

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

2021 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、①キラル発光化学の現状分析を行い、そこで得られた知見をもとに、②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、解析を行い、③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、②については合成班(高分子グループおよび低分子グループ)が担当し、単分子として高い  $g$  値の発現のため、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。高分子グループは、外部刺激でヘリシティを制御できるキラル液晶を反応場とする光架橋重合を行い、円偏光発光 (Circularly Polarized Luminescence: CPL) を示すネットワーク型ヘリカル共役ポリマーを合成した。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。②と③は並行して進行させ、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ピング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。理論グループは①を担当し、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
- ・キラル液晶と円偏光特性との相関の解明

### (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

- ・ビナフチルを基本骨格とした化合物の光学特性の精査
- ・立体電子効果に基づく色素の空間配置に関する基礎知見
- ・置換基により発光波長の予知・調整が可能な V 字型キサントン色素の開発

### (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

### (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 CP-OLED の開発

### (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

- ・キラル発光化学の分子設計と最近の動向調査
- ・設計指針導出に資する理論体系の構築と洞察
- ・新しいキラル発光材料の量子化学計算によるスクリーニング

【代表的な原著論文情報】

1. “Helical Network Polymers Embodying High Dissymmetry Factors in Circularly Polarized Luminescence: Photocrosslinking Polymerization of Acrylate Derivatives in Chiral Smectic Liquid Crystals” H. Yamamoto, T. Inagaki, J. Park, S. Yoshida, K. Kaneko, T. Hanasaki, K. Akagi, *Macromolecules*, **54**, 8977–8986 (2021). (Cover Art に採用)
2. “Synthesis and Properties of V-Shaped Xanthene Dyes with Tunable and Predictable Absorption and Emission Wavelengths” A. Yamagami, K. Kiyotaki, S. Wakabayashi, N. Egami, K. Kawano, S. Futaki, A. Imayoshi, K. Tsubaki, *J. Org. Chem.* **87**, 2336–2344 (2022).
3. “Sign Inversion of Magnetic Circularly Polarized Luminescence in Iridium(III) Complexes Bearing Achiral Ligands” K. Matsudaira, A. Izumoto, Y. Mimura, Y. Kondo, S. Suzuki, S. Yagi, M. Fujiki, Y. Imai, *PhysChemChemPhys*, **23**, 5074–5078 (2021).
4. “Helical Oligophenylene Linked with [2.2]Paracyclophane: Stereogenic  $\pi$ -Conjugated Dye for Highly Emissive Chiroptical Properties” M. Hasegawa, Y. Ishida, H. Sasaki, S. Ishioka, K. Usui, N. Hara, M. Kitahara, Y. Imai, Y. Mazaki, *Chem. Eur. J.* **27**, 16225–16231 (2021).
5. “Cyclodextrins with Multiple Pyrenyl Groups: An Approach to Organic Molecules Exhibiting Bright Excimer Circularly Polarized Luminescence” H. Shigemitsu, K. Kawakami, Y. Nagata, R. Kajiwara, S. Yamada, T. Mori, T. Kida, *Angew. Chem. Int. Ed.* **61**, e202114700 (1–8) 2022.