

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K05630

研究課題名(和文) 新規な液晶性化合物：カラミチックーディスコチック双液晶性における相転移メカニズム

研究課題名(英文) Novel liquid crystalline compounds: the phase transition mechanism of calamitic-discotic bimesomorphism

研究代表者

清水 洋 (Shimizu, Yo)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・特任教授

研究者番号：40357223

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：単分子系では世界初のカラミチックーディスコチック双液晶性を示すトリフェニレンのアルキル長鎖アゾベンゼン6置換体(結合基はプロピレンエステル基)について、スメクチックA(SmA)相レクタングュラーカラムナー(CoIr)相転移のメカニズムを2種類の配向試料を用いて高輝度X線散乱測定により研究、トリフェニレン環周りのアゾベンゼン部位が相転移に伴いその周りを回転的にシフトし、棒状・円盤状の分子形状の変形が生じてSmA-CoIr相転移となることが判った。また、トリフェニレンと長鎖アゾベンゼンの結合基の屈曲性の液晶性への効果についてエーテル結合を検討、エステル誘導体より多様な液晶相を示すことを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カラミチックーディスコチック双液晶性を示すトリフェニレン(円盤状部位)のアルキル長鎖アゾベンゼン(棒状部位)6置換体(結合基はプロピレンエステル基)が示すスメクチックA(SmA)相レクタングュラーカラムナー(CoIr)相転移のメカニズムが解明されたことにより、それぞれの部位が互いにどのように振る舞うことで分子全体としてコンフォメーション変化を通じた分子変形が生じそれが双液晶性の発現に繋がったかが判明した。このことは、よりダイナミックな分子集合系としての液晶系研究に新たな視座を提供できたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：A triphenylene derivative with six alkoxyazobenzene units (linked by propylene ester group) is the first example of liquid crystal which exhibits a calamitic-discotic bimesomorphic phase transition as a single component system. The mechanism of SmA-CoIr mesophase transition was studied with two different anisotropic samples by synchrotron radiation X-ray diffraction measurements to reveal that in the phase transition of SmA to CoIr phases, alkoxyazobenzene units are shifted in a rotational manner around a triphenylene ring to cause the transformation of molecular shape from rod-like to disc-like ones. In addition, the corresponding ether analogue as the linkage part which is more flexible than ester linkage were synthesized and studied on the mesomorphic phase transition behavior. The dodecyl homologue shows 6 mesophases, though the corresponding ester analogue does only three mesophases to indicate an importance of the flexibility of linkage group for the mesomorphism.

研究分野：液晶材料化学

キーワード：液晶相転移 カラミチック液晶 ディスコチック液晶 分子変形 スメクチック相 ディスコチック相  
トリフェニレン アゾベンゼン

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

液晶は1888年に発見されて以来、フラットパネルディスプレイの実現を可能にした有機エレクトロニクス材料であるが、一方で分子性結晶固体類似の性質として長距離的配向秩序を持ちながら、他方で液体のような流動性を兼ね備えるというまさしく Mesophase と呼ばれるにふさわしい物質の固液間の中間状態である。液晶の実験及び理論的研究の進展に伴って、液晶状態が分子のどのような要件によって形成されるかという課題は、熱相転移型液晶では揺動分子の時間平均的の形状により説明され、棒と円盤(前者の液晶をカラミチック液晶、後者をディスコチック液晶と呼ぶ)という2つの

カテゴリーで整理されている(図1)。更に近年、超分子化学の進展によって2分子系など多分子間の特異的分子間相互作用により形成される2次分子が作る液晶状態が多数報告され、多様な液晶状態の形成プロセスが見出されてきた。しかしながら、基本形はあくまで2次分子あっても棒か円盤で整理され、研究代表者らが最初に見出した、単独分子でその両方の液晶相を示す化合物(図2)は新たな液晶と言える。

この分子の棒-円盤状液晶相転移は、温度に依存して分子凝集系全体が熱力学的に最も安定となる配向構造を取る際にどちらかの異方的分子形状が安定かという点で分子のコンフォメーション変化(図3)がその本質と考えられ、現在までアルキル鎖長の異なるアルキル同族体や分子中心のトリフェニレンとその周りに配されるアルコキシアゾベンゼンを結合させる置換基の効果の検討のため一連の類縁体化合物を合成、その液晶性研究の初期的結果もそれを支持する( *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **2014**, 594, 105. 図4 )。

