



Title	Design of Magnetic Soft Materials Based on Liquid Crystalline Chiral Nitroxide Radicals
Author(s)	秋田, 拓也
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/69613
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (秋 田 拓 也)	
論文題名	Design of Magnetic Soft Materials Based on Liquid Crystalline Chiral Nitroxide Radicals (液晶性キラルニトロキシドラジカルを基軸とした磁性ソフトマテリアルの設計)
論文内容の要旨	
ソフトマテリアルの一種である液晶は、液体と同様の流動性と結晶と同様の分子配向秩序性を併せ持つことから、物性の外場応答性などの興味深い性質を示す。本論文で扱うのは液晶の中でも、ニトロキシドラジカル部位をスピンソースとする常磁性液晶 (LC-NRs) である。磁性材料と言えば金属を含む固体材料が一般的であるが、LC-NRsでは電子スピンの分子運動や液晶性秩序と共存することで特異な磁気特性が発現し、流動相で磁化率が増加する (磁気液晶効果)。本論文は、LC-NRsの磁気特性と相転移に関する基礎的な研究と、それに基づく、機能性磁性ソフトマテリアルの設計について述べたものである。 1章では、LC-NRsの分子配向の磁場応答性のしきい値の測定、および磁性ナノ粒子導入による応答性の向上について述べている。LC-NRsは通常の液晶と同等の磁場応答性を示す上に、LC-NRs自身が示す常磁性によって磁性ナノ粒子を通常よりも高濃度で分散できるため、磁場応答性がおよそ2倍に向上することを示した。 2章では、LC-NRsの分子構造と磁気液晶効果の関係について述べている。電気双極子モーメントやキラリティなどを介して分子間相互作用の様式を制御することで、磁気液晶効果の符号や強度を制御できる可能性が示唆された。 3章では、液晶-等方相転移時の磁気液晶効果を利用した磁気特性スイッチング、および磁気液晶効果の新しい解析法について述べている。高秩序度のキラルスメクチックC相を誘起し、液晶-等方相転移時にも大きな磁気液晶効果を発現させることに成功した。これを利用して、温度および光による磁気特性の可逆的なスイッチングを実現した。 4章では、LC-NRsを基軸とした磁性フォトニックソフトマテリアルの設計について述べている。液晶相温度域を室温付近まで低下させる分子設計法を開発することで、流動性・特異な磁気特性・自己組織化構造などを室温下で統合することに成功した。微視的な分子構造に加え、分子集合体の構造や巨視的な形状も合わせて設計することで、面発光レーザー素子や物質輸送装置などへの展開を行った。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 （ 秋 田 拓 也 ）			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	西山 憲和
	副 査	教 授	中野 雅由
	副 査	教 授	直田 健
	副 査	准教授	北河 康隆
	副 査	准教授	内田 幸明

論文審査の結果の要旨

液晶は、分子運動性という液体に特徴的な性質と、異方性という結晶に特徴的な性質を同時に示す。他の状態では共存しないこれらの性質によって、外部刺激に対する非線形応答を示す液晶は、化学と物理学の両面から精力的に研究が進められている。学位申請者が研究の対象とした液晶性ニトロキシドラジカル（LC-NRs）は、液晶性と常磁性を兼ね備えているため、従来の固体有機磁性体とは全く異なる磁気特性が発現する。液晶中の協働的な分子運動によって、分子間相互作用に依存する巨視的な物性が強く影響されるため、LC-NRsの磁気特性や相転移挙動は分子構造に強く依存する。そのため、LC-NRsの分子構造と物性の相関の理解は、今後の液晶材料開発に重要な示唆を与えると期待される。

学位申請者はLC-NRsの磁気特性と相転移挙動を中心に、分子構造と物性の相関に関する研究を行った。まず、適切な分子修飾によって液晶相の秩序性を調整し、分子間相互作用の様式を制御することで、LC-NRsの液晶相での磁気特性が制御可能であることを示した。また、LC-NRsの磁気特性について、電子スピン共鳴スペクトルから常磁性磁化率の温度依存性と分子間相互作用の様式に関する情報を得る解析手法を新たに開発した。さらに、分子構造の対称性に注目した新しい分子設計指針の提案によってLC-NRsの分子構造と相転移挙動の相関の一端を明らかにした。これによって、LC-NRsの液晶性と磁性が室温下で統合された新規LC-NRが合成され、LC-NRsの材料としての応用可能性が拓かれた。実際に、それらの知見をもとにLC-NRsの新たな機能発現にも取り組まれている。例えば、温度および光による磁気特性の可逆的なスイッチングの実現や、LC-NRsを用いた面発光レーザー素子や刺激応答性マイクロカプセルの開発に成功している。

以上のように、学位申請者の論文では、LC-NRsの分子構造と物性の相関を明らかにするだけに留まらず、LC-NRsの特徴的な特性を活かした種々の新機能を見出しており、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。