

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：12101

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K21167

研究課題名（和文）キラル誘起スピン選択性効果を利用した革新的発光デバイスの開発

研究課題名（英文）Innovative light emitting device using chiral induced spin selective effects

研究代表者

西川 浩之（Nishikawa, Hiroyuki）

茨城大学・理工学研究科（理学野）・教授

研究者番号：40264585

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は円偏光を発光する円偏光有機発光ダイオード（CP-OLED）の電荷輸送層にキラル誘起スピン選択（CISS）効果を導入することにより、高い非対称性因子（ $g$ 値）を示すデバイスの開発を目的とする。CISS効果を示す輸送層として、ホール輸送材料であるPEDOTの側鎖にキラリティを導入したキラル半導体をホール輸送材料に用いたデバイスや、有機-無機ハイブリッドペロブスカイト層をホール輸送層と発光層の間に挿入したデバイスを検討した結果、アキラルな発光層からのCPELの取り出しに成功した。また、アキラルな発光性ポリマーをキラルドープした薄膜を用いたデバイスにおいて高い $g$ 値を示すデバイスの開発に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、高い円偏光特性を示すCP-OLEDの開発を目的として、キラル誘起スピン選択（CISS）効果が期待されるキラルなホール輸送材料の新規合成ならびにデバイス化を行うとともに、有機-無機ハイブリッドペロブスカイト層を導入したデバイスの作製を行った。CISS効果によるCP-OLEDは従来の円偏光発光デバイスの開発原理とは全く異なる新しい概念であり、本研究の成果は円偏光発光デバイスの開発において重要な知見を与えるものである。また、CISS効果によるスピンへ極電流の再結合を利用していることから、本結果は円偏光発光とスピンの相関に関する新しい学理を拓く端緒となる結果であり、その学術的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop circularly polarized organic light-emitting diodes (CP-OLEDs) that exhibit high dissymmetry factors ( $g$ -values) by introducing the chiral-induced spin selectivity (CISS) effect into the charge transport layer. We have investigated CP-OLED using chiral hole transport materials, in which a chiral side chain was introduced into the well-known hole transport material PEDOT, and incorporating an organic-inorganic hybrid perovskite layer as the CISS layer between the hole transport layer and the light emitting layer. As a result, we successfully observed circularly polarized electroluminescence (CPEL) from the achiral emitting layer. Additionally, we succeeded in developing CP-OLED with relatively high  $g$ -values by using thin films of achiral luminescent polymers doped with chiral molecules.

研究分野：物理化学

キーワード：円偏光発光 キラル誘起スピン選択 キラル伝導体 発光デバイス CP-OLED キラル輸送材料

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

従来のエレクトロニクスに機能性をさらに付加した高機能デバイスを開発するため、電子のスピンや円偏光の利用が注目を集めている。中でも円偏光発光(Circularly Polarized Luminescence; CPL)材料を用いた発光デバイスは、三次元表示ディスプレイや次世代情報通信技術から医療診断への応用に至るまで幅広い分野への応用が期待されている。円偏光を発する発光デバイスは、GaAs に Mn をドーブした磁性半導体を用いたスピントロニクスデバイスや[PNAS, **114**, 1783, 2017], 遷移金属カルコゲナイドを用いた発光型電界効果トランジスタ[Sicence, **344**, 725, 2014]などの無機物質で報告されているが、磁性半導体では非常に複雑なデバイス構造が必要であり、遷移金属カルコゲナイドでは活性層が単層膜であることから、実用化の点に問題がある。一方、有機物からなる系としては、アキラルな発光性ポリマーにキラルドーパントを添加したデバイスや[Adv. Mater., 29, 1700907, 2017], キラルな高分子 [Chem. Commun. 54, 9663, 2018]を用いた円偏光有機発光ダイオード(CP-OLED)で比較的高い非対称性因子( $g$  値: 総発光強度に対する左または右円偏光発光強度の比)が報告されている。しかし、キラルな低分子材料や金属錯体を発光材料に用いたデバイスの  $g$  値は低い値にとどまっている。このことは、CPL を示すキラル発光材料を発光層に用いるという従来のデバイス開発の指針を超える、新しい原理に基づくデバイス開発が必要であることを示唆している。

### 2. 研究の目的

これまでに報告されている CP-OLED の開発は、従来の OLED の発光層に CPL を発光するキラルな発光材料を用いることによって行われてきた。この方法ではデバイスが発する円偏光である円偏光電界発光(CPEL)の  $g$  値( $g_{EL}$ )は、キラル発光材料の光励起による CPL の  $g$  値を超えることが困難で、その値も  $10^{-3}$  程度と CPEL 特性が頭打ちの状況にある。この状況を打破し、CPEL の  $g_{EL}$  値を飛躍的に向上させるためには、従来の開発指針とは異なる新しい原理に基づく CP-OLED の開発が必要不可欠である。本研究では、 $g_{EL}$  値の向上を目的として、キラルな空間をキャリアが流れると、キャリアのスピンが偏極するキラル誘起スピン選択(CISS)効果を利用して、スピン偏極キャリア再結合型 CP-OLED を開発する。

