

# 液晶バブルの非平衡ダイナミクス

早稲田大学理工学術院 多辺由佳

## 【序：背景】

スメクチック液晶は製膜性が高く、シャボン玉、自己保持膜、界面単分子膜など様々な形態の薄膜を安定に形成する。これらのうち、サーモトロピック液晶で作られたスメクチックバブルは、様々な外場に応じて柔軟に形状を変化させるという特徴がある。外場が小さい時にはバブルは外場に対して線形に変形するが、外場がある閾値より大きくなると不安定になり、時には周期的な振動を始める。本報告では、DC 電場による液晶バブルの振動現象を紹介する。

## 【実験結果と考察】

室温でスメクチック A 相をとる液晶化合物 8CB で半径 1~3mm の半球バブルを作り、これをステンレス電極上におく。バブルの上方にもステンレス電極をおき、電極間に 100~2000V の DC 電圧を印加しながら、バブルの変形を高速カメラで観察した。

DC 電場下に長時間置かれた液晶バブルは金属のようにふるまう。バブル表面の電荷にクーロン力が働くので、バブルの単位面積当たりの力（外向きを正とする）は次式で表される。

$$f_r = \left( p_{in} + \frac{1}{2} \rho E_r \right) - \left( p_0 + 2\sigma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \right) \quad (1)$$

$p_{in}$  と  $p_0$  はそれぞれバブル内外の空気の圧力、 $\rho$  はバブル表面の電荷密度、 $E_r$  はバブル表面での電場、 $R_1$  と  $R_2$  はそれぞれ変形したバブルを回転楕円体と見なした時の主曲率半径である。バブル頂点位置を  $h$ 、電極間距離を  $d$  とし、これを初期バブル半径で規格化して

$x = h/r_0 - 1$ 、 $x_d = d/r_0 - 1$  とおくと、バブルが平衡状態に

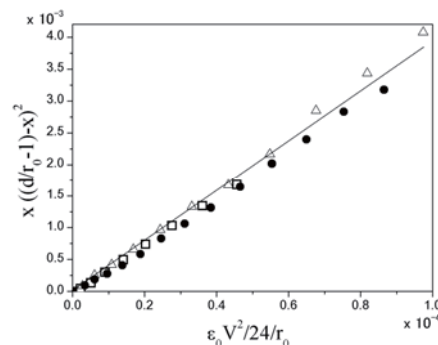
ある時の  $x$  は、(1)の力=0 とおいて次式で与えられる。

$$x(x_d - x)^2 = \frac{\epsilon_0 V^2}{24 \sigma r_0} \quad (2)$$

印加電圧と電極間距離を変えて初期バブルサイズの異なるいくつかのバブルについて実験した結果を右図に示す。

(2)式で予想した通りの線形関係が得られ、この傾きから

表面張力  $\sigma = 0.025$  N/m が得られた。この値は別の方法で測定した値と一致し、この解析が正しいことがわかる。



印加電圧  $V$  が  $\sqrt{(96\sigma_0/27\epsilon_0)x_d^3}$  を超えるとバブルは平衡形状を保てなくなり、対向電極への接触と回帰を繰り返すようになる。この時の周期はバブルと電極間の電荷授受の値によってほぼ決まる。電荷は一部が授受されるので周期は一定せず、分布を持つことがわかった。

## 【参考文献】

- (1) Y. Tabe, Y. Ito, S. Sugisawa and Y. Ishii, MCLC in press.