A-2

偏光膜の作製と LCD デバイスの組み立ての教材化

Scratch building of TN type-LCD device as experimental teaching material

○石見勝洋[1]，平野壮哉[1]，豊田陽己[2]，伴周一[1]，大久保尚紀[1]，村上雅彦[1]
Katsuhiro Ishimi[1], Masaya Hirano[1], Haruki Toyoda[2], Shuichi Ban[1], Naoki Ohkubo[1], Masahiko Murakami[1]

Procedure of preparing polarizing film from iodine doped-Vinylon® film was developed, and was applied to the scratch building of TN type-LCD device. The polarizing film was prepared as following: Vinylon® film strip was immersed to Lugol's solution ca. 15min, and then was manually stretched on the surface of a glass bottle. The film was dried and attached on a 35mm slide mount, to use as polarizing filter. By using present procedure, assembling of TN type-LCD device was designed as an experimental teaching material for laboratory class program. The LCD device consisted from a pair of ITO glass electrodes, liquid crystal (4-cyano-4'(-pentylbiphenyl)), and a pair of the polarizing filters. To appropriately orient the liquid crystal molecule in the device, both of the ITO glass plate were coated with PVA, and the coated surface of each plate was rubbed with nylon cloth to give horizontal or vertical ridge to the respectively. The present program was applied to a laboratory class (90 min, 14 students). 86% of the students successfully confirmed operation of the device.

１　はじめに

演者らは昨年，市販ビニロンフィルムをルゴール溶液に浸し延伸，乾燥させるだけで実用に耐える偏光膜を簡単に短時間で作製する方法を報告した[1,2]．そこでこの偏光膜を使用した授業展開を検討し，光の波動性を実感できる液晶デバイスの作製実験を考えた．

高等学校学習指導要領解説では「原子」の単元で，「電子や光が粒子性と波動性の両方の性質を兼ね備えていることを理解させる」と記述されている[3]．取り扱う実験としては光電効果やニュートンリングの観察[4]などあるが，生徒が実生活の中で実感することは少ないと思われる．

その点，偏光膜は液晶テレビやスマートフォンなど実際に身近で使われているため，ヨウ素分子が格子状に整列していることを説明した上で，2 枚の偏光膜を直交させると透過光が遮られることが目視でき理解しやすい（図 1）．これを実際に作ることで光の性質を実感できる教材になると考え本学短期大学部の選択実験の１つとして物理実験の「光の性質」で授業を実践したので報告する．

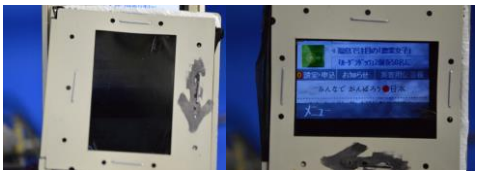


図１　偏光膜

２　実　験

（1）　偏光膜の作製

衣類梱包用の市販ビニロン袋片をビーカーに入れた純水に 10 秒ほど浸漬膨潤させた．フィルム表面の水分をペーパータオルで除き，次にシャーレにルゴール溶液を入れフィルムを広げて 15 分間浸漬した（図２a）．

a.　ヨウ素染色　　b．フィルムの延伸　　c．マウントへの固定

図２　偏光膜の作製

着色したフィルムを取り出し，水道水で洗浄した後，ペーパータオルで挟み水分を除いた．フィルムの一端をガラス瓶に布テープで固定し，もう一端をゆっくり引き延ばし 1.5 ～ 2 倍ほどの長さになったら同様にテープで固定した（図２b）．ドライヤーの冷風で５分程乾燥した．

スライド用マウント２組で 90 度方向をずらして挟み皺が入らないように注意してステープラで固定した（図２c）．

（2）　配向膜の作製

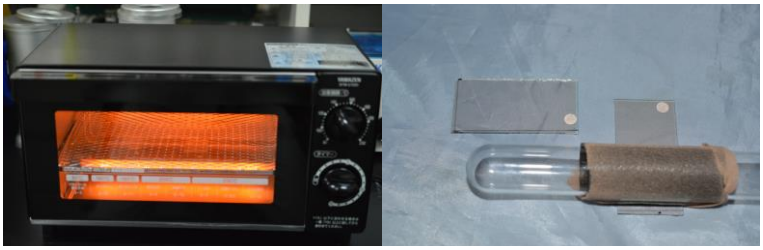
導電性（ITO）ガラスの導電面にポリビニールアルコール水溶液を刷毛で薄く塗布した．導電面を上にしてオーブントースターに並べ 130 ℃で 10 分間焼成した（図３a）．

ITO ガラスが充分冷えたところで，導電面を上にして実験台の上に水平に置き，ナイロン布を巻いた試験管で表面を軽く 10 回程度こすり（ラビング処理），配向膜を作製した．このようにして長辺方向にこすったものと，短辺方向にこすったものの２枚を作成した（図３b）．

