

平成 30 年度 MERIT 国内インターンシップ 報告書

工学系研究科 化学生命工学専攻 博士課程 3 年

MERIT4 期生 矢野慧一

【実施期間】 2018 年 12 月 26 日～2019 年 1 月 25 日

【受入先機関】 理化学研究所 創発物性科学研究センター ソフトマター物性研究チーム

【概要】

2018 年 12 月 26 日から 2019 年 1 月 25 日まで、埼玉県和光市にある国立研究開発法人理化学研究所の創発物性科学研究センター（CEMS）においてインターンシップを行った。CEMS はハイドロゲルや液晶性材料などのソフトマテリアル研究および物性物理学の諸分野で世界をリードする研究成果を多数発表しており、国内外から世界トップクラスの研究者達が集まっている。本インターンシップでは、CEMS の部門の一つであるソフトマター物性研究チームの方々とともに、自身の研究対象である共集積カラムナー液晶の外場配向挙動と物性評価を行い、得られた結果を論文などの形で発表することを目指した。

【研究内容】

所属研究室ではこれまでに、棒状分子からなる液晶媒体中で円盤状分子を超分子重合させることで、共集積化が起こり、コアシェル構造を有する共集積カラムナー液晶相が発現することを見出してきた^[1]。本インターンシップでは、この共集積カラムナー液晶の構造評価と物性測定を行い、物理的性質のディスカッションを通じて材料への理解を深めることを目的とし、以下の測定を行った。

(1) 液晶材料の基板接着性の光スイッチング挙動

最近、液晶材料を用いた「光で剥がれる接着性材料」が注目を集めている^[2]。この共集積カラムナー液晶材料も、光照射によって液晶相-等方性液体へと相転移することが見出されており、この性質を生かして基板接着性の光スイッチング挙動を調べた。同チームの荒岡博士及び謝博士は「光照射による液晶材料の粘弾性変化^[3]」を研究しており、測定系の構築にご助力いただいた。液晶材料をガラス基板で挟み両端をクリップで固定した後、レオメーターを用いて引っ張り試験を行ったが、紫外光照射前後で接着性には変化が見られなかった。測定後のサンプル状態を確認したところ、サンプルが液晶相から結晶相へと相転移してしまっていることが明らかとなった。光照射による応答性は相秩序及び温度に大きく依存する。今後の課題として温度調整ユニットを測定系に導入することが考えられる。

(2) 超電導磁石中での磁場配向挙動

所属研究室では有機ラジカルを導入した共集積カラムナー液晶材料を開発しており^[4]、その常磁性成分による磁場配向の可能性を精査した。9 テスラの超電導磁石内に温度制御ユニットを導入するため市販品を用いることはできず、荒岡博士のご協力の下、非磁性体を用いた温度制御ユニットを自作した。ここに液晶材料を導入したセルを入れ、温度コントローラーで温度を制御しながら磁場を印加した。偏光顕微鏡観察により、この液晶サンプルがミリメートルスケールで一軸配向していることが明らかとなった。

(3) 外場配向した液晶材料の偏光顕微鏡測定及び赤外偏光分光測定

上記の配向サンプルの配向方向を精査するため、赤外分光測定装置と赤外偏光子を組み合わせ、赤外光吸収の異方性を測定した。種々の官能基に異方性が見られ、磁場と直交する方向に液晶性カラムが配向していることが示された。また、電場を用いて同様に配向実験を行ったところ、電場と平行方向にカラムが配向していることが示唆された。

(4) 超電導量子干渉計による常磁性液晶材料の磁性評価

常磁性部位を有する共集積カラムナード液晶材料の磁気的性質を調べるため、同センターの動的創発物性研究ユニットの皆様との共同研究として超電導量子干渉計 (SQUID) を用いた物性測定を行った。当初ガラスキャピラリにサンプルを封管して測定を行ったが、サンプル由来の常磁性成分よりもガラス由来の反磁性成分の方が大きな値を示し、信頼できる測定結果が得られなかった。そこで、サンプルをアルミホイルセルに導入して SQUID 測定を行い、再現性のある磁化率-磁場曲線及び磁化率-温度曲線が得られた。今後このデータを解析して、磁性パラメータを算出する予定である。

なお、本インターンシップで得られた測定結果は、現在、他の共同研究者らと議論を重ね、論文を準備中である^[4]。

[1] K. Yano *et al. Science* **2019**, *363*, 161–165. [2] S. Saito *et al. Nature Commun.* **2016**, *7*, 12094. [3] S. Aya *et al. Proc. SPIE* **2018**, 10735. [4] K. Yano *et al. to be submitted*.

【謝辞】

本インターンシップの受入をご快諾くださり、実験の日程調整や測定装置・測定系の構築、実験結果の議論まで多大なご指導を賜ったソフトマター物性研究チーム・チームリーダーの荒岡史人博士に、心より感謝申し上げます。同チームの謝暁晨博士には、液晶材料の基板接着性評価の測定系構築をご指導いただきました。同センターの創発生体関連ソフトマター研究チーム・チームリーダーの石田康博博士及び情報変換ソフトマター研究ユニット・ユニットリーダーの宮島大吾博士には、接着性測定用のレオメーター、磁場配向実験に必要な超電導磁石、赤外偏光分光測定に必要な測定装置・偏光子を使用させていただきました。また、同センターの動的創発物性研究ユニット・ユニットリーダーの賀川史敬博士、佐藤拓朗博士、松浦慧介博士には、SQUID を用いた磁性評価の測定手法と実験結果の解釈をご指導いただきました。ここに皆様への感謝の意を表します。

本インターンシップの機会を提供し申請を許可した MERIT プログラムにはお世話になりました。この貴重な機会への参加を快く許可してくださった指導教員である相田卓三教授には、心より感謝申し上げます。最後に、本インターンシップに関する全ての出張費及び滞在費をご支援いただいた日本学術振興会に厚く御礼申し上げます。