMR スペクトルを用いて構造を調査した。目的の分子はねじれを持つ共役系分子であり、そのねじれを評価した。また、分子軌道計算により、ひずみエネルギーを求めて評価した。

#### (4) キラル光学特性の評価

溶液中にて、吸収および発光スペクトルを測定し、光学特性を評価した。量子収率については絶対量子収率を測定した。キラル光学特性に関しては、溶液中の CD および CPL スペクトルを測定することで評価した。

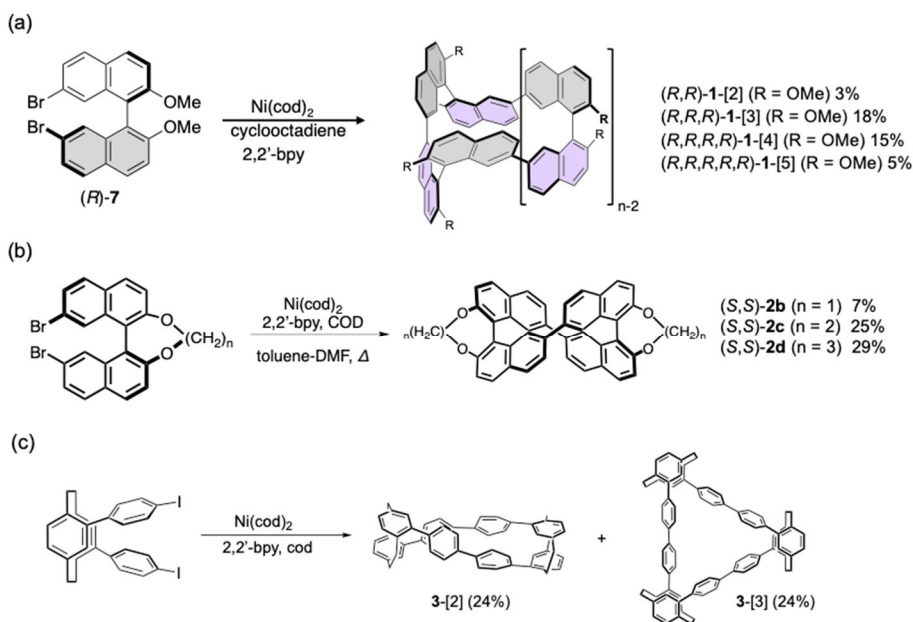


図 2 目的化合物の合成

#### 4 . 研究成果

Ni(cod)<sub>2</sub> を用いたカップリング反応はいずれも高い収率で環化生成物を与えた。(R)および(S)の絶対立体配置をもつ原料を出発物質として各異性体を個別に合成した。2,2'位を架橋したピナフチルが選択的に環状 2 量体を生成する一方で、自由度の高い 2,2'-ジメトキシ-7,7'-ジプロモ-1,1'-ピナフチルを出発原料に用いた場合は、大きな環状化合物も同時に得られた(図 2a)。これらはカラムクロマトグラフィーやゲル浸透クロマトグラフィーを用いた分離により精製・単離した。また、シクロファン化合物の場合も環状 2 量体と 3 量体、及びトレース量の環状 4 量体が生成した。

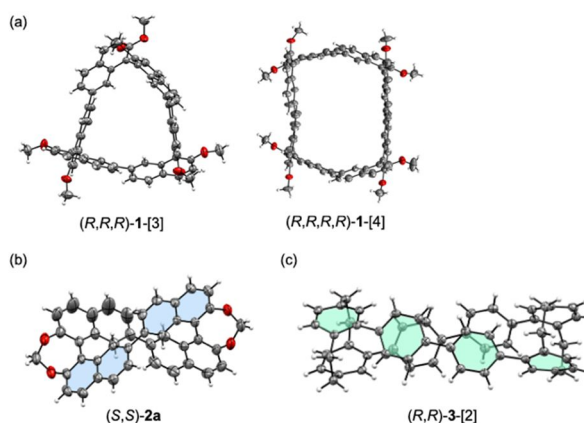


図 3 化合物の X 線結晶構造

これらの化合物の構造は単結晶 X 線結晶構造解析により明らかにした(図 3)。1-[2]の単結晶は得られなかったが、環状化合物 1-[3]および 1-[4]の構造解析に成功した。環状化合物 1-[3]および 1-[4]はそれぞれ、最大 8.6–12.6 Å 程度の空洞を持つ。結晶中では内部に溶媒分子を含んでいた。一方、架橋構造をもつ化合物 2b-d のうち、2a および 2c は結晶構造が得られ、これらの分子が二重にねじれた「8 の字」型の構造を持つことが明らかとなった。化合物 3-[2]および 3-[3]の構造も X 線にて明らかにした。図 3c に示す様に、化合物 3-[2]はシクロファンユニットと架橋フェニレンの立体反発により二重にねじれたラセン構造を取ることがわかった。分子軌道計算より、この構造は 3-[3]よりも相対的にひずみエネルギーが大きいことがわかった。

