

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05062

研究課題名(和文) 2重変調方式による全偏光対応型キラリティ分光計開発

研究課題名(英文) Development of a dual-polarization-modulated comprehensive chiroptical spectrophotometer

研究代表者

原田 拓典 (Harada, Takunori)

大分大学・理工学部・准教授

研究者番号：80581339

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：近年、注目を集めている円偏光蛍光(CPL)物質の正しいCPL光学特性を得る手法の考案を目指し、二重変調(DPM)方式に基づく偏光解析不要CPL分光計を構築することを目的とした。理論解析に基づき構築した開発機と既存分光計との性能比較を行い、同等の性能が得られることを確認し、ベースラインの平滑化は、二つの光弾性変調素子(PEM)の周波数の同期が重要なカギを握ることが明らかとなった。DPM方式は複雑な偏光解析法を用いることなく真のCPLシグナルを得ることができることをRev. Sci. Instrum., (2020)に報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題の達成により、多くの試料に対して、煩雑であった偏光解析が不要となり、3次元ディスプレイなどの有機電子素子開発、バイオ、エナンチオマー選択触媒・キラリティ認識などのナノケミストリー分野での応用だけでなく、CPL計測がキラリティ測定の新たなツールとしての汎用性が高まることが期待できる。また構築した計測技術を内外に幅広くキラリティ分光プラットフォームとして提供することで、多くの研究者が利用しCPL研究の飛躍的な進歩が予測される。当該キラリティ分子系分野の一助となることができ、飛躍的にキラリティ研究の進展が期待されるものと確信する。

研究成果の概要(英文)：Aiming to devise a method to obtain the true-CPL optical properties of circularly polarized fluorescent (CPL) materials, which have attracted much attention in recent years, we aimed to construct a polarization analysis-free CPL spectrophotometer based on the dual modulation (DPM) method. A comparison of the performance of the developed spectrophotometer, which was built based on theoretical analysis, with that of an commercial available one showed that the performance was comparable, and it was clear that the key to smoothing the baseline was the synchronization of the frequencies of the two photoelastic modulators (PEMs). We reported in Rev. Sci. Instrum. (2020) that the DPM method can obtain the true-CPL signal without using complicated polarization analysis methods.

研究分野：分子分光学

キーワード：キラリティ 変調偏光 円二色性 円偏光発光

## 1. 研究開始当初の背景

現在われわれは、世界規模での深刻なエネルギー問題(枯渇が危ぶまれている化石燃料、環境への高いリスクを含む核エネルギーからの脱却)を抱えており、この問題を打破する試みは待たなしの状況であることは自明である。加えて、高度 IT 社会の進展により、情報爆発時代に入し、社会が扱う情報量は爆発的に急増、国内では 2025 年には現在の 200 倍に増加すると試算(内閣府科学技術政策)されている。その結果、IT 機器の電力消費量も急増し、現在の約 5 倍(国内総発電量の 2 割)にまで達し、深刻なエネルギー消費問題になることが予想される。したがって、既存エネルギーからのシフトを目指したクリーンエネルギー開発や電力消費削減技術の向上など、持続可能な国際開発目標(SDGs)に掲げられている“産業と技術革新の基盤をつくろう”を踏まえた代替エネルギーと節エネルギー対策の複合的な取り組みが求められてきている。

省エネルギー対策のひとつとして、多くの電子機器に使用されている表示装置の消費電力削減を行えば、問題改善効果が期待できる。既存ディスプレイは、主にプラズマ、液晶、有機 EL に大別され、臨場感が必要である医療、教育用途などで使用されている次世代の 3 次元立体表示技術は、偏光子や波長板を介して、無偏光を直線・円偏光に変換する機構が主流であり、熱変換等によるエネルギーロスが必ず生じる。円偏光発光(CPL)物質は、自身が円偏光を発光するため偏光フィルターの必要がなく、消費電力の低減に有効な技術となり得る。このような背景のもと、CPL 物質開発が近年、積極的に進められているが、いまだ汎用展開には至っていない。大きな理由の一つとして、デバイスとして機能発現させるには、固体薄膜化・分子の配向制御が重要であり、そのため光学的異方性存在下での物性評価が可能な技術・解析法が必須だからである。しかし CPL 測定は、光学等方性試料に限定されており、光学異方性試料は artifact の影響で、ある特殊な場合を除いて、CPL 非対称性の精密計測は成功例がなく、CPL 研究は停滞していた。(H. P. J. M. Dekker, et al., *Appl. Spectrosc.* 39, 818 (1985))研究代表者はこの問題を解決すべく 1)2012 年に特殊固体 CPL 解析法を考案(T. Harada, et al., *Chem. Phys. Lett.*, **530**, 126, (2012))、2016 年に一般固体 CPL 解析法及びそれに基づく全偏光対応型キラリティ分光計(CCS)を開発した(T. Harada, et al., *Rev. Sci. Instrum.*, **87**, 075102, (2016)) CCS は回折格子の 0, 1 次光の切り替えのみで同一光学系において CD, CPL の測定を達成した。(Fig. 1)

