

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	メゾスコピック局所配向構造に起因するマクロ物性制御及び応用
Title(English)	Local molecular orientations and structures affecting liquid crystalline properties
著者(和文)	鈴木 暁晨 (謝 暁晨)
Author(English)	Suzuki Satoshi (Aya Satoshi)
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9438号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:石川 謙,森川 淳子,江間 健司,戸木田 雅利,早水 裕平
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9438号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	鈴木 暁晨		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	石川 謙	准教授	審査員	早水 裕平	准教授
	審査員	森川 淳子	教授			
		江間 健司	准教授			
戸木田 雅利		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Local molecular orientations and structures affecting liquid crystal properties(メゾスコピック局所配向構造に起因する マクロ物性制御及び応用)」と題し、英文 5 章より構成されている。

第 1 章「Introduction」では本研究の対象である液晶について、研究動向の歴史と種々の液晶相の構造を説明した上で、対称性と配向秩序度という本論文で取り扱う液晶の相転移に係わる基礎概念の説明を行い、それを踏まえて本論文の中で重要な役割を果たす cybotacticity と不斉構造の影響についての最新の研究動向を詳細に解説している。それを踏まえて、(1)バルク状態とは異なる表面における相転移現象、(2)表面誘起による配向構造転移、(3)液晶中に生じる cybotactic スメチック構造によりもたらされるネマチック相の大きな弾性率、(4)キラル非対称ダイマー分子に見られる新規ネマチック液晶状態という本論文の主題を提起し、第 2 章以降の構成の紹介を行っている。

第 2 章「The surface isotropic-nematic phase transition in liquid crystals」では、高分子中に液晶をナノサイズの液滴として分散させた系と液晶とシリカナノ微粒子を混合した系における液晶状態と相転移挙動について報告している。液晶ナノ液滴分散系では、液晶がネマチック液晶であるにもかかわらず、通常のネマチック液晶とは異なり巨視的に光学等方性を示す状態が出現することを見だし、この構造を用いた新規高速光デバイスの提案を行っている。シリカナノ微粒子混合系では、高感度示差走査熱量測定 (HS-DSC) を用いて、等方相-ネマチック相転移が 2 段階で生じることを見だし、電場誘起複屈折および偏光顕微鏡観察の結果と合わせて高温側の転移が通常バルク状態の転移に対応し、低温側転移が界面における転移であることを明らかにしている。

第 3 章「Anchoring transition (surface-mediated structure transition) in liquid crystals」では、液晶分子の界面での配向が温度変化などにより転移をおこし、それが引き金となり液晶セル全体の配向が変化する配向転移現象についての議論を行っている。特に、温度変化により水平配向と垂直配向の 2 状態間でヒステリシスのある配向転移をおこし、2 状態が双安定に存在する温度領域が存在することから電子ペーパーなどへの応用が期待されている系を対象に、斜入射 X 線回折、HS-DSC、表面エネルギー測定などの実験結果から、配向転移が表面に誘起されるスメチック秩序により引き起こされるというモデルを提案するとともに、水平配向状態と垂直配向状態で、液晶セル中の揺らぎのモードが異なっており、垂直配向状態の揺らぎが水平配向状態に比べて押さえられていることを報告している。

第 4 章「Liquid crystal material with a large bend elastic constant」では液晶表示装置の高速化のために値の向上が求められているベンドの弾性定数 K_3 に関して、diphenylacetylene-core を含む化合物で、

大きな K_3 を示す物質を発見し、温度依存性も含めた弾性定数の挙動と、大きな弾性定数を与える機構について検討している。温度依存性の測定より、発見した化合物では、ネマチック液晶温度範囲の低温側で、 K_3 の値が通常の液晶の 100 倍程度になることを確認し、この大きな弾性定数にはネマチック液晶相中に出現する cybotactic クラスタが関与していることを X 線回折の結果と、理論を合わせて示している。また、通常の弾性定数値の液晶にこの化合物を混合したところ、数%の混合比でも、混合系の K_3 が大きくなることを見だし、さらに、混合して K_3 値を上昇させた液晶系では応答速度が早くなることを実証している。

第 5 章「Extraordinary phase behavior and unusual electro-optical response in asymmetric cholesterol-based dimeric liquid crystal」では、コレステロールと棒状分子を組み合わせた非対称構造の化合物における特異な液晶挙動を報告している。高速光デバイスへの応用が期待されているブルー相が 30 度ほどの温度範囲で安定に存在することから、光デバイスを作製し応答速度の計測を行い、通常の液晶相より 1 桁程度早い応答をすることを確認している。さらにブルー相の低温側に、通常のコレステリック相やネマチック相とは顕微鏡下で観察される組織が異なる液晶状態を見だし、X 線測定から層構造が存在しないことを確認し、自発的な捻れ-撓み変形が複合した新しいネマチック液晶状態であるというモデルを提案している。

これを要するに、本論文では広くディスプレイ材料として使われている液晶に関して、液晶セルやナノ粒子、及び cybotactic クラスタなどの界面における分子間相互作用に着目し、特異な現象に関する科学的知見を与えるとともに、従来の液晶表示デバイスの欠点と言われていた、応答速度と視野角特性について改善を行う新しい方向性を示したものであり、工業上、工学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)として価値のあるものと認められる。