

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06355

研究課題名（和文）自由界面のトリガー効果に基づく高分子膜の増幅的変換プロセスの創出

研究課題名（英文）New polymer film processing based on the amplified conversion triggered from the free surface

研究代表者

関 隆広 (Seki, Takahiro)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：40163084

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 139,700,000円

研究成果の概要（和文）：液晶高分子膜の空気側の表面（自由界面と呼ぶ）から、分子配向を光で制御する手法を開発した。光にตอบสนองしない液晶高分子膜の表面に、光応答性を示すアゾベンゼンなどの高分子が膜表面に20 nm程度の僅かな厚みのスキン層が存在するだけで、表面を起点とした偏光応答で膜全体の分子配向を制御できるさまざまな手法を提案した。

マランゴニ効果を利用して、高分子膜の自由界面側にインクジェット印刷することで、紫外光照射によって印刷描画通りの膜表面造形ができる手法を開発した。さらに、分子レベルの厚みの光応答スキン層を設け、パターン露光に応じた膜全体にて物質移動が起こり、表面形状加工ができる手法も開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

液晶ディスプレイを作成する上で、液晶物質を挟む基板に液晶を適切な方向へ並べる配向処理がなされる。近年この配向処理には光照射で配向させる光配向技術が多く使われている。本研究では、液晶高分子物質ではその膜の空気側表面から光配向させうることを示すことができ、液晶物質から作られる光学デバイスの新たな手法を提案した。

一方、マランゴニ効果とよばれる表面から駆動される流動現象を光照射で高分子膜にて起こす現象を開発し、光照射インクジェット描画通りに高分子膜に溝が形成される技術を提案した。これまでフォトリソグラフィーで行われてきた表面形状加工が、インクジェット印刷を起点とした物質移動によっても可能となった。

研究成果の概要（英文）： We have developed a method to control the molecular orientation with light from the surface of the liquid crystal polymer film on the air side (free surface). Polymers having an azobenzene unit, which show photoresponsiveness, are placed as a skin layer with a slight thickness of about 20 nm on a liquid crystalline polymer film that does not respond to light. We have developed various control methods that can orient the entire mesogenic groups within the film by the photoreaction on the surface.

Furthermore, by inkjet printing on the free surface side of the polymer film, we have developed a method that enables film surface morphing as printed and drawn by irradiation with ultraviolet light. When a photoresponsive skin layer with a molecular level thickness is placed on the surface, and the film is exposed by patterned light, a large mass transfer to occurred as a whole providing a versatile morphological processing. These motions are driven by the Marangoni flow.

研究分野：高分子化学、液晶材料

キーワード：自由界面 液晶高分子 光配向 表面レリーフ形成 アゾベンゼン

1. 研究開始当初の背景

研究代表者らは、30年以上前に表面光配向現象に関する初の報告を行うとともに(コマンドサーフェス、Langmuir 1988)、ブロック共重合体のミクロ相分離構造の初の光配向の報告を行うなど(Adv. Mater., 2006)、光応答分子膜の研究分野を先導してきた。光配向プロセスに関して特筆すべき動向は、ラビング処理では困難となりつつある大型液晶ディスプレイや高精細スマートフォン画面をより効率的かつ高品質化の課題で、光配向技術がこの10年で大手電機に採用され、すでに産業技術と製品化へと実際に展開されていることである。

上記の液晶配向の技術は、固体基板上での光反応による配向制御であるが、本研究開始直前に、研究代表者らは自由界面(空気側の表面)側のみに設けたスキン層の光反応によっても液晶高分子膜全体の分子配向を制御できることを新たに見出し、光配向手法における別様式の手法を提案した(Angew. Chem. Int. Ed. 2014, Nat. Commun., 2014)。それまでの表面液晶配向制御の常識を一変させた提案であるといえる。しかし、現象が見いだされたばかりであり、この自由界面側からの液晶配向制御の理解や展開についてさらなる研究を遂行し、この方法論を確立させていく必要があった。

一方、研究代表者らは別途、ポリスチレンのような高分子膜上に異種の高分子をインクジェット描画し、ガラス転移温度以上に加熱すると、数時間かけて物質移動が誘起されて溝が形成される現象を見出していた。この現象の解釈は困難ではあったが、空気側の表面を操作することで膜の大きな形態変化が誘起されるインクジェットプロセスには新たな表面加工技術へ発展させうる可能性があり研究を強力に推進する必要があると判断した。

2. 研究の目的

上記の高分子膜の自由界面からの分子配向制御と表面形態制御は、いずれも膜表面に僅かに存在する物質の作用や情報が高分子膜内に増幅的にその情報が伝達され、膜全体が変化するプロセスを扱う。「自由界面」という新たな視点に基づいた材料プロセッシングの概念を提案し、これを本格的に研究の土俵にのせることで、日本からの独自の研究発信が可能となる。本研究は、光照射を刺激として、表面を起点(トリガー)とした増幅・増殖作用を伴って膜全体の構造、相状態、分子配向、表面形態が変化する諸現象を探索し、理解と体系化をすすめることを目的とした。

自由界面の操作に関連する試みは、研究開始時に研究代表者のグループのみならず、兵庫県立大学の川月教授のグループにて同じく液晶高分子膜系で密接に関連する研究が進んでおり、さらに東京理科大学の有光教授のグループでは表面で光開始される重合を深部まで熱的に重合を伝播させるフロントル重合を扱い始めていた。こうした背景からこれらの国内のこれらの関連する研究のグループにも分担いただき自由界面を操作する増幅・増殖プロセスを体系化するという初めての切り口の研究を進めることとした。

