

# 液晶ポリウレタンエラストマーの 小角・広角X線散乱による内部構造解析

(TOYO TIRE(株)) ○長谷川裕希、(京工織大) 櫻井伸一

## 【緒言】

液晶エラストマーは液晶性とゴム弾性を併せ持つ材料であり、また液晶分子の分子配向とマクロな形状変形が強く関連していることが知られている。長谷川らはポリウレタンを用いた液晶エラストマー(LCPU)シート及び繊維 について報告しており [1,2]、高温にすると、試料作製時に与えたひずみの方向と同じ方向に収縮し、低温に戻すと逆方向に伸びることが明らかとなっている (Fig.1)。本研究では、この液晶エラストマーの分子配向とマクロな形状との関連性を明らかにするために、その内部構造を小角・広角X線散乱によって解析した。

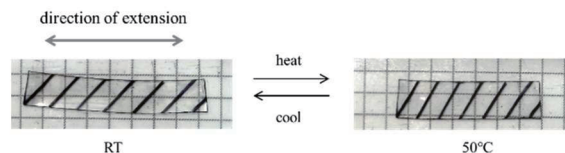


Fig. 1 Deformation behavior of LCPU at room temperature and 50°C.

## 【実験】

ブルカー社製 X 線回折装置 (D8 DISCOVER) 及び二次元検出器 (VANTEC-500) を用いて、作製直後の LCPU 繊維を X 線の波長  $\lambda = 0.154 \text{ nm}$ 、室温及び  $60^\circ\text{C}$  にて小角 X 線散乱 (SAXS) 及び広角 X 線散乱 (WAXS) の測定を行った。

## 【結果・考察】

室温における二次元 SAXS パターンにおいて、小角反射が 3 次ピークまで確認され、また X 字の回折パターンを示していたことから、LCPU はスメクチック C 層を発現していることが示唆された (Fig.2(a)(b))。ここで、 $q$  は散乱ベクトルの大きさと、 $q = (4\pi/\lambda)\sin(\theta/2)$  で与えられる ( $\theta$  は散乱角)。この反射ピークは、試料作製時に与えたひずみの方向から  $\pm 22^\circ$  程度傾いていた。また、2 次元 WAXS パターンにおいて、メソゲン分子由来と考えられる広角反射は  $q = 1.4 \text{ nm}^{-1}$  ( $D = 0.45 \text{ nm}$ ) に確認され、試料作製時に与えたひずみの方向から  $\pm 79^\circ$  程度傾いていた。以上のことから、試料作製時に与えたひずみの方向とスメクチック層及びメソゲン分子の配向方向はカップリングしており、またそれらは巨視的変化の方向ともカップリングしていることが示唆された。

LCPU 繊維を  $60^\circ\text{C}$  に加熱したところ、二次元 SAXS 及び WAXS パターンにおいて、スメクチック層及びメソゲン由来の反射ピークはほぼ消失した (Fig.2(c)(d))。このことから、加熱時の収縮挙動はスメクチック層の消失及びメソゲンが無配向となることに由来すると考えられる。

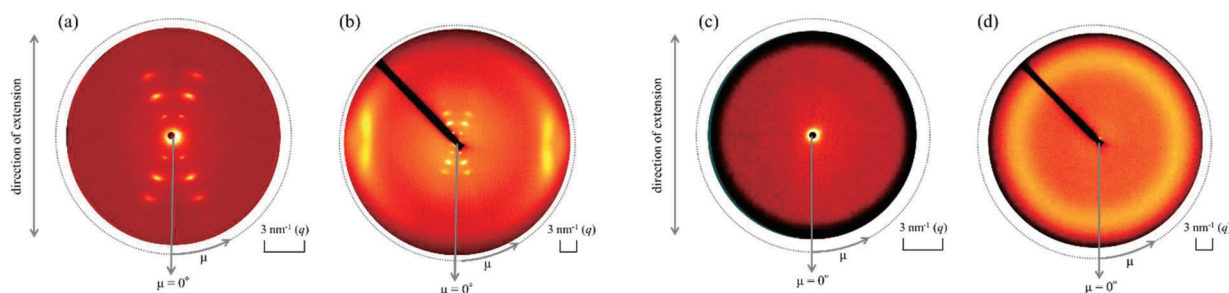


Fig. 2 (a)(c)2d-SAXS pattern of LCPU specimen before thermal annealing at  $60^\circ\text{C}$ . (b)(d)2d-WAXS patterns of LCPU specimen. (a)(b) were measured at RT. (c)(d) were measured at  $60^\circ\text{C}$  after thermal annealing at  $60^\circ\text{C}$  for about 30 min. The scale bar corresponds to the magnitude of the scattering vector ( $q$ ).

## 【参考文献】

- [1]長谷川裕希他, ポリマー材料フォーラム予稿集, 2017, 80.
- [2]長谷川裕希 プラスチックス 2018 年 5 月号, 19-22.

Analysis of Internal Structure in a Liquid Crystalline Polyurethane Elastomer by Small- and Wide-angle X-ray Scattering, Yuki HASEGAWA<sup>1</sup>, and Shinichi SAKURAI<sup>2</sup>: <sup>1</sup>Toyo Tire Corporation, 3-10-1 Yato, Kawanishi, Hyogo 666-0131, Japan Tel: 072-789-1403, Fax: 072-792-7781, E-mail: yuki-has@toyotires.co.jp <sup>2</sup>Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585, Japan