

令和 6 年 5 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01983

研究課題名（和文）光重合と光配向の同時制御システムの開拓

研究課題名（英文）Development of simultaneous control system for photopolymerization and photoalignment

研究代表者

関 隆広（Seki, Takahiro）

名古屋大学・工学研究科・名誉教授

研究者番号：40163084

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：近年発展した光制御重合と光配向の手法と融合し、光照射にて重合を制御しながら同時に光配向を施す、これまでにない光応答重合システムの創出を目指した。

RAFT剤にフルオロカーボン鎖部位を導入し、このRAFT剤をモノマー分子に少量混合させて、表面偏析させ、イリジウム錯体の光触媒の存在下、光重合させる条件を種々検討し、構造評価を行った。顕著な成果として、RAFT剤に導入したフッ素とイオウ原子をプローブとして空気界面からの重合の進行するプロセスをXPS分光により捉えることに成功した。当初の目的であった、光配向を同時に達成する実証にはまだ至っておらず、今後の引き続きの課題として残された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

RAFT重合の研究はここ数年での発展が著しい。基板表面からのグラフト重合も報告されているが、本研究で行った空気界面からの液晶物質のRAFT重合は初めての試みであり、新たな薄膜重合系の提案である。モノマー薄膜からの光重合系の実施について多くの知見を得た。高分子薄膜での重合プロセスにおける新たな手法提案となるとともに、高分子表面加工法が開発される可能性もある。当初期待していなかった結果として、RAFT剤の片方の部位を空気側に留まるフルオロカーボンを導入して、膜の深さ方向の元素分布を重合時にモニターすることにより、モノマーがジチオエステル部分に挿入され重合していく様子をとらえることに成功した。

研究成果の概要（英文）：This project was undertaken to create a photoresponsive polymerization system that simultaneously applies photoalignment by combining the recently developed methods of photopolymerization and photoalignment of liquid crystalline (LC) materials.

A fluorine moiety was introduced into a commercially available RAFT agent, the RAFT agent was mixed with a LC monomer, surface segregation, and photopolymerization conditions were examined in the presence of a photocatalyst of an iridium complex, and the structure was evaluated. In addition, we succeeded in monitoring the process of polymerization from the free surface using fluorine and sulfur atoms introduced into the RAFT agent by XPS spectroscopy. It has not yet reached the point of demonstrating that the simultaneous photoalignment, which was the original target, and it remains a continuing issue in the future.

研究分野：高分子化学

キーワード：光配向 光重合 RAFT重合 液晶

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、リビングラジカル重合に位置づけられる重合法が多様化している。特に、温度、pH、光、レドックス、力学的刺激等の外部刺激で重合反応を制御する手法開発が盛んである(参考: Bielawski et al., *Chem. Rev.*, **116**, 1969 (2016))。中でも光刺激による重合反応制御はリモートで精度よく制御でき、系によっては完全に可逆的にオン/オフできる特長があり、今後の発展が大いに期待される(参考: Johnson et al., *Chem. Rev.*, **116**, 10167 (2016))。また、可逆的付加開裂連鎖移動重合(Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer (RAFT))は、通常のラジカル開始反応に RAFT 剤を混ぜるだけでよい手軽さから、この重合反応を利用した研究が近年急増している。

Boyer らは、イリジウム錯体等を光電子移動剤(Photoinduced Electron Transfer (PET))として組み込んだ RAFT 重合(PET-RAFT)系では、広範な種類のモノマーを対象とでき、また環境の酸素の影響を受けにくい特長があることを報告している(Boyer et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **136**, 5508 (2014), *Chem. Soc. Rev.*, **47**, 4357 (2018))。当研究では、研究が順調に進捗すれば、薄膜への光照射やパターン露光の操作を想定したために、空气中で容易にハンドリングできる PET-RAFT 重合に着目した。