本課題では、既存システムからの省エネ化シフトを指向した CPL 材料の光学物性評価に必要な不可欠な次世代型キラリティ分光装置を開発する。光学異方性試料における煩雑な偏光解析が不要な装置とするため、二重変調方式に基づくキラリティ解析手法の確立を目指す。

## 2. 研究の目的

本課題では、既存システムからの省エネ化シフトを指向した CPL 材料の光学物性評価に必要な不可欠な次世代型キラリティ分光装置を開発する。光学異方性試料における煩雑な偏光解析が不要な装置とするため、二重変調方式に基づくキラリティ解析手法の確立を目指す。

### 3. 研究の方法

課題解決の手順として、(1) Stokes-Mueller matrix 理論解析、(2) 理論に基づき装置構築、(3) 異方性試料のキラリティ測定による開発装置の妥当性確認、に沿って行う。

#### (1) Stokes-Mueller matrix 理論解析

偏光変調装置の性能評価やシグナル解析に、非常に有効であるストークス-ミューラー行列解析を用いて装置の原理に立ち戻り新たに、偏光解析不要の分析手法の構築に取り組む。式(1)は構築予定である二重変調キラリティ分光計のプレリミナリーな行列計算結果である。光電子増倍管で検出される光強度  $I_d$  は直流成分(直線)と交流成分(波線)に分離することができる。(1)式が示す重要な点は、二重変調のうち、第1変調から第2変調のシグナル強度の減算を行うことで、光学異方性に関するシグナルが相殺され、計算後に得られるシグナルはキラリティシグナルのみが得られることである。

$$I_d = A_{(0)} \cdot PEM2_{(45)} \cdot A_{pp} \cdot S \cdot PEM1_{(45)} \cdot P_{(0)}$$

$$I_d = 1 + J_0[\delta_{M1}(V)] J_0[\delta_{M2}(V)]$$

$$+ 2J_1[\delta_{M2}(V)] \{ CD(\text{or CPL})(V) - LB'(\text{or LPL})(V) J_0[\delta_{M1}(V)] - J_1[\delta_{M1}(V)] \}$$

$$- 2J_1[\delta_{M1}(V)] \{ CD(\text{or CPL})(V) + LB'(\text{or LPL})(V) J_0[\delta_{M2}(V)] + J_1[\delta_{M2}(V)] \}$$

直流成分  
交流1成分  
交流2成分  
----(1)

#### (2) 理論に基づき装置構築

予備的な計算結果によると変調機構を通常のシングルモードからダブルモードに変更することで、光学異方性の寄与を容易に取り除くことが可能であることが推測された。上記条件を満たすには、それぞれの変調器の最大位相差が等しくなること ( $J_0[\delta_{M1}(V)] = J_0[\delta_{M2}(V)]$ ) が必要条件となる。そこで式(1)に示す第一変調と第二変調の駆動電圧を調整し2つの変調の位相差をあわせることより達成する。そのため Auto ゲイン機能を制御回路に組み込むこ