環状化合物 1-[n]のキラル光学特性は環のサイズに大きく依存することがわかった。これらのCD スペクトルおよび CPL スペクトルは、1-[n] (n = 2-4)では同符号を示したが、化合物 1-[5]ではどちらのスペクトルにおいてもコットン効果の符号が逆転した(図 4 a)。量子化学計算を用いた詳細の検討から、これらの符号は軸不斉ピナフチルにおけるナフタレンが作る二面角に依存することがわかった。すなわち、環サイズによって定性的にキラル光学特性を制御できることを明らかにした。

二重にねじれたピナフチル 2量体 2a-d の CPL スペクトルを測定したところ、化合物 2a,b の非対称性因子( $g_{\text{CPL}}$ )が 0.015 となり、通常キラル有機化合物では到達できない高い値を示した(図 4 b)。化合物 2c,d が  $g_{\text{CPL}} = 10^{-3}$  オーダーの値であることから、高い  $g_{\text{CPL}}$  には剛直な骨格が必要であることがわかった。励起状態における構造最適化計算を行なったところ、化合物 2a,b では、2つのナフタレンが近接しており、全体に広がった分子軌道を持ち、分子全体に広がった励起状態を示すことがわかった。このように架橋鎖の長さによってキラル光学特性を定量的に制御できることがわかった。

化合物 3-[2]と 3-[3]は、オリゴフェニレンユニットによる強い発光が観測されるため、ジクロロメタン中で高い量子収率(それぞれ 0.70, 0.83)が得られた。CPL スペクトルはどちらも  $1.6 \times 10^{-3}$  を示した。これらの値から算出した CPL 輝度は 21 および 44 となり、キラル化合物の中では比較的高い値を示した。

