

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 20 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25288088

研究課題名(和文) 強誘電性柱状液晶ポリマーシートを用いた高速・微細な分子アレンジメント技術の確立

研究課題名(英文) Realization of fast and fine molecular arrangement technology by using ferroelectric columnar liquid crystalline polymer sheets

研究代表者

岸川 圭希 (Kishiikawa, Keiki)

千葉大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：40241939

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：電圧印加により分極方向を反転することができる新規柱状液晶化合物を合成し、重合反応によりその分極状態を維持するポリマーシートの作製に成功した。末端プロモ基を有するウレア化合物を原料にしたポリマーシートは、凹凸があり不透明で褐色であったが、末端二重結合のウレア化合物から作製したものは、重合中の体積変化がほとんどないため、透明で平滑なポリマーシートになり、性状が大きく改善された。また、第二次高調波発生(分極によりレーザー光の半分の波長を発生する現象)を利用した顕微鏡の作製にも成功し、分極の状態についての定量的かつ定性的な測定が可能になった。

研究成果の概要(英文)：Novel Columnar liquid crystalline compounds in which their polar directions were switchable by applying a voltage were synthesized, and we successfully obtained their polymer sheets which remain their polarities. Though polymerization of the compound possessing Br groups as its terminal groups gave an uneven and opaque brown polymer sheet, that possessing vinyl groups as its terminal groups produced a flat and transparent polymer sheet. Accordingly, the quality of the polymer sheets were highly improved. Furthermore, a SHG (second harmonic generation) microscope by which polarity of liquid crystalline materials can be measured, has been developed, and it made the quantitative and qualitative observation possible.

研究分野：液晶化学

キーワード：液晶 柱状相 強誘電性 ポリマー 電圧応答 分極 第二次高調波発生 ナノ構造

1. 研究開始当初の背景

強誘電性柱状液晶相は、極性分子が一次元の柱状分子集合体(カラム)を形成し、カラムが規則的に配列した液晶状態であり、外部電場を印加することにより全カラムの分極方向が揃い、外部電場を反転させることにより、その分極方向も反転する。外部電場で分極反転応答するものは、数例報告されており、電場応答性柱状液晶相と呼ばれている。ここで、電場除去後も分極を保持するものが真の意味での強誘電性柱状液晶相であるが、すべての報告では時間経過とともに分極が減少しているため、強誘電性柱状液晶相を確実に達成した例はないと申請者らは考えている。したがって、今後も高速な分極スイッチングかつ安定な分極保持をする柱状液晶相の実現に向けての研究が必要である。当研究室では、最終的に、STM等の微小電極で1カラムごとの分極制御を達成することを目標として研究を続けている。

2. 研究の目的

将来、毛細血管や細胞内で働く分子機械や極小の電子デバイスの開発のために、極めて微小な部品を設計通りにつくる技術が必要になる。そのため、本研究では、分子レベルの部品の簡易な作製を可能にする「分子アレンジメント技術」を確立したい。当研究室では、高速に電場応答し分極を生じる柱状液晶化合物としてウレア誘導体を見出し、このポリマーシート化を試みているが、重合が十分に進行しないなどの問題がある。このポリマー化を完成するとともに、その分極保持について達成することを第一の目的としたい。第二の目的として、外部電場でその表面に分極の微細パターンを形成し、そのパターン上に分子を並べて重合させ、設計通りの形状の微小部品を作製したい。

将来的には、コンピュータで作製した図に基づいて、STM等の微小電極を制御してイメージの読み・書きを行って、そのイメージ上に重合性分子を並べて重合反応により一体化させ、極小のポリマー部品を自動的に繰り返し作製することを実現したい。

3. 研究の方法

(1) 重合性化合物 Br_m -Urea- n (m : 1分子中のプロモ(Br)基の数, n : ウレア分子のアルキル鎖1本当り炭素数)の合成と垂直配向膜の作製および強誘電性の確認。

