

液晶8CBのネマティック相で流動反転によって 誘起される誘電的なピークおよびエコー

福岡大院理

○古賀政志, 祢宜田啓史

Dielectric peak and echo induced by a flow inversion in the nematic phase of 8CB.

○Masashi Koga, Keishi Negita

Department of Chemistry, Fukuoka University, Japan

【Abstract】 Liquid crystal 8CB (4-n-octyl-4'-cyanobiphenyl) shows phase transitions from isotropic (I) to nematic (N) and then to smectic A (S_A) with decrease in temperature. When a shear flow is applied in the N phase the director aligns near the flow direction (b^* region) just below the N-I transition point. Further decrease in temperature induces a precessional motions of the director about the neural axis, and characteristic regions (a - b , a_m , a_s , $a_{(c)}$, a_c) appear. If the shear flow is transiently applied and the dielectric constant is measured, characteristic behavior is observed in each temperature region. Furthermore, if the flow direction is reversed after shear flow is applied, echoes of the precessional motion observed. We will discuss the details of the precessional motion and these echoes, and the relaxation times derived from these characteristic motions.

【序】 液晶 8CB は高温から、アイソトロピック(I)相、ネマティック(N)相、スメクティック A(S_A)相と相転移する物質である。ずり流動下での 8CB の構造は、Safinya らの X 線構造解析から明らかにされており [1]、N-I 相転移点直下では、配向角 $\theta = \tan^{-1}(\alpha_2/\alpha_3)$ で director が配向しながら流動する b^* 構造となるが、それ以下の温度領域では、 $\alpha_2/\alpha_3 < 0$ となり流動は不安定となり、様々なずり誘起構造領域(a - b , a_m , a_s , $a_{(c)}$, a_c)が出現する。これまでの研究から、ずり流動を印加した直後に、誘電率の時間依存性を測定すると周期的な時間変化が観測されることや、ずり流動をある時間印加した後に、流動反転させると、エコーが出現することを明らかにしてきた。本発表では、これらの現象の詳細について紹介する。

【実験】 試料の 8CB には Aldrich 社製のものを用いた。二重円筒型粘度計の内筒と外筒の間に試料を入れ、内筒を回転させてずり流動を与えた。そして、内筒と外筒のギャップ(1 mm)に発振器(FC1100, Yokogawa)からの低電圧を印加し、その際に試料に流れる電流を抵抗で電圧に変換し、その電圧をロックインアンプ(LI5640, NF)で位相検波して誘電率を求めた。試料温度は、外筒に取り付けたヒーターと熱電対を温度コントローラ(340, Lakeshore)に接続し、制御温度が ± 0.01 K になるようにした。

【結果・考察】 Fig. 1 は、ずり流動を印加した直後に、誘電率の時間依存性を測定した結果である。I 相では、ずり流動印加による誘電率の変化は見られなかったが、流動配向(b^*)領域では、単調に減少した。更に温度を下げて歳差運動(a - b , a_m , a_s , $a_{(c)}$, a_c)

領域に入ると、特徴的な減衰振動が観測された。これらの温度での減衰振動をフーリエ変換したものが Fig. 2 である。

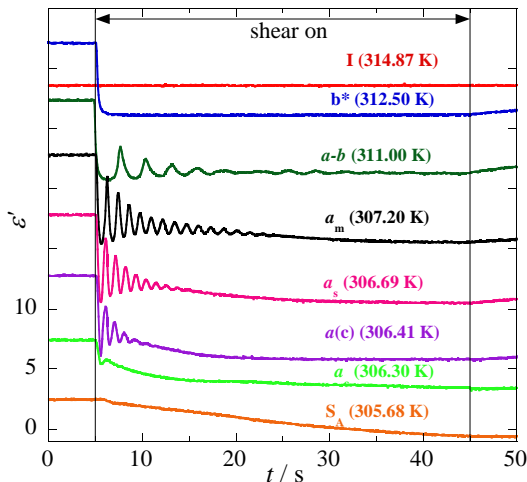


Fig. 1: Time dependence of dielectric constant just after the application of shear flow.