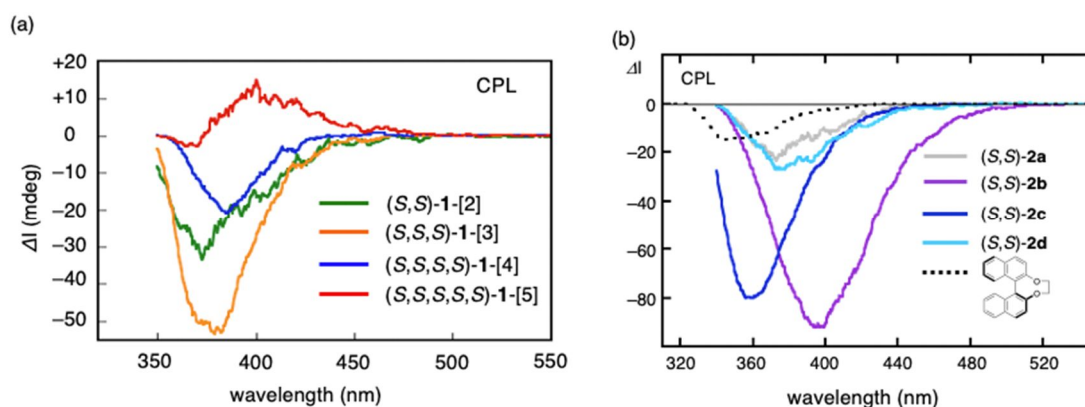


図 4 (a)化合物 1 および、(b)化合物 2 の CPL スペクトル

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sato Kenta, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Hara Nobuyuki, Nishiuchi Tomohiko, Imai Yoshitane, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Circularly Polarized Luminescence of a Stereogenic Curved Paraphenylene Anchoring a Chiral Binaphthyl in Solution and Solid State	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry -A European Journal	6. 最初と最後の頁 1323 ~ 1329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202004283	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 Sato Kenta, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Hara Nobuyuki, Nishiuchi Tomohiko, Imai Yoshitane, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Circularly Polarized Luminescence of a Stereogenic Curved Paraphenylene Anchoring a Chiral Binaphthyl in Solution and Solid State	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 1164 ~ 1164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202004854	査読の有無 無
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 Sato Kenta, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Hara Nobuyuki, Nishiuchi Tomohiko, Imai Yoshitane, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Front Cover: Circularly Polarized Luminescence of a Stereogenic Curved Paraphenylene Anchoring a Chiral Binaphthyl in Solution and Solid State (Chem. Eur. J. 4/2021)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry -A European Journal	6. 最初と最後の頁 1160 ~ 1160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202004853	査読の有無 無
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 Hasegawa Masashi, Haga Shiori, Nishinaga Tohru, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 22
2. 論文標題 Selenacalix[4]selenophene: Synthesis, Structure, and Gel Formation of Cyclic Selenoether of Selenophene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3755 ~ 3758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c00839	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	4. 巻 78
2. 論文標題 Dancing with Sulfur: Simple Preparation and Properties of Thiocalix[n]thiophene Derivatives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 1066 ~ 1075
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.78.1066	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 Iyoda Masahiko, Takashika Masataka, Hasegawa Masashi, Otani Hiroyuki, Mizuno Saori, Miwa Kazuhira, Kariya Wakana, Fujiwara Toshihiro, Shimizu Hideyuki, Aoyagi Shinobu	4. 巻 142
2. 論文標題 Reversible Color and Shape Changes of Nanostructured Fibers of a Macrocyclic -Extended Thiophene Hexamer Promoted by Adsorption and Desorption of Organic Vapor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 13662 ~ 13666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c05340	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 Ono Toshikazu, Ishihama Kohei, Taema Ai, Harada Takunori, Furusho Kiyonao, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Abe Masaaki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 60
2. 論文標題 Dinuclear Triple Stranded Helicates Composed of Tetradentate Ligands with Aluminum(III) Chromophores: Optical Resolution and Multi color Circularly Polarized Luminescence Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 2614 ~ 2618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202011450	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 Shirahata Keigo, Takashika Masataka, Hirabayashi Kazunori, Hasegawa Masashi, Otani Hiroyuki, Yamamoto Keitaro, Ie Yutaka, Shimizu Toshio, Aoyagi Shinobu, Iyoda Masahiko	4. 巻 86
2. 論文標題 Reduction of Ethynyls to Vinyls in a Macrocyclic -Extended Thiophene Skeleton Under McMurry Coupling Conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 302 ~ 309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02080	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 Ishihama Kohei, Ono Toshikazu, Okawara Toru, Harada Takunori, Furusho Kiyonao, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Koide Taro, Abe Masaaki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 94
2. 論文標題 Dinuclear Triple-Stranded Helicates Comprising Al(III), Ga(III), or In(III) and a Hydrazine-Linked Bisiminopyrrolyl Ligand: Synthesis, Structure, Optical Resolution, and Chiroptical Properties	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 573 ~ 578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20200327	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, Kobayakawa Kosuke, Nojima Yuki, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 17
2. 論文標題 Synthesis and chiroptical properties of stereogenic cyclic dimers based on 2,2 -biselenophene and [2.2]paracyclophane	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 8822 ~ 8826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9OB01907C	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 Ishioka Sumire, Hasegawa Masashi, Hara Nobuyuki, Sasaki Hiroaki, Nojima Yuki, Imai Yoshitane, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 48