Br_6 -Urea- n および Cl_6 -Urea- n の合成: 重合性化合物 Br_6 -Urea- n を、ピロガロールを原料として、 $n = 10$ について合成する(図1)。さらに、末端Br基の数を減らした Br_4 -Urea- n 、 Br_2 -Urea- n や Cl に置換した Cl_6 -Urea- n についても合成を行う。

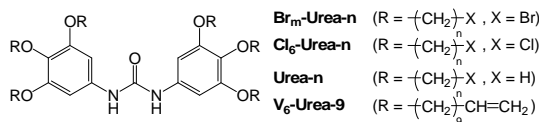


図1. 液晶性ウレア化合物の分子構造

化合物 Br_m -Urea- n ($m = 6, 4, 2$) と Cl_6 -Urea- n について、それぞれ、偏光顕微鏡および示差走査熱量計(DSC)を用いて、液晶性や転移温度をチェックする。

液晶性を示した化合物において、一次元と二次元の粉末X線回折を測定し、柱状構造体の集合状態やその中の分子の運動状態などを調査する。

三角波電圧印加による分極反転電流測定により、強誘電性的挙動を調査する。

(2) SHG 顕微鏡の作製: ラムダビジョン社と共同で、SHG 顕微鏡(図2)の作製を行い、分極構造が測定できることを確認する。

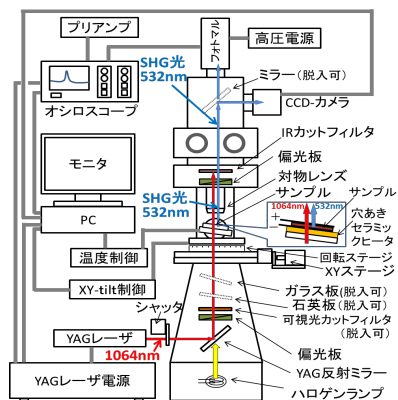


図2. SHG (第二次高調波発生) 顕微鏡の図

(3) ポリマーシートの作製および評価

液晶化合物の重合におけるポリマーシートをカバーガラス上に形成し、液晶温度まで加熱し、高電圧装置(1~5kV)で電界をかけ、二次元X線回折像を測定して垂直配向を確認する。その後、電場を掛けたまま液晶状態で重合反応後、室温~液晶温度で、偏光顕微鏡観察とX線回折で垂直配向を確認する。

ポリマーシートに液晶温度で電圧をかけ、カラムの分極を同一方向に揃える。その後電圧を切ってから、室温まで温度を下げる。蛍光性分子を作用させると、極性基(NHなど)が表面にあるところに吸着する。紫外線照射で蛍光分子の分布を観察し、電圧印加部に蛍光分子が選択的に配列することを観察する。

4. 研究成果

(1) 重合性ウレア化合物 Br_m -Urea- n の合成と垂直配向膜の作製および強誘電性の確認を行い、SHG(第二次高調波発生)測定システムの制作と分極反転の測定を行った。

Br_6 -Urea-10 の合成と精製に成功した。

化合物 Br_6 -Urea-10 の偏光顕微鏡観察を行ったところ、樹状組織が観測され、柱状相であることが確認できた。その異方性から、矩形柱状相であることが判明した。

化合物 **Br₆-Urea-10** の示差熱分析を行ったところ、結晶相-液晶相転移と、液晶相-等方相転移が観測された。偏光顕微鏡観察と一致する結果となった。

液晶化合物 **Br₆-Urea-10** の一次元 X 線回折では、矩形柱状相を示すピークが観測され、二次元 X 線回折では、カラム間に Br が密集して存在していることが見いだされた。

液晶化合物を透明電極と配向膜を有する液晶セルに入れ、液晶相で三角波電圧(200 Vpp, 1 Hz)印加し、分極反転電流ピークを測定した。Br 基脱離に伴い、閾値を有する強誘電性のピークが観測されるようになった。