### 3. 研究の方法

本研究では OLED の電荷輸送層に CISS 効果を導入することにより、高い円偏光特性を示す CP-OLED の開発を目的とし、キラルな凝集誘起円偏光発光材料を用いた CP-OLED の開発、CISS 効果が期待できるキラルなホール輸送材料の開発、CISS を利用したスピン偏極電荷注入型 CP-OLED の開発、について研究を推進した。

#### キラルな凝集誘起円偏光発光材料を用いた CP-OLED の開発

凝集誘起増強円偏光発光(AIEnh-CPL)を示すキラルなペリレンジイミド誘導体[1], (*R,R*)-/(*S,S*)-BPP (BPP = *N,N'*-bis(1-phenylethyl)perylene-3,4,9,10-tetracarboxylic diimide, 図 1) をキラルドーパントとして用いて、アキラルな発光性ポリマーである PFO (poly(9,9-di-*n*-octylfluorenyl-2,7-diyl)) および F8BT (poly[(9,9-di-*n*-octylfluorenyl-2,7-diyl)-*alt*-(benzo[2,1,3]thiadiazol-4,8-diyl)]) をドーブした薄膜のキロプティカル特性を含む光学特性を評価するとともに、キラルドーブ薄膜を用いた CP-OLED を作製した。

#### CISS 効果が期待できるキラルなホール輸送材料の開発

CISS 効果が期待できるキラルなホール輸送材料として、OLED で一般的に用いられている PEDOT にキラリティを導入した(*R*)-/(*S*)-PEDOT-S を新たに合成し、PEDOT-S をホール輸送層に用いたデバイスの作製を行った。比較のためアキラルな PEDOT:PSS を用いたデバイスも作製し、デバイス特性の評価を行った。

#### CISS 効果を利用したスピン偏極電荷注入型 CP-OLED の開発

CISS 効果を示すことが既に報告されている有機 - 無機ハイブリッドペロブスカイト ((*R/S*-MBA)<sub>2</sub>PbI<sub>4</sub>, MBA = methylbenzylammonium) を、発光層とホール輸送層の間に挿入した CP-OLED を作製し、デバイス特性の評価を行った。