2. 論文標題 Chiroptical Properties of Oligophenylenes Anchoring with Stereogenic [2.2]Paracyclophane	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 640 ~ 643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190149	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 Fujiwara Toshihiro, Takashika Masataka, Hasegawa Masashi, Ie Yutaka, Aso Yoshio, Aoyagi Shinobu, Otani Hiroyuki, Iyoda Masahiko	4. 巻 84
2. 論文標題 Small Structural Changes in the Alkyl Substituents of Macrocyclic Extended Thiophene Oligomers Causes a Key Effect on Their Stacking and Functional Properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 694 ~ 703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.201900062	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、Inoue Ryota、Honda Yoshiki、Mazaki Yasuhiro	4. 巻 194
2. 論文標題 Thiacalix[n]thiophene and thiacalix[n]dithienothiophene: Facile synthesis, molecular structures, and complexation with C60 and C70	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements	6. 最初と最後の頁 756 ~ 759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10426507.2019.1603723	査読の有無 無
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 Sanada Hayato、Asoma Yuichiro、Ozaki Hiroyuki、Endo Osamu、Oike Hideaki、Hasegawa Masashi、Mazaki Yasuhiro	4. 巻 123
2. 論文標題 Transformation of Alkatetrayne Monolayers into Nanoflatcables Studied by Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy and Metastable Atom Electron Spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 17781 ~ 17797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b03195	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、Iyoda Masahiko	4. 巻 93
2. 論文標題 Self-Assembly of Radially -Extended Tetrathiafulvalene Tetramers for Visible and Near Infrared Electrochromic Nanofiber	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 154 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190283	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 Nojima Yuki、Hasegawa Masashi、Hara Nobuyuki、Imai Yoshitane、Mazaki Yasuhiro	4. 巻 55
2. 論文標題 Stereogenic cyclic oligonaphthalenes displaying ring size-dependent handedness of circularly polarized luminescence (CPL)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 2749 ~ 2752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CC08929A	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、Inoue Ryota、Haga Shiori、Mazaki Yasuhiro	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Selenacalix[4]dithienothiophene: Synthesis, Structure, and Complexation of a Cyclic Tetramer of Selenide-Bridging Dithienothiophene	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	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、Shirai Masaki、Mazaki Yasuhiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Tetrathiafulvalene Dimer Merged with a Binuclear Ring of Sn and Sb: Synthesis and Molecular Structures Induced by Heteroatoms	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4084 ~ 4092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.201800571	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 Nishinaga Tohru、Shiroma Shun、Hasegawa Masashi	4. 巻 20
2. 論文標題 Antiaromaticity of Planar Bisdehydro[12]- and Tetrakisdehydro[16]annulenes Fused with Dithieno[3,4-b:3',4'-d]thiophenes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3426 ~ 3429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.8b01405	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 Watanabe Ryoji、Hasegawa Masashi、Iyoda Masahiko	4. 巻 29
2. 論文標題 Synthesis and structure of bis(ethylenedioxy)-1,4,5,8-tetraselenanaphthalene	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Heteroatom Chemistry	6. 最初と最後の頁 e21479 ~ e21479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hc.21479	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 Ueda Masafumi, Tahara Akimi, Hasegawa Masashi, Shirahata Takashi, Mazaki Yasuhiro, Misaki Yohji	4. 巻 25
2. 論文標題 Hydration of Polycationic [5]Radialene with Quintuple 1,3 Dithiol 2 ylidenes Leads to a New Class of Extended Tetrathiafulvalene Scaffold	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 4984 ~ 4991
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201805994	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 Hamaoka Hinako, Shiroma Shun, Aburaya Kazuaki, Hasegawa Masashi, Nishinaga Tohru	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Oxidation of a Dithieno[3,4 b :3 ,4 d ]thiophene Cyclic Dimer Containing a Planar Cyclooctatetraene Ring: Retention of High Antiaromaticity During Reactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	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) 10.1002/cplu.201900064	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41件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Masashi Hasegawa
2. 発表標題 Small Figure-eight Molecules of Double-Twisted Tethered Cyclic Binaphthyls Display Enhanced Circularly Polarized Luminescence
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science (ISQBS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年 ~ 2021年