ラムダビジョンと共同で、顕微 SHG 測定システムの開発に成功した。分極方向が整っている柱状液晶試料にレーザー光線(波長 1064nm)を照射し、SHG 光(532nm)の発生を確認した。末端 Br 基のない化合物 **Urea-10** について電圧を ON-OFF させると SHG が ON-OFF することを確認した。また、分極反転を、SHG 干渉により確認できるようになった。

Br₆-Urea-10 の分極反転挙動の調査および SHG 測定を行ったが、非常に焦げやすく、レーザー光強度を絞ることができる実験(電圧印加による SHG 強度の増減や SHG 強度の保持)は再現性良くできたが、分極反転を確認する SHG 干渉の実験では、レーザー光強度を上げざるを得なく、サンプルの変性で再現性が取れなかった。

Br₆-Urea-10 をガラス基板上に塗布し薄膜とし、液晶状態で部分的に直流電圧印加したところ、全範囲で重合が進行するとともに、印加部には選択的に蛍光色素溶液中の蛍光色素が吸着することが確認できた。また、電圧印加部では親水性の増加が確認された。

(2) ビスウレアを設計合成し、分子間水素結合の強化による分極状態安定化を試みた。

Bisurea-9-16(1,9-bis((3,4,5-trihexadecyloxyphenyl)carbonylamino)nonane) (図 3)の合成に成功した。この化合物はクロロホルム中でゲル化が確認され、分子間水素結合ネットワークが溶液中でも形成されやすいことが判明した。柱状液晶相を示し、三角波電圧印加で分極反転ピークが観測されなかったが、直流電圧印加では SHG 活性があり、電圧 ON-OFF で SHG 強度の増減が確認され、電圧除去後も SHG 強度が一部保持されるなど、強誘電性の確認ができた。

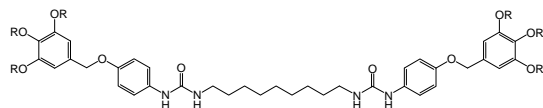


図 3. **Bisurea-9-16** の分子構造 (R = *n*-C₁₆H₃₃)

(3) 重合性超分子ウレア **AcrO₆-SupraUrea-10** (*N,N'*-bis(4-pyridyl)-urea : (3,4,5-tri(acryloyloxyalkyl) -

benzoic acid (1:2 錯体)(図 4)を合成し評価した。柱状液晶相が発現したが、電圧印加による分極反転ピークは観測できなかった。

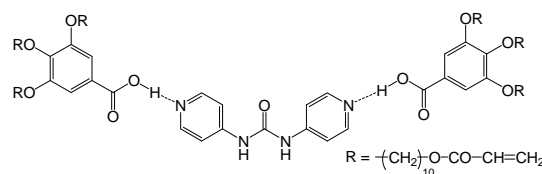


図 4. **AcrO₆-SupraUrea-10**

(4) 末端に二重結合を有する新規重合性ウレア **V₆-Urea-9** (*N,N'*-bis(3,4,5-tri(dodecyloxyphenyl)urea(図 1)の合成と評価。

V₆-Urea-9 を合成したところ、柱状液晶相を示し、分極反転電流ピークを与えた。しかし、SHG 測定では、電圧 OFF 後に強度が 0 になり、分極が消失することが判明した。このように、二重結合を持たない dodecyl 基誘導体と同様の性能と SHG 強度を示した。

V₆-Urea-9 に光開始剤を添加し、液晶状態で光重合を行うと、透明なポリマーシートになることが判明した。さらに、液晶セルの中に、開始剤を添加した末端二重結合のウレアを導入し光重合後に三角波電圧印加を行うと、分極反転ピークが観測された。SHG 測定を行うと電圧印加により SHG が観測され、電圧除去後も SHG 強度は変化せず一定であり、分極が保持されていることが確認できた。

(5) 結語：この 3 年間の研究における多くの試行錯誤の結果、最も本目的に適した末端ビニル基の **V₆-Urea-9** に辿り着き、光重合によりこれまで作製できなかった透明で均一な強誘電性柱状液晶ポリマーシートの作製に成功した。今後は、このシートの性能を向上させ、他の分子をこの上に並べ、重合させることを試み、本プロジェクトを更に前進させたい。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 22 件)

A. Kawamura, M. Kohri, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Surface modification of polydopamine particles via magnetically-responsive surfactants, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 査読有, in press (2016).

