

# 液晶性イオン液体のナノ構造とダイナミクス

## Nanostructures and dynamics of imidazolium-based ionic liquids with liquid crystalline phases

根本文也<sup>1\*</sup>, 古府麻衣子<sup>1,2</sup>, 長尾道弘<sup>3,4</sup>, 大石一城<sup>5</sup>, 高田慎一<sup>2</sup>, 鈴木淳市<sup>5</sup>,  
山田武<sup>5</sup>, 柴田薫<sup>2</sup>, 上木岳士<sup>6,7</sup>, 北沢侑造<sup>8</sup>, 渡邊正義<sup>8</sup>, 山室修<sup>1</sup>

1 東大物性研, 2 原子力機構 J-PARC, 3 NIST, 4 Indiana Univ.,  
5 CROSS, 6 東大院工, 7 物材機構, 8 横国大院工 \*現 KEK-KENS & J-PARC

アルキルメチルイミダゾリウム系イオン液体 ( $C_n\text{mim}X$ ;  $n$  はアルキル鎖炭素原子数、 $X$  はアニオン) の構造における一番の特徴はそのナノ構造である。 $n = 4 \sim 8$  のイオン液体において、カチオンのアルキル鎖からなる非極性ドメインと、カチオンの極性部分 (イミダゾリウム環) とアニオンからなる極性ドメインが存在することが、回折実験[1]などにより示唆されている。一方、 $n \geq 14$  のイオン液体では液晶相 (SmA 相) が発現する[2]。以前、我々は、 $C_n\text{mim}X$  のナノ構造は  $n$  に関わらず低温側に存在する液晶相の揺らぎ構造であることを、熱測定と X 線実験により明らかにした[3]。

本研究では、液晶・液体相転移でのナノ構造、その緩和やイオン拡散の変化を調べるため、 $C_{16}\text{mimPF}_6$  とその重水素置換体  $d\text{-}C_{16}\text{mimPF}_6$  の中性子散乱実験を行った[4]。中性子回折には J-PARC MLF BL15 TAIKAN を、準弾性散乱実験は同 BL02 DNA と米 NIST の NGA スピンエコーを使用した。

中性子回折実験の結果を図 1 に示す。液晶相・液体相でナノ構造 (層構造) に対応する  $0.2 \text{ \AA}^{-1}$  近傍のピーク位置はほぼ同じで線幅のみが異なる。積分強度は液晶・液体転移で連続変化し、2 つの相の構造の類似性を示唆している。一方で、局所構造であるイオン相関とアルキル鎖相関 ( $0.8 \sim 1.6 \text{ \AA}^{-1}$ ) はピークが連続的に温度変化し、両相で同一の構造をもつことを示唆する。つまり、イオン液

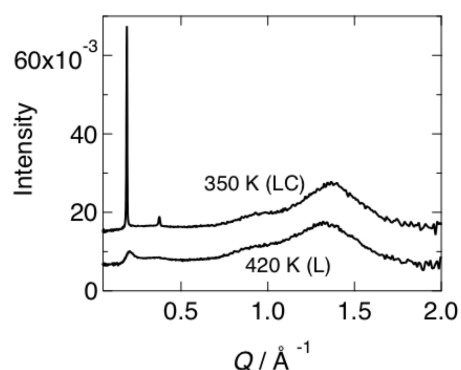


図 1  $d\text{-}C_{16}\text{mimPF}_6$  の回折パターン

体の液晶相と液体相は、層構造が長距離か短距離かで区別されるといえる。中性子準弾性散乱で得られたナノ構造 (層構造) の緩和時間は、液晶相への転移で一桁小さくなるが、局所的なイオン拡散やアルキル鎖拡散では連続的に変化した。これはナノ構造・局所構造それぞれの特徴を反映している。

[1] A. Triolo et al., J. Phys. Chem. B 111, 4641 (2007).

[2] C. M. Gordon et al., J. Mater. Chem. 8, 2627 (1998).

[3] F. Nemoto et al., J. Phys. Chem. B, 119, 5028 (2015).

[4] F. Nemoto et al., J. Chem. Phys., 149, 054502 (2018).