1. 発表者名 Kenta Sato, Masashi Hasegawa, Yuki Nojima, Nobuyuki Hara, Tomohiko Nishiuchi, Yoshitane Imai, Yasuhiro Mazaki
2. 発表標題 Circularly Polarized Luminescence of A Stereogenic Curved Paraphenylene Anchoring A Chiral Binaphthyl in Solution and Solid State
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science (ISQBS) (国際学会)
4. 発表年 2020年 ~ 2021年

1. 発表者名 Yuki Ishida, Masashi Hasegawa, Hiroaki Sasaki, Nobuyuki Hara, Yoshitane Imai, Yasuhiro Mazaki
2. 発表標題 Synthesis and Chiroptical Properties of Helical Oligophenylene Anchoring with Planar Chiral [2.2]Paracyclophane
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science (ISQBS) (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 佐藤賢太、長谷川真土、野島裕騎、原伸行、西内智彦、今井喜胤、真崎康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで固定された湾曲型環状オリゴフェニレンの合成とキラル光学特性
3. 学会等名 第80回有機合成化学協会 関東支部シンポジウム
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 石田 雄規、長谷川 真土、佐々木 宏明、原 伸行、今井 喜胤、真崎 康博
2. 発表標題 シクロファンで拡張された環状オリゴフェニレンのキラル光学特性
3. 学会等名 日本化学会 第01春季年会(2021)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 長谷川 真土、佐藤 賢太、野島 裕騎、原 伸行、今井 喜胤、西内 智彦、真崎 康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで固定された湾曲型環状パラフェニレンの合成と溶液ならびに固体中の円偏光発光特性
3. 学会等名 日本化学会 第01春季年会(2021)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 長谷川 真士
2. 発表標題 三次元に広がった環状 共役系化合物の合成と機能開拓
3. 学会等名 第13回有機 電子系シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Hasegawa
2. 発表標題 Synthesis and chiroptical properties of stereogenic cyclic oligonaphthalenes
3. 学会等名 International Symposium on Circularly Polarized Luminescence and the Related Phenomena (ISCPL) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白畑 圭悟, 大谷 裕之, 長谷川 真士, 伊與田 正彦
2. 発表標題 ピニレンとエチニレンで 拡張した環状チオフェン6量体の特異な結晶構造と電子物性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野島 裕騎, 長谷川 真士, 原 伸行, 今井 喜胤, 真崎 康博
2. 発表標題 環状ピナフチル二量体の合成とキラル光学特性の増幅
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 賢太, 長谷川 真士, 原 伸行, 今井 喜胤, 真崎 康博
2. 発表標題 キラルなピナフチルで固定された湾曲型環状パラフェニレンの合成と光学特性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑原 康太, 長谷川 真士, 山下 健一, 杉浦 健一
2. 発表標題 D2の対称性を有する環状ピレン四量体の合成とキロプティカル特性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸田 隼人, 高村 健也, 原 伸行, 長谷川 真士, 今井 喜胤
2. 発表標題 共役発光体の円偏光発光(CPL)および磁気円偏光発光(MCPL)特性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石田 雄規, 長谷川 真士, 原 伸行, 今井 喜胤, 真崎 康博
2. 発表標題 Synthesis and chiroptical properties of stereogenic oligophenylene embedded into planar chiral [2.2]paracyclophane
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野島 裕騎, 長谷川 真士, 原 伸行, 今井 喜胤, 真崎 康博
2. 発表標題 環状ナフタレン四量体からなる新規分子の合成とキラル光学特性
3. 学会等名 第78回有機合成化学協会関東支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川 真士, 芳賀 汐理, 真崎 康博
2. 発表標題 セレナカリックス[4]セレノフェンの合成と特性
3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白畑 圭悟, 高鹿 聖崇, 大谷 裕之, 長谷川 真士, 伊與田 正彦
2. 発表標題 ピニレンとエチニレンで拡張された環状チオフェン6量体の構造と性質
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野島 裕騎, 長谷川 真士, 今井 喜胤, 原 伸行, 真崎 康博
2. 発表標題 架橋型環状オリゴピナフチルのキラル光学特性
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Shirahata, M. Takashika, H. Otani, M. Hasegawa, M. Iyoda
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Macrocyclic -Extended Thiophene 6-Mer with Four Vinylene and Two Ethynylene Bonds
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Hasegawa, Y. Nojima, Y. Hara, Y. Imai, Y. Mazaki
2. 発表標題 Synthesis and Chiroptical Properties of Stereogenic Macrocycles Based on Axially Chiral Binaphthyl
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋和裕, 長谷川真士, 井上亮太, 真崎康博
2. 発表標題 Pd触媒を用いた簡便なジアリールセレニドの合成と環化反応への応用
3. 学会等名 第75回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川真士
2. 発表標題 C <sub>n</sub> , D <sub>n</sub> 対称でつくる 共役系キラル化合物
3. 学会等名 第三回キラルルミネッセンスセミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masafumi Ueda, Masashi Hasegawa, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, Yasuhiro Mazaki
