

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K15249

研究課題名(和文)キラル液晶相を基盤とした新規分子配列技術の構築と多彩な光学機能材料の創製

研究課題名(英文)Arbitrary control of molecular ordering in chiral liquid crystals enabling the development of various optical elements

研究代表者

久野 恭平 (Hisano, Kyohei)

立命館大学・生命科学部・助教

研究者番号：30822845

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)：本研究では、キラル液晶における分子配向制御法を開拓するとともに、機械刺激応答材料の創製に取り組んだ。キラル液晶は自発的にナノ・マイクロオーダーのらせん状分子配向を形成する。キラル液晶に対して光重合を施すだけで、らせん状分子配向に基づく周期構造を1-2次的に制御できることを明らかにし、周期構造制御により反射光学素子や回折光学材料を作製した。さらに、材料構造を緻密に設計することで、機械刺激に対する光学物性の応答性が制御できることを見出し、多彩な応答挙動を示すチューナブルな光学素子の実現を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

キラル液晶では、らせん状分子配向の方向に応じて、光の反射・回折・屈折など多彩な光学機能が発現する。しかしながら、らせん状分子配向の方向性を制御する手法は限られており、1方向に配向制御された鏡面反射材料や回折格子として用いられることが一般的である。本研究では、多次元にわたる分子配向方向の制御に成功し、多彩な光学機能材料の作製へと展開した。さらに、本研究で見出した材料構造設計による自在な機械刺激応答性制御に関する研究成果は、次世代産業に資するアクチュエーターやフレキシブルセンサーを実現するために重要な知見となる。

研究成果の概要(英文)：In this study, one- or more dimensional control of periodic nanostructure in chiral liquid crystals was demonstrated by using the photopolymerization technique. The resultant chiral liquid crystal polymers with controlled nanostructures enabled to exhibit various optical properties such as reflection and diffraction. Elaborated design of their materials structures allowed us to achieve the arbitrary control of optical response to mechanical stimuli, leading to the development of tunable reflective/diffractive optical elements.

研究分野：高分子機能材料

キーワード：分子配向 高分子フィルム 力学応答

## 1. 研究開始当初の背景

キラル液晶相とは、棒状の液晶分子が自発的にらせん状の分子配向を形成した相であり、らせん軸方向に1次元な屈折率分布を有する。らせん軸配向に応じて、光の反射・回折・屈折など多彩な光学機能が発現する(図1)。しかしながら、らせん軸の配向制御法は限られており、らせん軸が1方向に配向制御された鏡面反射材料や回折格子として用いられることが一般的である。多次元わたる自在ならせん軸配向制御が可能となれば、液晶に由来する外部刺激応答性と組み合わせることで、外部刺激により物性が変化するチューナブル光学素子が実現できる。

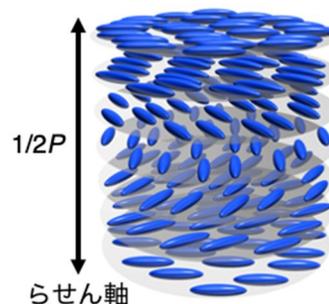


図1. キラル液晶相における分子配向の概念図。らせん軸(らせんピッチ $P$ )方向を制御することで、光学素子を作製する。

なかでも、架橋高分子液晶の一種である液晶エラストマーは、ミクロな分子配向変化とマクロな形状変化が強く相関した材料である。外部刺激を応答して材料形状および分子配向・材料物性が変化するため、アクチュエーターやセンサーなどへの応用を指向した刺激応答材料として注目されている。外部刺激を印加した際は極めて高速な形状・分子配向変化を示す一方、刺激除去後に形状および分子配向が初期状態へと復元するためには数分間程度かかる点は望ましいとは言えない。材料設計により、外部刺激を除去した際の材料形状・分子配向・材料物性の応答性を自在に制御することが求められている(図2)。

## 2. 研究の目的

本研究では、キラル液晶のらせん軸方向を多次元的に制御することで、チューナブル光学素子を創製するための基盤技術を開拓することを目的とする。特に、分子配向およびらせん軸を制御するために、非接触かつ自在な時空間パターンを有する外部刺激である光に着目する。照射光の時空間パターンに依存したらせん軸配向制御を達成し、優れた光学機能を発現し得る高度な分子配向性材料の設計・創製へと展開する。

