

令和 4 年 5 月 11 日現在

機関番号：32686
研究種目：基盤研究(B) (一般)
研究期間：2019～2021
課題番号：19H02774
研究課題名(和文) 液晶性高分子ラメラ構造に基づく光配向性機能材料の創出とナノデバイスへの展開

研究課題名(英文) Creation of photo-aligned functional materials based on liquid crystalline polymer lamellar structures

研究代表者
永野 修作 (Nagano, Shusaku)

立教大学・理学部・教授

研究者番号：40362264
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：液晶側鎖基モノマーとアモルファス側鎖基モノマーを単に共重合化することで、液晶基とアモルファス側鎖基が主鎖を介して相分離し、スメクチック(Sm)液晶相とアモルファス相が交互に配列した高秩序なラメラ構造(ヘテロスメクチックラメラ(HSL)構造)を形成することを見出した。このHSL構造のSm相部に光応答性液晶基を導入することによって、光配向性サブ10ナノメートル誘導自己集合パターン材料や光配向応答性プロトン伝導材料を実証し、新たなナノ材料プラットフォームを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

微細加工分野の発展はめざましく、現在、高分子1分子回転半径に迫る微細構造(サブ10 nm)がターゲットとなっている。本研究は、スメクチック液晶側鎖とアモルファス側鎖からなるランダム共重合体によって形成される液晶相およびアモルファス相の側鎖の相分離構造利用したラメラ構造(ヘテロスメクチックラメラ(HSL)構造)を提案し、高規則なサブ10 nm微細構造を形成した。このHSL構造に光配向機能化やプロトン伝導機能を付与することにより、サブ10 nm微細構造材料と光プロトン伝導制御材料へと展開し、その実証を行った。新たな高分子のナノ構造化材料の方法論を示した。

研究成果の概要(英文)：We prepared liquid crystal (LC) copolymers by simple copolymerization of liquid crystal (LC) side-chain monomers and amorphous side-chain monomers. The LC copolymers formed a highly ordered lamellar structure in which the smectic (Sm) LC phase and amorphous phase are arranged alternately (heterosmectic lamellar (HSL) structure). By introducing photoresponsive LC structure to the Sm phase in the HSL structure, we have demonstrated photo-aligned sub-10-nm induced self-assembly patterned materials and photoresponsive proton-conducting materials as new photoalignment nanomaterial platforms.

研究分野：高分子化学・光機能材料

キーワード：液晶性高分子 光配向 ナノ相分離 誘導自己集合材料 プロトン伝導 光制御

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

液晶は、その構造秩序の発現様式に基づいて、温度転移型(サーモトロピック)液晶とリオトロピック(濃度転移型)液晶に分類される。分子の異方的な形によって誘起される液晶構造であるサーモトロピック液晶(温度相転移型液晶)は、液晶ディスプレイへの応用が好例であるように、分子配向制御のしやすさが特徴として様々な電子デバイスへの応用が展開されている。界面活性剤ミセルや細胞膜、ブロック共重合体の高分子マイクロ相分離構造にて発現する液晶構造は、分子間相互作用の相違による分子レベルの相分離によって形成されるリオトロピック液晶(濃度相転移型液晶)と呼ばれる。液晶研究では、サーモトロピック液晶とリオトロピック液晶は、一般的には別々に扱われてきた現状がある。

側鎖型液晶ブロック共重合体は、サーモトロピック液晶である側鎖型液晶高分子ブロックとアモルファス高分子ブロックから構成され、二つのブロックが相分離したリオトロピック液晶構造であるマイクロ相分離構造を形成する。当研究グループでは、この液晶ブロック共重合体に光応答性分子を組み込み、マイクロ相分離構造の光配向制御を実証することで、数十 nm の規則構造を示すサーモトロピック-リオトロピック液晶複合材料として、光配向誘導自己集合材料や光配向機能材料へと展開してきた。しかし、近年、光微細加工技術の発展はめざましく、現在、高分子1分子回転半径レベルの微細構造(サブ10 nm)がターゲットとなり、2020年頃からその技術を使用した半導体集積回路が販売されるに至っている。よって、誘導自己集合材料においてもサブ10 nmの規則構造の開発が急務となり、ブロック共重合体の形成するマイクロ相分離構造よりも小さいスケールの自己集合構造構築に関する研究が盛り上がりを見せている。

2. 研究の目的

上記のサブ10 nmの自己集合構造形成と光配向機能を融合することができれば、偏光応答により配向制御できるサブ10 nm誘導自己集合(DSA)材料が提案できる。液晶性ブロック共重合体は、液晶ブロックの強い自己集合性に起因し、アモルファスブロックとの強い偏析作用が生まれ、規則性の高い高分子鎖レベルのマイクロ相分離構造が形成される。液晶基の自己集合性による強い偏析作用を高分子主鎖を介して誘起すれば、単一分子サイズレベルの相分離ラメラ構造形成が可能であり、サーモトロピック液晶性とサブ10 nmのリオトロピック液晶性の相分離構造を有する新たな液晶材料プラットフォームが創出できるという着想に至った。さらに、液晶部に光応答性を付与することにより、光配向機能を有する新たな魅力ある材料系に展開できる。

本研究では、側鎖液晶基とアモルファス側鎖基を持つモノマーを共重合し、分子レベルのナノ相分離構造と光応答性を持つ材料系の構築を目的とした研究を行った。また、アモルファス側鎖部に、耐酸化特性を導入することで光配向機能を有するサブ10 nm誘導自己集合材料、さらにプロトン伝導性を付与することによる光配向制御プロトン伝導材料の創出を計画した。

