

## 液晶の合成と液晶ディスプレイ素子作製

物質生命科学科 緒方智成

### 1. 緒言

物質生命化学科の三年次では、無機系および有機系の化学実験実習を木・金の1~4限に行っている。その中で有機化学実験では、機能性を有する材料を有機合成し、合成物の分析や機能確認を行う事で有機合成実験の手法と有機物の物性測定方法の習得だけでなく、安全性や環境への配慮、化学物質の実用性などの修得を目指している。これらを目的として(i)化学工業に実用されている Cannizzaro 反応、(ii)吸水材料として広く使われている高分子ゲルの合成、(iii)液晶物質の合成および性質観察の三種類の実験実習を行っている。現代生活に不可欠な生活用品や電子機器に用いる化学物質を合成することで、化学の有用性を実感できるようなテーマを設定している。このうち、液晶の合成実験では二日間で液晶性物質の合成と観察を行っていたが、NMR による構造決定、偏光顕微鏡観察による相転移挙動の観察等の化学的・物理的な物性測定にとどまり、液晶の工業的な用途や価値は理解し難い実習内容であった。

そこで、合成した液晶物質を用いて液晶ディスプレイ素子を作製し、電子デバイスの中での化学物質の役割と働きについて学ぶ内容を取り入れることを目的とし、本プロジェクトに応募し、採用に至った。化学が現代の情報化社会を担う重要な一部であることを実感すると共に、化学における研究開発の幅広さ、電子・電機分野との連携について知ることが期待できる。

### 2. 実施概要

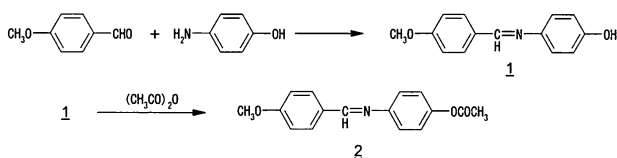
実験実習は、従来の二日間の液晶の合成実験に加え、液晶セルの作成と駆動試験を行う事とした。従来は若干時間に余裕があったため、四限目終了時に合わせて終わることが出来るようになった。

液晶セル中の配向膜の膜厚測定のため、本プロジェクト資金にて粗さ計（ミットヨ製サーフテスト SJ-400）を購入した。また、電圧印可のための直流電源装置を三台、ホットプレートを三台、表面温度計、テスター四台に加え、受講学生全員分の ITO ガラス基板（200 枚）、スペーサー（ポリイミドフィルム）、導電性接着剤、偏光フィルム、クリップなどの消耗品を購入した。

二日間の日程で液晶物質の合成とセル作成を同時進

行で行った。一日目には、液晶の合成を中心に行い、二日目に、合成した液晶の物性観察と液晶セルの作成と駆動実験を行った。

まず、下記の二段階の反応で液晶性物質、アニシリデン-*p*-アミノフェニルアセテート(APAPA)の合成を行った。



一段目の反応はシッフ反応であり、再結晶を行っても70%程度の収率で得られるが、二段目の反応の収率は通常は40%程度であるが、学生実験では数%に留まり、場合によっては全く得られない事もあった。これは1および2が過剰の反応時間・温度で分解するためと考えられる。

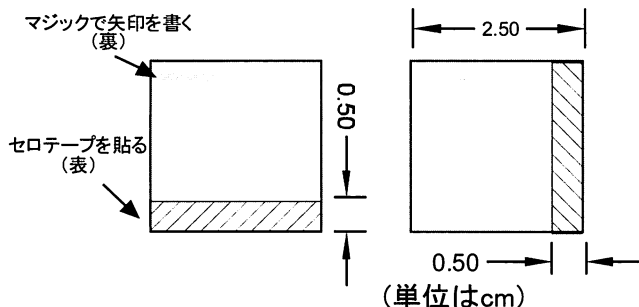
APAPA の液晶性を偏光顕微鏡で行い、相転移温度を求めた。相転移温度は C 82 N 108 I (°C) であり、80°C以上でネマチック相を示した。このため液晶セルへの充填や電圧印可試験は加熱下で行う必要があった。

液晶ディスプレイ素子は各自で組立て、その構造やパーツの役割を理解させることを目的とした。従って、各パーツを人数分準備する場合に、セル本体となる ITO ガラスが一人あたり二枚ずつ必要となり、予算的に問題となった。必要なサイズは2.5cm×2.5cm であるので、大きめ(10cm×10cm)の ITO ガラスをガラス切りで切断させることも検討したが、慣れていないため切断失敗による損失が大きい。また、切断時に生じる微少な破片は液晶セルの間に入りショートの原因となり、切断面は鋭利で組立時に怪我の原因となると予測された。そこで、メーカーに依頼し、2.5cm×2.5cm サイズの ITO ガラス板を200枚(単価200円)作成してもらった。

