

光化学反応を利用する液晶分子配向制御

市村, 國宏
東京工業大学資源化学研究所

<https://doi.org/10.15017/6659>

出版情報 : 九州大学機能物質科学研究所報告. 8 (1), pp.195-196, 1994-11-10. 九州大学機能物質科学
研究所
バージョン :
権利関係 :

光化学反応を利用する液晶分子配向制御

市村 國宏

Regulation of Liquid Crystalline Alignment by Photochemical Reaction

Kunihiko ICHIMURA

【要旨】基板表面をアゾベンゼン分子で単分子的に修飾し、ネマチック液晶を挟み込んでから光照射すると液晶分子の配向が制御できる。アゾベンゼンのE/Z光異性化に応じて、垂直・平行配向が可逆的に起こる。一方、平行配向となるアゾベンゼン修飾基板を用いると、直線偏光照射によって、液晶分子の方位配向が制御できる。これは基板表面光機能特有の挙動であり、スピロピランやスピロオキサジンも同様な機能を発現する。

1. はじめに

光駆動型液晶素子には、光導電性層アドレス型、レーザービーム加熱型、および光化学反応駆動型があり、前二者は実用レベルでの開発が行われている。後者は基礎的な研究段階にあるが、さまざまな試みがなされている(表1)。これらは、光反応性分子を液晶相に溶解するか、あるいは、基板表面層に局在させるかによって2つに大別される。基板表面に結合したフォトクロミック(コマンド)分子の反応によって、ネマチック液晶は垂直(ホメオトロピック:H)/平行(プレーナー:P)配向の間を可逆的に変える。この光活性な表面(コマンドサーフェス)によって液晶分子の配向制御がなされるためには、H配向に適した置換基を導入すること、フォトクロミック分子は棒状一屈曲型の構造変化を示すこと、基板表面 100\AA^2 に1つ以上のコマンド分子が結合していること、液晶の種類との間で最適な組み合わせがあること、などを明らかにしてきた[1]。これらの発展系の1つとして、直線偏光による、液晶分子の方位制御が可能であることを明らかにして

きた。

2. アゾベンゼン(Az)系

方位配向制御を可能とする必要条件の1つがP配向をもたらし表面修飾である。Azをhead-on型でシリカ表面に結合するとき、親水性の置換基があればその条件を満たす。実際に、p-シアノAzで修飾したガラス表面はP配向を与え、これに直線偏光を照射すると、液晶分子は一方向に配列し直す[2]。その方向は偏光面にほぼ垂直であり、偏光面の回転に応じて任意に変化させることができる。ここで強調すべき点は、照射波長が $n-\pi$ *遷移の可視領域にあること、液晶セルの温度が相転移温度以上で再配向が速やかに起こることである。前者の条件下では、光定常状態ではトランス体が約90%に保たれる。

Az分子の横の位置から基板表面にside-on型でシリル結合させると、さらに顕著な方位配向制御が可能となる[3]。この場合もセル温度を液晶の相転移温度以上に設定することによって、再配向が速やかに起こる。興味深いことに、コマンド分子によっては方位配向した状態が長時間の加熱あるいは非偏光の可視光照射でも崩れることはなく、大変に安定となる。直線偏光照射によって、基板表面のAz分子に二色性が生じてい

本論文は、1994年機能物質科学研究所講演会(1994年3月17日)に於ける講演内容をまとめたものである。
東京工業大学資源化学研究所

光化学反応を利用する液晶分子配向制御

表1 光化学反応で駆動する液晶素子

	光 反 応 性 分 子	
	(高分子) 液晶中に溶解	基板表面層に局在化
非 偏 光 照 射	相変化 N/Iso, N/Sm Chol/Iso, Chol. pitch 交番電界印加型複合液晶膜 強誘電性液晶の分極反転	配向変化 ホメオトロピック/プレーナー
直線偏光 照 射	方位配向制御	配向変化 ホメオモホピック/ホモジニアス 方位配向制御

ることが確認されており、このコマンド分子の配向が液晶分子の配向を促しているものと解釈できる。この配向制御挙動は、基板と Az との間のスペーサー長や共存するアルキルシリル基の種類によって影響を受ける。

3. スピロピラン系

6-ニトロインドリノスピロベンゾピラン(SP)の窒素原子を結合部位としてシリカガラス表面に結合させると、液晶はP配向となり、偏光紫外線の作用によって液晶の方位配向が制御できる[4]。インドリノスピロナフトオキサジン(SO)も同様な挙動を示すが、類似した発色団でありながら、偏光面に対して異なる方向へ液晶が並ぶ[5]。すなわち、SOのインドリン核の窒素原子を結合部位とすると、偏光面に対して垂直方向へ液晶分子が配向する。ところが、結合部位をナフタレン核に変えると、興味深いことに、液晶配向の方向は紫外線の偏光面にほぼ平行となる。恐らく、このフォトクロミズムに関するナフタレン核自体は偏光面に

垂直になるものの、後者の結合様式では、スピロ炭素を介して結合するインドリン核がそれに垂直となるから、結果的に偏光面に平行となるのであろう。

4. おわりに

光反応によるコマンド分子の配向は光異性化の積み重ねの結果と理解されるので、発色団としてはフォトクロミック分子が適切であろう。また、コマンド分子とそれを取り囲む液晶分子との相互作用が決め手と思われるので、分子の形が分子設計上重要な要素のようである。光反応単位のみならず、表面全体の分子設計も重要であることを強調したい。

- 1) 有合化, 49, 383(1991); 応用物理, 62, 998(1993).
- 2) Langmuir, 9, 857 (1993).
- 3) Langmuir, 9, 3298 (1993).
- 4) Thin Solid Films, 235, 101 (1993).
- 5) 日化春季年会 3C638 (1993).