3. 研究の方法

本研究には、液晶側鎖とアモルファス側鎖を持つランダム共重合体によるHSL構造の形成、HSL構造への光応答性(偏光応答性)の導入が要となる。液晶側鎖部には、高い偏光応答性を持つアゾベンゼン基を有する液晶側鎖系にて、検討を進めた。また、具体的には以下の二つのアプリケーションを指向した分子設計を行い、その実証を行った。サブ10 nmパターンDSA材料およびスメクチック液晶プロトン伝導性高分子を目的とし、研究を進めた。これらのHSL構造の一軸配向化には、当研究室独自のブロック共重合体の表面偏析を利用した、ランダムプレーナー配向誘起¹⁾と偏光応答を適用した。

1) HSL構造によるサブ10 nmパターン誘導自己集合材料

かご型シルセスキオキサン(POSS)側鎖とAz側鎖を持つモノマーの共重合体(P(Az-r-POSS))を可逆的付加開裂連鎖移動(RAFT)重合によって合成した。P(Az-r-POSS)の液晶構造およびHSL構造を示差走査熱量測定(DSC)および偏光顕微鏡観察(POM)、X線散乱(XRS)により構造解析を行った。さらに、独自の配向技術¹⁾によるHSL構造の光配向技術の確立と面内一軸配向化を図った。

2) プロトン伝導性スメクチック液晶高分子HSL構造

Az側鎖モノマーとアクリル酸(AA)の共重合体P(Az-co-AA)をフリーラジカル重合およびRAFT重合による調製した。得られたP(Az-co-AA)の液晶構造およびHSL構造を液晶構造およびHSL構造をDSCおよびPOM、XRSより解析した。P(Az-co-AA)薄膜のプロトン伝導性を加湿下のインピーダンス測定にて評価した。P(Az-co-AA)のHSL構造の光配向方向とプロトン伝導性、HSL構造の光液晶相転移とプロトン伝導性を評価し、プロトン伝導性の光制御を試みた。

4. 研究成果

1) HSL 構造によるサブ 10 nm パターン誘導自己集合材料

メソゲン側鎖とそれに非相溶性側鎖成分をもつランダム共重合体を設計し、側鎖間の強い偏析作用により、サーモトロピック性スメクチック相にリオトロピック液晶系の相分離構造を導入したヘテロスメクチックラメラ構造の形成を試みた。スメクチック相を示すアゾベンゼン (Az) メソゲンと、有機物と相溶せず強い自己集合性を持つが型シルセスキオキサン (POSS) を側鎖にもつランダム共重合体 (P(Az-*r*-POSS)) (図 1) を合成し、形成される高規則性ラメラ構造および薄膜の配向を斜入射 X 線散乱 (GI-SAXS) 測定により評価した。また、表面張力の低いアモルファスブロックと液晶性ブロックを持つブロック共重合体を P(Az-*r*-POSS) に添加する自由界面コマンドシステム¹⁾ と直線偏光照射を利用し、液晶相の光配向制御を行った。

示差走査熱量測定から、P(Az-*r*-POSS) は、77 にガラス転移温度を、111 に吸熱ピークを示し、中間相を示すことがわかった。偏光顕微鏡観察では、111 より高温では複屈折は観察されず暗視野となった。それ以下の温度では、複屈折性が確認され、マイクロメーター以下の細かい光学組織が観察された。観察された中間相を X 線散乱測定により構造解析を行った。図 2c に、80 の散乱プロファイルを示す。また、比較のための PAz ホモポリマーの液晶相 (図 2a)、PPOSS ホモポリマーのガラス状態 (図 2b) の散乱プロファイルも併せて示す。P(Az-*r*-POSS) は、面間隔 5.8 nm に相当する鋭い 1 次散乱ピークを示し、小角領域から等間隔に 6 次以上の高次ピークが認められた。等間隔のピークはラメラ構造に帰属でき、高次ピークは長距離秩序性の高い構造となっていることが示唆される。一方、P(Az-*r*-POSS) を構成する PAz ホモポリマーは、面間隔が 3.6 nm であるスメクチック A (SmA) 相を示し (図 2a)、POSS のホモポリマーは、半値幅の広いブロードな散乱を示した (図 2b)。これらと比較すると、P(Az-*r*-POSS) は、全く異なる散乱プロファイルを示していることがわかる。以上の結果から、複屈折性と X 線散乱から、ランダム共重合化により、P(Az-*r*-POSS) は、構成するモノマーのホモポリマーよりも高規則なラメラ構造をもつスメクチック液晶であることが明らかとなった。

P(Az-*r*-POSS) 単独膜は、ホメオトロピック配向となり、面内配向性に乏しい配向構造であった。表面張力の低いポリジメチルシロキサンと PAz のジブロック共重合体 (PDMS-*b*-PAz) を 10 wt% 添加することで、PDMS-*b*-PAz 表面偏析による P(Az-*r*-POSS) 膜のランダムプレーナー配向を誘起した¹⁾。この P(Az-*r*-POSS)/PDMS-*b*-PAz 膜に液晶温度下にて直線偏光照射を行い、偏光吸収ス