み自動制御化まで視野に入れて構築する。理論計算に基づき、日本分光・研究協力者とともに、構築プロセスに従い、図1右に示す DPM-CCS を構築し、

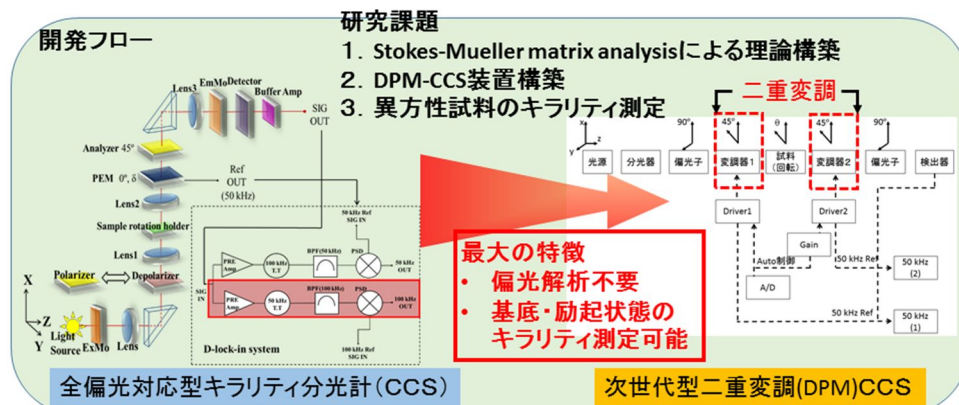


Fig. 1

各光学素子・電気系の最適化を図った。

#### (3) 異方性試料のキラリティ測定による開発装置の妥当性確認

すでに真の非対称性 (CD, CPL) 測定の結果がなされている光学異性体ベンジル単結晶 (空間群:  $P3_221, P3_121$ ) を標準試料として用いた。新概念に基づく偏光解析不要測定装置の結果と、既存の偏光解析を用いた結果が一致することを確認し、当該開発機の妥当性を確認した。今後は、構築した計測技術を内外に幅広くキラル分光プラットフォームとして提供する予

定である。本課題の達成により、多くの試料に対して、煩雑であった偏光解析が不要となり、3次元ディスプレイなどの有機電子素子開発、バイオ、エナンチオマー選択触媒・キラリティ認識などのナノケミストリー分野での応用だけでなく、CPL 計測がキラル測定の新たなツールとしての汎用性が高まることが予測される。当該キラル分子系分野の一助となることができ、**飛躍的にキラリティ研究の進展が期待されるものと確信する。**

当初の計画通り進まなかった場合、低量子収率や異方性因子  $g_{lum}$  値が小さい電子許容遷移シグナルの検出感度向上、検出限界を大幅にアップした高感度タイプ CPL の基礎原理をもとにキラリティ分光計の構築を行う。金属ナノ粒子表面近傍には入射光エネルギーに共鳴し局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) と呼ばれる増強光電場が誘起される。LSPR と隣接する分子の励起子のカップリングにより蛍光寿命  $\cdot g_{lum}$  を共に増強できることを明らかにしている。この分子励起子とプラズモンとの増強的相互作用により発現している LSPR キラリティ増強は飛躍的に感度増強が得られると予測される。

#### 4. 研究成果

初年度と2年目では、偏光変調装置の性能評価やシグナル解析に、非常に有効であるストークス-ミュラー行列を用いて装置の原理に立ち戻り新たに、偏光解析不要の分析手法の構築に取り組んだ。式(1)は本課題で構築する二重変調キラリティ分光計の行列計算結果である。光強度を検出する光電子増倍管における光強度  $I_d$  は直流成分と交流成分に分離することができる。(1)式が示す重要な点は、二重変調のうち、第1変調器からの交流成分から第2変調器からの交流成分のシグナル強度の減算を行うことで、光学異方性に関するシグナルが相殺され、計算後に得られるシグナルはキラリティシグナルのみが得られることがわかった。

$$I_d(\text{光の強度}) = (\text{直流成分}) + (\text{変調器1の交流成分}) - (\text{変調器2の交流成分}) \quad (1)$$

理論解析結果に基づき、研究協力者の日本分光(株)早川広志および渡辺正行とともに、二重変調方式キラリティ分光計を構築し、各光学素子・電気系の最適化を行った。理論計算によると変調機構を通常のシングルモードからダブルモードに変更することで、光学異方性の寄与を容易に取り除くことが可能であり、上記条件を満たすには、2つの変調器の最大位相差が等しくなること ( $J_0[\delta_{M1}] = J_0[\delta_{M2}]$ ) が必要条件となることが明らかとなった。必要条件が満たされた場合、理想的にはベースラインシフトがフラットになるため、ベースラインシフトで装置性能を判別した。第一変調と第二変調の最大位相差を調整し2つの変調器の位相差を等しく調節することで、シングルモードと比較しフラットで良好なベースラインシフトを得ることができた。