また、表面から誘起される物質移動の分野については、化学系の研究者では物理モデル的な解釈が困難であったため、名古屋大学の高分子物理を専門家である増淵教授のグループにも分担いただき、レオロジー等の物理的観点からの研究支援をいただくこととし、研究チームを編成し研究の推進を計画した。

3. 研究の方法

液晶高分子膜を中心に扱い、空気側表面から化学的あるいは光化学的な刺激を加え、膜厚方向あるいは膜の面内方向に向かって相状態、分子配向状態、膜形態等の状態変化を伝播させる種々の手法を提案し、化学的および物理的アプローチにより実証を進めた。具体的には以下の検討を行った。

【化学的アプローチ】

○関グループ(名古屋大学): a)自由界面からの液晶光配向現象の系の拡張を進め、b)新たに見いだされた自由界面から誘起される物質移動についてその光制御を実現し、理解を深化させる。

○川月グループ(兵庫県立大学): c)側鎖の化学的変換による液晶材料系での光配向制御の多様化を図る。

○有光グループ(東京理科大学): d) フロントル重合による長距離伝播アモルファス→液晶変換の系の実証に挑戦する。

【物理的アプローチ】

○増淵グループ(名古屋大学)及び関グループ: e) 表面形態成長過程のシミュレーション解析やレオロジー解析を進める。

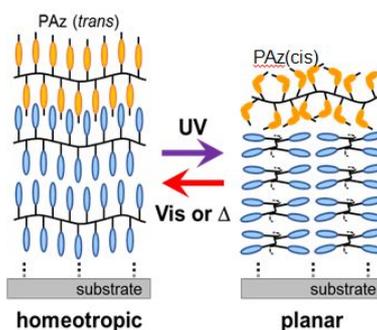
これらのアプローチは関グループをハブとして互いに連携をとり議論を進めながら研究を推進した。高分子材料は、アゾベンゼンを主とした光応答液晶高分子材料を主軸として、液晶性ブロック共重合体やアモルファス高分子をも対象とした。さらに有機無機メゾ組織体をも対象として広範な材料系での実証と理解の促進を進めた。

4. 研究成果

3.に記載した a)から e)の項目に沿って研究成果を説明する。研究代表者が主として行った a)と b)について重点的に報告する。

a) 自由界面からの液晶光配向現象の系の拡張

本研究の開始直前から側鎖型液晶高分子の自由界面からの光配向については報告を行っていたが、固定されたメソゲン配向のパターン化に留まっていた。本研究にてさらにこれを拡張し、シアノピフェニル側鎖の高分子の膜配向を表面偏析で設けた自由界面でのアゾベンゼン側鎖高分子のシス/トランス異性化によって水平/垂直配向の可逆的でダイナミックな配向スイッチング制御が可能であることを示した (Langmuir 2016, 右図)。これは今まで長く研究されてきた固体基板上に設定したコマンドサーフェスの系を自由界面からもたらした実証であり、表面配向制御の可能性を大きく広げたものといえる。



また、側鎖型液晶高分子のブロック共重合体がポリスチレンのアモルファス高分子の自由表面へと偏析する際に自己集合的に高密度ブラシ構造が形成される現象にも出会った (Angew. Chem. Int. Ed. 2016, 右図)。このブロック共重合体の片ブロックはポリスチレンで、ポリスチレンブロックがポリスチレン膜上にアンカーされ、空気側に偏析した側鎖型液晶高分子は伸びきり鎖構造の 80%にまで高度に伸長される。こうした膜が自由界面での自己集合化プロセスについての検討も進め、二次元拡散律速に起因するフラクタル構造が形成されることも見出した (Langmuir 2019)。アゾベンゼンの側鎖高分子の高密度ブラシをコマンドサーフェスとした際はトランス/シス型にて水平/垂直配向が誘起され、これは通常のコマンド層とは逆モードである (ChemPhotoChem 2019)。自由界面での高分子ブラシ形成現象の特徴的な応用として、Breath figure 法にて形成されるハニカム構造の壁にこの手法を応用してアゾベンゼンコマンド層を簡単に設けることができ、ハニカム空間中に閉じ込めたネマチック液晶の bipolar/radial モードの配向変化を光でスイッチングさせることができることも示した (論文投稿中)。



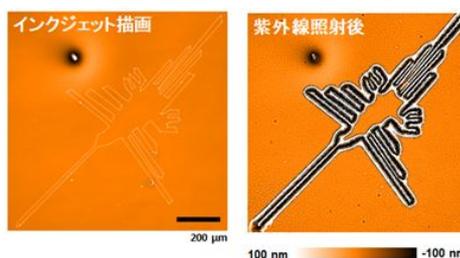
有機無機メソ組織体の自由界面からの配向制御については、リオトロピック系でこれを達成することは困難であった。しかし、湿度を精密に制御しながらの検討過程で、無機成分としてイオン性ポリシロキサンを用いることで、湿度によってメソ構造が自在に制御でき、オンデマンドでメソ構造を光硬化させ、ラメラ/シリンドラーの異なるメソ構造を光パターンニングする新たなプロセスを提案するに至った (Chem. Commun. 2018, ACS Appl. Polym. Mater. 2020)。また、イオン性ポリシロキサンそのものも湿度変化に応じて 1 億倍の粘弾性特性変化を示す特異な物性を有することを見出した (特許出願 2020-083502, 論文投稿中)。

自由界面に設けたアゾベンゼン側鎖高分子をコマンド層としてシアノピフェニル側鎖高分子の光配向制御を行ったが、この二つのメソゲンを共重合体にて特異な現象を見出した。各々のメソゲンのホモポリマーでは smectic A 構造をとるが、共重合体では smectic B あるいは smectic E のより高次の液晶状態を形成することを見出した (Macromolecules 2020)。また、面内と面外のメソゲン配向を共重合比によって任意に変えることができる (Chem. Lett. 2019)。現在もこの現象の展開研究を継続している。