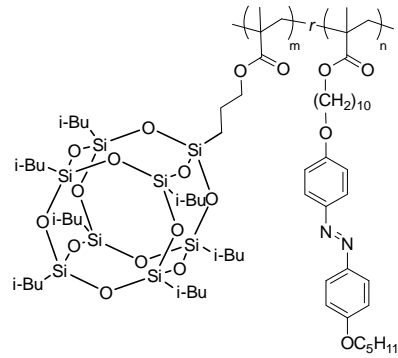


図 1. P(Az-*r*-POSS) の化学構造式

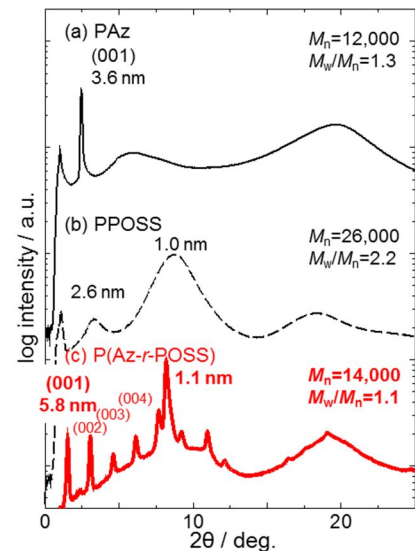


図 2. PAz (110 °) (a)、PPOSS (70 °) (b) and P(Az-*r*-POSS) (80 °) (c) のバルク状態での X 線散乱測定的一次元プロファイル

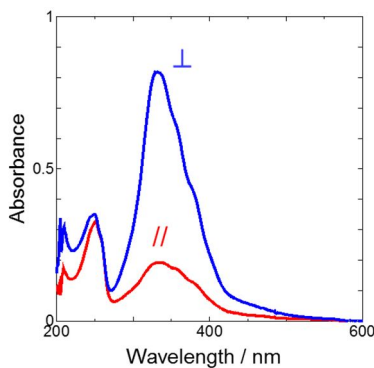


図 3. 直線偏光照射を行った PDMS-*b*-PAz 添加 P(Az-*r*-POSS) 膜の偏光吸収スペクトル: および//は、偏光プローブ光を照射偏光の電場に対してそれぞれ垂直および平行に入射させた時の吸収スペクトル

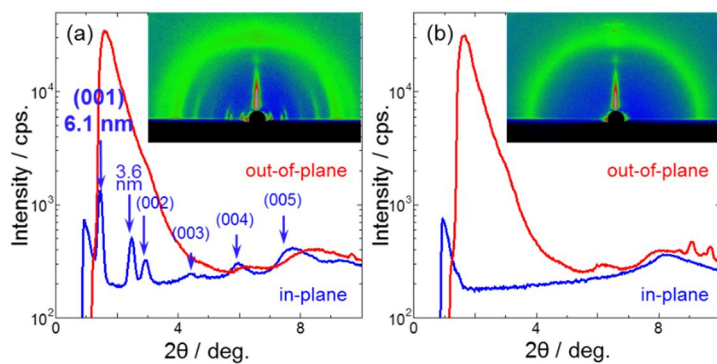


図 4. 直線偏光照射を行った PDMS-*b*-PAz 添加 P(Az-*r*-POSS) 膜の GI-SAXS 1D プロファイル: 照射偏光に対して X 線を平行 (a) および垂直 (b) に入射させて測定した。基板面に対して垂直および平行の散乱プロファイルをそれぞれ in-plane および out-of-plane として示す。挿入図は、GI-SAXS の 2D イメージである。

ペクトル測定を行った結果を図3に示す。Azの π - π^* 遷移に由来する吸収バンドに高い二色性が発現し、メソゲンが面内一軸配向していることがわかった。また、GI-SAXS測定によっても、直線偏光電場と同方向にX線を照射したときのみ、ラメラ構造由来の散乱が面内方向のみに観測された(図4a)。以上の結果より、ヘテロスメクチックラメラ構造の面内一軸配向を、ブロック共重合体の表面偏析と直線偏光照射により誘起できることが明らかとなり、新たなDSA材料としてサブ10 nm光配向DSA材料を提案できた。

2) プロトン伝導性スメクチック液晶高分子 HSL 構造

イオン輸送は、エネルギー伝達、情報伝達、記憶など生体内の様々な情報伝達の一環を担っているため、電池デバイスのみならず多様な機能素子へと展開するポテンシャルを持っている。生体もソフトマテリアルから構成されていることに鑑みれば、イオン輸送のみならず、学習や記憶といった機能を持つ脳型デバイスへの展開も期待される。本研究では、光応答性液晶高分子にプロトン伝導性を付与し、研究室独自の技術である自由界面コマンドシステム¹⁾を用いて、液晶配向構造を様々に変えた伝導性のスイッチングに関する試みを行った。

液晶性アゾベンゼン(Az)基を有するアクリレートとアクリル酸(AA)のランダム共重合体(P(Az_x-co-AA_{1-x}))(図5)をフリーラジカル重合により合成した。合成した共重合体のバルクおよび薄膜の構造解析を示差走査熱量測定、偏光顕微鏡観察、X線散乱測定(XRS)により行った。また、P(Az_x-co-AA_{1-x})薄膜の光配向制御を行い、各配向構造におけるプロトン伝導性を交流インピーダンス測定により評価した。