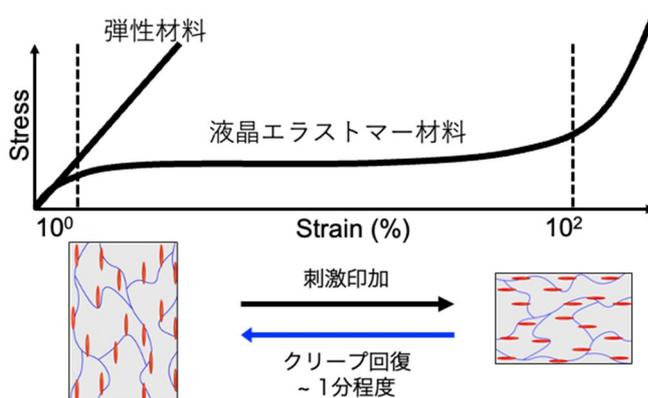


図2. 液晶エラストマーの応力-ひずみ曲線例。刺激印加時は、材料形状の変化に伴い分子配向も速やかに変化する一方、刺激除去後の戻り速度は緩やかであり、1分間程度を要する。

## 3. 研究の方法

キラル液晶におけるらせん軸配向制御法の開拓を通して、外部刺激応答して光学機能が調整可能なチューナブル光学素子を創製することを目指す。特に機械刺激印加時の分子配向・光学物性変化について探究する。具体的には、(1) 光照射による分子配向およびらせん軸配向制御について検討し、(2) らせん軸配向制御による光学機能の開拓、(3) 機械刺激に対する分子配向変化・光学機能応答性の解析・制御に取り組む。

## 4. 研究成果

### (1) 光照射による分子配向およびらせん軸配向制御

本研究において、重合性キラル液晶の分子配向およびらせん軸配向を、光重合により制御できることを見出した。これまで、コレステリック液晶フィルムの厚み(面外)方向にらせん軸を有するコレステリック材料は多数開発されており、層状の屈折率変調に起因するブラッグ反射特性が利用されてきた。一方、平面内でらせん軸が配向した指紋状組織も注目されている。指紋状組織は、面内で周期的に屈折率が変調した構造を有するため、らせん軸配向に応じた光回折特性を示す。電界や磁場印加による1方向へのらせん軸配向制御は行われているが、2次元的な配向制御は黎明期にある。

そこで、本研究では、光照射というシンプルな手法による2次元的ならせん軸配向制御を試みた。重合性キラル液晶が等方相を示す温度でパターン露光(スリット状光)を施した。偏光顕微鏡で観察しながら、液晶相温度まで徐々に降温したところ、露光中心部では、ポリドメイン構造を形成した一方、露光-遮光部境界では周期的な明暗が徐々に形成された。形成された微細周

期構造のピッチと用いたキラリ剤のらせん誘起力から予想されるらせんピッチが良く一致したことから、周期的な明暗はらせん軸の配向に基づくと考えられる。これは、パターン露光により生じた高分子濃度勾配により、等方相-液晶相転移温度の勾配が形成されたことで、降温に伴いらせん構造が徐々に形成され配向方向が制御された可能性が高い。

## (2) らせん軸配向制御による光学機能

光学機能を設計するためには、周期構造を2次元的に制御することが求められる。さまざまな照射パターンにより光重合を施すことで、周期構造の2次元制御を試みた。円状のフォトマスクを介して照射を施したところ、照射領域境界に対して垂直方向に周期構造が形成することが明らかとなった。高分子フィルムの光回折機能をHe-Neレーザ光( $\lambda = 633 \text{ nm}$ )を入射し解析したところ、周期構造に基づく光回折が生じた。このような2次元的に制御された周期構造は、単純な回折格子のみならず、回折レンズなどの回折光学素子への応用が可能であり、マイクロメートル程度の薄膜で構成された次世代光学特性デバイスに資する基盤材料となり得る。

### (3-1) 機械刺激に対する分子配向変化

キラリ液晶エラストマーの機械刺激に対する形状・分子配向・物性応答挙動を自在に制御する方法を開拓するために、らせん軸が膜厚方向に制御することでブラッグ反射特性を示すフィルムを合成した。