Rod and disc :  
Traditional two categories of mesogen on its anisotropic shape of molecules

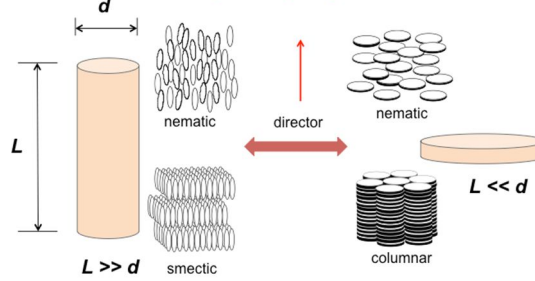


図1 液晶性分子の異方的形状とそれらの特徴的な液晶相における分子配向様式

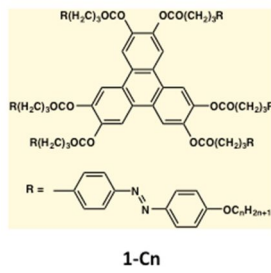


図2 世界初のカラミチック-ディスコチック双液晶性化合物(1-C14-3)と相転移

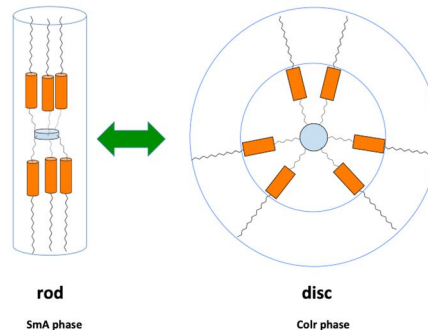
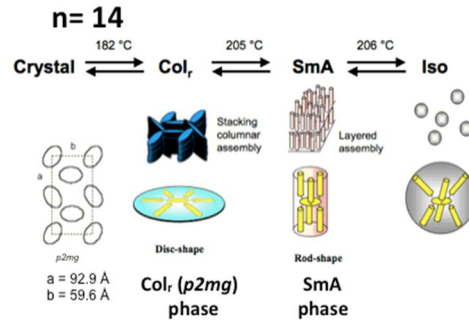


図3 Sm相-Colr相転移に想定される分子コンフォメーションの変化

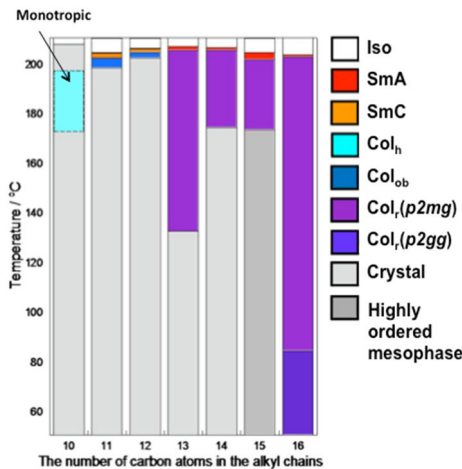


図4 1-Cn アルキル同族体の熱相転移

本研究は、研究代表者と分担研究者龍谷大学内田教授の共同研究による発見が端緒となっている。降温速度により棒や円盤状分子として振る舞い、1分子種で異なるカテゴリーの液晶相の発現を強く予測させた最初の知見( *Chem. Commun.* **2003**, 1676 )から研究が展開し、化合物の合成ルートとその精製による目的物単離の技術的確立に歳月をかけて結実した新たな液晶系の発見は学術的にも重要かつ独自性が高く、またその液晶相転移が熱のみならず光誘起によっても実現されるという点で今後の秩序系ソフトマターの機能性付与を目指した新たな「動的特性を持つソフトマター研究」への展開が期待され極めて創造性に富む課題と認識している。従って、この新たな液晶性化合物の双液晶性相転移の詳細を明らかにすることは液晶学に新たな相転移系列を加えるのみ

ならずフレキシブルな分子が、分子がある程度動きうる空間で多様なナノスケールの分子秩序を外部場に応じて自発的に形成するダイナミックナノ化学への興味深い一例としても有意義であると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究は、この新しいカラミチックーディスコチック双液晶性のメカニズムを含めた本質を解明し、双液晶性の発現条件を明らかにすることにより従来の棒状と円盤状という言わば静的な分子形状に基づく液晶相分類に分子コンフォメーションの多様性を駆動力とする双液晶性を位置付けた新たな体系の構築に繋げることを目的とした。この本質的実態から光駆動型のマイクロアクチュエータやアンテナ等のマクロシステムに向けた新たな材料研究の展開も期待される。