M. Kohri, Y. Nannichi, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Biomimetic non-iridescent structural color materials from polydopamine black particles that mimic melanin granules, *J. Mater. Chem. C*, 査読有, 3, 720-724 (2015), DOI: 10.1039/C4TC02383H

K. Kishikawa, T. Inoue, N. Hasegawa, M. Takahashi, M. Kohri, T. Taniguchi, S. Kohmoto, Achiral straight-rod liquid crystals indicating local biaxiality and ferroelectric switching behavior in the smectic A and nematic phases, *J. Mater. Chem. C*, 査読有,

- 3, 3574-3581 (2015), DOI: 10.1039/C5TC00389J
- Y. Sasaki, N. Konishi, M. Kasuya, M. Kohri, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Preparation of size-controlled polymer particles by polymerization of O/W emulsion monomer droplets obtained through phase inversion temperature emulsification using amphiphilic comb-like block polymers, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 査読有, 482, 68-78 (2015), DOI: 10.1016/j.colsurfa.2015.04.019
- K. Kishikawa, T. Watanabe, M. Kohri, T. Taniguchi, M. Takahashi, S. Kohmoto, Effect of the number of chiral mesogenic units and their spatial arrangement in dopant molecules on the stabilization of blue phases, *Liq. Cryst.*, 査読有, 41, 839-849 (2014), DOI: 10.1080/02678292.2014.885599
- M. Kohri, A. Kobayashi, Y. Nannichi, T. Taniguchi, K. Kishikawa, A green approach for the synthesis of fluorescent polymer particles by combined use of enzymatic miniemulsion polymerization with clickable surfmer and click reaction, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 査読有, 39, 57-60 (2014), DOI: org/10.14723/tmrj.39.57
- M. Kohri, Y. Nannichi, H. Kohma, D. Abe, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Size control of polydopamine nodules formed on polystyrene particles during dopamine polymerization with carboxylic acid-containing compounds for the fabrication of raspberry-like particles, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 査読有, 449, 114-120 (2014), DOI: 10.1016/j.colsurfa.2014.02.049
- Y. Sasaki, M. Kohri, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Preparation of polymer nanoparticles via phase inversion temperature method using amphiphilic block polymer synthesized by atom, transfer radical polymerization, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 査読有, 39, 125-128 (2014), DOI: org/10.14723/tmrj.39.125
- H. Kohma, K. Uradokoro, M. Kohri, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Hierarchically structured coatings by colorless polydopamine thin layer and polymer brush layer, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 査読有, 39, 157-160 (2014), DOI: org/10.14723/tmrj.39.157
- K. Kishikawa, S. Aoyagi, M. Kohri, T. Taniguchi, M. Takahashi, S. Kohmoto, Simple and highly efficient chiral dopant molecules possessing both rod- and arch-like units, *Soft Matter*, 査読有, 10, 6582-6588 (2014), DOI: 10.1039/C4SM01214C
- K. Kishikawa, T. Sugiyama, T. Watanabe, S. Aoyagi, M. Kohri, T. Taniguchi, M. Takahashi, S. Kohmoto, Simple and efficient chiral dopants to induce blue phases and their optical purity effects on the physical properties of blue phases, *J. Phys. Chem. B*, 査読有, 118, 10319-10332 (2014), DOI: 10.1021/jp506358h
- M. Kasuya, T. Taniguchi, M. Kohri, K. Kishikawa, T. Nakahira, Preparation of polymer latex particles carrying salt-responsive fluorescent graft chains, *Polymer*, 査読有, 55, 5080-5087 (2014), DOI: 10.1016/j.polymer.2014.08.030
- M. Kohri, H. Kohma, K. Uradokoro, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Fabrication of colored particles covered by dye-bearing colorless polydopamine layer, *J. Colloid Sci. Biotechnol.*, 査読有, 3, 337-342 (2014), DOI: なし
- K. Kishikawa, T. Watanabe, M. Kohri, T. Taniguchi, M. Takahashi, S. Kohmoto, Effect of the number of chiral mesogenic units and their spatial arrangement in dopant molecules on the stabilization of blue phases, *Liq. Cryst.*, 査読有, 41, 839-849 (2014), DOI: 10.1080/02678292.2014.885599
- S. Kohmoto, S. Sekizawa, S. Hisamatsu, H. Masu, M. Takahashi, K. Kishikawa, Crystal Structures of S-Shaped Phenylenediurea Dibenzoic Acids and Their Cocrystals with Melamine: Unusual Zigzag Tape of H-Bonded Melamine Network, *Crystal Growth&Design*, 査読有, 14, 2209-2217 (2014), DOI: 10.1021/cg401754q
- M. Kohri, Y. Nannichi, H. Kohma, D. Abe, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Size control of polydopamine modules formed on polystyrene particles during dopamine polymerization with carboxylic acid-containing compounds for the fabrication of raspberry-like particles, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 査読有, 449, 114 - 120 (2014), DOI: 10.1016/i.colsurfa.2014.02.049
- M. Kohri, H. Kohma, Y. Shinoda, M. Yamauchi, S. Yagai, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa, A colorless functional polydopamine thin layer as a basis for polymer capsules, *Polym. Chem.*, 査読有, 4, 2696-2702 (2013), DOI: 10.1039/C3PY00181D
- M. Kohri, Y. Shinoda, H. Kohma, Y. Nannichi, M. Yamauchi, S. Yagai, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Facile synthesis of free-standing polymer brush films based on a colorless polydopamine thin layer, *Macromol. Rapid Commun.*, 査読有, 34, 1220-1224 (2013), DOI: 10.1002/marc.201300395

