

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

2020 年度 年次報告書
------------------

赤木和夫

立命館大学 総合科学技術研究機構  
特別招聘研究教授

円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、三次元表示ディスプレイ開発の根幹である「円偏光性 100%の円偏光有機発光ダイオード(Circularly Polarized Organic Light-Emitting Diode: CP-OLED)の創成」を実現するため、キラル発光化学の現状分析を行いつつ、高い非対称性因子(g 値)を示す発光性物質群の合成と評価、解析、およびデバイス作製における基盤技術を確立することを目的としている。

まず、合成班(高分子グループおよび低分子グループ)は、単分子として高い g 値を発現させることを目指し、これまでに手掛けてきた物質を改良・改質するとともに、新たな発光性物質群の合成にも着手した。高分子グループでは、円偏光発光(Circularly Polarized Luminescence: CPL)を示すヘリカル共役ポリマーの自在合成のために、その足場となる外部刺激でヘリシティーを制御できる円偏光発光物質の合成を行った。一方、低分子グループでは、鎖状および環状のキラルオリゴマー分子群を中心に新規化合物の精密合成を行った。合成した分子については、評価グループにて溶液状態でのスクリーニングを行った後、良好な性質を示す分子についてデバイスグループが素子作成を行った。具体的には、発光性ポリマーにキラル分子をドーブする手法を採用してCP-OLED を試作し、そのEL特性を評価・検討した。理論グループでは、量子化学に依拠した理論計算とデータサイエンスを活用し、キラル発光材料の分子設計指針の確立のための評価・検討に着手した。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 高分子グループ

- ① 研究代表者: 赤木 和夫 (立命館大学 総合科学技術研究機構、特別招聘研究教授)
- ② 研究項目
  - ・外部刺激応答性キラル液晶の合成
  - ・キラル液晶場での発光性ヘリカルポリマーとヘリカルネットワークポリマーの合成
  - ・キラル液晶の選択反射・透過を利用した発光性ポリマーの円偏光性の増幅とCPL 素子開発

### (2) 低分子グループ

- ① 主たる共同研究者: 椿 一典 (京都府立大学 大学院生命環境科学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・オリゴナフタレンの外周に蛍光部位を精密に配置した化合物の合成研究
  - ・高機能 RGB 蛍光物質の合成
  - ・ピレンオリゴマーの合成研究と構造評価
  - ・ピレンオリゴマーをキラルドーパントに用いた光学活性液晶の合成とデバイス評価
  - ・カルバゾロファンのエキシマー蛍光を利用した CPL 特性の解明
  - ・環状カルバゾロファンオリゴマーの合成とデバイス評価

(3) 評価グループ

① 主たる共同研究者: 今井 喜胤 (近畿大学 理工学部、准教授)

② 研究項目

- CPL 特性評価とフィードバック
- 温度可変下、磁場下および高圧下における CPL 測定システムの構築
- 近赤外領域の CPL 測定システムの構築
- 直接法および反射法による CPL 測定システムの構築

(4) デバイスグループ

① 主たる共同研究者: 西川 浩之 (茨城大学 大学院理工学研究科、教授)

② 研究項目

- 高性能 CP-OLED に資する CPL 材料の薄膜化基盤技術の創出
- スピン偏極効果を利用した革新的 CP-OLED の創発

(5) 理論グループ

① 主たる共同研究者: 森 直 (大阪大学 大学院工学研究科、准教授)

② 研究項目

- キラル発光化学の現状分析
- 設計指針導出のための理論体系の構築
- 新しいキラル発光材料の理論的探索

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Akagi, T. Yamashita, K. Horie, M. Goh, M. Yamamoto, “Chiral Reaction Field with Thermally Invertible Helical Sense that Controls the Helicities of Conjugated Polymers”, *Adv. Mater.*, *32*, 1906665 (1–8) (2020).
- 2) S. Yoshida, S. Morikawa, K. Ueda, M. Hidaka, K. Kaneko, K. Kaneko, T. Hanasaki, K. Akagi, “Photoinvertible Chiral Liquid Crystal that Affords Helicity-Controlled Aromatic Conjugated Polymers”, *Adv. Opt. Mater.*, *8*, 2000936 (1–10) (2020).
- 3) K. Matsudaira, A. Izumoto, Y. Mimura, Y. Kondo, S. Suzuki, S. Yagi, M. Fujiki, Y. Imai, “Sign inversion of magnetic circularly polarized luminescence in Iridium(III) complexes bearing achiral ligands”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, *23*, 5074–5078 (2021).
- 4) K. Matsudaira, Y. Mimura, J. Hotei, S. Yagi, K-i. Yamashita, M. Fujiki, Y. Imai, “Magnetic circularly polarized luminescence from Pt<sup>II</sup>OEP and F<sup>2</sup>-ppyPt<sup>II</sup>(acac) under north-up and south-up Faraday geometries”, *Chem. Asian J.*, *16*, 926–930 (2021).
- 5) Y. Nojima, M. Hasegawa, N. Hara, Y. Imai, Y. Mazaki, “Small Figure-Eight Luminophores: Double-Twisted Tethered Cyclic Binaphthyls Boost Circularly Polarized Luminescence”, *Chem. Eur. J.*, *27*, 5923–5929 (2021).