## 3. 研究の方法

本研究で以下の手法で研究を行なった。

(1) 相転移の実態解明: 1-C14-3 について SmA 相と Col 相間の相転移で分子形状変化としてどのように分子のコンフォメーションが変化し棒状、円盤状に振る舞うのかを明らかにする。手法として、最近技術的にほぼ確立した厚膜でも SmA 相での分子配向制御可能なセルを作製しこれを用いて高輝度光照射により得る透過散乱パターンを測定を実施した。SmA 相における 2 種の配向試料 (ホメオトロピック配向及ホモジニアス配向) を用いて SmA 相における配向秩序が Colr 相への相転移後どのように変化したかを検討し分子形状の変化の解明に繋げた。本化合物は当該液晶相転移が 200 付近と高温、かつ、アルキルアゾベンゼンのトリフェニレン環近傍で予測される混み合いの状況から、測定時の熱的分解により通常の透過型 X 線回折測定の長時間露光測定が困難であり、相転移現象の解明には高輝度光の利用は必須であることから SPring-8BL41 を利用して実験を行なった。また、他のアルキル同族体についても同様の実験を行った。なお、SPring-8 での実験は、研究代表者と分担者の内田教授と連携して行い、解析は主として研究代表者側にて実施した。

考察に際して円盤状、棒状の同定されるコンフォーマーについて DFT (密度汎関数) 計算を用いた分子一つの安定構造を求め、Sm 相と Col 相の両相の熱相転移挙動の解釈に資した。

### (2) 光相転移メカニズムの解明

現状の初期的知見として、これらの化合物では熱及び光 (光強度:  $<1 \text{ W/cm}^2$ ) による相転移系列は変わらないといった結果を得ている。光照射時の熱相転移、或いは光照射下の等温相転移の実験は GI-SAXS 法を光照射下実施できる名古屋大学ナノテクノロジープラットフォームを利用し、当該装置を使って液晶研究に成果を上げてきた関隆弘教授 (令和 4 年度定年退職) と原光生助教 (令和 6 年度より香川大学准教授) に協力いただき、熱相転移に関するのと同様に SmA 相における 2 種の配向試料 (ホメオトロピック配向及ホモジニアス配向) を用いて実験を行った (図 5)。

その他、理論シミュレーション及び分光測定による相転移研

究は研究代表者側で、もう一人の分担者河合教授とともに実施した。内田教授の研究室では、これまで培ってきた知見を基に化合物の合成と精製を行い、連携して研究に当たった。

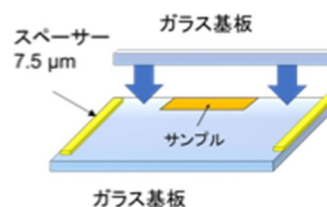


図 5 GI-SAXS 測定に用いた液晶配向セル (上下基板表面は配向膜で処理してある)

## 4. 研究成果

(1) 相転移の実態解明: 1-C14-3 における SmA 相と Col 相間の相転移でどのように分子形状変化が起こっているのかを明らかにするため、SmA 相において配向ベクトルがセル基板平面に垂直に配向するホメオトロピック配向及び水平に配向するホモジニアス配向の 2 種の異方性セルを作製しそれを投下法により X 線散乱測定した。1-C14-3 は 200 程度の高温領域で液晶相が見られるので、液晶相の温度領域では熱分解、或いは熱酸化による化合物の分解が生じることがこれまでの実験で判っており、それを極力避けるために X 線散乱測定時は常時、窒素ガスを温度制御ホットステージ中に流した。X 線照射時間もこのような化合物へのダメージが避けられないことから、今回、X 線散乱測定は、高輝度 X 線を用いて照射時間を短くした測定とする必要性があった。

結果を図 6 ~ 9 に示す。図 6 ではホメオトロピック配向した SmA 相の層平面の垂直方向に X 線が透過した散乱パターン a と b、その全方位積算強度分布 d を示す。同心円状のパターンが得られており、推測されるスメクチック層面内における分子重心分布は無秩序である SmA 相の特徴を表している。一方、ホモジニアス配向の SmA 相では、4.38 nm、2.39 nm、1.60 nm に 1:1/2:1/3 の関係にある散乱ピークは層状構造の存在を示しており (図 7)、偏光顕微鏡像はポリドメインであるものの、X 線の入射方向から考えてスメクチック層状構造が基板面に垂直配向となり、ホモジニアス配向の SmA 相として矛盾はない。それらの降温時に得られる Colr 相ではそれぞれの異方的配向を持つ SmA 相からは異なる X 線散乱パターンが得られた (図 8 及び 9)。これらの図において注意すべきは、0.36nm に現れるややブロードな散乱ピークで、SmA 相のホメオトロピック配向試料に顕著となっていることから、ホメオトロピック配向 SmA 相から形成されるカラム