自由界面に設けたアゾベンゼン側鎖高分子をコマンド層としてシアノピフェニル側鎖高分子の光配向制御を行ったが、この二つのメソゲンを共重合体にて特異な現象を見出した。各々のメソゲンのホモポリマーでは smectic A 構造をとるが、共重合体では smectic B あるいは smectic E のより高次の液晶状態を形成することを見出した (Macromolecules 2020)。また、面内と面外のメソゲン配向を共重合比によって任意に変えることができる (Chem. Lett. 2019)。現在もこの現象の展開研究を継続している。

b) 自由界面から誘起される物質移動の光制御

本研究直前にポリスチレン膜上にインクジェットで描画し、ガラス転移温度以上で加熱することで描画した場所から物質移動が誘起され溝が形成されることを見出していた。この事実は自由界面からのインクジェットによる新たな表面形状加工の可能性を秘めている。本研究では、速やかな光造形を目指して、アゾベンゼンの側鎖型液晶高分子の薄膜上 (PAz) に異種のポリマーをインクジェット描画して、トランス (smectic 液晶) シス (等方相) への紫外光による相転移で物質移動を誘起するプロセスを着想した。実際に PAz の約 200 ~ 400 nm の薄膜上に速やかに (約 20 秒程度) で深い溝が形成されることを実証した (Sci. Rep. 2019, 次頁上図)。この時点でそのメカニズムは不明であったが、これが自由界面での表面張力勾配に基づくマランゴニ対流 (表面張力の小さな場所から大きな場所へと起こる流れ) に起因することを明らかにし、光誘起マランゴニ効果として公表した。このプロセスの応用については、例えば現在フォトリソグラフィ法で作製するマイクロ流路の作成をインクジェット描画で用いて行な



ど、簡便かつ溶媒現像不要のドライ表面加工プロセスの提案が想定できる。

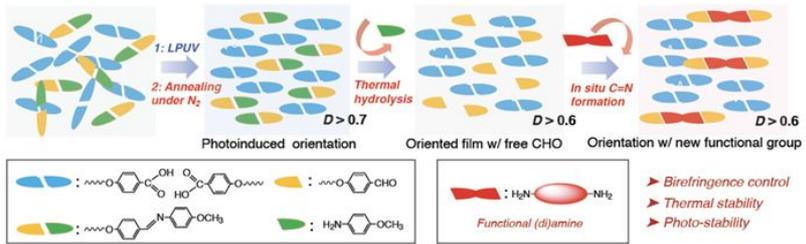
上記の結果から、光にตอบสนองしない側鎖型液晶膜の表面のみにアゾベンゼン高分子のスキン層を設け、紫外光のパターン露光によって物質移動が誘起されるかどうかを検討した。自由界面の分子層は水面を用いた Langmuir-Schaefer 法にて分子レベルで制御して設けた。結果、適切な温度にて、表面スキン層の厚みの約 40 倍の厚みの光にตอบสนองしない液晶高分子膜の移動を誘起させることが実証された (*Sci. Rep.* 2020)。この現象もマランゴニ効果によるものと解釈できる。この手法では表面に分子レベルのスキン層を設ければよいために、実質的に着色の無い高分子膜の表面レリーフ形成が可能となる。ポリスチレンのような汎用アモルファス高分子を用いることもできた (*Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 2021, 印刷中)。

c) 側鎖の化学的変換による液晶材料系での光配向制御の多様化

川月グループでは、自由界面における化学結合の形成と解離を利用した 低分子桂皮酸や N-ベンジリデンアニリンを非光反応性の高分子に複合化したフィルムにおける光配向ならびに、それら低分子を高分子フィルム最表面にコートしたフィルムの光配向を検討した。フェニルアルデヒドを側鎖に有する高分子からの N-ベンジリデンアニリン (NBA) の自由界面からのその場形成による光配向性材料の創成、配向させた NBA メソゲンのその場での加水分解による配向フィルムの非光反応化ならびに NBA のその場での再形成による配向のパターン化など、光配向性メソゲンを自由に生成・消滅・固定化させるプロセスを実現した。

成果の例として、安息香酸を側鎖に有する高分子液晶(P6BAM)に NBA を複合化したフィルムでは水素結合により相分離することなく偏光照射と熱増幅により大きな光配向性を示すとともに、NBA が同時に昇華されることにより良好な光耐久性を示した (*Chem. Lett.* 2016)。また、側鎖にフェニルアルデヒドを有する高分子はフェニルアミン類とその場反応により光配向性の NBA 類を形成する。

その状態で偏光照射による光配向を施せば、配向とともにフェニルアミン類を熱加水分解により除去される。この操作を繰り返し偏光方向を変えると図のようなマルチ配向パターン化



フィルムが得られた(*Langmuir* 2017)。さらに、光耐久化された PA 部を持つ配向フィルムに、別のフェニルアミン類を表面から反応することにより、複屈折率のその場反応による可変や光、二官能アミンで後架橋することによる熱耐久性を大幅に向上させた (*Langmuir* 2021, 右図)。

d) フロントカル重合による長距離伝播液晶重合系の開発

当初、関グループで常に用いている液晶アゾベンゼンモノマーを用いてフロントカル重合を実証することを試みた。名大にて合成したアゾベンゼン誘導体に有光グループにてエポキシ基を導入し、フロントカルカチオン重合を試みた。しかし、この系でフロントカル重合の進行の確認はできなかった。多くの試行錯誤の後、アゾベンゼンではなくケイ皮酸系の化合物を用いることで膜系にてフロントカル重合を進行させることにごく最近成功した(右図、試験管の上部に紫外光を当て、光の到達しない 4 cm の深部まで 107 °C の発熱が伝播され熱硬化した)。



e) 表面形態成長過程のシミュレーション解析やレオロジー解析

増淵グループにて自由界面をもつ粘弾性液体の挙動を予測するための新しい計算手法の開発を行なった。当該の問題の計算は、自由界面の変形にともなう系の形状変化と液体の粘弾性構成方程式を解かねばならず、従来法の計算は煩雑でコストも大きい。増淵グループでは従来法とは全く異なるアプローチで、正確さは犠牲にしつつも、液体の挙動をある程度記述できる手法を開発した。