一方、液晶分子の光配向制御は、アゾベンゼン等の光反応性分子を基板上に設け、基板表面への液晶分子のアンカリング状態の変化を利用する。垂直と水平配向のスイッチング、さらには直線偏光(以降は単に偏光と称する)を用いることで水平方向に任意の方向へ液晶分子の配向を制御できる。この表面光配向現象は、1988年に申請者も含む織高研グループ(Ichimura, Seki et al., *Langmuir*, **4**, 1214 (1988))が最初に見出したものであるが(コマンドサーフェス)、約20年経過した2009年以降液晶ディスプレイのラビングに代わる液晶配向技術として応用されはじめ、現在は液晶ディスプレイの製造産業に大きく貢献している技術へと成長している。

最近になり、申請者らは液晶高分子の薄膜では、基板表面のみならず、空気側の自由界面側からの光配向が可能であることを見出しており(Fukuhara, Nagano, Hara, Seki, *Nat. Commun.*, **5**, 3320 (2014), Nakai, Hara, Nagano, Seki et al., *Langmuir*, **32**, 909 (2016))。光配向手法の可能性がさらに多様化している。空気側からの制御は新たな光記録方式や光学素子の作製技術としての展開が期待される。

2. 研究の目的

本研究では、同一波長の光で重合制御と配向制御ができることに着目して、光オン/オフに液晶光配向制御を同時に組み込む重合系の提案・実証を行うことを目的とする。イリジウム錯体を用いた光制御重合、そしてアゾベンゼン液晶の光配向とともに450 nm 付近の青色光を用いる。従って、450 nm 付近の一つの光源を用いて、これらの同時操作が期待できる。固体基板界面からの制御、自由界面からの制御に加え、本研究ではこれらの制御に重合系を組み込む。膜への光パターンニング照射を行うことで、さらに高度な光操作を行うことも可能であると考えられる。

3. 研究の方法

1) 液晶系 PET-RAFT 重合の予備的検証

予備段階として、例えばアゾベンゼンを有するメタクリレートモノマーおよび光に不活性なシアノビフェニルメタクリレートモノマー中に、右に示した市販の RAFT 剤および光電子移動剤（イリジウム錯体）を溶解させて石英基板で挟み、436 nm の照射を行い PET-RAFT 重合の挙動を観測する。

b. 光応答性 RAFT 剤の合成

RAFT 剤を安定に空気界面側に配置させるために、フルオロカーボンを導入した RAFT 剤を合成し、光 RAFT 重合に用いる。膜中でのこの重合が良好に進むことが判明すれば、アゾベンゼンを有する RAFT 剤を新たに合成するこれらの RAFT 剤を用いて a)と同様な観測を行う。

c. 光重合の実証と膜のキャラクタリゼーション

重合して液晶性を示すシアノビフェニル系メタクリレートをモノマーとして用い、フッ素を導入した RAFT 剤とイリジウム錯体を混合し成膜を行う。分子配向のみならず、膜形態変化も注視しながら研究を進める。

4. 研究成果

シアノビフェニル系メタクリレートをモノマー、フルオロカーボン鎖を導入した RAFT 剤、イリジウム錯体を混合してスピンコートで製膜し、温度や雰囲気、重合に用いる光の光量等の最適化を行った。重合には加熱を要するため、重合下でモノマー膜に dewetting が生じる不具合が生じた。そのために基板上面に単分子膜レベルの膜厚のシアノビフェニル系ポリマーを共有結合で修飾し、その基板を用いることで dewetting を抑えることができた。光重合は空気雰囲気下では良好に進行しなかったため、窒素雰囲気下で行った。イリジウム錯体が膜中で均一に存在していなかったためであると思われる。適切な光照射条件と温度にて、重合は良好に進行することがわかった。クロロホルム溶液をスピンコートし、上記のブレンド薄膜に対して窒素雰囲気下において 450 nm 光を 60 分照射することで、重合反応を進行させた。

