

完璧な自発的ホメオトロピック配向およびキュービック相を示す 初めてのフタロシアニン系ディスコティック液晶

初阪一輝*

液晶と聞くとすぐに液晶ディスプレイ(LCD)と考えてしまう。しかし、液晶は液体と結晶の間に存在する相の総称であり、本来多様な応用がLCD以外にあるはずである。LCDの成熟とともに液晶の基礎研究は、LCD 指向から、新しい応用を目指した「液晶半導体」へと世界的に移りつつある。液晶半導体は、液晶の新しい応用として期待されている。本研究室では、古くから液晶性半導体の開発を行ってきた。例えば、アルキルチオ基で置換したフタロシアニン系ダブルデッカールテチウム(III)錯体は、ディスコティック液晶では、現在のところ世界最高の $0.71\text{cm}^2/\text{Vs}$ もの高速の電荷移動度を示すことを見出した。しかし、液晶半導体を実用化するためには、液晶を均一大面積に並べる必要がある。本研究では、自発的に

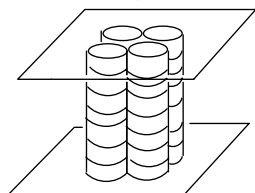


図1 ホメオトロピック配向

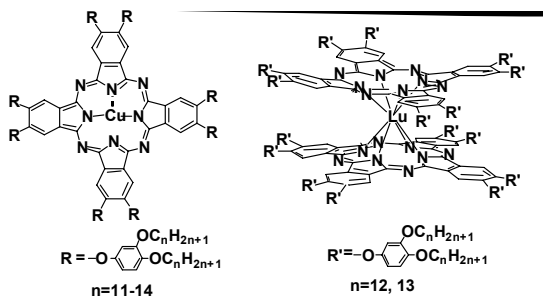
で欠陥のないモノドメインの(完璧な)ホメオトロピック配向するディスコティック液晶の開発を目指した。ディスコティック液晶のホメオトロピック配向とは、図 1 に示したように、カラムが基板に対して垂直に並ぶ配向のことである。本研究では、多機能性電子材料として有用なフタロシアニン(Pc)分子を自発的に欠陥のないモノドメインのホメオトロピック配向させることができれば、有機半導体材料への応用が期待できると考えた。

ディスコティックカラムナー液晶は、配向膜や磁場、電場を与えても均一に配向せず、欠陥が多数現われポリドメインになりやすい性質がある。これまでディスコティックカラムナー液晶を欠陥なく並べるための指針はなかった。また、自発的に欠陥のないモノドメインのホメオトロピック配向を示す Pc 系ディスコティックカラムナー液晶も、これまで報告がなかった。したがって、Pc 錯体で欠陥のないモノドメインのホメオトロピック配向が必ず得られる分子設計の考察を、これまでの研究を参考にして行った。これまで、欠陥がありポリドメインとなるが、部分的にホメオトロピック配向する Pc 系ディスコティック液晶は知られていた。この Pc 系ディスコティックカラムナー液晶の分子構造は、酸素原子が Pc 環に直接結合しているという共通点があった。したがって、Pc 錯体をホメオトロピック配向させるためには、酸素原子を Pc 環に直接結合させる必要があると考えた。残る問題は、欠陥とポリドメインの発生の抑制である。欠陥やポリドメインとなる理由は、ディスコティックカラムナー液晶の高い粘性が原因ではないかと考えた。粘性が低ければ、円盤状分子が自由に動きやすくなって、配向しやすくなり、欠陥やポリドメインになりにくいと考えた。そして、粘性が高くなる理由は、カラム内の隣接した円盤状分子の間で強い $\pi-\pi$ 相互作用が働いたカラムナー構造を形成しているためだと考えた。したがって、粘性を低くするためには、立体障害となる置換基によって、 $\pi-\pi$ 相互作用を小さくすれば良いと考えた。

以上の考察より、フェノキシ基を置換基とする新規 Pc 系シングルデッカー銅(II)錯体液晶(図 2-A)を合成した。そして、この液晶性を調べた結果、この Pc 銅錯体は、 $\text{Col}_h \rightarrow \text{Col}_t \rightarrow \text{Col}_{let} \rightarrow \text{Cub} \rightarrow \text{I.L.}$ と相転移した。全く配向処理をしていない二

枚のソーダライムガラスまたは石英ガラスの間に挟んだ試料は、 Col_{let} になると、欠陥のないモノドメインのホメオトロピック配向を示した。

このホメオトロピック配向となる機構は、図 3 に示したような



A: フタロシアニン銅(II)錯体 B: フタロシアニルテチウム(III)錯体

図2 新規フタロシアニン化合物

理由を考えている。まず第一番目の円盤状分子に置換しているフェノキシ基の酸素原子の不對電子が、ガラス表面のケイ素のダングリングボンドに配位する。このため、第一番目の

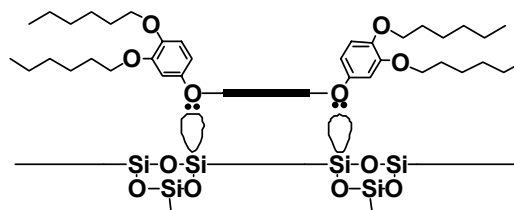


図3 ホメオトロピック配向発見機構の仮説

分子がガラス表面に平行に吸着し、その後、次々と分子が積み重なり、カラムを形成するためと考えている。

さらに本研究では、Pc 系シングルデッカー銅(II)錯体(図 2-A)だけではなく、高速の移動度が期待できる Pc 系ダブルデッカーLu(III)錯体液晶(図 2-B)においても、欠陥のないモノドメインのホメオトロピック配向することがわかった。

以上のように、本研究において、円盤状分子を自発的に欠陥のないモノドメインのホメオトロピック配向をさせることができる分子設計指針を初めて明らかにした。

* Kazuaki Hatsusaka

The First Examples Exhibiting Spontaneous Perfect Homeotropic Alignment and Cubic Phase in Discotic Liquid Crystalline Phthalocyanine Derivatives

学位: 博士(工学)・信州大学

指導教官: 太田和親

学位授与日: 2003年3月20日

現所属: 大日本インキ化学工業株式会社 総合研究所 新技術開発センター長付 埼玉工場 液晶材料技術本部 液晶材料技術グループ勤務