具体的には、自由界面をある程度扱える方法として知られている MDPD (Modified dissipative particle dynamics)法をベースとし、そこに液体の粘弾性を表現する方法として最近開発された過渡結合の方法を加えた。さらに、粒子間に確率的に生成消滅する結合を発生させる。これによって粘弾性が再現できる。粒子間引力と界面張力の関係、および、過渡結合の生成消滅頻度や密度などのパラメーターと液体の粘弾性の関係は、いずれも定性的に理解できるようになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計53件（うち査読付論文 45件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Mitsuo Hara, Naoyuki Wakitani, Atsuki Kodama, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 2
2. 論文標題 Hierarchical Photocomposition of Heteronanostructures in a Surfactant Polysiloxane Hybrid Film toward Next-Generation Nanolithography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 2284-2290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.0c00253	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 Ryota Imanishi, Yuki Nagashima, Keisuke Takishima, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 53
2. 論文標題 Induction of Highly Ordered Smectic Phases in Side Chain Liquid Crystalline Polymers by Means of Random Copolymerization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 1942-1949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b02649	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 Ryohei Yamakado, Yohei Haketa, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki, Hiromitsu Maeda	4. 巻 55
2. 論文標題 Photo-responsive dimension-controlled ion-pairing assemblies based on anion complexes of electronic systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 10269-10272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC05632G	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 Koji Mukai, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 35
2. 論文標題 Formation of High-Density Brush of Liquid Crystalline Polymer Block Associated with Dewetting Process on Amorphous Polymer Film	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 10397-10404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.9b01689	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 Kota Suetsugu, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Keiji Shito, Toshimitsu Sato, Akito Masuhara, Takahiro Seki	4. 巻 686
2. 論文標題 Thermochromic Behaviors and crystallinity estimations of poly(3-hexylthiophene) in fine nanoparticles prepared by reprecipitation method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 104-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2019.1648044	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 Takahiro Seki	4. 巻 2020
2. 論文標題 Creation of Transformation Process of Polymer Films Based on Trigger Effect from the Free Surface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Impact	6. 最初と最後の頁 35-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2020.1.35	査読の有無 無
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 Shusaku Nagano	4. 巻 35
2. 論文標題 Random Planar Orientation in Liquid-Crystalline Block Copolymers with Azobenzene Side Chains by Surface Segregation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 5673-5683
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.8b01824	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 Mitsuo Hara	4. 巻 51
2. 論文標題 Mesostucture and orientation control of lyotropic liquid crystals in a polysiloxane matrix	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 989-996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-019-0214-3	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 関 隆広	4. 巻 24
2. 論文標題 光配向および光駆動を示す液晶高分子薄膜	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 6-19
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 原 光生, 関 隆広	4. 巻 24
2. 論文標題 湿度誘起相転移法を用いた有機無機複合リオトロピック液晶相の操作	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 106-111
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 K. Kotera, M. Kondo, K. Goto, S. Minami, T. Sasaki, K. Noda, H. Ono, N. Kawatsuki	4. 巻 32
2. 論文標題 Homogeneous Photoalignment of Liquid Crystals without Precoated Alignment Layer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 549-552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2494/photopolymer.32.549	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 Masahiro Furutani, Takashi Ide, Shinobu Kinoshita, Raita Horiguchi, Ichiro Mori, Kazuhiro Sakai, Koji Arimitsu	4. 巻 68
2. 論文標題 Initiator-Free Photopolymerization of Common Acrylate Monomers with 254-nm Light	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer International	6. 最初と最後の頁 79-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pi.5696	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 Kiwamu Terada, Masahiro Furutani, Koji Arimitsu	4. 巻 30
2. 論文標題 Photoresist materials comprising photobase generators and epoxy resins bearing carboxylic acids to lead to marked enhancement of base-catalyzed cross-linking reactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Advanced Technologies	6. 最初と最後の頁 304-311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pat.4466	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 Koji Arimitsu, Eishiro Hiraga, and Masahiro Furutani	4. 巻 1
2. 論文標題 Photopatterning of PEDOT Derivatives with Photoacid Generators and Acid Amplifiers Generating Polystyrenesulfonic Acid	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 924-927
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.9b00052	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 Kunihiro Noda, Shun Kikuchi, Naohiko Ikuma, Dai Shiota, Masahiro Furutani, Koji Arimitsu	4. 巻 32
2. 論文標題 Structural Analysis of Ionic Photobase Generators and Lithographic Patterning of Polysilane Films Containing the Photobase Generators	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 265-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2494/photopolymer.32.265	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 Masahiro Furutani, Kentaro Nakayama, Kazuki Okuma, Koji Arimitsu	4. 巻 32
2. 論文標題 Photoadhesive of Acrylates Containing Cross-links of Dipyriddy Disulfide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 619-622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2494/photopolymer.32.619	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 Masahiro Furutani, Kazuki Okuma, Koji Arimitsu	4. 巻 32
2. 論文標題 Relief of Shrinkage of UV-cured Materials by Exchange Reactions of Disulfide Bonds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 623-626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2494/photopolymer.32.623	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 R. Yamakado, M. Hara, S. Nagano, T. Seki, H. Maeda	4. 巻 47
2. 論文標題 Complexation of Anion-Responsive p-Electronic System with Alkyl-Substituted Azobenzene Carboxylate Providing Ion-Pairing Assemblies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 404-407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.171128	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 M. Hara, T Orito, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 54
2. 論文標題 Humidity-Responsive Phase Transition and On-Demand UV-Curing in a Hygroscopic Polysiloxane-Surfactant Nanohybrid Film	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1457-1460
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7cc09226a	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 R. Imanishi, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 663
2. 論文標題 Photocontrol of Mesogen Alignment in a Side Chain LC Polymer Film by Means of Random Copolymerization of Two Mesogens of Opposing Orientation Nature	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 99-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b00301	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 Y. Ono, R. Goto, M. Hara, S. Nagano, T. Abe, Y. Nagao	4. 巻 51
2. 論文標題 12.High Proton Conduction of Organized Sulfonated Polyimide Thin Films with Planar and Bent Backbones	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 3351-3359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b00301	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 原 光生	4. 巻 75
2. 論文標題 有機無機複合リオトロピック液晶の相転移および配向のオンデマンド制御	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高分子論文集	6. 最初と最後の頁 421-432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C39930000680	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 T. Seki	4. 巻 91
2. 論文標題 A Wide Array of Photoinduced Motions at Interfaces in Molecular and Macromolecular Assemblies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1026-1057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20180076	査読の有無 無
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 I. Abe, M. Hara, T. Seki, S. J. Cho, M. Shimizu, K. Matsuura, H. -K. Cheong, J. Y. Kim, J. Oh, J. Jung, M. Han	4. 巻 7
2. 論文標題 A trigonal molecular assembly system with dual light-driven functions of phase transition and fluorescence switching	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 2276-2282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8tc05701j	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 該当する