2. 発表標題 Hydration of Tetracationic [5]Radialene Substituted with Quintuple 1,3-Dithiol-2-ylidenes
3. 学会等名 28th International Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur (ISOCS-28) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Hasegawa, Ryota Inoue, Yasuhiro Mazaki
2. 発表標題 Facile Synthesis of Thiacalix[n]thiophene Derivatives
3. 学会等名 28th International Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur (ISOCS-28)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野島裕騎, 長谷川真士, 真崎康博
2. 発表標題 ピナフチルとシクロファンで架橋されたキラル環状オリゴフェニレンの合成
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石岡すみれ, 長谷川真士, 今井喜胤, 真崎康博
2. 発表標題 シクロファンで架橋された大環状オリゴフェニレンのキラル光学特性
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 石岡すみれ, 長谷川真士, 今井喜胤, 真崎康博
2. 発表標題 キラルシクロファンオリゴマー: 共役二重ラセン化合物のモデル化合物
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高鹿聖崇, 苅谷和佳奈, 長谷川真士, 大谷裕之, 伊與田正彦
2. 発表標題 大環状オリゴチオフェン6量体 - 可逆な形状変化を伴うバイポクロミズム現象
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺理紗, 長谷川真士, 石岡すみれ, 真崎康博, 今井喜胤, 杉浦健一
2. 発表標題 2位にアリール基を有した光学活性なピナフチルの合成とその分光学的性質
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川真士
2. 発表標題 キラルな環状ピフェニルオリゴマー: 環サイズとキラル光学特性の関係
3. 学会等名 2018構造有機研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊大輔, 長谷川真士, Turan Ozturk, 真崎康博
2. 発表標題 硫黄原子で架橋した環状オリゴチオフエンの合成と機能開拓
3. 学会等名 第12回有機バイ電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤原稔大, 大谷裕之, 長谷川真士, 伊與田正彦
2. 発表標題 大環状オリゴチオフエン6量体のアルキル置換基による物性のコントロール
3. 学会等名 第12回有機バイ電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野島裕騎, 長谷川真士, 今井喜胤, 原伸行, 真崎康博
2. 発表標題 ピナフチルを用いたキラルな環状化合物の合成とキラル光学特性
3. 学会等名 第76回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Hasegawa
2. 発表標題 Oligomeric Chiral [2.2]Paracyclophane: the simplest duplex helical oligophenylenes
3. 学会等名 Interenational Symposium on Chiral Luminescence and Related Phenomina (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Nojima, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mazaki
2. 発表標題 Synthesis and Chiroptical Properties of Stereogenic Macrocycles Based on Axially Chiral Binaphthyl
3. 学会等名 Interenational Symposium on Chiral Luminescence and Related Phenomina (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石岡すみれ, 長谷川真士, 原伸行, 今井喜胤, 真崎康博
2. 発表標題 キラルシクロファンオリゴマーの合成と性質: パイ共役二重ラセン化合物のモデル化合物
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野島裕騎, 長谷川真士, 原伸行, 今井喜胤, 真崎康博
2. 発表標題 ,1'および7,7'位で連結したキラル環状オリゴナフタレンの合成とキラル光学特性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺理紗, 平林一徳, 清水敏夫, 長谷川真士, 石岡すみれ, 真崎康博, 原伸行, 今井喜胤, 杉浦健一
2. 発表標題 2-,2'-位に発色団を導入した光学活性なピナフチルの合成とキロプティカル特性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石岡すみれ, 長谷川真士, 原伸行, 今井喜胤, 真崎康博
2. 発表標題 大環状キラルオリゴフェニレンの合成とキラル光学特性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川真士
2. 発表標題 環状 共役系化合物でつくるキラル分子の光学特性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川真士
2. 発表標題 三次元に広がった環状パイ共役系化合物の合成と機能開拓
3. 学会等名 名古屋大学大学院工学研究科セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<a href="https://www.kitasato-u.ac.jp/sci/resea/kagaku/HP_kinou/pubs.html#">https://www.kitasato-u.ac.jp/sci/resea/kagaku/HP_kinou/pubs.html#</a> <a href="http://kerid-web.kitasato-u.ac.jp/Profiles/46/0004506/profile.html">http://kerid-web.kitasato-u.ac.jp/Profiles/46/0004506/profile.html</a> <a href="https://www.kitasato-u.ac.jp/sci/resea/kagaku/HP_kinou/pubs.html#">https://www.kitasato-u.ac.jp/sci/resea/kagaku/HP_kinou/pubs.html#</a> 北里大学理学部化学科分子機能化学 研究者プロフィール <a href="http://kerid-web.kitasato-u.ac.jp/Profiles/46/0004506/profile.html">http://kerid-web.kitasato-u.ac.jp/Profiles/46/0004506/profile.html</a>
--

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	野島 裕騎  (Nojima Yuki)	北里大学大学院・理学研究科・博士3年  (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