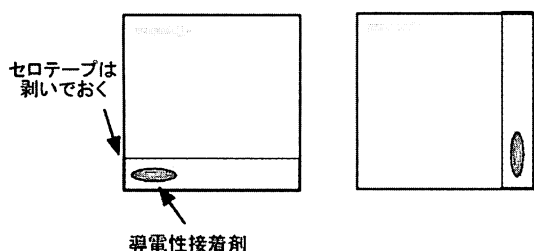
このサイズの ITO ガラスを用い、実際の TN 型液晶ディスプレイと同じ原理となるように設計を行った。ITO ガラスの表面に、液晶を配向させるための配向膜を PVA で作成し、液晶を充填するギャップを形成させるためのスペーサーを挟み、セルを作成した。この時、二枚の ITO ガラスを固定するためには一般的なダブルクリップでは圧着力が低くすぐに分解するだけで

なく、スペーサー以上のギャップが生じ、適していなかった。さまざまな固定方法を検討した結果、「ガチャック」による固定が最も手軽で適していた。

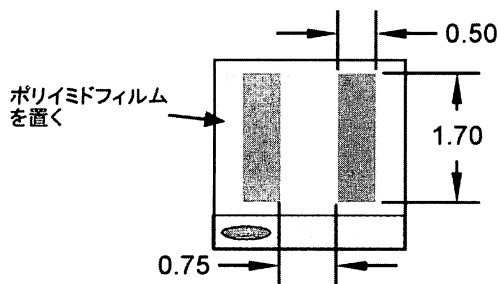
実験では、ITO ガラスで液晶セルを以下の手順で組み立てた。



ITO ガラスの裏面にマーキングし、通電面の一辺をセロハンテープでマスキングした後、スピコーターでPVA 水溶液を塗布し、ホットプレートで乾燥した。

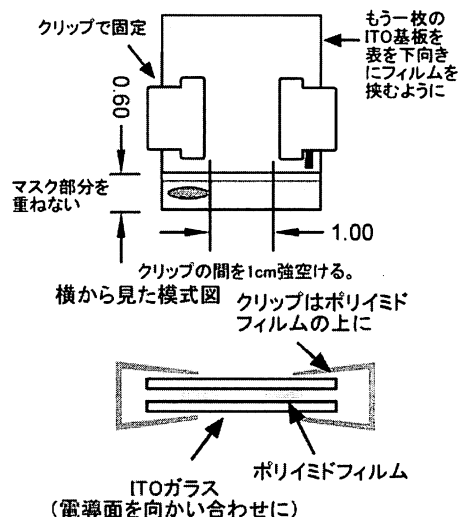


PVA 膜の表面をガーゼでマーキング方向に数回擦り、配向処理を行った。マスキングテープを剥がし、配向膜とマスク部分の段差を粗さ計で測定し、膜厚を求めた。平均して  $1\mu\text{m}$  の PVA 配向膜が良好に形成できていた。さらに導電性接着剤で電極接続部分を作成した。



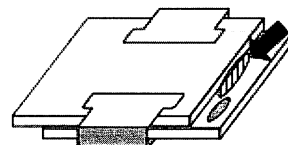
ITO ガラスの通電面（配向膜を形成した面）にスペーサーとなるポリイミドフィルムを二枚置いた。

もう一枚の ITO ガラスを、通電面が対向し、電極部分が露出するように少しずらして挟み、クリップで固定した。二枚の ITO ガラス間の抵抗をテスターで測定し、数  $\text{M}\Omega$  以上であることを確認した。スペーサーの位置、クリップの位置、配向膜が薄すぎて剥離したり、ゴミがあると抵抗が低く、電圧が印可できない。この



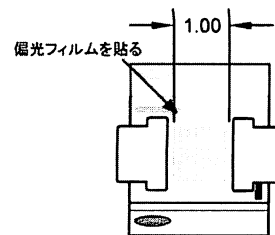
場合は、再度組立を行うか、配向膜を再度形成した。

作成したセルに液晶を充填したがその際、一班四名のそれぞれで、I.合成した液晶を充填したセル、II.市販液晶のセル III.偏光フィルムを取り付けていないセルに合成した液晶を充填、IV.ラビング処理を行っていないセルに市販液晶を充填したセルの四種類を作成した。合成液晶の相転移温度は  $70^\circ\text{C}$  以上なので、ホットプレートで約  $90^\circ\text{C}$  に加熱しながら充填を行った。



セルの両面に偏光フィルムを偏光軸が直角するようにとりつけ試験用液晶セルとした。液晶が充填されていないと、直角した偏光フィルムのために光を通さない状態だった。

得られた液晶セルそれぞれに電圧を印可し、光透過性の観察を行った。それぞれのセルの印可電圧と光透過性の結果を比較することで、液晶ディスプレイの構造や駆動原理、液晶ディスプレイに組み込まれている液晶の性質が理解できると期待できる。



実験を行った後のレポートに記入された感想を見ると、液晶ディスプレイを作成出来たことに感動したという意見が多数得られ、化学を通じた「ものづくり」を実感させることが出来たと考えられる。