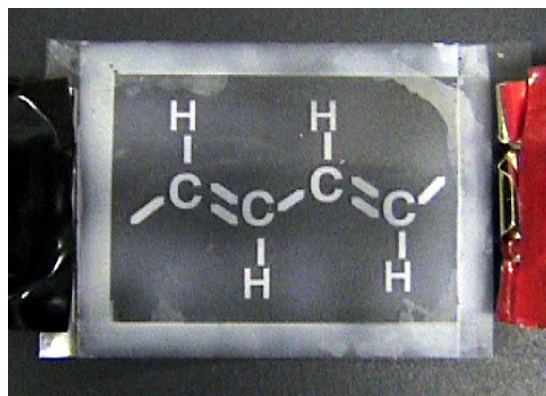


電気を通すプラスチックで液晶ディスプレイをつくってみよう

山梨大学工学部 応用化学科 奥崎秀典

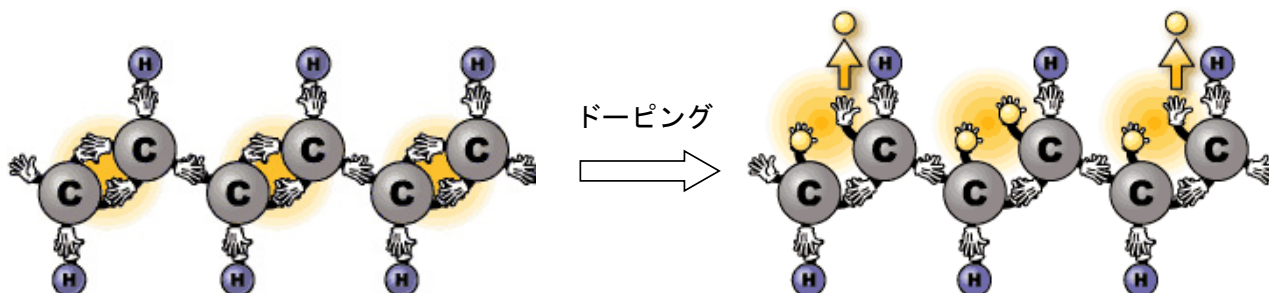
はじめに

現在、私たちの身の回りを見渡してみると、時計や携帯電話、電卓、パソコンなどさまざまな電子機器の表示素子として液晶ディスプレイが使われています。でも自分で作ったことがあるという人はほとんどいないはず。本実験では、「導電性高分子」と「液晶分子」を組み合わせて、曲げたりねじったりできるフレキシブルな「高分子分散型液晶ディスプレイ」を作ります。好きな文字やデザインを考えてきてください。世界に一つしかないオリジナル液晶ディスプレイを作って、実際に電気をかけて動かしてみましょう。



電気を通すプラスチック（導電性高分子）って何？

これまで高分子（プラスチック）は電気を通さない絶縁体と考えられてきましたが、白川英樹博士らはこのような常識をくつがえす「導電性高分子」を発見し、2000年ノーベル化学賞を受賞されました。では、導電性高分子はふつうのプラスチックとどこが違うのでしょうか？ 原子や分子をつなぐにはお互いに電子を出し合い「結合」を作る必要があります。パイ電子とよばれるものも結合に使われますが、結合の通り道がつながってあればパイ電子はその上を動くことができます。でも、通り道が全部埋まっていれば動くことができないので、「空席」を作ってやる必要があります。ヨウ素のようなものを加えると高分子の一部の電子が奪われて空席ができ、パイ電子はすいすいと動けるようになり電気が流れるのです。これを「ドーピング」といいます。これまで多くの導電性高分子が作られており、「合成金属」と呼ばれることもあります。



