

二元混合系液晶薄膜の低速走査電子線観察

Observation of self-standing films of binary 8CB/7AB7 liquid crystals by using low energy SEM

松原 史弥¹, 杉澤 進也², 佐々木 夏海¹, 浅井 泰尊¹, 村田 英一¹, 六田 英治¹,

大島 忠平³, 多辺 由佳⁴

Meijo University¹, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology²,

Japan Advanced Institute of Science and Technology³, Waseda University⁴

E-mail: 173428032@c alumni.meijo-u.ac.jp

二元系の液晶はその濃度や温度により多彩な相を呈する。液晶分子 8CB(4-cyano-4'-octyphenyl)は温度上昇により結晶相、SmA 相、N 相と相転移し、7AB7(4,4'-d-n-heptyl-azobenzen)は結晶相、N 相と相転移する。一方で、8CB/7AB7 二元混合系では 8CB がシアノ基を有するため、電荷移動相互作用により、誘起 Sm 相を発現する。7AB7 のモル比 0.15 から 0.65 において発現する SmE 相は Herringbone 格子を特徴とする。[1]Sm 相は分子の長軸方向に沿って層構造を形成し、自立薄膜を準備することができる。液晶の構造を議論するには、並びの秩序を精度よく見出す一方、秩序からの乱れを議論できる、データの取得が必須である。偏光顕微鏡から得られるテクスチャーを用いたマクロの構造解析がある一方で、X 線に加えて電子線の手法の報告例もある。[2] 本研究では、低速電子線に特化した電子顕微鏡を使用した。加速電圧 1-5 kV の低速電子線で SEM 像と TED 像を同時に取得し、液晶膜内の分子の並びを実時間観察した。低速電子線を利用することで、軽元素に対する感度をあげられる。これまで、私のグループでは、液晶自己保持薄膜を準備し、(0,0)斑点周りに回転する特異な TED 像を観察した。

液晶自己保持膜は、Gilder 社製銅 (Cu) メッシュ(Cu G-2000HS)内の一辺約 $7.5 \mu\text{m}$ の正方形孔に、8CB/7AB7 の混合液晶(7AB7 モル比 0.50)を張り、準備した。膜外周のメニスカス部を除く、中心一帯の薄膜の膜厚は 100 nm 以下である。本研究では、電子線の加速電圧を 2.00、3.00、4.93 kV と系統的に変化させ、SEM 像と TED 像を同時に観察した。自己保持膜の TED 像の観察時間に対する変化を示す。図 1(a)の観察直後の像は単一の 6 回対称の Hexagonal パターンを示し、回転している。8 秒後の図 1(b)でも回転は引き続く一方、Hexagonal パターンの頂点は円周方向に伸びる。配列方向の異なる領域が複数共存し、それらが共に回転することが示唆される。15 秒後の図 1(c)は、リング状の TED 像が示され、配列方向の異なる領域が一様に存在することがわかる。TED 像の回転速度を像解析し求めたところ、加速電圧が増加すると回転速度が単一増加する傾向があった。これは観察の間、薄膜が電子線により加熱されたことを示唆する。外周部の液晶が SmE 相から、流動性の高い SmA 相に相転移することで、SmE 相が自由に向きを変える。外周部はメニスカスをつくり、電子の運動エネルギーをより効率よく吸収でき、温度も中心一帯より高いという立場で考えたモデルである(図 2)。

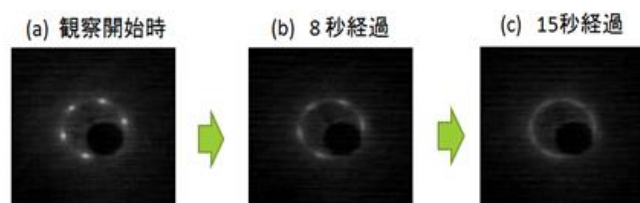


図 1 TED 像の時間変化

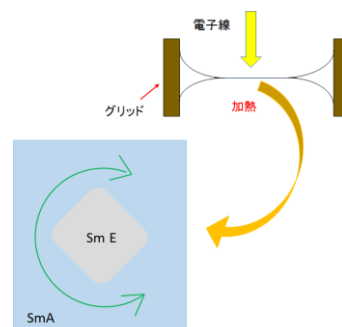


図 2 回転モデル

[1] Shin-ya Sugisawa, Yuka Tabe, Soft Matter, "Induced smectic phases of stoichiometric liquid crystal mixtures", 2016,12,p.3103-3109

[2] Ming Cheng, John T.Ho, S.W.Hui, Ronald Pindak, (1987), "Electron-Diffraction Study of Free-Standing Liquid-Crystal Films", PHYSICAL REVIEW LETTERS, vol.59 p.1112-1115