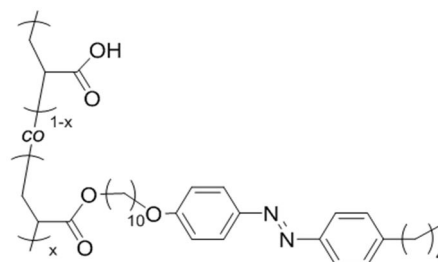


図5. P(Az_x-co-AA_{1-x})の化学構造式

合成したP(Az_{0.7}-co-AA_{0.3})は、XRS測定から、単なるランダム共重合体にもかかわらず液晶ホモポリマーPAz(ラメラ間隔3.6 nm)よりも高い長距離秩序性を示し、スメクチック相のラメラ間隔が7.5 nmへと大きく増大することがわかった(図6)。これは、疎水的なAz側鎖部のスメクチック相と親水的なAA部が主鎖を介して相分離したヘテロスメクチックラメラ構造を形成し、高秩序構造となっていることを示唆する。P(Az_{0.7}-co-AA_{0.3})薄膜は、親水-疎水構造により表面にAz側鎖が強偏析した構造となり、強いホメオトロピック配向性を示した。PDMS-*b*-PAzを用いて、P(Az-co-AA)薄膜に自由界面コマンドシステムを適用すると、ヘテロスメクチックラメラ構造がランダムプレーナー配向を示し¹⁾、偏光照射により面内一軸配向(ホモジニアス配向)も可能であった。得られたホメオトロピック配向、ランダムプレーナー配向、ホモジニアス配向(2軸)の加湿下でのプロトン伝導性を評価したところ、配向構造とプロトン伝導性に明確な相関があり、スイッチングも可能であることがわかった(図7)。

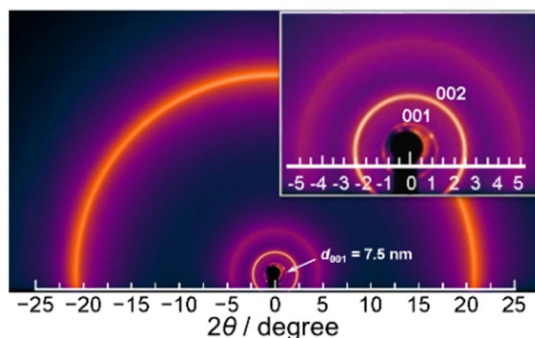


図7. P(Az_{0.7}-co-AA_{0.3})液晶温度下のX線散乱プロファイル

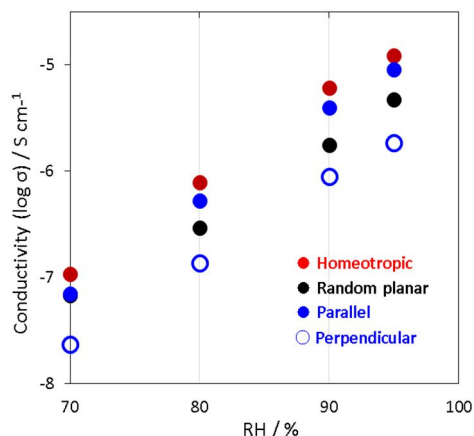


図8. P(Az_{0.7}-co-AA_{0.3})薄膜の配向状態とプロトン伝導性(相対湿度変化50°C)

なお、Az側鎖モノマーとシアノビフェニル(CB)側鎖モノマーを単に共重合することで、特異なSmE相を発現することも見出した。これら側鎖のそれぞれのホモポリマーは、スメクチックA相やC相を取るが、ランダム共重合とした場合、ホモポリマーより高秩序なスメクチック相であるスメクチックB相や棒状分子の最も規則性の高い液晶相であるスメクチックE相が発現することを明らかにした(Macromolecules, 2020)。