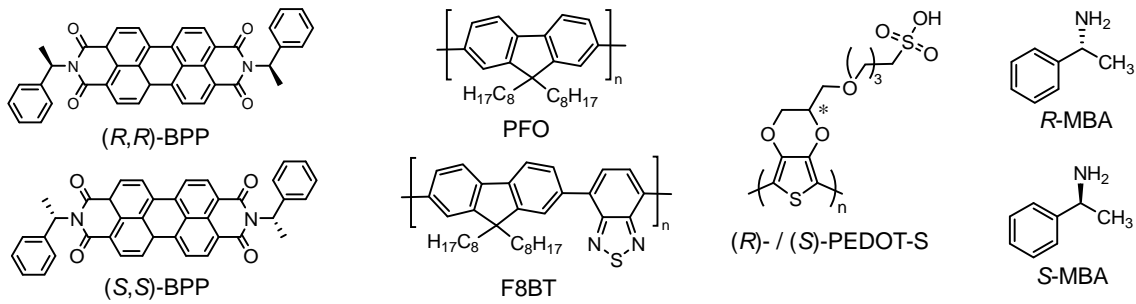


図 1 . (R,R)-/(S,S)-BPP , PFO , F8BT , (R)-/(S)-PEDOT-S , R-/S-MBA の分子構造

#### 4 . 研究成果

##### キラルな凝集誘起円偏光発光材料を用いた CP-OLED の開発

キラルな AIEnh-CPL 材料である (R,R)-/(S,S)-BPP を用いた CP-OLED の開発には既に成功している[2]。このデバイスは EL 輝度および  $g_{EL}$  値が低いことが課題である。本研究では高分子 OLED で一般的な PFO に (R,R)-/(S,S)-BPP をキラルドーパントとして用いた薄膜および CP-OLED について検討した。薄膜は重量比 PFO : chiral-BPP = 9 : 1 の *m*-キシレン溶液をスピコートした後、120 °C でアニールして作製した。薄膜は PFO に由来する発光が 430 ~ 500 nm に観測された (図 2 (a))。また、アキラルな PFO に由来する CPL が観測され、その  $g_{CPL}$  値は  $\sim 2.0 \times 10^{-2}$  であった。この薄膜を用いてデバイスを作製したところ、PFO からの青色発光に対応する EL スペクトルは観測されたが、CPEL は観測されなかった。そこで、薄膜の作製条件を検討した。まず、PFO - chiral-BPP の *m*-キシレン溶液調整時に 100 °C、2 時間、加熱撹拌した後、室温でスピコートし、作製した薄膜を 180 °C、1 時間アニールした。薄膜の発光スペクトルにおいて、PFO からの発光に加え BPP からの発光も 500 ~ 670 nm に新たに観測された。この薄膜を用いてデバイスを作製したところ、赤色の EL 発光が観測された。EL スペクトルにおいても PFO と BPP からの発光が確認できた (図 3)。また、PFO および BPP に対応する発光波長において CPEL の観測に成功し (図 4)、その  $g_{CPL}$  値も  $1.4 \sim 2.4 \times 10^{-2}$  と比較的高い値であった。

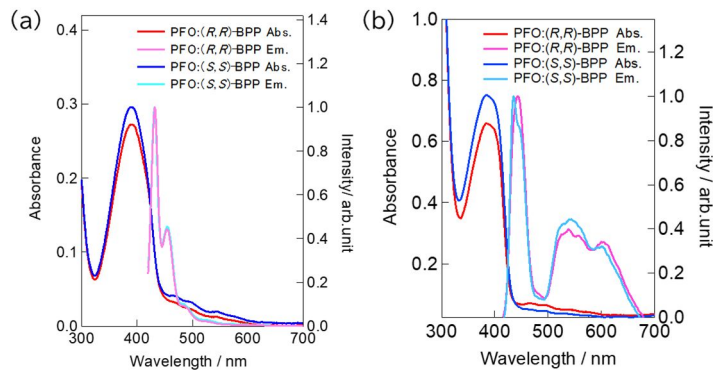


図 2 . PFO - chiral-BPP 薄膜の吸収、発光スペクトル (a) 室温撹拌、120 °C アニール、(b) 100 °C 撹拌、180 °C アニール

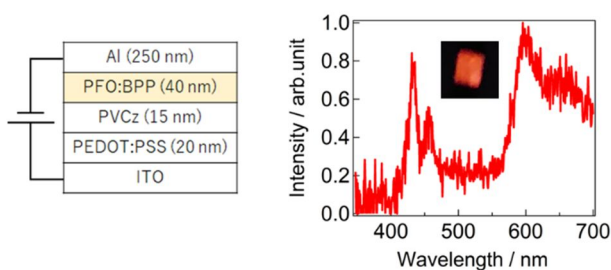


図 3 . デバイス構造と EL スペクトル

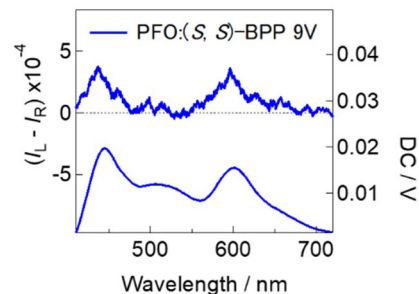


図 4 . デバイスの CPEL スペクトル

##### CISS 効果が期待できるキラルなホール輸送材料の開発

CISS を発現させるためのキラルホール輸送材料として、*p* 型半導体として知られるポリチオフェンの側鎖にキラリティを導入したポリマーの合成を行ったが、キラルポリチオフェンのスピコート膜の CD スペクトルを測定したところ、その強度は非常に小さく CISS 効果はあまり期待できない結果が得られた。そこで OLED のホール輸送材料として広く利用されている

PEDOT のエチレンジオキシ基にアルキル基を導入したキラル PEDOT の合成を行った。合成はチオフェンから7段階で重合前駆体を合成し、前駆体を塩化鉄を用いて酸化重合することによりキラル PEDOT である(R)-/(S)-PEDOT-S を合成した。合成した PEDOT-S をホール輸送層に用いて、発光層が F8BT のデバイスを作製した。デバイス構造は ITO/PEDOT-S/F8BT/DPEPO/CsF/Al である。比較のためホール輸送層にアキラルな PEDOT:PSS を用いたデバイス（デバイス構成は PEDOT-S と同じ）を作製した。ホール輸送層に PEDOT:PSS および S-PEDOT-S を用いたデバイスともに PFO から発光に対応する EL スペクトルが観測された（図 5 (a)）。最大輝度および外部量子効率、は、PEDOT:PSS を用いたデバイスが  $2350 \text{ cd m}^{-2}$ , 0.52%, S-PEDOT-S を用いたデバイスでは  $365 \text{ cd m}^{-2}$ , 0.29%であった（図 5 (b)）。最大輝度、外部量子効率ともに S-PEDOT-S を用いたデバイスが低かったのは、PEDOT:PSS に比べ PEDOT-S のキャリア移動度が低いためであると考えられる。デバイスの CPEL 測定を行ったところ、S-PEDOT-S を用いたデバイスにおいて 430~480 nm 付近に若干ではあるが CPEL が観測された（図 5 (c)）。