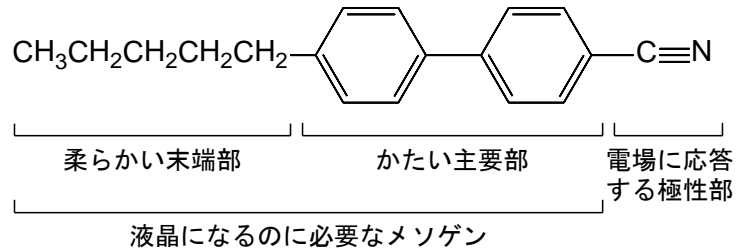
導電性高分子発見のきっかけとなったポリアセチレンのドーピング

ここでは、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)にポリスチレンスルホン酸をドーピングした導電性高分子水溶液(PEDOT/PSS)を用います。PEDOT/PSSは電氣的・化学的安定性に優れ、かつ透明なことから、帯電防止剤や固体電解コンデンサ、エレクトロクロミック素子、エレクトロルミネッセンス(EL)素子などに広く使われています。

液晶って何？

有機結晶の中には熱するとある温度で溶けて濁った液体となり、さらに高い温度で透明になるものがあります。1888年にライニツァーが発見し、1889年にレーマンが「液晶」と名付けました。液晶は結晶と液体の間の温度で現れ、またそれぞれの性質をあわせもつことから「中間相」ともよばれます。液晶となる分子はその形が棒状のものが多く、「ネマチック液晶」、「スメクチック液晶」、「コレステリック液晶」などの種類があります。また、温度変化で現れる「サーモトロピック液晶」と水や他の溶媒に溶けた「リオトロピック液晶」があります。

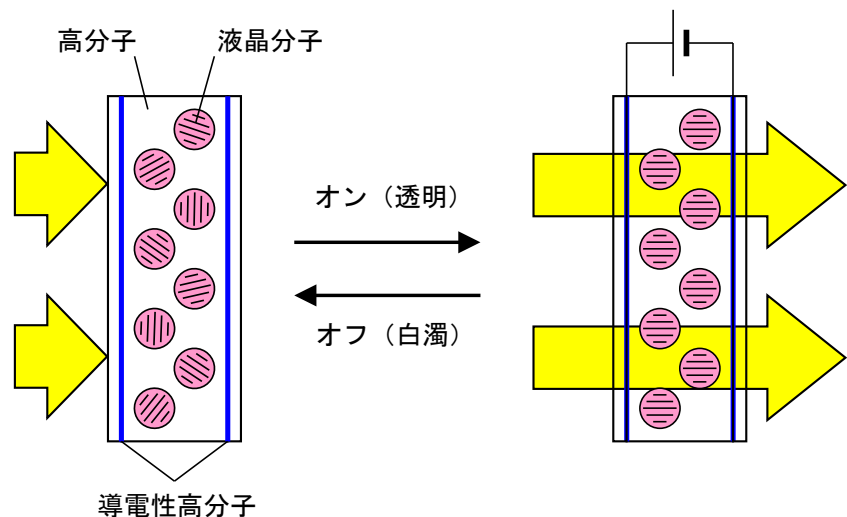
ここでは、代表的なサーモトロピック液晶の5CB(4-シアノ-4'-ペンチルビフェニル)を使います。この液晶は22.5~35℃でネマチック液晶になります。