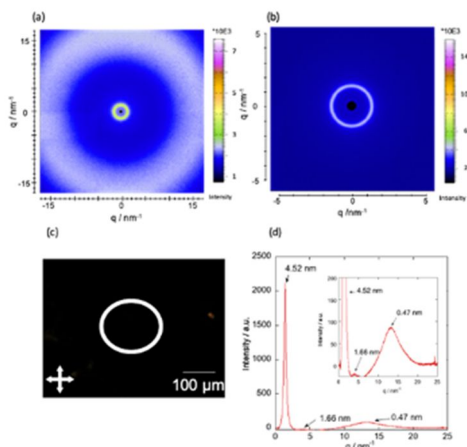


図6 ホメオトロピック配向した SmA 相の配向ベクトル方向の X 線散乱結果 (201.5 ) . a 及び b は 2 次元パターン、c は直行ニコル下の偏光顕微鏡像、d は全方位積算強度プロット

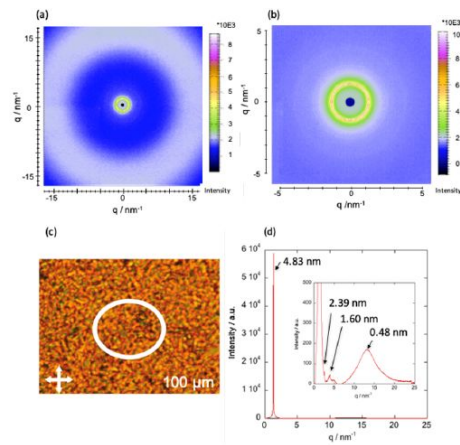


図7 ホモジニアス配向した SmA 相の配向ベクトル法線方向の X 線散乱結果 (201.5 ) a 及び b は 2 次元パターン、c は直行ニコル下の偏光顕微鏡像、d は全方位積算強度プロット

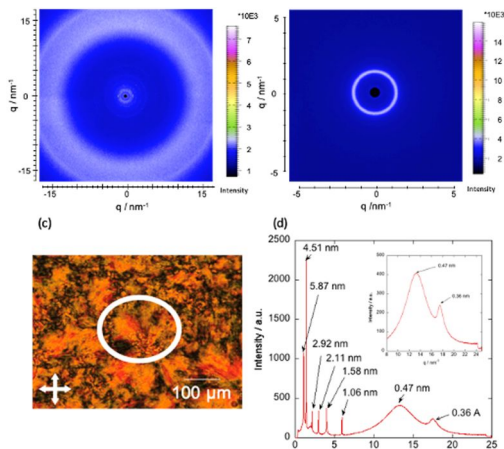


図8 ホメオトロピック配向した SmA 相から得られた X 線散乱結果 (185.0 ) a 及び b は 2 次元パターン、c は直行ニコル下の偏光顕微鏡像、d は全方位積算強度プロット

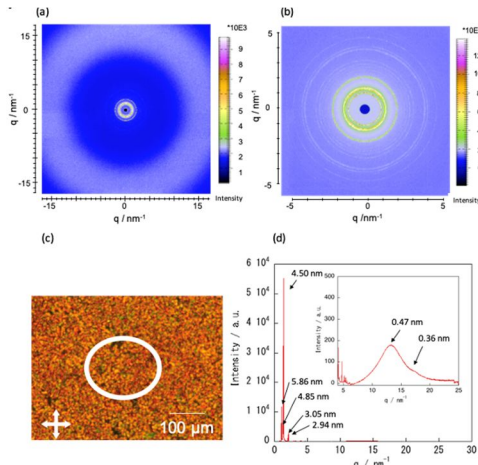


図9 ホモジニアス配向した SmA 相から得られた X 線散乱結果 (199.5 ) a 及び b は 2 次元パターン、c は直行ニコル下の偏光顕微鏡像、d は全方位積算強度プロット