本研究では、RAFT 剤の末端に表面自由エネルギーの低いフルオロカーボン部位を修飾することで、自発的に空気界面に偏析するような RAFT 剤の設計・合成を行った。そして、その RAFT 剤を利用することで、空気界面を起点とする表面開始重合による側鎖型のビフェニル高分子液晶薄膜（PCB6MA）の調製を行った。なお、このモノマーは液晶状態を発現せず、重合することで液晶状態となる。

得られた PCB6MA 薄膜に対する深さ方向分析イオンエッチングしながら XPS 測定することで、重合が進行する過程での膜厚方向でのフッ素原子及びイオウ原子の分布を観測した。この XPS 測定から、RAFT 剤に導入したパーフルオロアルキル基の鎖長が長いほど、より優れた表面偏析能を示すことが示唆された。反応時間の進行ごとに XPS 測定を行うことで、この重合反応がブレンド薄膜の空気界面にて開始され、分子量の増大とともに基板側へと反応が伝播していることが示された。従って、本研究にて提案した重合法は空気界面を起点とする表面開始重合であることを確認できた。得られた PCB6MA 薄膜の構造評価を GI-SAXS 測定を用いて行ったところ、CB6MA は面内配向した（メソゲンが水平に配向した）スメクチック A 相を、長鎖のフルオロカーボン基は空気界面において面外配向した結晶構造をそれぞれ形成していることがわかった。また、CB6MA が形成するスメクチック A 相は、等方相を示す温度以上まで加熱すると失われ、再度、液晶温度まで降温すると、液晶構造が再生した。

本研究にて開発した空気界面を起点とする表面開始重合法は、高分子薄膜の調製法としては従来にないアプローチであり、高分子合成の新たなプラットフォームの構築に繋がるものであると期待する。また、今後本重合法による高密度高分子ブラシの調製が可能となれば、従来の固体基板を起点とするアプローチとは異なる特色を出せるプラットフォームとなるものと期待される。本研究の目的は光重合と光配向性の同時制御を目指したものであるが、光配向性の付与まで研究期間内に実現するには至らなかった。しかし、本研究で側鎖型液晶高分子膜を空気界面側からの光重合で形成させる良好な条件等を見出しているため、光重合と光配向の同時制御は近い将来に実現できるものと思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Mitsuo Hara, Ayaka Masuda, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 13
2. 論文標題 Alignment and Photofixation of Chromonic Mesophase in Ionic Linear Polysiloxanes Using a Dual Irradiation System	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 326 (11 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst13020326	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 Chikara Kawakami, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 39
2. 論文標題 Induction of Highly Ordered Liquid Crystalline Phase of an Azobenzene Side Chain Polymer by Contact with 4'-Pentyl-4-cyanobiphenyl: An In Situ Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 619-626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.2c02950	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 Naoki Hida, Tatsunaga Nakajima, Mitsuo Hara, Takahiro Seki, Shusaku Nagano	4. 巻 44
2. 論文標題 Induced smectic E phase in a binary blend of side-chain liquid crystalline polymers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Macromolecular Rapid Communications	6. 最初と最後の頁 2200761(5 page)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/marc.202200761	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 Mari Furuichi, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 12
2. 論文標題 The Effect of a Topcoat with Amorphous Polymer Layers on the Mesogen Orientation and Photoalignment Behavior of Side Chain Liquid Crystalline Polymer Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 9410 (13 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app12199410	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 Mitsuo Hara, Yuuma Ueno, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 78
2. 論文標題 Water-Retentive/Lipophilic Amphiphilic Surface Properties Attained by Hygroscopic, Polysiloxane Ultrathin Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 169-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2115/fiberst.2022-0021	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, Atsuki Kodama, Shohei Washiyama, Yoshihisa Fujii, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 55
2. 論文標題 Humidity-Induced Self-Assembled Nanostructures via Ion Aggregation in Ionic Linear Polysiloxanes,	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 4313-4319
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.2c00404	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 Mina Han, Ikue Abe, Jihun Oh, Jaehoon Jung, Young Ji Son, Jaegeun Noh, Mitsuo Hara, Takahiro Seki	4. 巻 2
2. 論文標題 Solvent- and light-sensitive AIEE-active azo dye: From spherical to 1D and 2D assemblies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 965 (16 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms23020965	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 該当する