参考文献

1. S. Nagano et al., *Nat. Commun.*, 2014, 5, 3320 (1-8).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 24件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Mukai Koji, Hara Mitsuo, Yabu Hiroshi, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Photoswitchable Configuration of Nematic Liquid Crystal Droplets Embedded in a Honeycomb Patterned Film	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Materials Interfaces	6. 最初と最後の頁 2100891 ~ 2100891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admi.202100891	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 SUWANSOONTORN Athchaya, YAMAMOTO Katsuhiko, NAGANO Shusaku, MATSUI Jun, NAGAO Yuki	4. 巻 89
2. 論文標題 Interfacial and Internal Proton Conduction of Weak-acid Functionalized Styrene-based Copolymer with Various Carboxylic Acid Concentrations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 401 ~ 408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.21-00042	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 Koseki Kazuki, Arita Toshihiko, Tabata Keisuke, Nohara Tomohiro, Sato Ryota, Nagano Shusaku, Masuhara Akito	4. 巻 9
2. 論文標題 Effect of Surface Silanol Density on the Proton Conductivity of Polymer-Surface-Functionalized Silica Nanoparticles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 10093 ~ 10099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.1c01922	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 Yamakado Ryohei, Kitamura Issei, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro, Maeda Hiromitsu	4. 巻 57
2. 論文標題 Photoisomerization-induced patterning of ion-pairing materials based on anionic azobenzene and its complex with a 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 Yabuuchi Yuta, Minowa Yu, Kajii Hirotake, Nagano Shusaku, Fujii Akihiko, Ozaki Masanori	4. 巻 7
2. 論文標題 Direction Selectable Ultra Highly Oriented State of Donor/Acceptor Conjugated Polymer Induced by Slow Bar Coating Process	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 2100313 ~ 2100313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aelm.202100313	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 Kitamura Issei, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	4. 巻 727
2. 論文標題 Photo-triggered surface relief formation of polystyrene films based on the Marangoni flow driven by a surface photoresponsive skin layer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 52 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2021.1946966	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 Mitsuo, Iijima Yuta, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	4. 巻 11
2. 論文標題 Simple linear ionic polysiloxane showing unexpected nanostructure and mechanical properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8 (17683)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-97204-8	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 Onishi Katsuto, Ohtani Shunsuke, Kato Kenichi, Fa Shixin, Sakata Yoko, Akine Shigehisa, Ogasawara Moe, Asakawa Hitoshi, Nagano Shusaku, Takashima Yoshinori, Mizuno Motohiro, Ogoshi Tomoki	4. 巻 13
2. 論文標題 State- and water repellency-controllable molecular glass of pillar[5]arenes with fluoroalkyl groups by guest vapors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 4082 ~ 4087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2SC00828A	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 Kitamura Issei, Kato Keisuke, Berk Rafael Benjamin, Nakai Takashi, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	4. 巻 10
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 1~10
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hara Mitsuo, Wakitani Naoyuki, Kodama Atsuki, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	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 Nishida Takenori, Satoh Kotaro, Nagano Shusaku, Seki Takahiro, Tamura Masazumi, Li Yingai, Tomishige Keiichi, Kamigaito Masami	4. 巻 9
2. 論文標題 Biobased Cycloolefin Polymers: Carvone-Derived Cyclic Conjugated Diene with Reactive exo-Methylene Group for Regioselective and Stereospecific Living Cationic Polymerization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 1178~1183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.0c00479	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 Matsunaga Kohei, Kukai Wataru, Ishizaki Manabu, Kurihara Masato, Yamamoto Shunsuke, Mitsuishi Masaya, Yabu Hiroshi, Nagano Shusaku, Matsui Jun	4. 巻 53
2. 論文標題 Formation of Perpendicularly Aligned Sub-10 nm Nanocylinders in Poly(N-dodecylacrylamide-b-ethylene glycol) Block Copolymer Films by Hierarchical Phase Separation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 9601~9610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.0c00838	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 Imanishi Ryota, Nagashima Yuki, Takishima Keisuke, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	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 Shrivastava Udit N., Suetsugu Kota, Nagano Shusaku, Fritzsche Helmut, Nagao Yuki, Karan Kunal	4. 巻 16
2. 論文標題 Cross-correlated humidity-dependent structural evolution of Nafion thin films confined on a platinum substrate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 1190 ~ 1200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SM01731C	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 Ebata Kazuki, Hashimoto Yuki, Yamamoto Shunsuke, Mitsuishi Masaya, Nagano Shusaku, Matsui Jun	4. 巻 52
2. 論文標題 Nanophase Separation of Poly(N-alkyl acrylamides): The Dependence of the Formation of Lamellar Structures on Their Alkyl Side Chains	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 9773 ~ 9780
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b01817	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 Mukai Koji, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	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 Nagao Yuki, Ohno Kazuki, Tsuyuki Shinya, Suetsugu Kota, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku	4. 巻 686
2. 論文標題 Effect of Molecular Orientation to Proton Conductivity in Sulfonated Polyimides with bent backbones	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 84 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2019.1648041	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 Suetsugu Kota, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Shito Keiji, Sato Toshimitsu, Masuhara Akito, Seki Takahiro	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 Mukai Koji, Imai Kenjiro, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	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 Nagao Yuki, Tanaka Teppei, Ono Yutaro, Suetsugu Kota, Hara Mitsuo, Wang Guangtong, Nagano Shusaku, Abe Takashi	4. 巻 300
2. 論文標題 Introducing planar hydrophobic groups into an alkyl-sulfonated rigid polyimide and how this affects morphology and proton conductivity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 333 ~ 340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2019.01.118	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 Kitamura Issei, Oishi Kazuaki, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	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 ~ 2556
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 Imanishi Ryota, Nagashima Yuki, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro	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 Yamakado Ryohei, Haketa Yohei, Hara Mitsuo, Nagano Shusaku, Seki Takahiro, Maeda Hiromitsu	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 Nagano Shusaku	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計104件(うち招待講演 2件/うち国際学会 21件)