ナー相のカラム軸は基板に平行の関係になっていると解釈される。

このことから、SmA 相 Colr 相の相転移では棒状であろう 1-C14-3 分子は図 10 のようなコンフォーメーション変化を伴って生じると結論される。また、アルキル同族体での X 線散乱結果からは、アルキル鎖長が短い C12 同族体で SmA 相においても 0.36nm 付近に等方的な散乱ピークが観測され、ラメロカラムナー相に特徴付けられる SmA 相であることが見出されたことから、1-C14-3 の SmA 相においても短距離の秩序としてトリフェニレン環同志の相互作用による動的積層構造がありうると考えられた。これらに結果から、SmA-Colr 相転移は温度降下に伴う分子運動の減少に伴って分子中心のトリフェニレン環間に作用する相互作用が主導してカラムナー相の形成が行われることを示唆している。

図 6 にあるようにスメクチック層構造中での分子重心の相対的配置は揺動する分子間で長距離の秩序を持たず、その平均距離として 4.52nm は分子が単純な棒状と仮定するとその円柱の段面の直径が 1.5-1.7nm と見積られることから一分子としては過大な値であり、凝集系の構造として新たな構造の想定が必要となった。図 7 からはスメクチック層周期が 4.83nm であり、見積られた分子長 (7.0nm) に比べて 30%ほど短く、層間でアルキル鎖同志が深く相互換入しており、アルキル鎖末端はアゾベンゼン部にまで入り込む状況が想定される。このことから、1-C14-3 の SmA 相では数個の分子がスメクチック層内でトリフェニレン間の相互作用に基づき

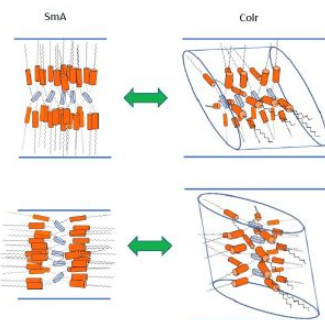


図 10 X 線散乱測定から想定される SmA-Colr 相転移における分子コンフォーメーション変化

動的なクラスタを形成していること、或いは層状構造形成に対するアルキルアゾベンゼン部のパッキングの要請から層面法線方向の複数分子の動的クラスタが存在することが示唆される。

また、このようなコンフォーメーション変化がカラミチックーディスコチック双液晶性の本質であるとの考えからトリフェニル環とアゾベンゼン部をつなぐ結合基の屈曲性は極めて重要であると考えられることから、1-Cn-3 誘導体の結合基 -OCOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- を -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- としたエーテル類縁体 (2-C12-3) を合成し、一部その液晶性を評価し、相当するエステル類縁体 (1-C12-3) と比較した。2-C12-3 は図 1 1 に示す DSC 曲線からモノトロピック相を含めて 6 つの液晶相を示すことが判った。1-C12-3 が SmA 相、SmC 相、Colob 相の 3 相を示すことに比べて形成される液晶相に多様性が見られることになる。液晶相の詳細は解明中であるが等方性液体相から降温すると形成される 2 つの液晶相は SmA 相と Colob 相であり、カラミチックーディスコチック双液晶性は維持されている。従って、エステル結合とエーテル結合の違いは屈曲性の増大がコンフォーメーションの多様性に関係しているものの、カラミチックーディスコチック双液晶性については別の因子も関与することを示唆していることが判った。

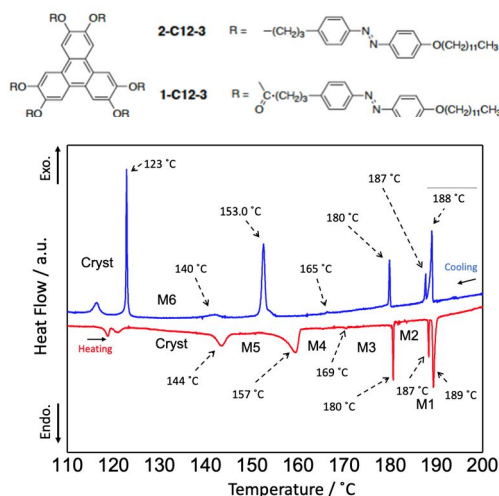


図 1 1 2-C12-3 の DSC 曲線 (昇温、降温速度: 1 /min)

