

サブテーマ名：A - 2 液晶応答速度の高速化

小テーマ名：A-2-1：高速応答分子の設計と液晶組成物の開発

高速応答液晶材料の設計指針を得るべく分子構造と性能の相関に対して系統的な検討を行い、高速応答の OCB モード用液晶材料の開発を目的に取り組してきた。n が大きな化合物については電圧保持率(VHR)の低下をもたらす場合があるので、実用材料においてパラメータの制御が可能かどうかを検討する。特に VHR を低下させず n の大きな化合物を開発する。

- ・屈折率異方性 (n) が大きく粘性の低い実用的液晶材料を検討した。
- ・含フッ素 U 型液晶化合物の誘導体を合成し、分子構造が液晶性および電気光学特性に及ぼす影響を調べた。
- ・スプレーバンド転移の高速化とバンド状態の安定化を目的とし、分子二軸性を持つ新規キラル化合物を合成し物性を評価した。
- ・電圧 OFF 時の高速化を目的とし、種々の両親媒性化合物を合成し応答時間に及ぼす効果を調べた。

フェーズ：

含フッ素液晶化合物はフッ素の導入位置によって相転移温度や電気光学特性が大きく異なることが知られている。特にシアノ基の近傍にフッ素が導入された化合物はネマチック液晶組成物に添加することによって駆動電圧を下げる効果があり、STN タイプのディスプレイ材料として使用されている。

そこで駆動電圧低下に関与する分子間相互作用を明らかにするために、フッ素の導入位置が異なる液晶化合物について X 線結晶構造解析を行い、結晶相における分子のコンフォメーションおよび分子パッキングについて調べた。一般に、ネマチック相では分子に頭尾の区別がなく、対称性の高い相と考えられている。しかし、本研究からコンフォメーションの設計とコア・コア相互作用の導入により、ネマチック相においても微視的な分子配列の制御が可能であることがわかった。この情報をもとに具体的な分子設計に結びつけることによって、新しい方法論による液晶応答速度の高速化の実現につなげていくこととした。

こうした結晶構造解析から得られた情報をもとに新規 U 字型化合物を設計・合成し、単体の物性および実用的 OCB 液晶組成物に添加した際の効果を調べた。添加により Vcr が増加し、Vcr の低下が見られたが、粘度が増加したため応答速度の改善は見られなかった。今後、低粘度化をはかる。また、

については U 字型にすることにより対応する単量体と比較して顕著な増加がみられ、分子を組織化することによる増幅効果と考えられる。本研究は「新規 U 字型化合物およびそれを含む液晶組成物」として特許出願した。

3. キラル化合物の添加効果 ～Bend配向の安定化～

化合物	転移時間(s)
Host LC: JD-5003XX	0.5
U-1 ⁽¹⁾ (0.6wt%)	Fast (<0.1)
T-1 ⁽²⁾ (0.8wt%)	Fast (<0.1)
I (2wt%)	0.67

電圧無印加状態で Bend 配向を維持

(1)特願2005-93625
(2)特願2005-172260

4. U 型化合物の実用材料への添加

添加化合物	wt%	Tst (°C)	Vcr (V)	ϵ_{on} (0~6V) (ms)	ϵ_{off} (6~0V) (ms)
JD-5003XX (Host)		99.2	1.90	0.84	5.9
U-2 + II	5.5	88.0	1.58	0.77	5.3
MO28 (Host)		85.6	2.06	1.23	5.2
U-2 + III	4.4	82.7	1.78	1.20	6.1

U-2⁽³⁾

II * C₂H₁₁-Cyclohexane-COO-C₆H₄-F
III C₂H₁₁-Cyclohexane-C₆H₄-CN

(3)特願2003-336832
* H. Takatsu and H. Sato: Japan Patent 61021937 (1986)

フェーズ：

フェーズ の検討評価をもとに、フェーズ において以下を目標として新規液晶材料の最適化等を図った。

- 1) n = 0.25 の材料を用い、立ち下がり (電界 OFF 時) の応答時間を高速化し、0 における応答時間を 4ms 以下とする。
- 2) 高速化のための新しい方法論を見つける (特許出願)。

