

【序】

棒状分子からなる液晶ネマティック(Ne)相に定常ずり変形を加えると、液晶の配向を表すdirectorがほぼ流れ方向に配向するflow alignmentが起こることはよく知られている[1]。また、もしNe相の低温側にスメクティックA(SmA)相が存在すると、流れとは垂直な方向(周方向)の周りにdirectorの才差運動が起こり、温度変化させると、その振幅や方向が異なる様々な動的なずり誘起構造が出現する[2]。このように、ずり変形下での棒状分子からなるネマティック液晶はバラエティーに富む動的構造変化を示すが、それらの挙動やメカニズムは明らかでない。盤状分子からなる液晶になると粘性やずり変形による構造変化の挙動はほとんど知られていないが、 $(C_{13}H_{27}COO)_6$ -truxene(図1)に関する最近の我々の研究から、棒状液晶とNe相と同様に、円盤状液晶のネマティック(N_D)相においてもflow alignmentが起こることを明らかにした。この物質は、低温から結晶相 - ネマテ(N_D)相へ転移するが、本研究ではこの物質の液晶相でのずり変形による構造変化を調べるため、粘性誘電率の同時測定から明らかにすることを試みた。

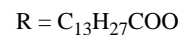
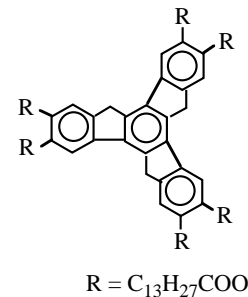


図1: $(C_{13}H_{27}COO)_6$ -truxeneの分子構造

【実験】

試料 $(C_{13}H_{27}COO)_6$ -truxeneは、Leeらの方法[3]によって合成し、トルエン/クロロフォルム溶媒から再結晶することで精製した。粘性の測定には二重円筒型粘度計を用い、試料温度は温度コントローラー(340 Lakeshore)を用い0.01 K以内に制御した。低電場と高電場で測定を行ったが、高電場は、発振器(3325B,HP)からの数Vの電圧を高電圧アンプ(HVA4321,NF)で数kVまで増幅し、それを粘度計の外筒と内筒の間に印加発生させた。また、ずり変形下の誘電率は、この粘度計を用い、試料を流れる電流をロックインアンプ(LI5640,NF)で位相検波して求めた。

【結果】

粘度の温度依存性を $32.95s^{-1}$ のずり速度で測定した結果が図2である。粘度は、N_D相では温度とともにほぼ直線的に増加するが、 T_{c1} 以上では急激に増大する結果となった。この粘度と同時に測定した誘電率の温度依存性の結果が図3である。図のように、N_D相での ϵ' は温度にほとんど依存しないが、 T_{c1} 以上で急激に増大し、 T_{c2} 以上では逆に減少する結果が得られた。一方、 ϵ'' は T_{c1} で変化することなく温度とともに増大し T_{c2} 以上の温度で減少した。静止状態で誘電率を測定すると、N_D相ではほぼ同様な温度依存性が得られるが、 T_{c1} 以上の温度では、異なる挙動が観測された。この

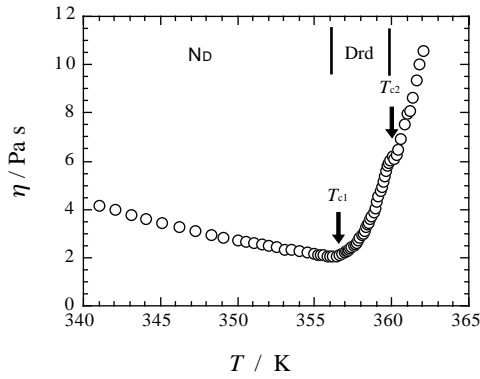


図2：粘度の温度依存性。
ずり速度=32.95 s⁻¹.

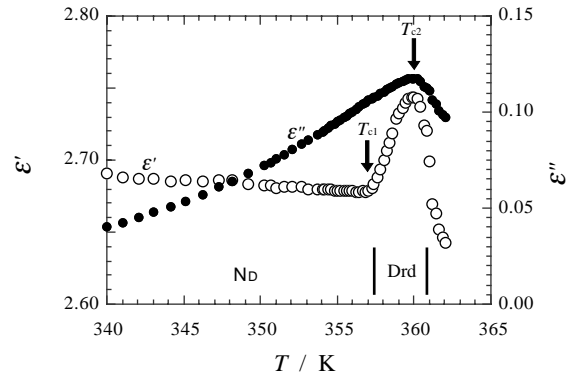


図3：ずり変形下での誘電率(ε', ε'')の
温度依存性。ずり速度32.95 s⁻¹,
電場強度=5V/mm.

温度領域のカラム相の構造については、これまで、Destradeら[4]はDrd相であることをまた Fontesら[5]はDho相であることを報告しているが、図および図の線は、この温度領域は2つの相からなり、低温からDrd相-Dho相と相転移することを示唆している。

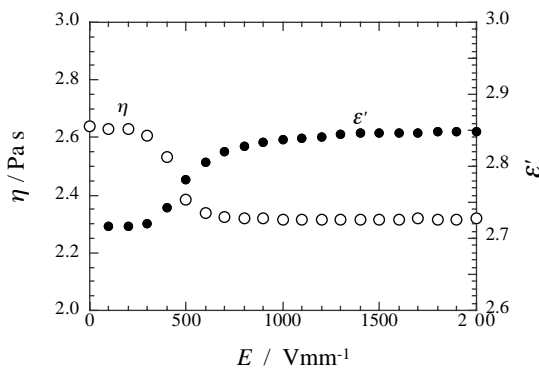


図4：粘度および誘電率ε'の電場強度依存性。
ずり速度=32.95 s⁻¹, 電場周波数=1 kHz.

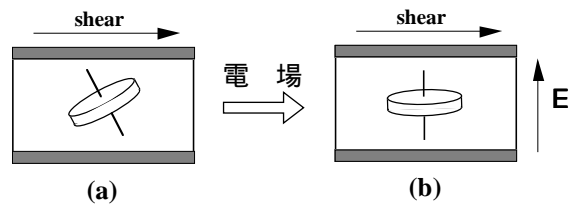


図5：ずり変形下での、電場印加による
directorの配向変化 (a) (b)

図4は、350K(N_D相)で粘度と誘電率の電場強度依存性を同時測定した結果である。電場を印加し300V/mmあたりから粘度は減少するが誘電率は増加し、高電場では、粘度および誘電率ともほぼ一定の値となる。この挙動は、電場を印加していない場合には、円盤面がほぼ流れ方向に配向しているが、高電場を印加すると、その円盤面が流れ方向に配向することを理解できる(図5)。

これらの結果および図2および図4から求められるLeslie粘性係数 α_2, α_3 を基に、ディスコティック液晶におけるずり誘起構造とその不安定化について議論する[6]。

【参考文献】

1. K. Negita; J. Chem. Phys. 105 7837 (1996),
2. K. Negita et al.; Mol. Cryst. Liq. Cryst. 378 103 (2002),
3. W. K. Lee et al., Liq. Cryst. 487 (1989),
4. C. Destrade; Phys. Lett. 88A 187 (1982),
5. E. Fontes et al, Phys. Rev. A 37 1329 (1988),
6. K. Negita et al., Phys. Rev. E 70 021702 (2004).