## (2) 光相転移メカニズムの解明

熱相転移としてのカラミチックーディスコチック双液晶性の 1-C14-3 は 202 の温度では紫外光 (365nm) の照射でも光強度の増加に伴い等温的に Colr SmA Iso 相転移を示す光誘起カラミチックーディスコチック双液晶性でもある。一般的にアゾベンゼンは紫外光照射により trans 体 (E-form) から cis 体 (Z-form) への光異性化に基づいて棒状近似の形状が折れ曲がり構造となることで (図 1 2)、アゾベンゼン部を含むカラミチック液晶では、Sm 相やネマチック相などのカラミチック液晶相を不安定化し光照射による液晶相 Iso 相転移を誘起することが知られている。1-C14-3 でも、この trans-cis 光異性化が液晶相に対して同様の効果を示すと考えられ、事実、その光誘起相転移も光強度の増大、すなわち、系中の cis 体の増加に伴い、Iso SmA 相転移、SmA Colr 相転移の転移温度が低下することや等温的には、Colr SmA Iso 相転移と系の配向秩序の低下を誘起するという現象が観察される。しかしながら、上記熱相転移のメカニズムが SmA-Colr 相転移におけるコンフォーメーション変化としてこの相転移を捉えるべきものかはこれまで判っていなかった。

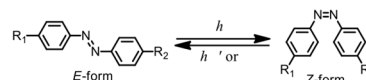


図 1 2 アゾベンゼンの光異性化

この問題を解決するために、名古屋大学で温度制御下 GI-SAXS 装置で液晶の配向を研究している原先生、関先生の協力のもとナノテクノロジープラットフォーム事業での利用が可能な当該装置を用いて、SmA 相におけるホメオトロピック、ホモジニアス配向セルについて X 線回折測定を行った。

図 1 3 にその結果を示す。ホメオトロピック配向の SmA 相では紫外光照射により層内の分子重心の相関は変わらないものの層周期は減少することが判った。一方、Colr 相では紫外線照射による矩形格子の変形は生じていない。このことは、アゾベンゼン部の trans-cis 光異性化により生成する屈曲したアゾベンゼンがスメクチック層間におけるアルキル長鎖の相互換入を不安定化させるのみならず、屈曲による棒状分子長さの減少が相対的に層間距離を減少させていることを示唆している。円盤状分子の直径よりも棒状分子の長さが系の集合状況に直接影響していると考えられる。また、Colr 相ではホメオトロピック配向の SmA 相の冷却では異方的な X 線散乱パターンが得られたが、紫外線照射により等方的なドメイン状態となる、即ち、アゾベンゼン部の光異性化により矩形格子のサイズは変化しないものの、方位的に分散した均一配向ドメイン (ポリドメイン構造) への変化を誘起することと解釈され、相転移のメカニズムとの関係で興味深く今後の課題となった。

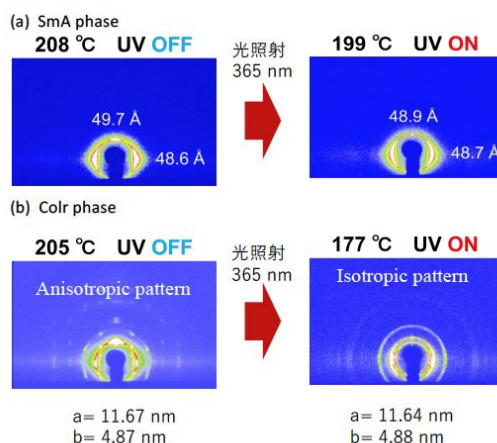


図 1 3 SmA 相のホメオトロピック配向試料に対する光照射下降温時の SmA Colr 相転移における X 線散乱パターンの変化。(a)SmA 相、(b)Colr 相