M. Kasuya, T. Taniguchi, R. Motokawa, M. Kohri, K. Kishikawa, T. Nakahira, Quantification of ATRP initiator density on polymer latex particles by fluorescence labeling technique using copper-catalyzed azide-alkyne cycloaddition, *J. Polym. Sci. A Polym. Chem.*, 査読有, 51, 4042-4051 (2013), DOI: 10.1002/pola.26800

S. Hisamatsu, H. Masu, M. Takahashi, K. Kishikawa, S. Kohmoto, Conformation-Directed Hydrogen-Bonding in meta-Substituted Aromatic Ureidicarboxylic Acid: A Conformationally Flexible U-Shaped Building Block, *Crystal Growth & Design*, 査読有, 13, 2327-2334 (2013), DOI:10.1021/cg301878r

⑳ M. Kohri, Y. Shinoda, H. Kohma, Y. Nannichi, M. Yamauchi, S. Yagai, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa, Facile Synthesis of Free-Standing Polymer Brush Films Based on a Colorless Polydopamine Thin Layer, *Macromol. Rapid Commun.*, 査読有, 34, 1120-1224 (2013), DOI:10.1002/marc.201300395

㉑ M. Kasuya, T. Taniguchi, R. Motokawa, M. Kohri, K. Kishikawa, T. Nakahira, Quantification of ATRP initiator density on polymer latex particles by fluorescence labeling technique using copper-catalyzed azide-alkyne cycloaddition, *J. Polym. Sci. A Polym. Chem.*, 査読有, 51, 4042-4051 (2013), DOI:10.1002/pola.26800

[学会発表](計 29 件)

岸川圭希 (招待講演), 大きな誘起力を示すコンパクトな分子, 2015年度日本液晶学会ソフトマターフォーラム講演会 高分子学会九州支部フォーラム, 2016年1月29日, 九州大学博多駅オフィス(福岡県・福岡市)

K. Kishikawa, T. Inoue, N. Hasugawa, M. Takahashi, M. Kohri, T. Taniguchi, S. Kohmoto, Achiral straight-rod liquid crystals indicating local biaxiality and ferroelectric switching behavior in the smectic A and nematic phases, *Pacificchem2015*, 2015年12月15~20日, Honolulu (USA)