1. 発表者名 肥田 直己, 中島 龍長, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 コポリマー化およびポリマーブレンドによる異種メソゲンを混合した液晶性ポリシロキサンの高秩序液晶相の誘起
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 平田 和也, 末次 輝太, Wang Fangfang, 長尾 祐樹, 関 隆広, 永野修作
2. 発表標題 側鎖型液晶性高分子へのプロトン伝導性の付与と光配向
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 中島 龍長, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 側鎖型液晶高分子ブレンドによるスメクチック E 相の誘起
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 渋谷 優真, 牛久 知佳, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 異種メソゲンのランダム共重合化による高次スメクチック相の誘起
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 小久保 伎, 中島 龍長, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 アゾベンゼンメソゲンを含む側鎖型液晶高分子の相溶系ブレンドの光相転移
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 金津 怜央奈, 北村 一晟, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 配向した液晶性アゾベンゼン高分子膜による異方的な光誘起物質現象
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 児玉 篤樹, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 吸湿性官能基を導入したメソポーラスシリカ薄膜の調製
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 河上 知良, 原 光生, 永野 修作, 寄本 佳孝, 下元 浩晃, 井原 栄治, 関 隆広
2. 発表標題 アゾベンゼンを側鎖に有するポリ(置換メチレン)のキャラクタリゼーション
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 Koji Mukai, Mitsuo Hara, Takahiro Seki, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Photoresponsive liquid crystalline polymer brush via block copolymer surface segregation in a binary mixture film
3. 学会等名 The 38th International Conference of Photopolymer Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小久保 伎, 中島 龍長, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 光応答性側鎖型液晶高分子ブレンドの相溶-非相溶スイッチング
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 中島 龍長, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 側鎖型液晶性高分子ブレンドによるハイブリッド液晶相の発現と構造解析
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 平田 和也, 末次輝太, Wang Fangfang, 長尾 祐樹, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 プロトン伝導性液晶高分子を志向したアゾベンゼンメソゲン-アクリル酸共重合体の液晶構造
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 渋谷 優真, 肥田 直己, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 異種メソゲンのランダム共重合化にて発現する側鎖型液晶性高分子の誘起液晶相の構造解析
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 肥田 直己, 中島 龍長, 小久保 伎, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 異種メソゲンの混合による誘起スメクチック相の発現と液晶配向
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 金津 怜央奈, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 液晶性アゾベンゼン高分子薄膜における温度に依存した光物質移動方向
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 姚 禹澤, Liu Miaomiao, 渡邊隼人, 原 光生, 永野修作, 長尾祐樹
2. 発表標題 オリゴオキシエチレン側鎖を有するスルホン化ポリイミド薄膜におけるリオト ロピック液晶性とプロトン伝導
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 小久保 伎, 中島龍長, 肥田直己, 関 隆広, 永野修作
2. 発表標題 側鎖型液晶高分子ハイブリッドの相溶系 非相溶系光スイッチング
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 廣瀬 陸, 肥田直己, 関 隆広, 永野修作
2. 発表標題 ランダムプレーナー配向性側鎖型液晶高分子ブロック共重合体の調製と光配向
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 中島龍長, 肥田直己, 関 隆広, 永野修作
2. 発表標題 側鎖型液晶性高分子ブレンドによるハイブリッド液晶相のスペーサーの効果
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 平田和也, Wang Fangfang, 長尾祐樹, 永野修作
2. 発表標題 サーモトロピック液晶性とプロトン伝導性を両立するアゾベンゼン高分子の調製と光配向
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 児玉篤樹, 鷺山祥平, 原 光生, 永野修作, 関 隆広
2. 発表標題 モノマー単位にジアンモニウム塩をもつ直鎖状ポリシロキサンの湿度応答液晶相
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 中村啓人, 真田ひかる, 北川剛史, 田中 大介, 古市真梨, 原 光生, 永野修作, 関 隆広, 河合 壯, 服部陽平, 内田欣吾, 清水 洋
2. 発表標題 カラミチックーディスコチック双液晶性アルコキシアゾベンゼンートリフェニレンエステル結合体のUV光照射下の液晶相転移
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 河上知良, 滝島啓介, 原 光生, 永野修作, 関 隆広
2. 発表標題 液晶性高分子薄膜の表面にて形成される高次液晶相
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 永野修作
2. 発表標題 Designed surfaces of side-chain liquid-crystalline polymer films by surface segregation
3. 学会等名 2021年高分子コロキウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Kokubo, Tatsunaga Nakajima, Naoki Hida, Takahiro Seki, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Photoinduced phase transition of compatible polymer blends of side-chain liquid crystalline polymers containing azobenzene mesogens
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuma Shibuya, Naoki Hida, Takahiro Seki, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Effect of spacer length on induced SmE phase in side-chain liquid crystalline copolymers by random copolymerization
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuya Hirata, Wang Fangfang, Yuki Nagao, Takahiro Seki, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Proton conductive side-chain liquid crystalline polymer system and photoalignment
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tatsunaga Nakajima, Naoki Hida, Takahiro Seki, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Induced smectic E phase in binary polymer blends of in side-chain liquid crystal polymers
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuze Yao, Miaomiao Liu, Hayato Watanabe, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Yuki Nagao
2. 発表標題 Lyotropic liquid crystal property and organized structure in sulfonated polyimide thin films with oligooxyethylene side chains
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Reona Kanazu, Mitsuo Hara, Syusaku Nagano, Takahiro Seki
2. 発表標題 Anisotropic SRG formation systems in monoaxially oriented liquid crystalline polymer films
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoki Hida, Tatsunaga Nakajima, Takumi Kokubo, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki
2. 発表標題 Induced highly ordered smectic phases in side-chain liquid crystal polysiloxanes with binary mesogen mixtures by copolymerization and blending
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永野 修作
2. 発表標題 Surface designs of side-chain liquid-crystalline polymer films by surface segregation
3. 学会等名 2021年ナノ構造・物性-ナノ機能・応用部会 合同シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 肥田 直己, 中島 龍長, 小久保 伎, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 Appearances of highly ordered smectic phase by mixing heterogeneous mesogens i n side chain liquid crystal polysiloxane
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金津 怜央奈, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広
2. 発表標題 Induction of anisotropic mass transfer by controlling liquid crystal orientation and mass transfer direction
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中島 龍長, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 Induced highly ordered smectic phase in binary polymer blends of liquid crystal polymers with different spacers