図 1 3 SmA 相のホメオトロピック配向の SmA 相の冷却では異方的な X 線散乱パターンが得られたが、紫外線照射により等方的なドメイン状態となる、即ち、アゾベンゼン部の光異性化により矩形格子のサイズは変化しないものの、方位的に分散した均一配向ドメイン (ポリドメイン構造) への変化を誘起することと解釈され、相転移のメカニズムとの関係で興味深く今後の課題となった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yo Shimizu, Hikaru Sanada, Koji Kitagawa, Asumi Oka, Noboru Ohta, Tsuyoshi Kawai, Kingo Uchida	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic change of molecular conformation generating a variation of liquid crystalline phases for triphenylene mesogens with peripheral alkoxyazobenzenes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02678292.2024.2349669	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 真田 ひかる, 松本 宏紀, 西村 裕行, 中村 啓人, 太田 昇, 清水 洋, 内田 欣吾	4. 巻 10
2. 論文標題 棒状と円盤状の分子形態をもつ液晶分子の熱および光相転移の解析2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SPring-8/SACLA Research Report	6. 最初と最後の頁 8-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18957/rr.10.1.8	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 内田欣吾、松本宏紀、西村裕行、川原直樹、北川剛史、真田ひかる、中村啓人、太田 昇、清水 洋	4. 巻 Section A
2. 論文標題 棒状と円盤状の分子形態をもつ液晶分子の熱および光相転移の解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SPring-8/SACLA利用研究成果集	6. 最初と最後の頁 40-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18957/rr.9.1.40	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23件（うち招待講演 2件/うち国際学会 8件）