3) 15インチパネル試作のため、必要な液晶材料の物性を調整する。

この結果、 n が大きく、粘性の低い液晶材料 (M018) を用い、パネル注入時での評価を行った。結果を以下に示す (コア研究室)。

VHR: 98%以上 応答時間: 4ms 以下 (セルギャップ 3 μ m)

駆動電圧: ± 6 V 以下 動作温度: 室温以上 (低温時の駆動は未評価)

保存温度: -10~80

低温時の高速応答が未達であった。応答時間は d^2 に反比例するという一般則があり、 $n \cdot d = \text{一定}$ ($d = \text{セルギャップ}$) のもとでは n を大きくすれば高速化が可能になる。これを指針として材料開発を進めたが、応答時間の短い領域では d に反比例することがわかり、 n を大きくしても期待した高速化が得られなかった。低温保存性が未達であった理由は低粘性化との両立が難しいことと結晶化がセル条件に依存し、バルクでの評価と対応しなかったためと考えている。

また、 $n=0.25$ 程度で低温保存性を改良した液晶材料 (大日本インキ化学工業株式会社 M038) を入手した。これは SID06 で展示した試作パネルに用いた液晶材料 (M018) の高速応答性を損なうことなく、結晶化を抑制したものである。以下に M018 と M038 の物性を示す。

表1 高 n 液晶材料の物性 (大日本インキ化学工業資料)

	T_{NI} ($^{\circ}$ C)	T_{Cry-N} ($^{\circ}$ C)	n		(mPa \cdot s)	γ (mPa \cdot s)	K_{11} (pN)	K_{33} (pN)
M018	87.6	S-10 ^a	0.249	6.8	34.6	113	10.8	12.0
M038	88.2	C-20 ^b	0.249	6.8	36.7	116	10.3	11.8

^a加熱時、スメクチック相から -10 $^{\circ}$ C で N 相へ転移した。

^b加熱時、結晶から -20 $^{\circ}$ C で N 相へ転移した。

次に M038 と M018 の応答時間の温度依存性を調べた。セルギャップは 6.3-6.7 μ m のものを用い、電圧を 3V から 6V にした場合 (V_{on}) と 6V から 3V にした場合 (V_{off}) の透過率変化を調べ、応答時間を求めた。結果を表 2 に示す。

表2 応答時間(ms)の温度依存性

	5 $^{\circ}$ C V_{on}	5 $^{\circ}$ C V_{off}	15 $^{\circ}$ C V_{on}	15 $^{\circ}$ C V_{off}	25 $^{\circ}$ C V_{on}	25 $^{\circ}$ C V_{off}
M018	3.6	12	2.0	7.2	1.3	4.8
M038	3.0	16	1.8	8.5	1.1	5.2

M038 は M018 と同程度の高速応答性を示したが、低温側で遅くなった。

なお、M038 は第 3 フェーズ (実用化へ向けた取り組み) の中で、実パネル用液晶材料としての使用を検討している。

上記検討の結果、フィールドシーケンシャル駆動を可能とする高速応答液晶材料を得ることができた。従来とは異なる設計で液晶の n を大きくし、その結果 V_{cr} を下げることができた。分子二軸性をもつキラル化合物を開発した。ネマチック液晶材料に添加することによりバンド状態を安定化させた。さらに、従来は非常に狭い範囲でしか発現しなかったブルー相を安定化させ、室温を含む広い温度範囲でブルー相を発現させることに成功した。

今後の取組:

目標と対比して高速化と保存温度について以下の解決すべき点がある。

(1) 高速化

電圧 OFF 時の応答速度が遅く、目標を達成できなかった。低温での高速化をはかるには新しい設計が必要である。

(2) 保存温度

低温保存性は -20 $^{\circ}$ C まで改善されたが、さらに -30 $^{\circ}$ C まで下げることが望まれる。さらに、今後実用化を検討する際には、対象となる駆動条件で信頼性試験を実施する必要がある。

上記の解決項目を踏まえながら、今後、医療用ディスプレイの実用化に取り組みする。こうした取組により、大企業では取り組みしないニッチトップな小型液晶デバイスメーカーの創出が青森県内に期待され、また、東北化学薬品、アンデス電気、東芝メディア機器、エーアイエス、東北デバイスなど県内企業がモニター実装組立、駆動回路製造、バックライトシステム製造、ブラックマトリクス基板製造などの部品製造組立により、雇用面で新たに 30 名~50 名の雇用創出が期待できる。