らせん軸がフィルム厚み方向と平行に配向しているため、らせん軸の掌性と一致した円偏光のみをブラッグ反射する( $\lambda_{\text{peak}} = n_{\text{ave}} \cdot P$ ;  $\lambda_{\text{peak}}$ , 反射ピーク波長;  $n_{\text{ave}}$ , 平均屈折率;  $P$ , らせんピッチ)。すなわち、キラリ液晶エラストマーは、巨視的な材料変形に伴い分子配向(らせんピッチ)が変化するため、機械刺激にตอบสนองして反射ピーク波長がシフトする。この特性を利用することで、巨視的な材料変形に伴う分子配向・らせん構造変化を色により直接的に可視化することに成功した(図3上)。

さらに、本研究では液晶エラストマーと異種材料を積層することで、材料全体の粘弾性を制御し、巨視的形状および分子配向の機械刺激応答性が設計できることを明らかにした。異種材料として弾性応答を示すポリジメチルシロキサンを用いた結果を示す。分子配向方向の解析を行なったところ、本研究の異種積層フィルムは、引張変形過程において、一般的なキラリ液晶エラストマーフィルム(図3下、破線)とは異なり、より大きな膜厚ひずみ・反射色シフトを示すことを明らかにした(図3下、■)。これらの結果は、異種材料を積層することにより、内部の液晶エラストマーの分子配向変化挙動をも制御できることを示唆している。

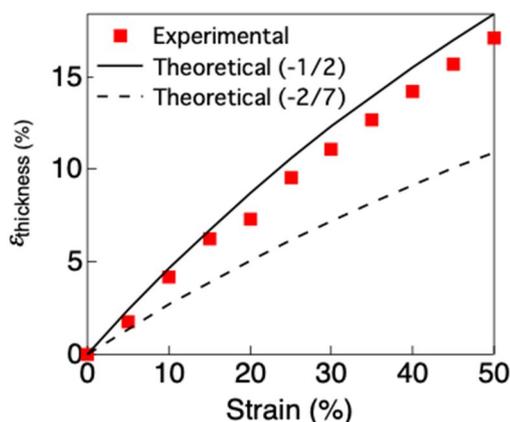
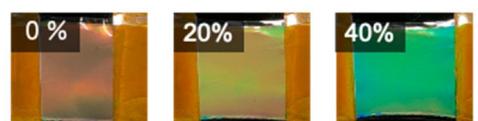


図3. 異種積層キラリ液晶エラストマーフィルムの引張ひずみを印加した際における色変化(上図)および膜厚ひずみ  $\epsilon_{\text{thickness}}$  (下図)。一般的なキラリ液晶エラストマーは、破線に示すような膜厚ひずみを示す。

### (3-2) 機械刺激に対する分子配向および光学特性の応答性制御

異種積層フィルムの変形挙動を定量的に検討するために、周期的な引張ひずみ(5-30%)を矩形波で印加し、時間分解反射スペクトル測定を行った。対照実験として異種積層していない単層のキラリ液晶エラストマーフィルムの応答挙動について検討した。30%ひずみを印加した際は、変形に伴い速やかに反射ピーク波長が短波長シフトした。5%ひずみの状態までひずみを除去したところ、形状が初期状態まで徐々に緩和していき、形状及び反射ピーク波長が初期状態に戻るまで1分間程度を要した。一方、異種積層フィルムでは、反射色は引張過程では赤(ひずみ5%)から緑(ひずみ30%)へと変化するとともに、ひずみ除去後には時間差を生じずに初期の反射ピーク波長に戻り、緩和時間の劇的な減少( $< 1 \text{ s}$ )が見られた。さらに、異種材料として塑性変形を示すポリメチルペンテンを用いると、引張時には反射色が短波長シフトする一方、ひずみを除去しても反射色および反射ピーク波長は復元・緩和しないことがわかった。