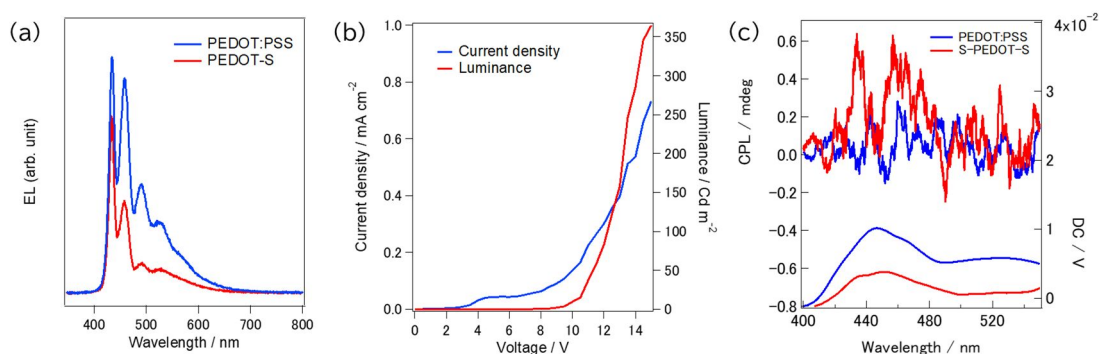


図 5 .(a) S-PEDOT-S および PEDOT:PSS を用いたデバイスの EL スペクトル (b) S-PEDOT-S を用いたデバイスの電流密度、輝度の電圧依存性 (c) S-PEDOT-S および PEDOT:PSS を用いたデバイスの CPEL スペクトル

#### CISS 効果を利用したスピン偏極電荷注入型 CP-OLED の開発

CISS 層として既にスピン偏極電流の発現が報告されている有機 - 無機ハイブリッドペロブスカイト ( $(R/S\text{-MBA})_2\text{PbI}_4$ ) を発光層とホール輸送層の間に挿入したデバイスの作製を行った（図 6 (a)）。発光層に F8BT、ホール輸送層に PEDOT:PSS、電子輸送層に DPEPO を用いた。また、CISS 層に比較のため、ヨウ化鉛層間にラセミ体のメチルベンジルアンモニウムイオンを挿入した有機 - 無機ハイブリッドペロブスカイトを導入したデバイス、ならびに CISS 層を挟まないデバイスも作製した。CISS 層はホール輸送層の上にアセトニトリル溶液からスピンコート法により製膜した（膜厚：20 nm）。製膜条件はガラス基板上にスピンコートした薄膜の AFM 画像により、表面のモルフォロジーを観測し、膜質がよく均一なドメインが形成される条件を最適化した。EL スペクトルは 500~650 nm に付近に F8BT に由来する電界発光が観測された（図 6 (b)）。EL の輝度は  $800 \sim 1600 \text{ cd m}^{-2}$  とばらつきがあった。このデバイスの CPEL 測定を行ったところ、

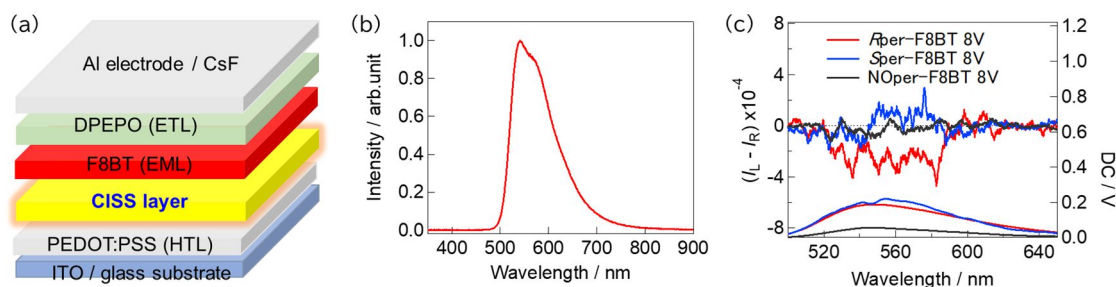


図 6 .(a) CISS 層を組み込んだ CP-OLED のデバイス構造 (b) R-MBA をペロブスカイト層間に挿入したデバイスの EL スペクトル(c) CISS 型 CP-OLED の CPEL スペクトル