1. 著者名 R. Imanishi, Y. Nagashima, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 48
2. 論文標題 Collective Competition between Two Mesogens showing Opposing Orientational Nature in Side Chain Liquid Crystalline Polymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 98-101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180879	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 K. Mukai, K. Imai, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 3
2. 論文標題 A High-Density Azobenzene Side Chain Polymer Brush for Azimuthal and Zenithal Orientational Photoswitching of a Nematic Liquid Crystal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 495-500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.201800234	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 I. Kitamura, K. Oishi, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 9
2. 論文標題 Photoinitiated Marangoni flow morphing in a liquid crystalline polymer film directed by super-inkjet printing patterns	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2556 (11 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-38709-1	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 S. Nagano	4. 巻 35
2. 論文標題 Random Planar Orientation in Liquid-Crystalline Block Copolymers with Azobenzene Side Chains by Surface Segregation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 early view
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.8b01824	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 S. Nagano	4. 巻 50
2. 論文標題 Surface and interface designs in side-chain liquid crystalline polymer systems for photoalignment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1107-1119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-018-0100-4	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 N. Kawatsuki, S Inada, R Fujii, M. Kondo	4. 巻 34
2. 論文標題 Photoinduced Birefringent Pattern and Photoinactivation of Liquid Crystalline Copolymer Films with Benzoic Acid and Phenylaldehyde Side Groups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 2089-2095
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.7b04096	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 T. Yamamoto, Y. Masubuchi, M. Doi	4. 巻 9
2. 論文標題 Coil-globule transitions drive discontinuous volume conserving deformation in locally restrained gel	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2062
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-04533-w	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 H. Ikoma, M. Kondo, N. Kawatsuki	4. 巻 51
2. 論文標題 Photoinduced Reorientation and Surface Relief Formation in Diblock and Random Copolymers with Benzoic Acid and Alkyloxy Side Groups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 5392-5400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b01071	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 T. Seki, D. Yamaoka, T. Takeshima, Y. Nagashima, M. Hara, S. Nagano	4. 巻 644
2. 論文標題 Photo-modulations of Surface Wrinkles Formed on Elastomer sheets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 52-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2016.1277329	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 T. Seki, K. Fukuhara, D. Tanaka, T. Nakai, M. Hara, S. Nagano	4. 巻 653
2. 論文標題 Free Surface Command Layers for the Photoalignment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2017.1351288	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 Y. Takeoka, K. Ogawa, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 46
2. 論文標題 Photo-tunable Christiansen Colour Filter Using Photoisomerization of Stilbene	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1386-1389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.170603	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 R. Yamakado, M. Hara, S. Nagano, T. Seki, H. Maeda	4. 巻 23
2. 論文標題 Photo-Responsive Soft Ionic Crystals: Ion-Pairing Assemblies of Azobenzene Carboxylates	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemistry -European Journal	6. 最初と最後の頁 9244-9248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201701925	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 M. Hara, T. Orito, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 54
2. 論文標題 Humidity-Responsive Phase Transition and On-Demand UV-Curing in a Hygroscopic Polysiloxane-Surfactant Nanohybrid Film	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 M. Hara, T. Orito, S. Nagano, T. Seki	6. 最初と最後の頁 1457-1460
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC09226A	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 R. Yamakado, M. Hara, S. Nagano, T. Seki, H. Maeda	4. 巻 47
2. 論文標題 Complexation of Anion-Responsive -Electronic System with Alkyl-Substituted Azobenzene Carboxylate Providing Ion-Pairing Assemblies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 404-407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.171128	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 T. Seki	4. 巻 91
2. 論文標題 A Wide Array of Photoinduced Motions at Interfaces in Molecular and Macromolecular Assemblies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1026-1057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20180076	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 Y. Takeoka, M. Teshima, T. Seki	4. 巻 54
2. 論文標題 Simple Preparation of Magnetic Field-Responsive Structural Colored Janus Particles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 2607-2610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC09464G	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 関 隆広	4. 巻 21
2. 論文標題 高分子液晶--光応答高分子を中心に--	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 188-197
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 Ryota Imanishi, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 663
2. 論文標題 Photocontrol of Mesogen Alignment in a Side Chain LC Polymer Film by Means of Random Copolymerization of Two Mesogens of Opposing Orientation Nature	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 99-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2018.1468136	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 S. Saito, S. Nobusue, E. Tsuzaka, C. Yuan, C. Mori, M. Hara, T. Seki, C. Camacho, S. Irle, S. Yamaguchi	4. 巻 7
2. 論文標題 Light-melt adhesive based on dynamic carbon frameworks in a columnar liquid crystal phase	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 12094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms12094	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 T. Seki	4. 巻 4
2. 論文標題 Light-directed alignment, surface morphing and related processes: recent trends	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 7895-7910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c6tc02482c	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 K. Mukai, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 55
2. 論文標題 High-density liquid crystalline polymer brushes formed via surface segregation and self-assembly	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 14028-14032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201607786	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 S. Mitsui, S. Nagano, M. Hara, T. Seki	4. 巻 7
2. 論文標題 SRG Inscription in Supramolecular Liquid Crystalline Polymer Film: Replacement of Mesogens	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 52 (10 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst7020052	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 K. Beppu, Y. Nagashima, M. Hara, S. Nagano, T. Seki	4. 巻 38
2. 論文標題 Photoalignment of Vertically Oriented Microphase Separated Lamellae in LC-LC Diblock Copolymer Thin Film	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Macromolecular Rapid Communications	6. 最初と最後の頁 1600659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/marc.201600659	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 T. Seki, D. Yamaoka, T. Takeshima, Y. Nagashima, M. Hara, S. Nagano	4. 巻 644
2. 論文標題 Photo-modulations of Surface Wrinkles Formed on Elastomer sheets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 52-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2016.1277329	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 T. Seki, K. Fukuhara, D. Tanaka, T. Nakai, M. Hara, S. Nagano	4. 巻 653
2. 論文標題 Free Surface Command Layers for the Photoalignment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2017.1351288	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 関 隆広	4. 巻 21
2. 論文標題 高分子液晶--光応答高分子を中心に--	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 188-197
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 Ryohei Yamakado, Issei Kitamura, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki, Hiromitsu Maeda	4. 巻 57
2. 論文標題 Photoisomerization-induced patterning of ion-pairing materials based on anionic azobenzene and its complex with fluorescent -electronic system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 4287-4290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC07640F	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 Issei Kitamura, Keisuke Kato, Rafael Benjamin Berk, Takashi Nakai, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 11
2. 論文標題 Photo-triggered large mass transport driven only by a photoresponsive surface skin layer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-69605-8	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 該当する

