

液晶学会ソフトマターフォーラム第17回講演会

「液晶の変調構造 成因と応用」

開催日時： 2018年3月10日（土）14:00-17:25

開催場所： 東陽テクニカ本社 8F 第1セミナー室 <http://www.toyo.co.jp/company/access/>

共催： 液晶物理・物性研究フォーラム, 分子配向エレクトロクニクス研究フォーラム, ソフトマター研究会

【講演会参加費】

（一般）

正会員：3,000円

非会員：5,000円

（学生）

学生会員：無料

学生非会員：1,000円

※『賛助会員』は、一口につき5名まで正会員の参加費にて参加していただけます。

なお、『賛助会員』の一覧は、下記でご覧いただけます。

<http://jlcs.jp/about/overview/CorporateMembers>

※協賛学会員は正会員の参加費、協賛学会員の学生は学生会員の参加費にて参加していただけます。

※参加費は全て消費税込です。

懇親会： 一般：3,500円、学生：500円（要事前予約）

※懇親会参加費は全て消費税込です。

申込方法： お名前、ご所属、会員・非会員・学生の、別懇親会参加・不参加を明記のうえ、hasegawa.ryuuichi.ms@m-chemical.co.jp にお申込みください。講演会は当日参加歓迎します。（懇親会は参加事前登録下さい）

問合せ先：日本液晶学会ソフトマターフォーラム主査 長谷川龍一（hasegawa.ryuuichi.ms@m-chemical.co.jp）

テーマ：

昨年、弘前での液晶学会会期中のミニシンポジウムでは、“立方対称性と内包されるねじれ-種々の物質系に現れる光学等方な不思議な液晶超構造分子構造とその物理的成因を議論する-”を議論してきました。今回はその続編と位置付けた講演会を、ソフトマターフォーラム主催で開催致します。

【立方対称性】とは、結晶にみられる FCC, BCC に代表されるように、規則構造の空間群の中で液体に次ぐ高い対称性である。一方で液晶相には、一様な層状構造の変調構造としてのキュービック相が存在する。また、ブルー相 I, II のように、層構造は持たないがらせん構造が空間的に変調された結果、立方対称性が発現する。このように立方対称性は、階層構造の上段においてはしばしば実現される対称性としても良く知られている。他方、界面活性剤水溶液、ジブロック共重合体、高分子混合系においては、Gyroid 構造、Diamond 構造など、共連結構造を基本とした立方対称性を持つ変調構造や、同じ共連結構造は保持されているが、その規則性が融解した Sponge 構造といったものが普遍的に現れ、古くから研究されている。

【変調相の成因】ソフトマターでは、立方対称性の起源として（層）平面のガウス曲率弾性が主要な役割を担っていると理解されている。液晶相では、さらに配向秩序が存在するため、層秩序と配向秩序の結合も重要な役割を担うと考えられる。例えば「曲げ」と「捩れ」変形は結合して TB 相を発現するが、ブルー相やキュービック相との関係が興味深い。

【変調構造の応用】立方対称性を持つ物質では、屈折率・誘電率などの 2 階のテンソル量は、必然的に液体状態と同じ対称性を示すため、しばしば「光学等方性」を呈すると言われるが、液体の球形な等方状態とは異なり、空間規則性を持つ構造である。さらに、共連結構造の空間連結性は、いわゆる多孔質媒質として、高い物質透過性や内部界面による吸着現象と合わせて、浸透やろ過の媒体、あるいは特異な弾性体としても非常に魅力的な物質である。

プログラム :

14:00-14:05	ご挨拶	長谷川龍一 (三菱ケミカル)
14:05-14:15	企画にあたり	山本潤 (京都大学)
14:15-15:00	N-SmC 相転移に見られる周期構造 (トランジションバー)	石川 謙 (東京工業大学)
15:00-15:45	棒状分子と界面の複合系の秩序形成	川勝年洋 (東北大学)
15:45-15:55	休憩	
15:55-16:40	多成分脂質二重膜のゆらぎと構造	好村滋行 (首都大学東京)
16:40-17:25	分子を非対称空間群に配列するための空孔材料	石田康博 (理化学研究所)
17:45-	懇親会	

アブストラクト

N-SmC 相転移に見られる周期構造 (トランジションバー)

東京工業大学物質理工学院 石川 謙

アルコキシベンゼン誘導体は 2 量体で液晶相となり、ネマチック (N) 相からスメクチック C (SmC) 相への転移過程で transition bar と呼ばれる周期的縞構造を形成することが知られている。この現象は 1970 年代には知られており、他の N-SmC 転移においても発生することがある。しかし、知る限りでは原因は解明されていない。近年になり、アルキル鎖の長い同族体では、2 次元八二カム構造が出現することも報告されている。

我々は垂直/水平配向セルで相転移過程を観察したところ、下図のように、垂直配向セルでは従来報告されていた Transition bar 構造が出現するのに対し、水平配向セルでは、配向方向に伸びる針状の振れドメインが生成することを見いだした。この観察結果は、transition bar がこの種の分子に固有の振れに関係することを示唆している。

アルコキシベンゼンのベンゼン環をニトロ基のついたビフェニル環にした化合物は、キュービック相を形成する。当日は transition bar に見られる、1,2 次元構造と、キュービック相の 3 次元構造の関連についても言及する。