F8BT の発光波長領域に優位な円偏光発光が観測された (図 6(c))。電界発光時の  $g$  値は,  $R$  体ペロブスカイトを用いたデバイスで  $-3.1 \times 10^{-3}$ ,  $S$  体を用いたデバイスで  $1.6 \times 10^{-3}$  であった。CISS 層としてペロブスカイト層を挿入していないデバイスでは, CPEL は観測されなかった。また今回の電界発光時の円偏光が, 光がキラルな空間を通過することにより発生した可能性について検討するため, デバイス構造と同じ薄膜, ITO/PEDOT:PSS/( $R$ -/ $S$ -MBA) $_2$ PbI $_4$ /F8BT, の CPL 測定も行った。CISS 層としてラセミ体, ( $rac$ -MBA) $_2$ PbI $_4$  を挿入した薄膜, および CISS 層を挿入していない薄膜についても測定した。励起波長は 340 nm である。その結果, いずれの薄膜においても CPL が観測されなかった。以上のことから, 有機 - 無機ハイブリッドペロブスカイトを CISS 層として挿入した OLED デバイスからの CPEL は, スピン偏極したキャリアの再結合によるスピン角運動量の移動に伴う円偏光発光であることが示唆された。一方, 発光層の F8BT にキラルな構造が誘起されている可能性もあるため引き続き検討が必要である。

#### < 引用文献 >

[1] A. Taniguchi, et al., *RSC Adv.*, **9**, 1976-1981 (2019)

[2] A. Kaneshaka, et al., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **95**, 751-758 (2022)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 1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 D. Tauchi, T. Koida, Y. Nojima, M. Hasegawa, Y. Mazaki, A. Inagaki, K. Sugiura, Y. Nagaya, K. Tsubaki, T. Shiga, Y. Nagata, H. Nishikawa	4. 巻 59
2. 論文標題 Aggregation-induced circularly polarized phosphorescence of Pt(II) complexes with and axially chiral BINOL ligand	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	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 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 Maho Kitahara, Kohei Mishima, Nobuyuki Hara, Motohiro Shizuma, Aoba Kanesaka, Hiroyuki Nishikawa, Yoshitane Imai	4. 巻 10
2. 論文標題 Circularly Polarized Luminescence from $\pi$ -Conjugated Chiral Perylene Diimide Luminophores: The Bay Position Effect	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 2969-2974
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202100483	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 Toshiko Mizokuro, Aoba Kanesaka, Tetsuhiko Miyadera, Tomoyuki Koganezawa, Hirokazu Ohsawa, Kenji Kobayashi, Kenji Kamada, Hiroyuki Nishikawa, and Reiko Azumi	4. 巻 60
2. 論文標題 Molecular arrangement in diphenylanthracene derivative films deposited under vacuum on in-plane oriented polythiophene films	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 85504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac1557	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 Aoba Kanesaka, Yuki Nishimura, Akira Yamaguchi, Yoshitane Imai, Toshiko Mizokuro, and Hiroyuki Nishikawa	4. 巻 95
2. 論文標題 Solid-State Photophysical Properties of Chiral Perylene Diimide Derivatives: AIEnh-Circularly Polarized Luminescence from Vacuum-Deposited Thin Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 751-758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220020	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, Kanno Katsuya, Hasegawa Masashi, Mazaki Yasuhiro, Tsubaki Kazunori, Sugiura Ken-ichi, Shiga Takuya, Mori Seiji, Nishikawa Hiroyuki	4. 巻 53
2. 論文標題 Aggregation-induced enhanced fluorescence emission of chiral Zn(II) complexes coordinated by Schiff-base type binaphthyl ligands	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 8926-8933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D4DT00903G	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, Xiao Wanli, Ishida Yuki, Asahi Kazuyuki, Nishikawa Hiroyuki, Ohno Reo, Hayauchi Daisuke, Hasegawa Miki, Mazaki Yasuhiro	4. 巻 31
2. 論文標題 Synthesis and Chiroptical Properties of Radially Extended Carbazole with Chiral [2.2]Paracyclophane Core	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2315215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202315215	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 -

〔学会発表〕 計70件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 17件)