1　日大理工･教員･一般教育，２日大短大・教員・一般教育

（3）　液晶セルの組立

配向膜を付けたITOガラス１枚の長辺方向の両端 2～3mm にポリイミドテープを貼り付けた．もう一枚の ITO ガラスを短辺側が 1cm 位空くように重ねて，両端を豆クリップで固定した．二枚のITOガラスの間にスポイトで液晶（4-シアノ-4’-ペンチルビフェニール）を一滴注入した（図４a）．



a．焼結　　b．配向処理

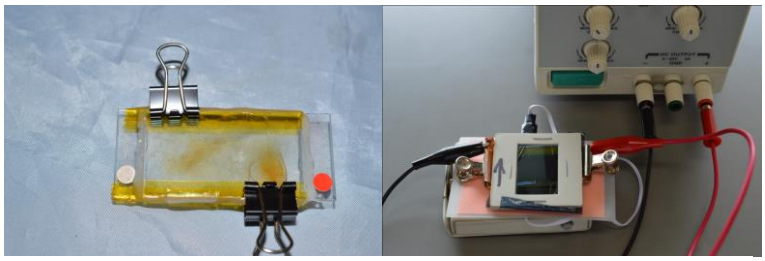
図３　配向膜の作製

液晶セルの上下方向から二枚の偏光板が直交するように挟み込んで，平面発光板の上に乗せ透過光を観察した．ITO ガラスの両端にそれぞれ電極をつなぎ，電圧を印加して動作を確認した（図４b）．

（4）　授業実践

各自に作製させた偏光膜２枚を蛍光灯にかざしながら１枚を回転させ，延伸方向に直角に交わる位置で透過光が遮られることを確認させた．

次に，液晶セルを組み立て液晶に電圧を印加させると，電流が流れた途端液晶部分の透過光が遮られて，暗くなることが確認できた．電源のオン・オフを繰り返させると，連動して明暗が切り替わることが確認できた．



a．液晶セル　　b．LCD デバイス

図４　液晶セル

３　結果　および　考察

14 名の学生に対し実施した結果，デバイスの作製は大きなミスもなく組み立てられ，一部分しか動作しない班もあったが概ね成功した．1 班だけ全く動作しない班があり原因を調査したところ．試験管にナイロン布を固定するのに用いた粘着剤と思われるものが付着し配向膜の溝のように見えていることが分かった．また，一部分しか動作しない班は溝が均一に形成されていなかった．ラビング処理の器具およびやり方には改良すべき点があることが分かった．

偏光膜の作製は全ての班で上手くできた．また，実施後のアンケートの結果，表１に示したように偏光膜の働きについて，ほぼ全員が理解し，実験についても偏光膜の作製工程に 6 割近くの学生が興味を示した．

表1　アンケート結果

この実験を行う前から液晶の原理を知っていましたか？			
知っていた	なんとなく知っていた	知らなかった	
0人（0.0%）	5人（35.7%）	9人（64.3%）	
実験を行って，液晶の原理を理解できましたか？			
理解できた	ある程度理解できた	殆ど理解できなかった	理解できなかった
5人（35.7%）	9人（64.3%）	0人（0.0%）	0人（0.0%）
偏光膜の働きについて，理解できましたか？			
理解できた	ある程度理解できた	殆ど理解できなかった	理解できなかった
8人（57.1%）	6人（42.9%）	0人（0.0%）	0人（0.0%）
配向膜の働きについて，理解できましたか？			
理解できた	ある程度理解できた	殆ど理解できなかった	理解できなかった
6人（42.9%）	7人（50.0%）	1人（7.1%）	0人（0.0%）
この実験の操作で難しかったところはどこですか？			
偏光膜の作製	配向膜の作製	液晶の組み立て	その他
6人（42.9%）	6人（42.9%）	1人（7.1%）	1人（7.1%）
この実験で興味を持った(面白かった)ところはどこですか？			
偏光膜の作製	配向膜の作製	液晶の組み立て	その他
8人（57.1%）	2人（14.3%）	4人（28.6%）	0人（0.0%）

４　まとめ

学習指導要領の目標に「科学的に探究する能力と態度を育てる」と記述されている．液晶は化学領域の「物質の三態」に，また偏光は物理領域の「光」の単元に関わりの深い内容である．身近な液晶デバイスの作製を通じ化学と物理の関連性を学ぶ教材となると期待できる．

５　参考文献

1）　石見勝洋，平野壮哉，村上雅彦，淺田泰男，「市販ビニロンフィルムとルゴール液を用いた偏光膜の試作」，理科教育学会第 65 回全国大会論文集, pp514

2）　石見勝洋，平野正哉，村上雅彦，淺田泰男，「実験教材化を目的とした市販ビニロンフィルムとルゴール液を用いた偏光膜の作成」，日本大学理工学部一般教育教室彙報，第 99 号（2015），pp21

3）　文部科学省，「高等学校学習指導要領解説　理科編」，(2009)，pp45

4）　大久保尚紀，伴周一，豊田陽己「物理学実験」東京教学社, (2009), pp56