1. 著者名 Mitsuo Hara, Ryota Oguri, Shingo, Sarkar, Shusaku Nagano, Takahiro Seki	4. 巻 95
2. 論文標題 Crystallization-Induced Uniform Nanodots Formation of Titanium Dioxide Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 216-220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210391	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 Dongyu Zhang, Danqing Liu, Takashi Ubukata, Takahiro Seki	4. 巻 95
2. 論文標題 Unconventional Approaches to Photo-assisted Dynamic Surface Morphing on Polymer Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 138-162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210348	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 該当する

1. 著者名 関 隆広	4. 巻 65
2. 論文標題 高分子と液晶と界面--データ駆動型手法への期待	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 表面と真空	6. 最初と最後の頁 27-32
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 関 隆広	4. 巻 25-4
2. 論文標題 先人の偉業と雑感	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 202-203
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 Yuya Doi, Mitsuo Hara, Takahiro Seki, Atsushi Takano, Ishida, Uneyama, Masubuchi	4. 巻 55
2. 論文標題 Preparation and Characterization of Two-Dimensional Sheet-Shaped Poly(methyl methacrylate) Synthesized by γ -Ray Polymerization in Nanoclay Template	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 957-965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-023-00795-4	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 97
2. 論文標題 Surface-mediated dynamic cooperative motions in azobenzene polymer films	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bulcsj/bcsj.20230219	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 Jialei He, Sizhe Liu, Guohao Gao, Miki Sakai, Mitsuo Hara, Yutoi Nakamura, Hideo Kashida, Takahiro Sekiu, Yukikazu Takeoka	4. 巻 11
2. 論文標題 Particle Size Controlled Chiral Structural Color of Monodisperse Cholesteric Liquid Crystals Particles	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2300296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202300296	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 441
2. 論文標題 空気界面の光応答に基づく液晶システム	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 東京理科大学科学教養誌「科学フォーラム」	6. 最初と最後の頁 2-5
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33件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Photoalignment and Surface Morphing of LC Polymer Films from the Top Surface
3. 学会等名 Annual Meeting of Taiwan Liquid Crystal Society (2022 TLCS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 光応答高分子システム---織高研、資源研、名古屋大にて
3. 学会等名 東京工業大学化学生命科学研究so 講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Light-driven Photoalignment and Surface Morphing in Polymer Films from the Top Surface
3. 学会等名 RadTech Asia 2022（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 光応答システム構築における空気側界面の活用
3. 学会等名 第40回高分子表面研究会基礎講座 （招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 分子集合に基づく光応答ソフトマテリアル構築の新手法の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会（招待講演）
4. 発表年 2022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 アゾベンゼン高分子薄膜表面にて誘起される高次液晶相
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田 大輔 ・原 光生 ・関 隆広
2. 発表標題 自由界面を起点とした RAFT 光重合による側鎖型液晶高分子薄膜の調製
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上 知良, 原 光生, 関 隆広
2. 発表標題 自由界面を起点とする光RAFT重合を用いた側鎖型液晶高分子薄膜の調製
3. 学会等名 2022年繊維学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上 知良, 原 光生, 関 隆広
2. 発表標題 液晶性高分子薄膜の表面から形成されるハイブリッド液晶相
3. 学会等名 第60 回日本接着学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田大輔, 原 光生, 関 隆広
2. 発表標題 自由界面を開始点とする光RAFT 重合による側鎖型液晶高分子薄膜の調製
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上 知良、原 光生、関 隆広