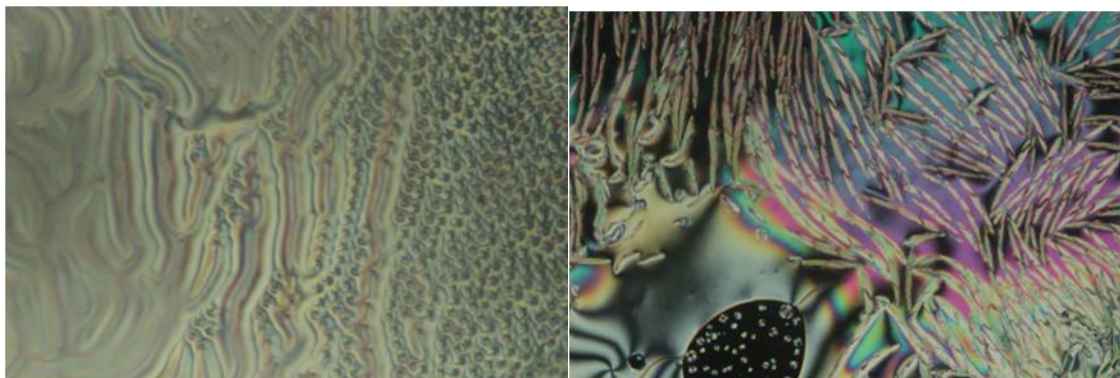
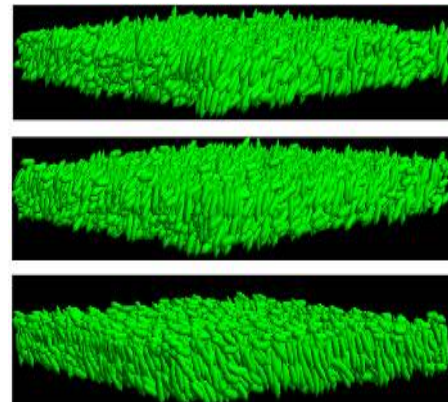


図 : Dodecyloxy benzoic acid の N-SmC 転移時に生じる構造。垂直配向セル (左) で、1 次元および 2 次元構造が見られるのに対して、水平配向セル (右) では振れた針状ドメインが出現する。

棒状分子と界面の複合系の秩序形成

奥島駿（高崎量子応用研究所）、○川勝年洋（東北大理）

棒状分子の凝縮系に現れる液晶相や棒状のフィラー粒子の分散した系に見られるフィラーのバンドル形成など、棒状粒子系の示す配向秩序状態の物性は、光特性、電気伝導特性などの種々の分野で興味を持たれている。系に界面を導入することにより、この棒状粒子の配向秩序を制御することができる。ラビングされた固体界面における棒状分子の配向制御はアンカリングと呼ばれるが、このアンカリングにおいて界面の変形自由度を考慮することで、変形可能なソフトな界面と棒状分子との相互作用により新しい構造および界面特性が現れることを理論とシミュレーションにより示す。



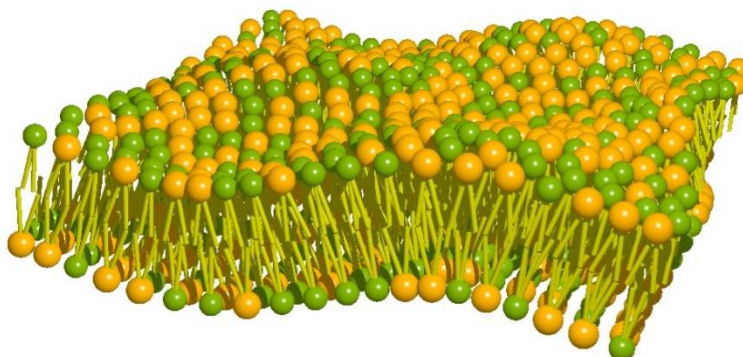
図：ソフトな界面近傍での棒状分子の配向状態。

参考文献：S.Okushima and T.Kawakatsu, Phys. Rev. E, 96 (2017) 052704.

多成分脂質二重膜のゆらぎと構造 好村滋行（首都大学東京）

我々は二種類の脂質からなる二重膜を「曲げ弾性をもった二成分流体」としてモデル化し、その動的挙動を調べた[1]。膜外部の流体力学方程式と膜自身の流体力学方程式を連立させて解くことにより、膜の運動の緩和率を導出した。膜は曲げ弾性を持つとし、膜間では摩擦が生じると考える。

また、膜の曲げによって脂質密度が平均の値からずれること（脂質密度と膜の曲げのカップリング）も考慮した。加えて我々は、二成分系に拡張するにあたり、膜内や膜間での脂質の相互作用の効果を導入した。計算の結果、五つの緩和モードを得た。そのうちの三つは、膜の曲げと結合した緩和モードであり、残りの二つは曲げとは結合しない。二成分に拡張したことによって、以前に得られていた緩和モードに加えて、新たに相互拡散に起因する二つの新たな緩和モードが現れる。特に、相分離臨界点近くにおいてはこれらのモードが他のモードに比べてはるかに遅い緩和モードとなることがわかった。



[1] R. Okamoto, Y. Kanemori, S. Komura, and J.-B. Fournier, Eur. Phys. J. E 39, 52 (21pp) (2016).

ゼオライトに代表される、規則配列した空孔を持つ材料は、分子を貯蔵・配列・分離・変換する極めて有用なツールであり、ガス吸蔵材・ガスフィルター、固体触媒などに利用されている。もし、非対称形状の空孔を大面積で配向できれば、そこに内包した機能性分子は非線形物理現象を発現することが予測されており、この種の現象を探求する格好の素材となるはずである。今回、非対称構造の液晶を磁場により配向した後に、重合反応で構造を固定することにより、上記を完全に満たした多孔性材料の開発に初めて成功した。この材料に適切な色素を導入したところ、顕著な非線形光学効果を発現した。

以上