最終年度は、すでに真の非対称性(円二色性, 円偏光蛍光)測定の報告がなされている光学異性体ベンジル単結晶(空間群:  $P3_221, P3_121$ )を標準試料として構築した二重変調型キラリティ分光計の妥当性を検証した。新概念に基づく偏光解析不要測定装置である、本開発装置の二重変調型キラリティ分光計の偏光解析結果と、既存の偏光解析を用いた結果が一致することを確認し、妥当性を証明した。また光学異方性による見かけのキラルシグナルが出現することがよく知られている、延伸したポリビニルアルコールをコンゴレッドやチオフラビン T で染色したフィルムの偏光解析においても、従来法と比較して、複雑な偏光解析を用いることなく2つの変調器に同期したシグナルの演算を行うことで真のキラリティシグナルを得ることができ測定時間の短縮につながった。ただし、2つの変調器の最大位相差を等しくする位相調整は手動で行っており、個々の変調器の時間的安定性が異なるため、

ベースラインのドリフトが生じることが明らかとなった。そこで、Auto 位相調節機能を制御回路に組み込み、時間依存性ベースラインドリフトの改善を図る必要がある。

今後は、構築した二重変調キラリティ分光計を内外に幅広くキラリティ分光プラットフォームとして提供する予定である。多くの試料に対して、煩雑であった偏光解析が不要となり、3次元ディスプレイなどの有機電子素子開発、バイオ、エナンチオマー選択触媒・キラリティ認識などのナノケミストリー分野での応用だけでなく、CPL 計測がキラリティ測定の新たなツールとしての汎用性が高まることが予測される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Watanabe Kouhei, Taniguchi Ayano, Kaji Daiki, Hara Nobuyuki, Hosoya Tomomasa, Kanesaka Aoba, Harada Takunori, Nishikawa Hiroyuki, Imai Yoshitane	4. 巻 75
2. 論文標題 Non-classical control of solid-state aggregation-induced enhanced circularly polarized luminescence in chiral perylene diimides	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 2944 ~ 2948
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2019.04.025	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 Harada Takunori, Matsuzaki Hiraku, Oyama Ryohei, Takeuchi Takuma, Takei Tomoaki, Ninomiya Taisuke, Takami Kouta, Inoue Takunori, Nishiguchi Hiroyasu, Hifumi Emi, Shinto Hiroyuki, Takahashi Hiromi, Umemura Kazuo	4. 巻 19
2. 論文標題 Decomposition of amyloid fibrils by NIR-active upconversion nanoparticles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Photochemical & Photobiological Sciences	6. 最初と最後の頁 29 ~ 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9PP00356H	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 Tani Keita, Imafuku Risa, Miyanaga Kanae, Masaki Miyuki Eiraku, Kato Haruka, Hori Kazushige, Kubono Koji, Taneda Masatsugu, Harada Takunori, Goto Kenta, Tani Fumito, Mori Tadashi	4. 巻 124
2. 論文標題 Combined Experimental and Theoretical Studies on Planar Chirality of Partially Overlapped C2-Symmetric [3.3](3,9)Dicarbazolophanes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry A	6. 最初と最後の頁 2057 ~ 2063
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpca.0c00286	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 Ueno Hiroki, Arakane Ryoga, Matsumoto Yoshihisa, Tsumura Tomoki, Kitazaki Akihito, Takahashi Toru, Hirao Shotaro, Ohga Yasushi, Harada Takunori	4. 巻 23
2. 論文標題 Long-Time Relaxation of Stress-Induced Birefringence of Microcrystalline Alkali Halide Crystals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 757 ~ 757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules23040757	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Wang Yue, Harada Takunori, Phuong Le Quang, Kanemitsu Yoshihiko, Nakano Tamaki	4. 巻 51
2. 論文標題 Helix Induction to Polyfluorenes Using Circularly Polarized Light: Chirality Amplification, Phase-Selective Induction, and Anisotropic Emission	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 6865 ~ 6877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b01453	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 Harada Takunori	4. 巻 50
2. 論文標題 Application of a polarized modulation technique in supramolecular science: Chiroptical measurements for optically anisotropic systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer J.	6. 最初と最後の頁 679-687
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Honjo Masatoshi, Yasuhide Okuhara, Yamada Masayoshi, Higuchi Sei, Mishima Kenji, Tanjina Sharmin, Aida Taku Michael, Kato Takafumi, Misumi Makoto, Suetsugu Tadashi, Orii Hideaki, Irie Keiichi, Sano Kazunori, Mishima Kenichi, Satho Tomomitsu, Harada Takunori	4. 巻 11
