

2023 年度年次報告書

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成

2020 年度採択研究代表者

赤木 和夫

立命館大学 総合科学技術研究機構

招聘研究教授

円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成

主たる共同研究者:

今井 喜胤 (近畿大学 理工学部 教授)

椿 一典 (京都府立大学 大学院生命環境科学研究科 教授)

西川 浩之 (茨城大学 大学院理工学研究科(理学野) 教授)

森 直 (大阪大学 大学院工学研究科 准教授)

研究成果の概要

本研究では、円偏光発光(CPL)の革新的基盤技術を構築することを目的に、五つグループの横断的連携により研究を推進した。

高分子グループ: 光に応答して可逆的にキラル反転するキラル液晶を開発して、これを不斉場として、赤緑青白(RGBW)の CPL らせん状共役ポリマーを合成し、そのヘリシティの自在制御を実現した。3 種類の新規フルオレン誘導体およびその混合系は、キラル液晶中で高い非対称性因子 g 値(0.5–1.0)と量子収率(62–94%)の CPL を示した。

低分子グループ: ナフタレン、ピレン、カルバゾールのキラル二量体を基本単位とし、様々な方向に積層化した化合物を合成した。ビナフトールの 8,8' 位にメチル基やフェニルエチニル基を持つ化合物、および部分重なり型のキラルカルバゾロファン合成と機能化を達成した。また後者の g 値は 9×10^{-3} であった。

評価グループ: 高発光効率の 5 種類のアキラルなペロブスカイト量子ドットに対して、溶液中で外部磁場を印加し CPL を発現させた。磁場の方向を変えることで CPL の回転方向を反転させた。ペロブスカイト量子ドットの組成を変えると、CPL の波長は青色から赤色へと 300nm 以上変わることが明らかにした。

デバイスグループ: 6 種類の新規デバイスと CPL 材料の開発を行った。①アキラルな発光性ポリマーにキラルドーブしたデバイスの開発、②凝集誘起増強発光を示す Zn 錯体の開発、③近赤外りん光 CPL 材料を用いた円偏光-有機発光ダイオード(CP-OLED)の開発、④熱活性遅延蛍光材料およびエキシマー発光性白金錯体を用いた磁気円偏光-有機発光ダイオード(MCP-OLED)の開発、⑤円偏光発光を生み出す面不斉[2.2]パラシクロファンキラル誘起添加剤の開発。

理論グループ: π 拡張カチオン性アザヘリセンを合成し、そのキラル特性評価と理論解析を行った。アザヘリセニウムは有機溶媒および水に可溶であり、広範な可視光吸収とオレンジ～赤色の蛍光発光が特徴的である。水溶液中における CPL の g 値は 690 nm において 6.0×10^{-3} に達した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Helicity Control of Circularly Polarized Luminescence from Aromatic Conjugated Copolymers and Their Mixture Using Reversibly Photoinvertible Chiral Liquid Crystals”, S. Yoshida, S. Morikawa, K. Ueda, K. Kaneko, T. Hanasaki, K. Akagi, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **16**, 3991–4002 (2024). (Supplementary Journal Cover に採用)
- 2) “Synthesis and optical properties of chiral dinaphthofuran possessing two methyl groups in the bay region”, M. Sakai, S. Wakabayashi, K. Hasegawa, A. Imayoshi, Y. Imai, T. Sasamori, K. Tsubaki, *Chem. Lett.*, **53**, Issue 3, upae013 (2024).
- 3) “Red–Green–Blue–Yellow (RGBY) Magnetic Circularly Polarized Electroluminescence from Iridium(III)-Magnetic Circularly Polarized Organic Light-Emitting Diodes”, M. Kitahara, K. Hara, S. Suzuki, H. Iwasaki, S. Yagi, Y. Imai, *Org Electron.*, **119**, 106814 (2023).
- 4) “Synthesis and Chiroptical Properties of Radially Extended Carbazole with Chiral [2.2]Paracyclophane Core” M. Hasegawa, W. Xiao, Y. Ishida, K. Asahi, H. Nishikawa, R. Ohno, D. Hayauchi, M. Hasegawa, Y. Mazaki, *Adv. Funct. Mater.*, **2024**, 2315215. (Frontispiece に採用)

5) “A π -Extended Phenanthrene-Fused Aza[7]helicenium as a Novel Chiroptically-Active Architecture in Organic and Aqueous Media”, C. Olivier, N. Nagatomo, T. Mori, N. McClenaghan, G. Jonusauskas, B. Kauffmann, Y. Kuwahara, M. Takafuji, H. Ihara, Y. Ferrand, *Org. Chem. Front.*, **10**, 752–758 (2023).