山本雄介・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 配向制御された液晶セルにおける干渉色制御可能な無極性液晶分子, 第25回日本MRS年次大会, 2015年12月8日(火)~12月10日, 横浜市開港記念会館(神奈川県・横浜市)

山本雄介・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 電場応答する無極性液晶分子の合成, 第25回日本MRS年次大会, 2015年12月8日(火)~12月10日, 横浜市開港記念会館(神奈川県・横浜市)

岸川圭希 (招待講演), らせん超構造を生

みだすコンパクトなキラル分子, 第2回千葉大学化学教育懇談会, 2015年11月25日, 千葉大学(千葉県・千葉市)

永岡望・岸川圭希・谷口竜王・桑折道済, 液晶性ビスウレアを用いた強誘電性柱状液晶相の発現, 第5回CSJ化学フェスタ, 2015年10月13日~15日, タワーホール船堀(東京都・江戸川区)

山本雄介・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 電場により干渉色制御可能な無極性液晶分子, 第5回CSJ化学フェスタ, 2015年10月13日~15日, タワーホール船堀(東京都・江戸川区)

山本雄介・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 電場応答する完全無極性液晶分子, 2015年9月7~9日, 東京工業大学(神奈川県・横浜市)

慈道圭太・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, カラム間ネットワーク構築による強誘電性カラムナー液晶の実現, 2015年日本液晶学会討論会, 2015年9月7~9日, 東京工業大学(神奈川県・横浜市)

齊藤響平・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 強誘電性柱状液晶相を用いた高密度記録素子の実現, 2015年日本液晶学会討論会, 2015年9月7~9日, 東京工業大学(神奈川県・横浜市)

永岡望・岸川圭希・谷口竜王・桑折道済, 液晶性ビスウレアを用いた強誘電性柱状液晶相の発現, 2015年日本液晶学会討論会, 2015年9月7~9日, 東京工業大学(神奈川県・横浜市)

野々下奨・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 電場応答性カラムナー液晶の高分子化と分子配向制御, 2015年日本液晶学会討論会, 2015年9月7~9日, 東京工業大学(神奈川県・横浜市)

須貝加奈・岸川圭希・谷口竜王・桑折道済, 液晶場における反応性キラルドーパントの挙動, 2015年日本液晶学会討論会, 2015年9月7~9日, 東京工業大学(神奈川県・横浜市)

永岡望・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 液晶性ビスウレアを用いた強誘電性柱状液晶相の発現, 第32回高分子学会千葉地域活動若手セミナー, 2015年3月9日, 千葉工業大学(千葉県・習志野市)

山本雄介・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 無極性液晶と電場応答性ドーパントによる新規液晶表示素子の実現, 第32回高分子学会千葉地域活動若手セミナー, 2015年3月9日, 千葉工業大学(千葉県・習志野市)

野々下奨・岸川圭希・谷口竜王・桑折道済, 強誘電性柱状液晶の高分子化と分子配向制御, 第4回CSJ化学フェスタ, 2014年10月14~16日, タワーホール船堀(東京都・江戸川区)

