

# 液晶圧電効果に関する実験

知能流体力学研究室

稲荷博文

## 1. 緒言

一般に固体に外力が加わることによって分極が発生する現象（圧電効果）がある。一方、液晶において分子配向場に歪みが生じると、分子場の向きの対称性が崩され、巨視的な分極が発生する場合がある。この現象はフレクソエレクトリック効果（Flexoelectric effect）（以下フレクソ効果）<sup>(1)</sup>と呼ばれている。現在、フレクソ効果に関する研究は、静的な状態に限定されており、流動によって誘起されるフレクソ分極に関する研究はほとんど行われていない。本研究では、流動誘起型液晶圧電デバイスの開発を目的とし、フレクソ分極を算出するために必要なフレクソ係数の測定を行う。

## 2. 実験装置及び方法

### 2.1 実験方法

本研究は、ネマティック液晶の1つである5CB(4-cyano-4'-pentyl biphenyl)のフレクソ係数の測定を目的としている。液晶を封入したセルにセル厚方向に電場を印加することによって液晶分子の配向状態が変化し、複屈折が変化する。その変化を透過光強度として捉えられる。

液晶セルに半導体レーザーをガラス板に対して垂直に照射し、その透過光強度  $I_{V=0}$  を測定する。次に液晶セルの厚さ方向に電圧  $V$  を印加したときの透過光強度  $I_{V=m}$  を測定する。この透過光強度  $I_{V=0}$  と  $I_{V=m}$  を以下の式<sup>(2)</sup>に代入することで光路差  $\Delta l$  が求まる。ここで、液晶分子の配向方向と偏光板とのなす角度を透過光の変化が最も大きくなるように  $45^\circ$  に設定してある。

$$I_{V=m} = I_{V=0} \sin^2\left(\frac{\pi\Delta l}{\lambda}\right) \quad (1)$$

その光路差を以下の式<sup>(3)</sup>に代入することによりフレクソ係数の和が求まる。

$$(e_{11} + e_{33}) = \frac{K}{V} \left( \frac{4\Delta l}{n_0 R L} - \frac{d}{L} - 1 \right) \quad (2)$$

ここで、 $e_{11}$  と  $e_{33}$  はフレクソ係数、 $K$  は弾性定数、 $n_0$  は正常屈折率、 $V$  は印加電圧、 $R$  は複屈折位相差、 $L$  は外押長、 $d$  はセルのギャップを示す。

### 2.2 実験装置

図1は、本研究において透過光強度を測定するために使用した実験装置の概略図を示す。液晶セルのギャップは  $5\mu\text{m}$  とし、偏光方向と検光方向はクロスニコルとした。ガラス板にはラビング処理を施し、ツイスト角は  $0^\circ$  とした。光源には、波長  $635\text{nm}$  の半導体レーザーを使用した。また、光を集光させるためにピンホールを使用した。

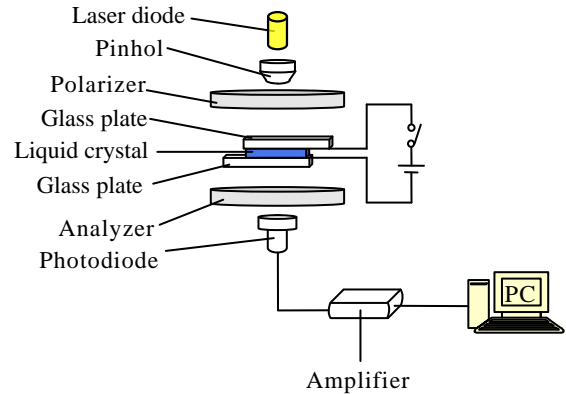


Fig.1 Scheme of experimental set up

## 3. 実験結果及び考察

図2は、電圧を印加していない場合の透過光強度  $I_{V=0}$  と  $3V$  の電圧を印加し続けた場合の透過光強度  $I_{V=3}$ 、 $5V$  の電圧を印加し続けた場合の透過光強度  $I_{V=5}$  を表している。各印加電圧に対し、測定時間を20分とした。測定の結果、電圧を印加していない場合では、600秒付近までは透過光強度が微小ではあるが揺らいでいる。それ以降は、ほとんど変化していないので定常であると思われる。  $3V$ 、 $5V$  の電圧を印加した場合は、測定開始直後、透過光強度が変化する。これは、液晶セルに電圧を印加することにより、液晶分子が再配向するため変化していると思われる。その後は、電圧を印加していない場合と同様に定常であると思われる。しかし、定常状態を示しているが極微小ながらも振動構造を示している。これは、液晶分子自身が極微小な振動を起こしているためと思われる。今後は、データ数を増やし、フレクソ係数の測定を行う。

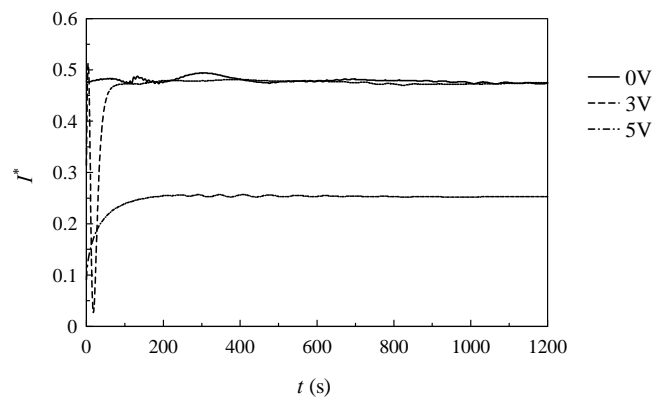


Fig.2 Intensity of the transmitted light

## 参考文献

- (1) R.B.Meyer, Phys. Rev., **918**(1969), 22.
- (2) 尾崎雅則, 吉野勝美, 液晶とディスプレイ応用の基礎(1994), コロナ社.
- (3) N.V.Madhusudana, G.Durand, J. Physique Lett. **46**(1985), 197.