1. 発表者名 真田ひかる、田中大介、太田 昇、河合 壯、内田欣吾、清水 洋
2. 発表標題 6個の長鎖アルキルアゾベンゼンがエステル結合によって繋がれたトリフェニレンメソゲンの液晶性の再検討
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 Yo Shimizu, Hikaru Sanada, Koji Kitagawa, Asumi Oka, Noboru Ohta, Tsuyoshi Kawai, Kingo Uchida
2. 発表標題 Dynamic change of molecular conformation generating a variation of liquid crystalline phases for triphenylene mesogens with peripheral alkoxyazobenzenes
3. 学会等名 16th European Conference on Liquid Crystals (ECLC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村啓人、真田ひかる、岡 明澄、原 光生、関 隆広、河合 壯、内田 欣吾、清水 洋
2. 発表標題 カラミチック - ディスコチック双液晶性アルコキシアゾベンゼン - トリフェニレン誘導体のUV光照射下における液晶相転移
3. 学会等名 2023日本液晶学会討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡 明澄、真田ひかる、北川剛史、太田 昇、服部陽平、河合 壯、内田欣吾、清水 洋
2. 発表標題 アルコキシアゾベンゼン - トリフェニレンエーテル結合体のC12同族体における液晶相転移
3. 学会等名 2023日本液晶学会討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Asumi Oka, Hikaru Sanada, Koji Kitagawa, Noboru Ohta, Yohei Hattori, Tsuyoshi KAWAI Kingo Uchida, Yo Shimizu
2. 発表標題 esomorphic phase transitions of dodecyloxy homologue of the ether-linked alkoxyazobenzene-triphenylene derivatives
3. 学会等名 11th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials (EAS11) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroto Nakamura, Hikaru Sanada, Asumi Oka, Mitsuo Hara, Takahiro Seki, Tsuyoshi Kawai, Kingo Uchida and Yo Shimizu
2. 発表標題 Effect of trans-cis photoisomerization of azobenzene units on photo-induced calamitic-discotic bimesomorphic phase transition for a triphenylene mesogen with tetradecyloxyazobenzene units connected at the periphery
3. 学会等名 10th International Synposium on Photochromism(ISO2024) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 啓人、真田 ひかる、古市 真梨、原 光生、永野 修作、関 隆広、河合 壯、内田 欣吾、清水 洋
2. 発表標題 カラミチック-ディスコチック双液晶性アルコキシアゾベンゼン-トリフェニレン誘導体のUV光照射下における液晶相転移
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yo Shimizu
2. 発表標題 Mesomorphic phase transitions with the change of anisotropic shape in mesogenic molecules
3. 学会等名 2021 Annual Online Meeting of Taiwan Liquid Crystal Society (2021 TLCS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroto Nakamura, Hikaru Sanada, Daisuke Tanaka, Ryota Minobe, Mitsuo Hara, Shusaku Nagano, Tsuyoshi Kawai, Takahiro Seki, Kingo Uchida and Yo Shimizu
2. 発表標題 Photo-induced phase transitions of calamitic-discotic bimesomorphic azobenzene-triphenylene liquid crystals
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Hikaru Sanada, Hiroto Nakamura, Koji Kitagawa, Daisuke Tanaka, Tsuyoshi Kawai, Kingo Uchida and Yo Shimizu
2. 発表標題 Calamitic-discotic bimesomorphic azobenzene-triphenylene liquid crystals: photo-induced phase transitions of the alkyl homologues
3. 学会等名 19th Optics of Liquid Crystals (OLC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hikaru Sanada, Hiroto Nakamura, Koji Kitagawa, Daisuke Tanaka, Noboru Ohta, Hiroshi Sekiguchi, Tsuyoshi Kawai, Kingo Uchida and Yo Shimizu
2. 発表標題 Calamitic-discotic liquid crystalline phase transition for a homologous series of ester-liked alkoxyazobenzene-triphenylene compounds : A new concept of molecular design for rod-disc bimesomorphism
3. 学会等名 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 真田ひかる、中村啓人、北川剛史、田中大介、太田 昇、関口博史、河合 壯、内田欣吾、清水 洋
2. 発表標題 アルコキシアゾベンゼン-トリフェニレンエステル結合体における異方的分子間相互作用のバランスシフトにより誘起されるカラミチック Sm相-ディスコチックCoI相双液晶性相転移
3. 学会等名 2021 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 - ディスコチック双液晶性アルコキシアゾベンゼン - 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 日本液晶学会討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 真田ひかる、中村啓人、北川剛史、田中 大介、太田 昇、関口博史、河合 壮、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SmA-CoI r 液晶相転移 ~ 異方性分子間相互作用の効果 ~
3. 学会等名 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 北川 剛史、真田 ひかる、中村 啓人、太田 昇、関口 博史、服部 陽平、河合 壮、内田 欣吾、清水 洋
2. 発表標題 トリフェニレン アルコキシアゾベンゼンエーテル結合体の液晶相転移挙動
3. 学会等名 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 真田ひかる、中村啓人、北川剛史、田中 大介、太田 昇、関口博史、河合 壮、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Sm-CoI 液晶相転移 ~ 異方性 分子間相互作用の効果 ~
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 ( オンライン )
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北川 剛史、真田 ひかる、中村 啓人、太田 昇、関口 博史、服部 陽平、河合 壮、内田欣吾、清水 洋
2. 発表標題 トリフェニレン アルコキシアゾベンゼンエーテル結合体の液晶相転移挙動
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 ( オンライン )
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yo Shimizu, Koji Kitagawa, Hikari Sanada, Hiroto Nakamura, Hiroki Matsumoto, Ryota Minobe, Daisuke Tanaka, Noboru Ohta, Hiroshi Sekiguchi, Tsuyoshi Kawai and Kingo Uchida
2. 発表標題 Mechanism of Sm - CoI Mesophase Transition for a Novel Liquid Crystal Exhibiting Calamitic-Discotic Bimesomorphism
3. 学会等名 9th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水 洋、北川剛史、杉田龍紀、松本宏紀、川原直樹、美濃部亮太、太田 昇、関口博史、河合 壯、内田欣吾
2. 発表標題 カラミチックーディスコチック双液晶性アゾベンゼントリフェニレン誘導体におけるSm-CoI相転移のメカニズム
3. 学会等名 2019日本液晶学会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北川剛史、杉田龍紀、松本宏紀、川原直樹、美濃部亮太、太田 昇、関口博史、河合 壯、内田欣吾、清水 洋
2. 発表標題 アゾベンゼントリフェニレン誘導体：ドデシル同族体におけるエステルからエーテル結合への置換による液晶相転移の変化
3. 学会等名 2019日本液晶学会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真田ひかり、中村啓人、北川剛史、田中大介、太田 昇、関口博史、河合 壯、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ゾベンゼントリフェニレン誘導体：短鎖長アルキル同族体におけるSm-CoI相転移の高輝度光X線散乱による検討
3. 学会等名 2019日本液晶学会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北川剛史、美濃部亮太、真田ひかり、中村啓人、太田 昇、関口博史、服部陽平、河合 壯、内田欣吾、清水 洋、
2. 発表標題 ロッド状-ディスク状両分子部分からなる液晶性化合物：エーテル基により結合されたアルコキシアゾベンゼン-トリフェニレン誘導体の液晶相転移
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真田ひかり、北川剛史、中村啓人、太田 昇、関口博史、服部陽平、河合 壯、内田欣吾、清水 洋
2. 発表標題 カラミチック-ディスコチック双液晶性アルコキシアゾベンゼン-トリフェニレンエステル結合体のSmA-Co1r液晶相転移メカニズム
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	内田 欣吾  (Uchida Kingo)  (70213436)	龍谷大学・理工学部・教授   (34316)	
研究 分担者	河合 壯  (Kawai Tsuyoshi)  (40221197)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授   (14603)	

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