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Takuya Shiga, Hiroki Oshio, Norihisa Hoshino, Tomoyuki Akutagawa, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Electrical and Magnetic Properties of Paramagnetic TTF-metal complexes
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Takuya Shiga, Hiroki Oshio, Norihisa Hoshino, Tomoyuki Akutagawa, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Structures and Physical properties of Schiff-base type TTF-metal complexes
3. 学会等名 The 73rd Yamada Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa, Daiki Tauchi, Taiki Koida, Kazunori Tsubaki, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mazaki, Akiko Inagaki and Ken-ichi Sugiura
2. 発表標題 Structures and photophysical properties of phosphorescent chiral Pt(II) complexes
3. 学会等名 The 73rd Yamada Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田内 大喜, 長屋 勇輝, 福井 敬大, 長谷川 真士, 真崎 康博, 稲垣 昭子, 鈴木 仁子, 椿 一典, 杉浦 健一, 西川 浩之
2. 発表標題 軸不斉を有する発光性白金(II)錯体の構造と光物性
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朝日宗将, 西村悠紀, 長谷川真士, 真崎康博, 西川浩之
2. 発表標題 液晶性キラルドーパントをドーブした発光性ポリマー薄膜の分光学的性質
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西村 悠紀, 長谷川 真士, 真崎 康博, 今井 喜胤, 西川 浩之
2. 発表標題 キラルペリレンジイミド誘導体をキラルドーブした薄膜発光デバイス
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 北原 真穂, 鈴木 聖香, 黒田 拓未, 西川 浩之, 今井 喜胤
2. 発表標題 光学活性ペリレンを用いる円偏光発光(CPL)および円偏光電界発光 (CPEL)
3. 学会等名 第30回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Physical properties and electronic structures of Schiff-base type TTF-paramagnetic metal complexes
3. 学会等名 The 7th International Symposium of Quantum Beam Science (ISQBS) at Ibaraki University (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mazaki, Ken-ichi Sugiura, Hiroyuki 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 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kazuyuki Asahi, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mazaki, Hiroyuki 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 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西川浩之
2. 発表標題 凝集状態で円偏光発光を示すキラル材料の開発と発光デバイス
3. 学会等名 E-USE研究会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田内大喜, 長谷川真土, 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ブ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 西村 悠紀, 長谷川 真土, 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 鈴木 聖香, 北原 真穂, 金子 光佑, 西川 浩之, 花崎 知則, 今井 喜胤
2. 発表標題 新規ペリレン発光体の合成と外部環境依存円偏光発光(CPL)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 田内大喜, 志賀拓也, 大塩寛紀, 西川浩之
2. 発表標題 キラリティを有する新規シッフ塩基型TTF-金属錯体の構造と物性
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 井坂亮輔, 金坂青葉, 細谷知正, 今井喜胤, 山口 央, 西川浩之
2. 発表標題 水素結合部位を有するキラルペリレンジイミド誘導体の合成と光物性
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 北原真穂, 三嶋康平, 原伸行, 静間基博, 金坂青葉, 西川浩之, 今井喜胤
2. 発表標題 拡張パイ電子系を有するペリレン発光体の合成と円偏光発光(CPL)特性
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 金坂青葉, 細谷知正, 井坂亮輔, 西村悠紀, 山口 央, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 ベイポジションを置換したキラルPDI誘導体の物性と有機ELの作製
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 田内大喜, 西川浩之
2. 発表標題 キラリティを発光性金属錯体の合成
3. 学会等名 CREST「円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成」第1回研究推進シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朝日宗将, 西川浩之
2. 発表標題 発光性ポリマーにキラル材料をドーブした薄膜の作製
3. 学会等名 CREST「円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成」第1回研究推進シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金坂青葉, 西川浩之
2. 発表標題 凝集誘起円偏光発光材料を用いた有機ELの作製と光物性
3. 学会等名 CREST「円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成」第1回研究推進シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村悠紀, 西川浩之
2. 発表標題 キラルPDI誘導体を発光層のゲスト材料に用いた有機ELの作製
3. 学会等名 CREST「円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成」第1回研究推進シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金坂青葉, 西村悠紀, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 キラルPDI誘導体を発光層のゲスト材料に用いた有機ELの作製
3. 学会等名 第15回分子科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田内大喜, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 軸不斉を有する亜鉛(II)2核錯体の合成と物性
3. 学会等名 第15回分子科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田内大喜, 志賀拓也, 大塩寛紀, 西川浩之
2. 発表標題 キラリティを有するシッフ塩基型TTF-金属錯体の構造と物性
3. 学会等名 第32回茨城地区研究交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田内大喜 金坂青葉 杉浦健一 西川浩之
2. 発表標題 軸不斉を有するキラル亜鉛(II)三核錯体の光物理化学的性質
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 金坂青葉、西村悠紀、山口央、今井喜胤、西川浩之
2. 発表標題 凝集誘起円偏光発光材料を用いた円偏光発光有機ELの開発及び測定装置の開発
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 Daiki Tauchi, Aoba Kanesaka, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Physical properties and electronic structures of Schiff-base type metal complexes