一連の研究成果に示したように、キラリ液晶におけるらせん軸配向制御法の開拓を行うとともに、分子配向性液晶エラストマーの機械刺激応答挙動を自在に制御するための材料設計指針について提案した。特に、異種積層液晶エラストマーの戻り速度を自在に設計することに成功し、実質的なひずみセンシング材料の創製に繋がった。高速応答材料を用いた応力・ひずみセンシング材料(ソフトロボティクスなどでの触覚検知)や超低速応答材料を用いた応力・ひずみ記憶材料(インフラなどに貼付することで、定期的な劣化状況管理)への応用が期待できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Hisano Kyohei, Kimura Seiya, Ku Kyosun, Shigeyama Tomoki, Akamatsu Norihisa, Shishido Atsushi, Tsutsumi Osamu	4. 巻 31
2. 論文標題 Mechano-Optical Sensors Fabricated with Multilayered Liquid Crystal Elastomers Exhibiting Tunable Deformation Recovery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2104702 ~ 2104702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202104702	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 Tsutsumi Osamu, Hisano Kyohei, Shigeyama Tomoki	4. 巻 11807
2. 論文標題 Control of helical-axis orientation of chiral liquid crystals in monodispersed polymer particles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of SPIE	6. 最初と最後の頁 118070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2594452	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 Ku Kyosun, Hisano Kyohei, Yuasa Kyoko, Shigeyama Tomoki, Akamatsu Norihisa, Shishido Atsushi, Tsutsumi Osamu	4. 巻 26
2. 論文標題 Effect of Crosslinkers on Optical and Mechanical Behavior of Chiral Nematic Liquid Crystal Elastomers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 6193 ~ 6193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26206193	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 Ku Kyosun, Hisano Kyohei, Kimura Seiya, Shigeyama Tomoki, Akamatsu Norihisa, Shishido Atsushi, Tsutsumi Osamu	4. 巻 11
2. 論文標題 Environmentally Stable Chiral-Nematic Liquid-Crystal Elastomers with Mechano-Optical Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 5037 ~ 5037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app11115037	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 久野 恭平, 堤 治	4. 巻 70
2. 論文標題 ソフトロボット創製を目指したひずみセンサーの開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 432 ~ 433
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 無
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 Ku Kyosun, Kimura Seiya, Yuasa Kyoko, Hisano Kyohei, Tsutsumi Osamu	4. 巻 11477
2. 論文標題 Control of molecular-level mechano-optical response of chiral liquid-crystalline elastomers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. SPIE	6. 最初と最後の頁 1147703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2569098	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 久野恭平	4. 巻 49
2. 論文標題 液晶材料における分子配向制御技術と光学機能	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊ファインケミカル	6. 最初と最後の頁 21-27
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 無
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56件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 久野 恭平
2. 発表標題 光を操るフレキシブルフィルム・微粒子; ひずみセンサーや反射色材への展開
3. 学会等名 ふれデミックカフェ@KRP with立命館大学 Vol.11 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 不破雄大, 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光と力を利用したキラル液晶高分子のらせん軸配向制御
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野葉, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 高分子分散型液晶エラストマーのメカノ・オプティカル挙動
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 単分散コレステリック液晶微粒子における分子配向の3次元精密制御
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 四方優輝, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光強度勾配を利用したキラル液晶高分子の精密分子配向制御
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林聖大, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 コレステリック液晶エラストマー微粒子の合成
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光重合によるコレステリック液晶エラストマーのらせん軸の精密配向制御
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福井直弥, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 キラル液晶高分子微粒子をプローブとした変形解析
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久野恭平, 茂山友樹, 柳原真樹, 堤治
2. 発表標題 コレステリック液晶高分子の多次元分子配向制御技術と光学・力学機能
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 四方優輝, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 液晶モノマーの光重合によって形成される新奇な周期構造
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林聖大, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 分子配向を精密制御した単分散架橋液晶高分子微粒子の合成と機能
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福井直弥, 茂山友樹, 林聖大, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 キラルネマチック液晶微粒子をプローブとした変形解析
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光重合により誘起されるキラルネマチック液晶高分子の高次構造と力・光学機能
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Shigeyama, Kyohei Hisano, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 3-Dimensional Alignment Control of Chiral-Nematic-Liquid-Crystal in Monodispersed Microparticles
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光重合により分子配向を制御したコレステリック液晶エラストマーの力・光学機能
3. 学会等名 2021年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 高分子キラルネマチック液晶微粒子中でのらせん軸配向形成メカニズム
3. 学会等名 2021年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林聖大, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 分子配向を精密に制御した単分散架橋高分子液晶微粒子の合成と機能
3. 学会等名 2021年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 四方優輝, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 液晶モノマーの光重合により誘起される新奇な周期構造
3. 学会等名 2021年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 正木里奈, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 凝集誘起性メソゲンを組み込んだ主鎖型液晶エラストマーの発光挙動