2. 論文標題 Characterization and pharmacokinetic evaluation of microcomposite particles of alpha lipoic acid/hydrogenated colza oil obtained in supercritical carbon dioxide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pharmaceutical Development and Technology	6. 最初と最後の頁 1 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10837450.2019.1567760	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 Taniguchi Ayano, Kaji Daiki, Hara Nobuyuki, Murata Ryosuke, Akiyama Shogo, Harada Takunori, Sudo Atsushi, Nishikawa Hiroyuki, Imai Yoshitane	4. 巻 9
2. 論文標題 Solid-state AEnh-circularly polarised luminescence of chiral perylene diimide fluorophores	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 1976 ~ 1981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8RA09785B	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 Hara Nobuyuki, Shizuma Motohiro, Harada Takunori, Imai Yoshitane	4. 巻 10
2. 論文標題 Inter- and intramolecular excimer circularly polarised luminescence of planar chiral paracyclophane-pyrene luminophores	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 11335 ~ 11338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RA01552K	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 Harada Takunori, Manabe Kazusa	4. 巻 91
2. 論文標題 Chiroptical spectrophotometer and analytical method for optically anisotropic samples	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 125108 ~ 125108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0029948	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 Ono Toshikazu, Ishihama Kohei, Taema Ai, Harada Takunori, Furusho Kiyonao, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Abe Masaaki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 60
2. 論文標題 Dinuclear Triple Stranded Helicates Composed of Tetradentate Ligands with Aluminum(III) Chromophores: Optical Resolution and Multi color Circularly Polarized Luminescence Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 2614 ~ 2618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202011450	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 Ishihama Kohei, Ono Toshikazu, Okawara Toru, Harada Takunori, Furusho Kiyonao, Hasegawa Masashi, Nojima Yuki, Koide Taro, Abe Masaaki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 94
2. 論文標題 Dinuclear Triple-Stranded Helicates Comprising Al(III), Ga(III), or In(III) and a Hydrazine-Linked Bisiminopyrrolyl Ligand: Synthesis, Structure, Optical Resolution, and Chiroptical Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 573 ~ 578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20200327	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 Hifumi Emi, Taguchi Hiroaki, Nonaka Tamami, Harada Takunori, Uda Taizo	4. 巻 2
2. 論文標題 Finding and characterizing a catalytic antibody light chain, H34, capable of degrading the PD-1 molecule	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RSC Chemical Biology	6. 最初と最後の頁 220 ~ 229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cb00155d	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 Tokunaga Shinichi, Ono Kento, Ito Shota, Sharmin Tanjina, Kato Takafumi, Irie Keiichi, Mishima Kenichi, Satho Tomomitsu, Harada Takunori, Aida Taku Michael, Mishima Kenji	4. 巻 167
2. 論文標題 Microencapsulation of drug with enteric polymer Eudragit L100 for controlled release using the particles from gas saturated solutions (PGSS) process	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Supercritical Fluids	6. 最初と最後の頁 105044 ~ 105044
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.supflu.2020.105044	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 Zhang Zhaoming, Harada Takunori, Pietropaolo Adriana, Wang Yuting, Wang Yue, Hu Xiao, He Xuehan, Chen Hui, Song Zhiyi, Bando Masayoshi, Nakano Tamaki	4. 巻 57
