

フッ素化粘土鉱物ナノシート液晶のせん断および交流電場による巨視的配向制御

(¹福岡工大工、²福岡工大院工、³九大先導研) ○宮元 展義^{1,2}、
稲富 巧²、吉村 昌平¹、池田 正吾²、奥村 泰志³、菊池 裕嗣³

【緒言】我々は最近、Na型フルオロヘクトライト (Na-FHT) のナノシートが水に分散したコロイド系が液晶相を示すことを報告した¹⁾。このような「無機ナノシート液晶」は無機物特有の電子物性などを有しており、従来の有機分子に基づいた液晶とは異なった様々な応用が期待される²⁾。そこで本研究では、これらの応用や基礎研究で重要となる、電場とせん断場によるナノシート液晶の巨視的配向制御を検討した。

【実験方法】ナノシート液晶 (Na-FHT/水コロイド溶液) を既報¹⁾に従って調製した。ITO ガラスなどを用いて作成した電場印加用のセルに試料に封入し、セル面と垂直および水平方向に交流電場を印加した。また、幅数 mm 程度の流路を作成し、ここにマイクロポンプで液晶試料を一定速度で循環流動させることで、制御された剪断を印加した。これらのセルを用いて、外場印加での偏光顕微鏡観察を行った。

【結果・考察】弱い複屈折のみが観測される 2 wt% のナノシート液晶にセル面と垂直方向の電場を印加した。100 Hz・30 V/mm の電場を印加すると視野全体に数ミクロンほどの複屈折性ドメインが出現・消滅を繰り返すように動き続けた。このことは、低周波の交流電場によってナノシートが電気泳動的に流動しているためであると考えられた。

周波数を 1 kHz に上昇させると流動は直ちに停止し、視野全体に 5・10 μm 程度の複屈折ドメインが現れた。視野はより明るくなり、平均複屈折率が上昇したことが示唆される。さらに、周波数を 100 kHz と上昇させると、ドメインサイズも 10・20 μm まで大きくなり、より明るくなった。なお、周波数変化によるドメインサイズや複屈折率の変化は可逆的であり、例えば 1 kHz→100 kHz→1 kHz と順番に周波数を設定していくと、元の 1 kHz の状態に戻った。周波数変化による応答は早かった。一方、電場印加停止後の緩和は遅く、電場停止後 30～60 分経過した後でも複屈折が観察された。以上のような電場誘起の配向・構造変化には、印加電圧に対する依存性もみられた。周波数を 10 kHz に固定して印加電圧を変化させて複屈折率を測定したところ、5 V/mm を閾値として複屈折率が上昇し始めることが明らかとなった。

セル面と水平方向に電場を印加した場合や、せん断場を印加した場合も、印加方向に応じた巨視的配向が見られており、当日はこれらも含め、詳細なデータを報告する。

【謝辞】本研究の一部は、キヤノン財団、科研費新学術領域分子ロボティクス、福岡工大エレクトロニクス研究所、および物質・デバイス領域共同研究拠点の助成により実施しています。ここに記して謝意を示します。

1) Miyamoto, N.; Iijima, H.; Ohkubo, H.; Yamauchi, Y. *Chem. Commun.* 2010, 46, 4166-4168.

2) Miyamoto, N.; Shintate, M.; Hoshida, Y.; Motokawa, R.; Annaka, M. *Chem. Commun.* 2013, 49, 1082-1084.

Orientation of Fluorinated Clay Mineral Nanosheet Liquid Crystal by Shear and AC Electric Field
N. MIYAMOTO^{1,2}, T. INADOMI,² S. YOSHIMURA,¹ S. IKEDA,² Y. OKUMURA,³ and H. KIKUCHI³
(¹Fukuoka Inst. Technol., miyamoto@fit.ac.jp; ²Graduate School of Fukuoka Inst. Technol.; ³Inst. Materials Chem. Eng., Kyushu Univ.)

Shear and electric field-induced macroscopic alignment of the nanosheet liquid crystals derived from a layered clay mineral fluorohectorite were investigated. By applying alternating electric field (100 Hz, 30 V/mm) vertical to the cell surface, birefringent domains began to appear and disappear as observed by polarized microscopy, indicating electrophoretic convection of the liquid crystalline nanosheets. As the frequency increased to above 1 KHz, the convection stopped and a more birefringent domain with a larger size emerged, indicating homeotropic alignment of the nanosheets along the cell surface. The alignment is also attained also by using the electric field along the in-plane direction as well as by the shear field in a micro flow device controlled by a micro pump system.