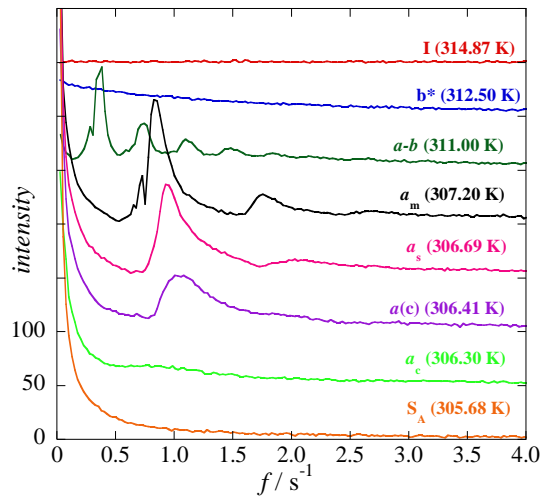


Fig. 2: FT of the time dependence of dielectric constants given in Fig. 1.

この図から明らかなように、減衰振動はいくつかの周波数からなり、非線形なものであることが分かった。これらのピーク周波数が温度とともにどのように変化するかを求めたものが Fig. 3 である。第 1 ピークの周波数は、温度の低下とともに増大するが、 S_A -N 相転移点に近づくと、減少することが分かった。この挙動は、歳差運動の周波数 ω_0 とずり速度 $\dot{\gamma}$ の関係式 $\omega_0 = (d/1 + d^2)\dot{\gamma}$ ($d = \sqrt{-\alpha_2/\alpha_3^R}$, $\alpha_3^R : T \rightarrow T_{AN}$ による臨界挙動を繰り込んだ Leslie の粘性係数) で説明できるものである。

次に、ずり流動を印加した後に、流動方向を反転させて誘電率を測定したものが Fig. 4 である。 b^* 領域では、流動反転にピークが、歳差運動領域の特に $a-b$ 領域では、明瞭なエコーが観測された。そのほかの歳差運動 ($a_m, a_s, a(c), a_c$) 領域では、減衰が大きかったが、反転までの時間を短くすると、エコーが観測された。エコーの緩和時間を求めると、 T_{AN} に近づくにつれて、ほぼ 0 になることが分かった。当日は、これらの結果の詳細を紹介する予定である。

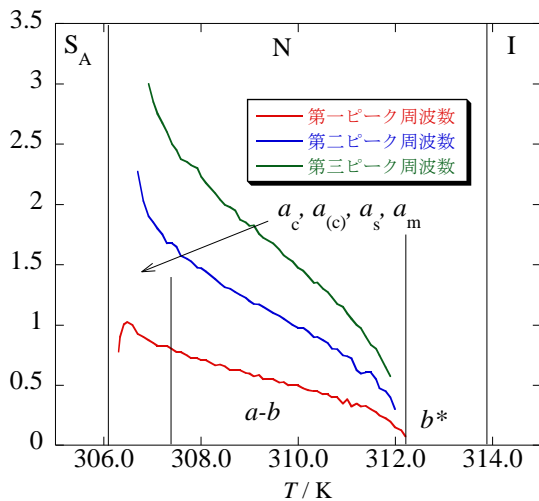


Fig. 3: Temperature dependence of peak frequency.

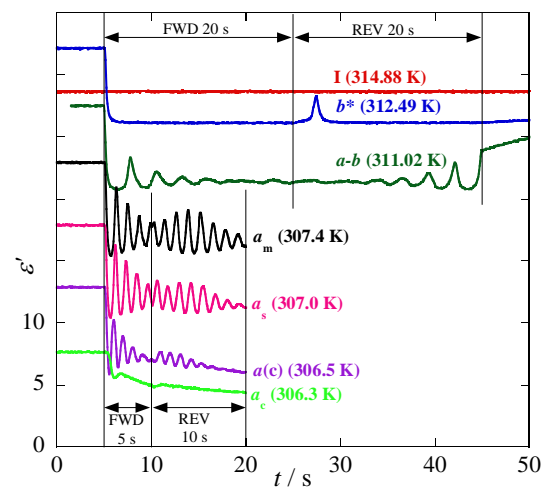


Fig. 4: Time dependence of dielectric constant after inversion of shear flow.

【参考文献】 [1] C. R. Safinya, E. B. Sirota, and R. J. Plano, *Phys. Rev. Lett.* 66, 15 (1991).