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渋谷 優真, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 Effect of spacer lengths on appearance of the highly ordered Smectic phases by random copolymerization in side-chain liquid crystalline polymers with binary mesogens
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小久保 伎, 中島 龍長, 肥田 直己, 関 隆広, 永野 修作
2. 発表標題 Photocontrol of compatible and incompatible phases in photoresponsive side-chain liquid crystalline polymer blends
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平田 和也, Wang fangfang, 長尾 祐樹, 永野 修作
2. 発表標題 Induced random planar orientation of liquid crystalline copolymer with amphiphilic side-chains by surface segregation of block copolymer
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuya Hirata, Fangfang Wang, Yuki Nagao, Shusaku Nagano
2. 発表標題 Introducing proton conductivity to an azobenzene side-chain liquid crystalline polymer and photoalignment
3. 学会等名 The 102nd CSJ Annual Meeting (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古市真梨、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 Orientation behavior of liquid crystalline polymers sandwiched between solid interfaces
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北村一晟、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 Photoinduced mass transfer propagated from a topmost photoresponsive skin layer
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹下智也、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 吸湿性ブロックコポリマーの湿度応答マイクロ相分離構造
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金津怜央奈、北村一晟、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 原子間力顕微鏡を用いた光応答性液晶高分子膜の表面粘弾性測定
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥田直己、滝島啓介、今西亮太、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 異種メソゲンの混合による高秩序スメクチック相の誘起
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北村一晟、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 光応答スキン層のマランゴニ効果を利用した新規表面パターンニング手法
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 北村一晟、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 膜最表面の光応答スキン層による液晶高分子膜の表面形状コマンドサーフェス
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古市真梨 原光生 永野修作 関隆広
2. 発表標題 固体および高分子界面における液晶性高分子の配向および光配向
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬田蒼、原光生 永野修作 関隆広
2. 発表標題 Smectic E相を導入したヘテロスメクチックラメラ構造の光配向制御
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金津怜央奈、北村一晟、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 配向液晶性アゾベンゼン高分子膜による異方的な光誘起物質移動
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊隼人、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 液晶共展開法を用いたPVDF-HFP薄膜の調製と配向制御
3. 学会等名 第19回産官学接着若手フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金津怜央奈、北村一晟、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 液晶性アゾベンゼン高分子の光配向による異方的な光誘起物質移動現象
3. 学会等名 第19回産官学接着若手フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥田直己、滝島 啓介、今西亮太、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 異種メソゲンの混合による側鎖型液晶ポリシロキサンの高秩序スメクチック相の誘起
3. 学会等名 第19回産官学接着若手フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古市真梨、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 固体界面における液晶性高分子の配向および光配向
3. 学会等名 日本液晶学会 液晶物理・物性フォーラム、分子配向エレクトロニクスフォーラム合同企画「学生・若手研究者ネットワーキングイベント」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 滝島 啓介、原光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶 - アルキル側鎖からなるランダム共重合体が構築する長距離秩序ヘテロスメクチック構造
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東 瞭太、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶メソゲン側鎖とアモルファス側鎖を持つランダム共重合体のラメラ構造の構築および配向制御
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯島 雄太、竹下 智也、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 ポリシロキサンと液晶からなる階層構造の湿度制御
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北村 一晟、Berk Rafael Benjamin、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 最表面の光応答層から伝播する光誘起物質移動
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
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) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Takishima, M. Hara, S. Nagano, T. Seki
2. 発表標題 Long-range Ordered Hetero Smectic Structure Constructed by Random Copolymers with Azobenzene and Alkyl Side Chain
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Iijima, M. Hara, S. Nagano, T. Seki
2. 発表標題 On-demand Phase Transition of Organic-inorganic Hybrid with Lyotropic Liquid Crystal and Polysiloxane
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Higashi, M. Hara, S. Nagano, T. Seki
2 . 発表標題 Photoalignment Control of Hetero Lamellar Structure of Random Copolymer with Liquid Crystalline Azobenzene and Oligo(Methyl Methacrylate) Side Chains
3 . 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Mari Furuichi, Mitsuo Hara, Shusaku Nangano, Takahiro Seki
2 . 発表標題 Mesogenic Aggregation Properties in Hetero Smectic Lamellar Structure Influenced by side-chain Liquid Crystalline Polymer Structure
3 . 学会等名 23th International Symposium Advanced Display Materials and Devices (ADMD2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Aoi Seta, Mitsuo Hara, Shusaku Nangano, Takahiro Seki
2 . 発表標題 Liquid crystallinity and Long-range order of hetero smectic lamellar structures consisting of mesogenic and POSS side chains
3 . 学会等名 23th International Symposium Advanced Display Materials and Devices (ADMD2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Bingjie Wang, Mitsuo Hara, Shusaku Nangano, Takahiro Seki
2 . 発表標題 Polymer Brush Formation of Amphiphilic Liquid Crystalline Block Copolymers via Surface-segregation and self-assembly
3 . 学会等名 23th International Symposium Advanced Display Materials and Devices (ADMD2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下 智也、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 吸湿性シロキサンフォトポリマーによる界面活性剤ナノ構造の制御
3. 学会等名 第23回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊 隼人、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 水面への液晶assist法を用いたポリフッ化ピニリデン薄膜の調整と配向制御
3. 学会等名 第23回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古市 真梨、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラ構造の側鎖型液晶高分子構造と会合特性
3. 学会等名 第23回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬田 蒼、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 SmE相を導入したヘテロスメクチックラメラ構造の層内メソゲン配列と長距離秩序
3. 学会等名 第23回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 王 冰潔、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 両親媒性共重合体の表面偏析と自己集合による液晶高分子ブラシの構築
3. 学会等名 第23回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬田 蒼、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラ構造におけるメソゲンの面内配列と長距離秩序