3. 学会等名 The 4th Asian Workshop of Experiment and Theory in Quantum Beam Molecular Science
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa, Aoba Kanesaka, Tomomasa Hosoya, Ryosuke Isaka, Yoshitane Imai
2. 発表標題 Synthesis and Photophysical Properties of Chiral Perylene Diimide Derivatives with Hydrogen Bond Sites
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies Pacifichem2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoba Kanesaka, Tomomasa Hosoya, Yoshitane Imai, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Development of circularly polarized organic light-emitting diode (CP-OLED) with chiral device structure
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies Pacifichem2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoba Kanesaka, Tomomasa Hosoya, Yoshitane Imai, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Development of circularly polarized organic light-emitting diode (CP-OLED) using aggregation-induced enhanced CPL (AIEnh-CPL) materials
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies Pacifichem2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Solid-State Photophysical Properties of Chiral Perylene Diimide Derivatives
3. 学会等名 International CREST-CPL Conference 2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Synthesis and physical properties of chiral metal complexes as CPL emitters
3. 学会等名 International CREST-CPL Conference 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金坂青葉, 細谷知正, 井坂亮輔, 溝黒登志子, 阿澄玲子, 山口 央, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 凝集誘起円偏光発光材料を用いた有機ELの作製と光物性
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 田内大喜, 金坂青葉, 志賀拓也, 大塩寛紀, 西川浩之
2. 発表標題 [Cu(TTF-Salphen)]のラジカル塩の合成と物性
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 細谷知正, 金坂青葉, 山口 央, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 不斉を有するペリレンジイミド誘導体の光物理化学的性質
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 井坂亮輔, 細谷知正, 金坂青葉, 今井喜胤, 山口 央, 西川浩之
2. 発表標題 水素結合部位を有するキラルペリレンジイミド誘導体の合成と光物理化学的性質
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 小林研都, 西川浩之
2. 発表標題 キラルおよびラセミDM-MeDH-TTP塩の電子状態と圧力下電気物性
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 三嶋康平, 原伸之, 静間基博, 西川浩之, 今井喜胤
2. 発表標題 拡張パイ電子系を有するペリレン発光体の合成と円偏光発光(CPL)特性
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 細谷知正, 金坂青葉, 今井喜胤, 山口 央, 西川浩之
2. 発表標題 不斉を有するペリレンジイミド誘導体の光物理化学的性質
3. 学会等名 第14回分子科学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金坂青葉, 細谷知正, 井坂亮輔, 山口 央, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 凝集誘起円偏光発光材料を用いた有機ELの作製と物性
3. 学会等名 第14回分子科学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田内大喜, 金坂青葉, 志賀拓也, 大塩寛紀, 西川浩之
2. 発表標題 [Cu(TTF-Salphen)]のラジカル塩の物性
3. 学会等名 第14回分子科学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田内大喜, 金坂青葉, 志賀拓也, 大塩寛紀, 星野哲久, 芥川智行, 西川浩之
2. 発表標題 [Cu(TTF-Salphen)]のラジカル塩の物性
3. 学会等名 第31回茨城地区研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田内大喜, 志賀拓也, 大塩寛紀, 西川浩之
2. 発表標題 キラリティを有する新規シッフ塩基型TTF-金属錯体の構造と物性
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 井坂亮輔, 金坂青葉, 細谷知正, 今井喜胤, 山口 央, 西川浩之
2. 発表標題 水素結合部位を有するキラルペリレンジイミド誘導体の合成と光物性
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 金坂青葉, 細谷知正, 井坂亮輔, 西村悠紀, 山口 央, 今井喜胤, 西川浩之
2. 発表標題 拡張パイ電子系を有するペリレン発光体の合成と円偏光発光(CPL)特性
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 北原真穂, 三嶋康平, 原伸行, 静間基博, 金坂青葉, 西川浩之, 今井喜胤
2. 発表標題 ベイポジションを置換したキララルPDI誘導体の物性と有機ELの作製
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 Aoba Kanesaka, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Light emitting device based on aggregation induced enhanced circularly polarized luminescent chiral perylene diimide derivatives
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science at Ibaraki University-Chirality in Material Science: Current Status and Future Prospects- (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryosuke Isaka, Aoba Kanesaka, Tomomasa Hosoya, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Synthesis and Photophysical Properties of Chiral Perylene Diimide Derivatives with Hydrogen Bond Sites
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science at Ibaraki University-Chirality in Material Science: Current Status and Future Prospects- (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomomasa Hosoya, Aoba Kanesaka, Yoshitane Imai, Akira Yamaguchi, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Synthesis and Photophysical Properties of the new Chiral-PDI