2. 論文標題 Blue circularly polarized luminescent amorphous molecules with single-handed propeller chirality induced by circularly polarized light irradiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1794 ~ 1797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC07898K	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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 原田拓典、大山亮平、竹内琢磨、竹井友亮、二宮鯛介、高見康太、松崎啓、西口宏泰、一二三恵美、新戸浩幸
2. 発表標題 非侵襲アミロイド線維分解カスケードの構築
3. 学会等名 Molecular chirality 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田拓典、早川広志、渡辺正行
2. 発表標題 固体状態CPL測定システムの開発
3. 学会等名 Molecular chirality 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉浦希、金山侑樹、多久和望、原田拓典、守山雅也
2. 発表標題 キラル部位を有するビフェニル化合物の分子凝集挙動とキロオプティカル特性
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田紫月、宮永佳苗、堀一繁、久保埜公二、五島健太、谷文都、原田拓典、森直、谷敬太
2. 発表標題 電子求引基を有するキラルなカルバゾロファン誘導体の合成と光物理的性質
3. 学会等名 第30回基礎有機討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田拓典
2. 発表標題 光学異方性試料の円二色性と円偏光蛍光の偏光解析法
3. 学会等名 第25回HiSOR研究会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 伸行・楯 大輝・岡田 華奈・原田 拓典・今井 喜胤
2. 発表標題 光学活性ビピレン発光体からのエキシマー円偏光発光(CPL)
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷 敬太、宮永 佳苗、堀 一繁、久保埜 公二、森 直、原田 拓典、五島 健太、谷 文都
2. 発表標題 tert-ブチルアミンで架橋したカルバゾロファンの合成と光物性
3. 学会等名 100回化学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田拓典、竹井友亮、二宮鯛介、西口宏泰、一二三恵美、平尾翔太郎、大賀恭、高橋徹、新戸浩幸
2. 発表標題 非侵襲アミロイド繊維分解カスケードの構築
3. 学会等名 100回化学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平尾 翔太郎、佐伯 瑠美、高橋 徹、原田 拓典、西脇 永敏、大賀 恭
2. 発表標題 新規なカルボニルジカチオン等価体 N-トリアジニルウレア誘導体 の開発：非対称ケトンのワンポット合成
3. 学会等名 100回化学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 守山雅也、多久和望、金山侑樹、原田拓典
2. 発表標題 スチルベンおよびピフェニルコアを有するビスシクロヘキシルエチルアミド化合物の分子集合挙動とキロオプティカル特性
3. 学会等名 22回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平尾翔太郎、柳井唯菜、富高美晴、高橋徹、原田拓典、西脇永敏、大賀恭
2. 発表標題 トリアジニル基による活性化を利用した非対称ケトンの合成
3. 学会等名 第48回複素環化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高村健也、楯大輝、味村優輝、河野友彰、原田拓典、今井喜胤
2. 発表標題 光学活性ビナフチル-ピレン有機発光体の円偏光発光(CPL)スイッチング
3. 学会等名 色材研究発表会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田拓典
2. 発表標題 自然界とキラリティ
3. 学会等名 北九州地区CPD研修会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥田晃史、原伸行、古庄舜尚、原田拓典、今井喜胤
2. 発表標題 光学活性ビニルピリジンピナフチル有機発光体による固体円偏光発光(CPL)
3. 学会等名 有機結晶2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 味村優輝、西川智貴、原田拓典、黒田玲子、藤木道也、今井喜胤
2. 発表標題 ビレンエチニル系光学活性超分子有機発光体の創製と円偏光発光(CPL)特性
3. 学会等名 有機結晶2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金山侑樹、多久和望、原田拓典、守山雅也
2. 発表標題 スチルベンとピフェニルコアを有するキラル超分子ゲル化剤の自己集合挙動とキロオプティカル特性
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 HARA, Nobuyuki; TANIGUTHI, Ayano; WATANABE, Kouhei; MURATA, Ryosuke; HARADA, Takunori; NISHIKAWA, Hiroyuki; IMAI, Yoshitane
2. 発表標題 Tunability of Aggregation-Induced Emission enhanced(AIEh)-Circularly Polarized Luminescence(CPL) of chiral perylenediimide for CP-OLEDs
3. 学会等名 99回 化学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島岳、奥田晃史、原伸行、原田拓典、今井喜胤
2. 発表標題 光学活性ピナフチル ピリジン発光体における固体円偏光発光(CPL)
3. 学会等名 99回 化学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田拓典、成田貴人、早川広志、渡辺正行、平尾翔太郎、大賀恭、高橋 徹
2. 発表標題 固体円偏光蛍光分光計の開発とその応用
3. 学会等名 99回 化学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石橋康平、月田響、北島 浩将、西口宏泰、一二三恵美、平尾翔太郎、高橋徹、大賀恭、原田拓典
2. 発表標題 非侵襲アミロイド線維分解カスケードの高効率化
3. 学会等名 2021日本化学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲永孝大、高橋徹、平尾翔太郎、原田拓典、大賀恭、井上高教、一二三恵美、西口宏泰
2. 発表標題 局在表面プラズモン共鳴を用いたフォトンアップコンバージョンナノ粒子の発光効率向上
3. 学会等名 日本化学会中国四国支部大会島根大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川副有紀子、嶋田郁美、杉浦希、宮下彩、原田拓典、守山雅也
2. 発表標題 フォトクロミックナフタセンキノンの光反応生成物のスペクトル特性と光応答性ポリマー材料への応用
3. 学会等名 2020年web光化学討論会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	早川 広志  (Hayakawa Hiroshi)		
研究協力者	渡辺 正行  (Watanabe Masayuki)		

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
---------	---------