1. 著者名 関 隆広	4. 巻 45
2. 論文標題 液晶高分子の高密度ブラシ膜の作製と特性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Colloid & Interface Communication	6. 最初と最後の頁 10-12
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58件 (うち招待講演 57件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 T. Seki
2. 発表標題 Photoalignment and Surface Morphing Attained from the Free Surface
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019), Rome Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki
2. 発表標題 High-density polymer brush formation of side chain liquid crystalline polymers on amorphous polymer film
3. 学会等名 23th International Symposium Advanced Display Materials and Devices (ADMD2019), 広州 中国 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 I. Kitamura, M. Hara, S. Nagano, T. Seki
2. 発表標題 Photoinduced Mass Transfer Directed by Inkjet Printing Patterns on Photoresponsive Liquid Crystalline Polymer Films
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019), Rome Italy (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki, K. Mukai, M. Hara, S. Nagano
2. 発表標題 High-density polymer brush formation of block copolymers via self-assembly
3. 学会等名 2019 Nagoya U-Tsinghua U- Toyota Motor-Hokkaido U Joint Symposium (NTTH 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Hara
2. 発表標題 Control of Lyotropic Mesophases in a Polysiloxane Film
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (IUPAC) YANGON 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 光配向と光駆動機能を示す高分子液晶薄膜 (受賞講演)
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会、筑波大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki
2. 発表標題 New photoalignment and morphing strategies in liquid crystalline polymer films
3. 学会等名 Federation of Asian Polymer Societies Polymer Congress Polymers for Cutting-edge Technological Innovations (FAPS 2019), 台北台湾 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶物質の光配向プロセスの新たな動向
3. 学会等名 第28回ポリマー材料フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 資源化学研究所とアゾベンゼン液晶高分子研究
3. 学会等名 資源研80年記念事業講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶の光配向プロセスなどの新たな展開
3. 学会等名 日揮触媒化成講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 光生
2. 発表標題 湿度誘起相転移を利用した基板上でのリオトロピック液晶の操作
3. 学会等名 第18回産官学接着若手フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 アゾベンゼン高分子の光機能
3. 学会等名 2019年度RadTech研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 インクジェット描画をトリガーとする液晶高分子膜の光誘起物質移動
3. 学会等名 色材協会IT講座（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Seki, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Free surface strategy for the photoalignment and surface morphing
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Photoalignment and Photopatterning in Soft Materials (PhoSM 2018)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関隆広
2. 発表標題 光で高分子の界面とメソスコピック構造を操る
3. 学会等名 高分子学会18-2ポリマーフロンティア21（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関隆広
2. 発表標題 液晶物質の光配向--新たな戦略--
3. 学会等名 東北大学多元研高分子・ハイブリッド材料研究センター2018年度シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Role of Free Surface for Alignment of Liquid Crystalline Polymers
3. 学会等名 22th International Symposium on Advanced Display Materials and Devices (ADMD2018)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Free surface strategy for photoalignment of LCs
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC2018)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永野修作
2. 発表標題 表面・界面から考える液晶性高分子の配向構造
3. 学会等名 第12回超分子若手懇談会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Photocontrol of alignment and morphology of LC polymer film from the free surface
3. 学会等名 1st G'Lowing Polymer Symposium in Kanto (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永野修作
2. 発表標題 側鎖型液晶高分子へのプロトン伝導性付与と配向スイッチング
3. 学会等名 信州大学 国際科学イノベーションセンター講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原光生
2. 発表標題 有機無機複合リオトロピック液晶のオンデマンドな相転移・配向制御
3. 学会等名 北里大学理学部講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永野修作
2. 発表標題 導電性高分子薄膜の分子配向構造の 深さ方向解析
3. 学会等名 第2回 シンクロトロン光産業利用セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Masubuchi
2. 発表標題 Multi-chain Simulations of Entangled Polymer Dynamics
3. 学会等名 2018 International Symposium on Multiple Scale Modelling of Complex Fluids (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Yamamoto, Yuichi Masubuchi, and Masao Doi
2. 発表標題 Relaxation dynamics of the normal stress of polymer gels
3. 学会等名 2018 International Symposium on Multiple Scale Modelling of Complex Fluids (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有光晃二
2. 発表標題 新規な光開始システムと影部分のUV硬化
3. 学会等名 第158回ラドテック研究会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 高分子液晶薄膜での分子配向と表面形態の光誘起
3. 学会等名 ソフトロボット：メカニカル材料シンポジウム (早稲田大学、理工学部) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Free surface command layer for the photoalignment of liquid crystalline polymers