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science at Ibaraki University-Chirality in Material Science: Current Status and Future Prospects- (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Takuya Shiga, Hiroki Oshio, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Chiral Fe(III) complex composed of tridentate Schiff-base type TTF-ligands
3. 学会等名 The 5th International Symposium of Quantum Beam Science at Ibaraki University-Chirality in Material Science: Current Status and Future Prospects- (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Molecular magnetic semiconductors based on paramagnetic Cu(II) complexes coordinated TTF-ligands
3. 学会等名 The 1st Asian Conference on Molecular Magnetism (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Aoba Kanesaka, Takuya Shiga, Hiroki Oshio, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Magnetic properties of conjugated type TTF-metal complex [Cu(TTF-Salphen)]
3. 学会等名 The 1st Asian Conference on Molecular Magnetism (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田内大喜, 小林礼知, 酒井美里, 菅野克哉, 長谷川真士, 真崎康博, 椿一典, 杉浦健一, 森聖治, 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)錯体の構造と光物理化学的性質
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西川浩之, 朝日宗将, 長谷川真士, 真崎康博
2. 発表標題 キラルなペリレンジイミド誘導体を発光層に用いた円偏光発光デバイスの開発
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 朝日宗将, 長谷川真士, 真崎康博, 西川浩之
2. 発表標題 キラルドーパントをドーピングしたアキラル発光性ポリマー薄膜の光物性評価
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福田陸大, 永岩佳奈, 長谷川真士, 真崎康博, 西川浩之
2. 発表標題 新規 拡張型キラルペリレンジイミド誘導体の合成と物性
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 稲村祐香, 田内大喜, 長谷川真士, 真崎康博, 西川浩之
2. 発表標題 シッフ塩基型キラル配位子からなるホウ素化合物の円偏光発光
3. 学会等名 第17回分子科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田内大喜, 小林礼知, 菅野克哉, 長谷川真士, 真崎康博, 椿一典, 杉浦健一, 森聖治, 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)単核錯体の合成と物性
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西川浩之, 稲村祐香, 田内大喜, 長谷川真士, 真崎康博
2. 発表標題 シッフ塩基型キラル配位子からなるホウ素化合物の円偏光発光
3. 学会等名 錯体化学会第73回討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西川浩之
2. 発表標題 凝集状態で円偏光を発光する材料の開発とデバイス化
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 兼浦匠弥, 紙本麻央, 米田啓馬, 志倉瑠太, 八木繁幸, 西川浩之
2. 発表標題 キラルなホール輸送材料の開発と有機ELの作製
3. 学会等名 第34回日本化学会関東支部茨城地区研究交流会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 朝日宗将, 吉田和樹, 長谷川真土, 真崎康博, 西川浩之
2. 発表標題 キラル化合物をドーブした発光性ポリマー薄膜の光物性評価と発光デバイス開発
3. 学会等名 日本化学会第104回春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 田内大喜, 長谷川真土, 真崎康博, 西川浩之
2. 発表標題 凝集誘起増強発光を示すキラルZn錯体のキロプティカル特性
3. 学会等名 日本化学会第104回春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Development of AIE-active CPL materials and their light-emitting devices
3. 学会等名 Workshop - Joint France-Japan Symposium on Circularly Polarized Luminescence and Related Phenomena (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Development of AIE-active CPL materials and their light-emitting devices
3. 学会等名 Binational Symposium on Circularly Polarized Luminescence and the Related Phenomena (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Development of aggregation-induced emissive materials exhibiting circularly polarized luminescence
3. 学会等名 Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON2024) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mazaki, Kazunori Tsubaki, Ken-ichi Sugiura, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Development of chiral metal complexes coordinated by axial chiral ligands exhibiting circularly polarized luminescence
3. 学会等名 Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Daiki Tauchi, Masashi Hasegawa, Yasuhiro Mazaki, Kazunori Tsubaki, Ken-ichi Sugiura, Hiroyuki Nishikawa
2. 発表標題 Circularly polarized luminescent metal complexes featuring axial chiral ligands
3. 学会等名 Satellite Symposium for Graduate Students on the Topic of Advanced Photochemistry at Pure and Applied Chemistry Conference 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年



## 〔図書〕 計1件

1. 著者名 Hiroyuki Nishikawa	4. 発行年 2024年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 992
3. 書名 Chiral Luminescence: From Molecules to Materials and Devices (Chapter33)	

## 〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 光学測定システム, 及び光学測定方法	発明者 西川浩之, 金坂青葉, 田内大喜	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-025984	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

## 〔取得〕 計0件

## 〔その他〕

研究室ホームページ <a href="http://nishikawalab.sic.ibaraki.ac.jp">http://nishikawalab.sic.ibaraki.ac.jp</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
---------------------------	-----------------------	----

## 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
---------	---------