2. 発表標題 アゾベンゼン高分子薄膜近傍の低分子液晶の高秩序化
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上知良・原 光生・関 隆広
2. 発表標題 液晶性高分子薄膜近傍にて誘起される低分子液晶の高秩序化
3. 学会等名 第73回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上知良、原光生、関隆広
2. 発表標題 河上知良、原光生（名大・名誉）関隆広
3. 学会等名 2022年繊維学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上 知良 ・ 原 光生 ・ 関 隆広
2. 発表標題 液晶光配向膜近傍にて高秩序化する液晶相
3. 学会等名 第31回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Surface-mediated photoalignment of Liquid Crystalline Polymers
3. 学会等名 Spring Meeting of Polymer Society of Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 光を使った高分子薄膜の配向と形態制御の新たな展開
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 New strategies for Photoalignment and Surface Morphing in Photoreponsive Liquid Crystalline Polymers
3. 学会等名 2021年WEB光化学討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 Photo-triggered mass transport driven from the film surface
3. 学会等名 Optics in Liquid Crystals (OLC2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chikara Kawakami, Mitsuo Hara, Keisuke Takishima, Shusaku Nagano, Takahiro Seki
2. 発表標題 Specific molecular orientation and structure induction at the interface between nematic liquid crystal and azobenzene polymer film
3. 学会等名 Optics in Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 空気側の界面から操作する高分子膜の配向と構造
3. 学会等名 21-2フォトリソポリマー研究会 (高分子学会) (招待講演)
4. 発表年 2021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 ラドテック研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 高分子膜における空気表面の役割--液晶配向と表面レリーフ形成の観点から--
3. 学会等名 第180回粘着研究会例会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 液晶物質の光配向技術と最近の展開
3. 学会等名 新化学技術推進協会 電子情報技術部会 ナノフォトリクスエレクトロニクス交流会 講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 自由界面を介した分子配向と表面形状の誘起
3. 学会等名 東京理科大学研究推進機構総合研究院界面科学研究部門2023夏季シンポジウム （招待講演）
4. 発表年 2023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と新たな展開
3. 学会等名 第 54 回 UV/EB 技術入門講座実践編 （招待講演）
4. 発表年 2023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 ラドテック研究会勉強会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関 隆広
2. 発表標題 合成二分子膜被覆ナイロンカプセルから光応答液晶システムへ
3. 学会等名 バイオ・高分子勉強会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Takahiro Seki
2. 発表標題 New Aspects in Surface-mediated LC Photoalignment
3. 学会等名 11th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 古田大輔、原光生、竹岡敬和、関隆広
2. 発表標題 表面偏析現象を利用した側鎖型液晶高分子薄膜の調製
3. 学会等名 第24回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田大輔、原光生、竹岡敬和、関隆広
2. 発表標題 表面偏析を利用した光重合による側鎖型液晶高分子薄膜の調製
3. 学会等名 第61回日本接着学会年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田大輔、原光生、竹岡敬和、関隆広
2. 発表標題 空気界面からの光重合により調製した側鎖型液晶高分子薄膜
3. 学会等名 東海高分子研究会講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田大輔、原光生、竹岡敬和、関隆広
2. 発表標題 表面偏析開始剤から調製される側鎖型液晶高分子薄膜：光重合条件の検討
3. 学会等名 2023年液晶学会討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田大輔、原光生、竹岡敬和、関隆広
2. 発表標題 表面偏析開始剤を利用した光重合により調製された側鎖型液晶高分子薄膜
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 関 隆広	4. 発行年 2022年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 2
3. 書名 高分子材料の事典(中條善樹ら編) 6 基礎編, C機能性高分子, 6-21 光反応性高分子	

1. 著者名 Takahiro Seki, Nobuhiro Kawatsuki	4. 発行年 2021年
2. 出版社 De Gruyter	5. 総ページ数 20
3. 書名 Photoalignment of Liquid Crystalline Polymers Attained from the free Surface, chapter 10, Nonconventional Liquid Crystals and Their Applications (Sandeep Kumar & Wei Lee Eds.)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>名古屋大学 大学院工学研究科 有機・高分子化学専攻 高分子化学講座 高分子組織化学グループ http://www.chembio.nagoya-u.ac.jp/labhp/polymer3/index-j.html</p>

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	原 光生 (Hara Mitsuo) (10631971)	名古屋大学・工学研究科・助教 (13901)	

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