



自主創造
日本大学



近畿大学
KINDAI UNIVERSITY

報道関係各位

日本大学
近畿大学

安価な有機ホウ素化合物を用いてマルチカラー円偏光発光を実現！

日本大学生産工学部応用分子化学科の池下雅広助手、津野孝教授と、近畿大学理工学部応用化学科の今井喜胤准教授らの研究グループは、マルチカラー円偏光発光（CPL: Circularly Polarized Luminescence）^{※1}を示す有機ホウ素化合物^{※2}の開発に成功しました。CPLとは、分子が左回転または右回転の偏りを持つ光を発する現象であり、セキュリティ分野や三次元表示技術などの次世代光情報技術への応用が期待されています。本研究では、有機ELディスプレイの発光材料などとして近年注目を浴びている有機ホウ素化合物を用いて、青色から赤色の色彩豊かなCPLを発現させることに成功しました。さらに薄膜フィルムを作成することで、CPL特性を約20倍向上させることにも成功しました。本研究において、簡便かつ高価な貴金属試薬を用いないCPL材料の開発を達成し、将来的には三次元有機ELディスプレイなどへの実用化に繋がる可能性があります。

本研究成果は、令和4年（2022年）6月13日（月）に英国王立化学協会誌 *Physical Chemistry Chemical Physics* のオンライン版で公開されています。

1. 本件のポイント

- ・次世代型光技術に応用可能な円偏光発光（CPL）材料を開発した。
- ・簡便かつ安価な手法でマルチカラー円偏光発光材料を創出することに成功した。
- ・薄膜フィルムを作成することでCPL特性の増強にも成功した。

2. 本研究の背景

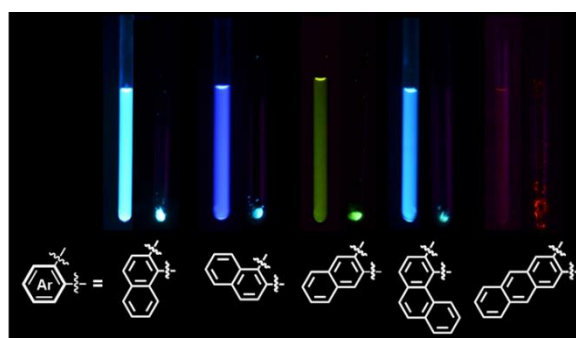
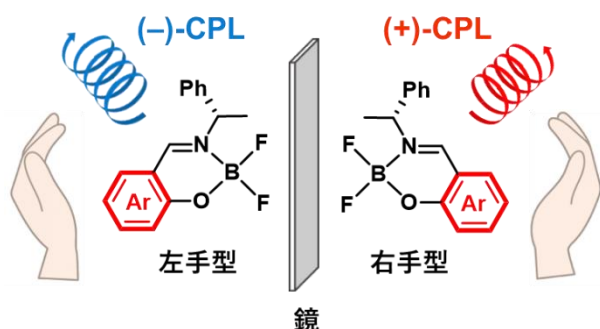
円偏光はらせん状に回転しながら伝搬する偏光のことをいい、その回転方向によって右円偏光および左円偏光に区別することができます。近年、右回転または左回転のどちらかに偏った光を過剰に発する現象である円偏光発光（CPL）に注目が集まっており、三次元ディスプレイや光暗号通信などへの応用に期待が高まっています。一般に、キララルな分子^{※3}は円偏光発光を示すことが知られており、これまでにより強いCPLを示す発光体の開発を目指した研究が進められてきました。しかしながら従来の円偏光発光材料では、多段階的で煩雑な合成・分離過程を必要とすることや、イリジウムやユーロピウムなどの高価な金属を必要とする分子設計が多く、より安価で簡便な合成手法の開発が求められていました。

3. 本研究の内容と成果

研究グループは、効率的な CPL を示す新たな分子モチーフの開発を目的として、キラルな有機ホウ素化合物の合成およびその光学特性の調査を行いました。その結果、簡便かつ安価な手法で高い CPL 特性を有する分子の開発に成功しました。

本研究では、高い蛍光発光能を有する有機ホウ素化合物の分子骨格にキラルな置換基を導入した化合物を設計・合成し、それらの発光および CPL 特性について検討しました。今回設計した有機ホウ素化合物は、市販の試薬から短いものではわずか2工程で簡便に合成可能であり、さらに市販の光学純粋な試薬を原料としているため、煩雑な光学分割^{※4}の作業も必要としません。合成した有機ホウ素化合物は紫外線照射化において溶液状態・固体状態ともに高い蛍光能を有しており、さらに分子修飾によって青色から赤色までの色彩豊かな発光色を示しました (図 1)。また、全てのホウ素化合物は溶液状態で CPL を発していることが判明し、さらに薄膜フィルム状態を形成することでその CPL 強度が溶液状態と比較して約 20 倍も向上することがわかりました (図 2)。

今回の研究は、CPL 材料に新しい分子モチーフを提案すると同時に、簡便かつ安価な CPL 材料の合成手法を提供するものであります。将来的には、円偏光有機 EL などの開発や、それに続く円偏光発光を利用した次世代型光デバイスの創出が期待できます。



色彩豊かな発光色

図 1. 本研究で開発したキラルな有機ホウ素化合物の構造。左手型と右手型が存在し、それぞれが円偏光発光 (CPL) を示す。さらに分子修飾により、紫外光照射下において多様な発光色を示す。