3. 学会等名 東海高分子研究会夏季合宿
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下智也、原光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 自己架橋型吸湿性シロキサンフォトポリマーによる界面活性剤の形態制御とメソポーラス材料への展開
3. 学会等名 東海高分子研究会夏季合宿
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古市真梨、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラ構造の側鎖型液晶高分子構造とメソゲン会合特性
3. 学会等名 東海高分子研究会夏季合宿
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊隼人、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 気水界面にて液晶共展開法を用いたPDVF薄膜の調製と配向構造評価
3. 学会等名 東海高分子研究会夏季合宿
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北村一晟、RAFAEL Benjamin Berk、原 光生、永野修作、関隆広
2. 発表標題 最表面の光応答性スキン層から伝播する光誘起物質移動現象
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 滝島啓介、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶 アルキル側鎖をもつランダム共重合体が構築する長距離秩序ヘテロスメクチック構造
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東 瞭太、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 スメクチック液晶側鎖とアモルファスなグラフト側鎖を持つランダム共重合体のラメラ構造と光配向制御
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬田 蒼、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラ構造の層内メソゲン配列と長距離秩序
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下智也、原光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 吸湿性シロキサンフォトポリマーを用いた界面活性剤ナノ構造の制御
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古市真梨、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラ相の液晶基および主鎖構造と会合特性
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊隼人、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶共展開法を用いたPVDF薄膜の調製と構造解析
3. 学会等名 2019年液晶討論会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東 瞭太、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶アゾベンゼン側鎖とアモルファスなグラフト側鎖を持つランダム共重合体のラメラ構造と光配向制御
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬田 蒼、原 光生、永野修作、関 隆広
2. 発表標題 スメクチックE相を導入したヘテロスメクチックラメラ構造の液晶秩序と光配向
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬田 蒼、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 スメクチック E 相の導入によるヘテロスメクチックラメラ構造の高秩序化
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 竹下 智也、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 吸湿性シロキサンフォトポリマーを用いた界面活性剤ナノ構造の湿度制御と光固定
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 古市 真梨、原 光生、永野 修作、関 隆 広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラにおける主鎖構造の影響とメソゲン 会合特性
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 渡邊 隼人、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶共展開法を用いたポリフッ化ビニリデン薄膜の調製と配向構造
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 Tomoya Takeshita, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki
2. 発表標題 Control of surfactant nanostructures by humidity in hygroscopic siloxane photopolymer
3. 学会等名 Federation of Asian Polymer Societies Polymer Congress Polymers for Cutting-edge Technological Innovations (FAPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hayato Watanabe, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki
2. 発表標題 Preparation of PVDF thin films by modified Langmuir-Shaefer method and their structural analysis
3. 学会等名 Federation of Asian Polymer Societies Polymer Congress Polymers for Cutting-edge Technological Innovations (FAPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Issei Kitamura, R. B . Berk, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano and Takahiro Seki
2 . 発表標題 Photoinitiated mass transfer propagated from a topmost photoresponsive skin layer
3 . 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Keisuke Takishima, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano and Takahiro Seki
2 . 発表標題 Long-range Ordered Hetero Smectic Lamellar Structure Induced by Random Copolymers with Liquid Crystalline and Alkyl Side Chain
3 . 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Higashi, M. Hara, S. Nagano and T. Seki
2 . 発表標題 Photoalignment Control of Sub-10 nm Lamellar Structure of Random Copolymers with Azobenzene and Oligo(Methyl Methacrylate) Side Chains
3 . 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2019)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Aoi SETA, Mitsuo HARA, Shusaku NAGANO and Takahiro SEKI
2 . 発表標題 Intra-layer mesogen alignment and long-range order of hetero smectic lamellar structures incorporating smectic E phase
3 . 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Mari Furuichi, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano and Takahiro Seki
2. 発表標題 Mesogenic Aggregation Properties in Hetero Smectic Lamellar Structure Affected by Side-chain Liquid Crystalline Polymer Structure
3. 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊 隼人、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 気水界面への両親媒性液晶分子共展開によるPVDF薄膜の調製と配向構造評価
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東 瞭太、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶側鎖とアモルファスな側鎖からなるボトルブラシ型ランダム共重合体のラメラ構造の構築及び配向制御
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古市 真梨、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 ヘテロスメクチックラメラ構造の側鎖型高分子液晶構造と会合特性
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬田 蒼、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 SmE相を導入したヘテロスメクチックラメラ構造における平面性と長距離秩序の評価
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下 智也、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 吸湿性シロキサンフォトポリマー中における界面活性剤ナノ構造の制御
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 滝島 啓介、原光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 アゾベンゼン アルキル側鎖をもつランダム共重合体が構築する長距離秩序ヘテロスメクチックラメラ構造
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北村 一晟、RAFAEL Benjamin Berk、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 最表面の光応答層から伝播する光誘起物質移動現象
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末次 輝太、原 光生、関 隆広、長尾 祐樹、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 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 滝島 啓介、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶 - アルキル側鎖からなるランダム共重合体が構築する長距離秩序ヘテロスメクチックラメラ構造
3. 学会等名 2019 年度 繊維学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東 瞭太、原 光生、永野 修作、関 隆広
2. 発表標題 液晶側鎖とアモルファス側鎖を持つ ランダム共重合体のラメラ構造の構築および 配向制御
3. 学会等名 2019 年度 繊維学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末次 輝太、原 光生、関 隆広、長尾 祐樹、永野 修作
2. 発表標題 光応答性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 2019 年度 繊維学会年次大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

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 333
3. 書名 光機能性有機・高分子材料における新たな息吹（市村國宏編集）第5編超薄膜とホストゲスト 第1章「液晶ブロック共重合体薄膜におけるマイクロ相分離構造の動的配向制御」	

〔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
---------	---------