3. 学会等名 2021年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Maki Yanagihara, Kyohei Hisano, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Optical Properties of Cholesteric-Liquid-Crystal Elastomers with Precisely Controlled Molecular Orientation by Photopolymerization
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Fukui, Tomoki Shigeyama, Kyohei Hisano and Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Cholesteric-Liquid-Crystal Polymer Particles with Controlled Orientation of Helical Axis and Their Application to Deformation Analyse
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yudai Fuwa, Kyohei Hisano and Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Mechanical Response of Molecular Orientation in Liquid Crystal Elastomers Controlled by Multi-Layered System
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Shigeyama, Kyohei Hisano, and Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Super-Monodispersed Cholesteric-Liquid-Crystal Polymer Microparticles with Three-Dimensionally Controlled Molecular Orientation
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kyohei Hisano, Seiya Kimura, Norihisa Akamatsu, Atsushi Shishido, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Fast and Slow Tuning of Molecular Recovery Response of Cholesteric Liquid Crystal Elastomers in Layered System
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林聖大, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 分子配向が精密制御された単分散高分子液晶微粒子への架橋構造の導入と機能評価
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野葉, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 主鎖型コレステリック液晶高分子の機械-光学特性とひずみセンシングへの応用
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 単分散キラルネマチック液晶微粒子内での三次元分子配向
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 キラルネマチック液晶エラストマーにおける分子配向制御と力・光学機能
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 四方優輝, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光強度勾配により誘起される周期的な分子配向構造
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Shigeyama, Kyohei Hisano, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Control of molecular orientation in super-monodispersed polymer particles consist of cholesteric liquid crystals
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Shikata, Maki Yanagihara, Kyohei Hisano, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Two-dimensional control of helical axis orientation in cholesteric-liquid-crystal films
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kyohei Hisano, Tomoki Shigeyama, Shohei Sugiyama, Maki Yanagihara, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 Rational Design and Control of Helical Axis Orientation in Cholesteric Liquid Crystals
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河合一輝, 林聖大, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 超単分散架橋高分子液晶微粒子における分子配向制御
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福井直弥, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 キラルネマチック液晶微粒子を用いた3次元変形解析
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoki Shigeyama, Kyohei Hisano, Osamu Tsutsumi
2. 発表標題 3-Dimensional Control of Nanostructure of Chiral-Nematic Liquid-Crystals in Monodispersed Polymeric Microparticles
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 不破雄大, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 Auxetic構造によるコレステリック液晶エラストマーの分子配向の力学制御
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 四方優輝, 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光強度勾配を利用した周期的な液晶分子配向構造の形成
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Tsutsumi, Kyohei Hisano, Kyosun Ku, Seiya Kimura, Kyoko Yuasa
2. 発表標題 Control of Molecular-Level Mechano-Optical Response of Chiral Liquid-Crystalline Elastomers
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸野真之, 赤松範久, 田口諒, 久保祥一, 久野恭平, 堤治, 宍戸厚
2. 発表標題 コレステリック液晶センサーによるソフトマテリアル内部の湾曲ひずみ分布解析
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 湯浅杏子, 木村聖哉, 具教先, 赤松範久, 宍戸厚, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 センサ材料を指向したコレステリック液晶エラストマーの光学・力学特性に与えるモノマー組成の影響
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 コレステリック液晶微粒子中での3次元ナノ周期構造の制御
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 らせん軸配向が精密制御されたコレステリック液晶エラストマーの創製と機能評価
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林聖大, 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 コレステリック液晶エラストマー微粒子の開発
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 湯浅杏子, 具教先, 赤松範久, 宍戸厚, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 コレステリック液晶エラストマーの光学・力学特性とモノマー組成の相関
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柳原真樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 光重合によるコレステリック液晶エラストマーのらせん軸配向制御
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 単分散コレステリック液晶微粒子中でのらせん軸の3次元配列制御
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久野恭平
2. 発表標題 コレステリック液晶における多次元分子配向制御と光学機能
3. 学会等名 第119回プラスチックフィルム研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂山友樹, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 単分散高分子微粒子におけるコレステリック液晶の3次元ナノ周期構造の制御
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 四方優輝, 久野恭平, 堤治
2. 発表標題 パターン化された光強度勾配を利用したキラル液晶のらせん軸配向制御
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会 (2021)
4. 発表年 2021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
--	---------------------------	-----------------------	----

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