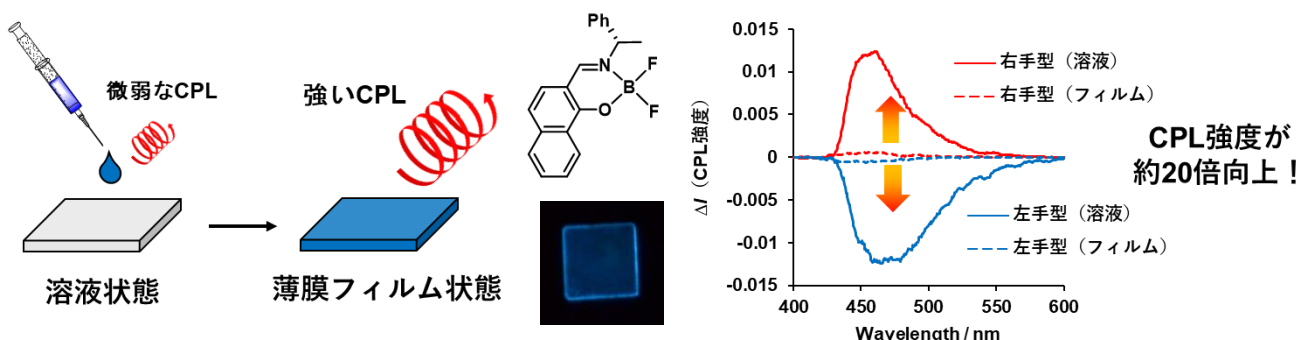


図 2. 薄膜フィルム形成による CPL 増強の模式図。溶液状態と比較して薄膜フィルム状態では約 20 倍もの CPL 強度の増幅が観測された。

4. 掲載誌情報

掲載誌：Physical Chemistry Chemical Physics (インパクトファクター：3.676/ 2019-2020)

論文名：Multi-colour circularly polarized luminescence properties of chiral Schiff-base boron difluoride complexes

(キラル Schiff 塩基配位子を有する二フッ化ホウ素錯体のマルチカラー円偏光発光特性)

著者：池下雅広¹、鈴木崇斗¹、松平華奈²、北原真穂²、今井喜胤³、津野孝¹

所属：1 日本大学生産工学部応用分子化学科、2 近畿大学大学院総合理工学研究科、3 近畿大学理工学部応用化学科

DOI: 10.1039/D2CP01861F

5. 研究支援

本研究は、JSPS 科研費 研究活動スタート支援 (課題番号 JP21K20541)、JSPS 科研費 挑戦的研究 (萌芽) (課題番号 JP21K18940)、JSPS 科研費 基盤研究 (C) (課題番号 JP21K05234)、国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 CREST 研究領域「独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成」(研究総括：河田聡) 研究課題「円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成」JPMJCR2001 (研究代表者：赤木和夫)、2021 年度 日揮・実吉奨学会研究助成金、令和 3 年度生産工学部若手研究者支援研究費の支援のもとに行われました。

6. 用語解説

※1 円偏光発光 (CPL: Circularly Polarized Luminescence)

光は電磁波であり、振幅の方向がある規則に従うものを「偏光」と呼ぶ。偏光は、振幅の方向が一定の面内にある「直線偏光」と、振幅の方向が時間の経過で円を描く「円偏光」に分けられる。キラルな発光体を光で励起する際に、右回転または左回転の円偏光の割合が偏った発光を示すことがあり、これを円偏光発光という。

※2 有機ホウ素化合物

ホウ素原子を含んだ有機化合物の総称。有機 EL ディスプレイの発光素子材料として応用が期待されており、一般的に高い発光特性をもつ。

※3 キラルな分子

右手と左手のように鏡像の関係にあり、重ね合わせることのできないものをキラルという。キラルな分子とは、その鏡像がそれ自身と重なり合うことがない分子であり、通常鏡像体関係にある有機化合物は物理的性質や化学的性質は等しい一方で、偏光が関与する光学的性質は異なる。

※4 光学分割

右手型と左手型の分子を分離する手法。クロマトグラフィ法・酵素法・結晶化法などがあり、一般的に煩雑な条件検討などを必要とする。

7. 本資料の配布先

文部科学省記者会、科学記者会、大阪科学・大学記者クラブ、東大阪市政記者クラブ

【本件に関するお問合せ先】

<研究に関すること>

(1) 日本大学生産工学部応用分子化学科 助手 池下雅広

TEL: 047-474-2563

E-mail: ikeshita.masahiro@nihon-u.ac.jp

(2) 日本大学生産工学部応用分子化学科 教授 津野孝

TEL: 047-474-2569

E-mail: tsuno.takashi@nihon-u.ac.jp

<報道に関すること>

(1) 日本大学生産工学部庶務課

TEL: 047-474-2201 FAX: 047-479-2432

E-mail: cit.shomu@nihon-u.ac.jp

(2) 近畿大学広報室 担当: 坂本、粕谷

TEL: 06-4307-3007 FAX: 06-6727-5288

E-mail: koho@kindai.ac.jp

発信元：日本大学企画広報部広報課

〒102-8275 東京都千代田区九段南四丁目8番24号

TEL 03-5275-8132 FAX 03-5275-8321

近畿大学広報室

〒577-8502 大阪府東大阪市小若江三丁目4番1号

TEL 06-4307-3007 FAX 06-6727-5288