高分子分散型液晶ディスプレイ

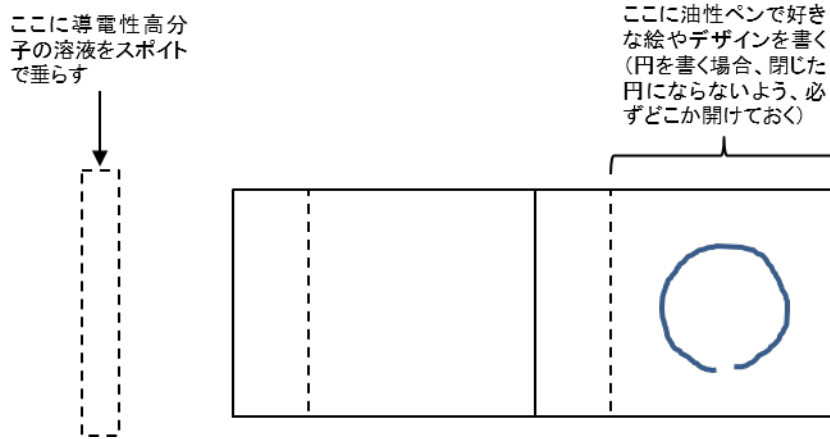
液晶ディスプレイには多くの種類がありますが、ここでは「高分子分散型液晶ディスプレイ」を作ります。このディスプレイは、高分子の中に液晶の小さな粒子が分散していて、この粒子が光を散乱するため白く濁って見えます。これは雲が白く見えるのと同じ原理です。電圧をかけると液晶分子は電場方向に配向し、光の散乱が抑えられ透明になります。

すなわちこのディスプレイは、散乱・非散乱の状態変化に基づく白・透明のコントラスト変化を利用しています。そのため、従来の液晶ディスプレイとは異なり偏光板が不要で、その明るさのアップが期待できます。その他に、視角依存性が少ない、電極表面の配向処理が不要、作製が簡単などの特徴があります。



さあ、やってみよう

- ① 下に示したデザインシートの右側の枠に、油性ペンで好きな文字やデザインを書く。このとき、文字やデザインの一部が完全に閉じた状態にならないよう注意する（例えば円を書くとき、どこか一箇所開けておく）。



- ② 導電性高分子の溶液をピペットで取り、デザインシートの左側の枠内に線状に垂らす。ドライヤーのスイッチを入れ、試験管を使って導電性高分子の溶液を薄く延ばすようにしてデザインシート上に塗る。完全に乾くまでドライヤーをあてる（30秒程度）。
- ③ 実線に沿ってハサミでデザインシートを2枚に切り取り、導電性高分子が塗られた面をテスターで確認する。
- ④ デザインが書かれたシートの表面にエタノールをかけ、油性ペンで書かれたデザインを洗い流す。このとき、洗いすぎたり擦ったりすると導電性高分子もはがれてしまうので、短時間で洗い流すこと。その後、ドライヤーで乾かす。これで電極の出来上がり。
- ⑤ デザインが消えた電極の表面に、液晶と光学接着剤の混合液をサイコロの5の形になるよう、5箇所に1滴ずつ落とす。
- ⑥ これにもう1つの電極を、導電面が向かい合うように、左右1cmくらい（破線まで）ずらして重ねる。2枚の電極間の液体が薄く均一に広がるまで数分間待つ。
- ⑦ 紫外線ランプを使って約3分間紫外線を照射し、2枚の電極を接着する。これで完成！
- ⑧ 完成した液晶ディスプレイの両端をクリップで挟み電圧をかけてみよう！

☞ きみの書いた文字やデザインがついたり消えたりするかな？

☞ 電圧の大きさを変えたらどうなるかな？

☞ 曲げたりねじったりしても動くかな？



導電性高分子や液晶について「もっと知りたい！」という人は、以下の本を参考にしてみてください。

1. 白川英樹, 「私の歩んだ道 ノーベル化学賞の発想」, 朝日選書 670, 朝日新聞社.
2. 白川英樹, 「化学に魅せられて」, 岩波新書 709, 岩波書店.
3. 吉村進著・高分子学会編, 「導電性ポリマー 高分子新素材 One Point 5」, 共立出版.
4. 高分子学会編著, 「ぼくもノーベル賞をとるぞ!!」, 朝日新聞社.
5. 岩柳茂夫著・谷口雅男, 妹尾学編, 「液晶 化学 One Point 10」, 共立出版.
6. 奥崎秀典監修, PEDOT の材料物性とデバイス応用, サイエンス&テクノロジー (2012).

Memorandum