3. 学会等名 The 11th East Asian Symposium on Polymers for Advanced Technology (EASPAT 2017) (南通、中国) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 New strategies for the photoalignment of liquid crystalline polymers
3. 学会等名 上海交通大学化学系セミナー (上海交通大学、中国) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 New strategies for the photoalignment of liquid crystalline polymers
3. 学会等名 9th NTHH Joint Symposium (岐阜、高山) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 高分子液晶の光配向と最近の展開
3. 学会等名 信州大学講演会 (信州大学、繊維学部) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Seki, Kei Fukuhara, Daisuke Tanaka, Takashi Nakai, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Orientation control of mesogens in side chain LC polymer films from the free surface
3. 学会等名 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2017 (KJF-ICOMEF 2017) (光州、韓国) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶高分子の表面偏析とその展開
3. 学会等名 高分子学会同友会 (東京) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 表面・界面の考え方 ~パウリに近づく異種相の繋ぎ方~
3. 学会等名 日本化学会化学フェスタ (東京、船堀) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶高分子材料の自由界面からの光誘起組織化
3. 学会等名 高分子学会中国四国支部 高分子材料研究会 (高知大学) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶物質の光配向
3. 学会等名 名大協力会工学系セミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Photoalignment of Liquid Crystalline Materials: Basic and New Trends
3. 学会等名 VISTEC ESE Symposium 2017-2 （Rayong、タイ）（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 光と色 ～先端色素が生み出す世界～
3. 学会等名 愛知サイエンスフェスティバル「サイエンス講座」（名古屋市守山図書館）（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永野 修作
2. 発表標題 高分子液晶材料の界面および光を利用した配向制御手法の開発
3. 学会等名 第66回高分子討論会（日立化成賞受賞講演）（愛媛大学）（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永野 修作
2. 発表標題 高分子液晶材料の光配向制御と表面・界面の役割
3. 学会等名 表面技術協会 関東支部 第93回講演会 (信州大学、長野キャンパス) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsuo Hara
2. 発表標題 Alignment Control of Lyotropic Liquid Crystalline Phases in Inorganic Polymer Films and Its Fixation
3. 学会等名 IUPAC-FAPS 2017 Asian Polymer Congress (済州島、韓国) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原 光生
2. 発表標題 リオトロピック液晶と金属酸化物からなる有機無機メソ組織体のオンデマンド調製
3. 学会等名 第2回東工大応用化学系次世代を担う若手シンポジウムプログラム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 自由界面からの液晶高分子膜の光配向制御
3. 学会等名 第62回UV/EB研究会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Seki, Kei Fukuhara, Daisuke Tanaka, Takashi Nakai, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Free surface command layer for photoalignment of liquid crystalline polymer films
3. 学会等名 99th Canadian Chemistry Conference & Exhibition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶光配向の最近の展開
3. 学会等名 第20回液晶化学研究会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Seki, Kei Fukuhara, Daisuke Tanaka, Takashi Nakai, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Free surface command layer for the photoalignment of liquid crystalline polymers
3. 学会等名 8th Japanese-Italian Liquid Crystal Workshop (JILCW2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶物質の光配向と新たな方向性
3. 学会等名 日本学術会議、材料科学分科会市民公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Seki, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Free surface command layer for the photoalignment
3. 学会等名 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOMEF) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 自由界面を介した液晶配向制御
3. 学会等名 第65回高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 進化する色素： 染色からハイテク素子へ
3. 学会等名 名古屋サイエンストーク (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Free surface command layer for the photoalignment of polymer
3. 学会等名 Rad Tech Asia 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Free Surface Command Layer for Photoalignment of Polymer Liquid Crystals
3. 学会等名 2nd International Symposium on Photoalignment and Photopatterning in Soft Materials (PhoSM2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 New strategies for the photoalignment of liquid crystalline polymers
3. 学会等名 The 11th SPSJ International Polymer Conference (IPC2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 空気界面を介した液晶高分子膜の配向と形態の光制御
3. 学会等名 接着講座マスターコース (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原 光生
2. 発表標題 湿度誘起相転移法による有機無機複合リオトロピック液晶の新展開
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原 光生
2. 発表標題 湿度応答性シリコン材料の物性評価と湿度誘起相転移法への応用
3. 学会等名 2020年繊維学会秋季研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mitsuo Hara
2. 発表標題 Development of Humidity-Induced Liquid Crystalline Phase Transition Method
3. 学会等名 Japan-Taiwan Young Scientists Polymer Symposium（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takahiro Seki, Koji Mukai, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano
2. 発表標題 High-density polymer brush formation of block copolymers via self-assembly
3. 学会等名 2019 Nagoya U-Tsinghua U-Toyota Motor-Hokkaido U Joint Symposium (NTTH 2019)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計17件