牛木龍二・桑折道済・谷口竜王・岸川圭

- 希, カラムナー相における自発的不斉誘起, 2014 年月本液晶学会討論会, 2014 年 9 月 8~10 日, くにびきメッセ(島根県・松江市)
- 野々下奨・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 電場応答性カラムナー液晶の高分子化と分子配向制御, 2014 年日本液晶学会討論会, 2014 年 9 月 8~10 日, くにびきメッセ(島根県・松江市)
- 山本雄介・桑折道済・谷口竜王・岸川圭希, 安定なネマチック相を与える無極性液晶分子, 2014 年日本液晶学会討論会, 2014 年 9 月 8~10 日, くにびきメッセ(島根県・松江市)
- K. Kishikawa (招待講演), Polymer-stabilized ferroelectric columnar phases and selective molecular arrangement on the polymer sheet, 11th International Workshop on Crystal Growth of Organic Materials (CGOM11), 2014 年 6 月 17~20 日, 奈良公会堂(奈良県・奈良)
- ⑳ 岸川圭希(招待講演), アキラルな棒状分子へのフッ素フェニル基導入によるネマチック相・スメクチック相における二軸性の実現, 日本液晶学会, 2013 年 11 月 26 日, 大阪産業大学(大阪府・大阪市)
- ㉑ 大坪亮一・高橋正洋・幸本重男・岸川圭希, 芳香族置換基導入による強誘電性カラムナー液晶構造の安定化, 第 3 回 CSJ 化学フェスタ 2013, 2013 年 10 月 23 日, タワーホール船堀(東京都・江戸川区)
- ㉒ 渡邊友浩・高橋正洋・幸本重男・岸川圭希, ブルー相を発現する酒石酸誘導体キラルドーパント, 第 3 回 CSJ 化学フェスタ 2013, 2013 年 10 月 23 日, タワーホール船堀(東京都・江戸川区)
- ㉓ 岸川圭希・齋藤昂秀・高橋正洋・幸本重男, 液晶性チオウレアが形成する超構造の解析, 2013 年日本液晶学会討論会, 2013 年 9 月 8 日, 大阪大学(大阪府・豊中市)
- ㉔ 岸川圭希・大坪亮一・高橋正洋・幸本重男, カラム周辺部への芳香族置換基導入による強誘電性柱状液晶構造の安定化, 2013 年日本液晶学会討論会, 2013 年 9 月 8 日, 大阪大学(大阪府・豊中市)
- ㉕ 岸川圭希・渡邊友浩・高橋正洋・幸本重男, 酒石酸イミド誘導体キラルドーパントによるブルー相の発現, 2013 年日本液晶学会討論会, 2013 年 9 月 8 日, 大阪大学(大阪府・豊中市)
- ㉖ 岸川圭希・青柳翔太・高橋正洋・幸本重男, 棒状とアーチ状の分子配向制御部位を有する高効率キラルドーパントの合成, 2013 年日本液晶学会討論会, 2013 年 9 月 8 日, 大阪大学(大阪府・豊中市)
- ㉗ 岸川圭希・長谷川直史・高橋正洋・幸本重男, 種々の末端鎖導入による含フッ素棒状液晶分子の相構造制御, 2013 年日本液晶学会討論会, 2013 年 9 月 8 日, 大阪大学(大

- 阪府・豊中市)
- ㉘ 幸本重男・中古知貴・高橋正洋・岸川圭希, アントラセンピリジニウム塩の液晶性及び蛍光特性, 2013 年日本液晶学会討論会, 2013 年 9 月 8 日, 大阪大学(大阪府・豊中市)

〔図書〕(計 2 件)

K. Kishikawa (Editors: Rui Tamura, Mikiji Miyata), Springer, Advances in Organic Crystal Chemistry, 2015, 706 (653-668)

M.Kohri, T.Taniguchi, K.Kishikawa (Editor: X.Long), Springer, Macro-Glycoligands-Methods and Protocols B, 2015, 224 (137-147)

〔産業財産権〕

出願状況(計 2 件)

名称: 液晶組成物および液晶表示素子
発明者: 岸川圭希, 牛木龍二, 笹田康幸, 益川解文, 金谷親英
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特開 2016-27110
出願年月日: 2015 年 06 月 19 日
国内外の別: 国内

名称: 新規液晶化合物, 液晶組成物, 光素子および光表示装置
発明者: 岸川圭希, 山本雄介, 笹田康幸, 益川解文, 町田詠希, 潮田誠
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特願 2016-042060
出願年月日: 2016 年 3 月 4 日
国内外の別: 国内

取得状況(計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
岸川 圭希
(千葉大学・大学院工学研究科・教授)
研究者番号: 40241939
- (2) 研究分担者 該当なし
- (3) 連携研究者
幸本 重男
(千葉大学・大学院工学研究科・教授)
研究者番号: 90195686