1. 著者名 関 隆広	4. 発行年 2019年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 152
3. 書名 分子配向制御	

1. 著者名 関 隆広	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌティーエス	5. 総ページ数 8
3. 書名 刺激応答性高分子ハンドブック(宮田隆志編)、第3章「光応答性」第1節、光異性化を利用した光応答性表面と薄膜	

1. 著者名 永野 修作	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 12
3. 書名 光機能性有機・高分子材料における新たな息吹(市村國宏監修)「液晶ブロック共重合体薄膜におけるミクロ相分離構造の動的配向制御」	

1. 著者名 原 光生、関 隆広	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 15
3. 書名 「光機能性有機・高分子材料における新たな息吹(市村國宏監修)「光反応を利用したメソ構造ハイブリッド材料の動的制御」	

1. 著者名 川月喜弘、近藤瑞穂	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 12
3. 書名 「光機能性有機・高分子材料における新たな息吹(市村國宏監修)「シナメート系ポリマーの光配向と物質移動」	

1. 著者名 有光晃二	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 9
3. 書名 「光機能有機・高分子材料における新たな息吹（市村國宏監修）「光塩基発生剤の開発とUV硬化への応用」	

1. 著者名 有光晃二	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 14
3. 書名 エポキシ樹脂の硬化メカニズム解析と機能設計(久保内昌敏監修)「エポキシ樹脂の光硬化～光反応とその増幅～」	

1. 著者名 関 隆広	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌティーエス	5. 総ページ数 8
3. 書名 刺激応答性高分子ハンドブック（宮田隆史編）第3章第1節	

1. 著者名 原 光生、関 隆広	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 15
3. 書名 光機能誘起・高分子材料における新たな息吹（市村國宏編）第5編第2章	

1. 著者名 永野 修作	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 9
3. 書名 光機能誘起・高分子材料における新たな息吹（市村國宏編）第5編第1章	

1. 著者名 川月喜弘, 近藤瑞穂	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌティーエス	5. 総ページ数 8
3. 書名 光機能誘起・高分子材料における新たな息吹（市村國宏編）第6編第3章	

1. 著者名 近藤瑞穂, 川月喜弘	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌティーエス	5. 総ページ数 7
3. 書名 光機能誘起・高分子材料における新たな息吹（市村國宏編）第7編第3章	

1. 著者名 T. Seki, M. Hara, S. Nagano	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 20
3. 書名 Photon-Working Switches	

1. 著者名 関 隆広	4. 発行年 2017年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 7
3. 書名 CSJカレントレビュー26, 分子マシンの科学	

1. 著者名 関 隆広, 高野 光則, 橋爪 彰仁, 原田 明, 宮田 真人	4. 発行年 2017年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 12
3. 書名 CSJカレントレビュー26, 分子マシンの科学	

1. 著者名 Takahiro Seki, Shusaku Nagano, Mitsuo Hara	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 20
3. 書名 Photon-Working Switches	

1. 著者名 10)Takahiro Seki, Nobuhiro Kawatsuki	4. 発行年 2021年
2. 出版社 De Gruyter	5. 総ページ数 12
3. 書名 Nonconventional Liquid Crystals and Their Applications (Sandeep Kumar & Wei Lee eds.)	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 ポリシロキサン、接着剤および湿度センサ	発明者 原 光生、関 隆 広、飯島雄太、竹下 智也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-083502	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

名古屋大学工学研究科 関研究室 http://www.chembio.nagoya-u.ac.jp/labhp/polymer3/index-j.html KJF-ICOMEF 2018 国際会議 http://www.chembio.nagoya-u.ac.jp/labhp/polymer3/KJF2018/index.html

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
研究分担者	永野 修作 (Nagano Shusaku) (40362264)	立教大学・理学部・教授 (32686)	2016年度～2019年度：名古屋大学、2020年度：立教大学
研究分担者	原 光生 (Mitsuo Hara) (10631971)	名古屋大学・工学研究科・助教 (13901)	
研究分担者	川月 喜弘 (Kawatsuki Nobuhiro) (60271201)	兵庫県立大学・工学研究科・教授 (24506)	
研究分担者	有光 晃二 (Arimitsu Koji) (30293054)	東京理科大学・理工学部・教授 (32660)	
研究分担者	増淵 雄一 (Masubuchi Yuichi) (40291281)	名古屋大学・工学研究科・教授 (13901)	

6. 研究組織（つづき）

	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 分 担 者	山本 哲也 (Yamamoto Tetsuya) (40610027)	名古屋大学・工学研究科・助教 (13901)	2016年度～2019年度に担当 現在：北海道大学化学反応創成研究拠点・特任准教授

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1件

国際研究集会	開催年
2018 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOMEF 2018)	2018年～2018年

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		
韓国	Kongju National University		