

天然ゴムにカーボンブラックを添加した試料の  
平面伸長にともなう広角 X 線散乱パターンの特徴  
Characteristic Two-Dimensional Wide-Angle X-Ray Scattering Pattern  
for Natural Rubber with Carbon Black Filler Upon Pure-Shear Elongation

田中墨登<sup>1</sup>, 高木秀彰<sup>2</sup>, 清水伸隆<sup>2</sup>, 五十嵐教之<sup>2</sup>, 櫻井伸一<sup>1,\*</sup>

京都工芸繊維大学大学院バイオベースマテリアル学専攻

<sup>1</sup> 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町

<sup>2</sup> 高エネルギー加速器研究機構 放射光実験施設

〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Ruito TANAKA<sup>1</sup>, Hideaki TAKAGI<sup>2</sup>, Nobutaka SHIMIZU<sup>2</sup>, Noriyuki IGARASHI<sup>2</sup>  
and Shinichi SAKURAI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biobased Materials Science, Kyoto Institute of Technology, Kyoto 606-8585, Japan

<sup>2</sup>Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research  
Organization, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

### 1 緒言

天然ゴムは合成ゴムでは達成できない物性の優位性を保持しており、特に高度な安全性が求められる航空機のタイヤに使用されている。航空機のタイヤとしては、合成ゴムの使用量を凌駕しているが、その理由として、離着陸時にかかる極度の力学的負荷に対する耐久性が高いこと、すなわち、亀裂が入りにくく、入ったとしてもそれが進展しにくく、タイヤの破損に繋がりにくい、という優れた物性が故であるとされている。タイヤの変形モードを考えた場合、1軸伸長のような単純なものでは決していない。むしろ、2軸伸長変形やねじれ変形などが複雑に組み合わさったような変形である。そこで本研究では、まず最初の試みとして、平面伸長（伸長する方向と垂直な方向に縮まないように初期長のままで固定しておくような伸長変形）した場合に観察される伸長誘起結晶 (SIC) の広角 X 線散乱 (WAXS) パターンの特徴を明らかにすることを目的として、本研究を行った。

### 2 実験

用いた天然ゴムは RSS#3 (Southland Rubber Co. Ltd., Hatyai, タイ) である。また、WAXS 測定は高エネルギー加速器研究機構・放射光実験施設の BL-15A2 で実施した。測定温度は室温 (25° C)、X 線の波長は 0.10nm、カメラ長は 26cm であった。

### 3 結果と考察

Fig.1 に天然ゴム (カーボンブラック 10phr 添加) 試料について得られた結果を示す。これは水平方向に 3.5 倍伸長し、鉛直方向は初期長で固定して縮まないようにした。また、比較のため、Fig. 2 にイソプレングム (カーボンブラック未添加) を一軸伸長

(水平方向に 6 倍、鉛直方向は未固定) した状態で測定して得られた WAXS パターンを示した。両方の試料とも SIC にともなう結晶反射スポットが視認できるが、黄色い丸印で囲んだ反射スポット ((200)面反射) に顕著な違いが見られる。すなわち、平面伸長の場合の方が、反射スポットがアーク状に広がっている。これは、一軸伸長の場合に比べて SIC 結晶の配向に分布があることを示している。また、(120)反射 (Fig. 1.2 の範囲外) がほとんど現れていないことも平面伸長の場合の特徴であることがわかった。一軸伸長では伸長方向に対して垂直な方向に縮むことが、SIC 結晶の配向度を高める効果があるためであると推測される。

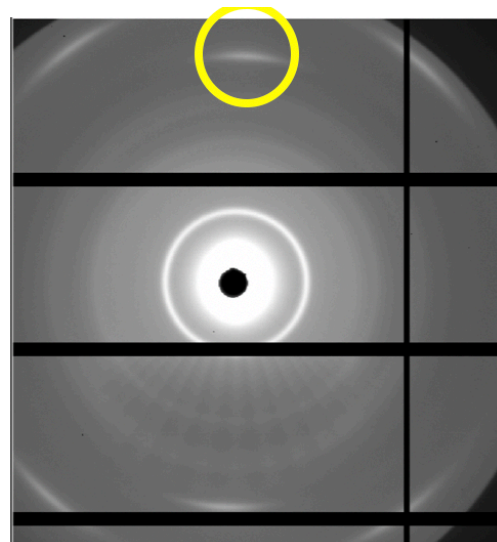


Fig.1 WAXS pattern obtained for natural rubber with carbon black (10 phr) on which pure shear was imposed.

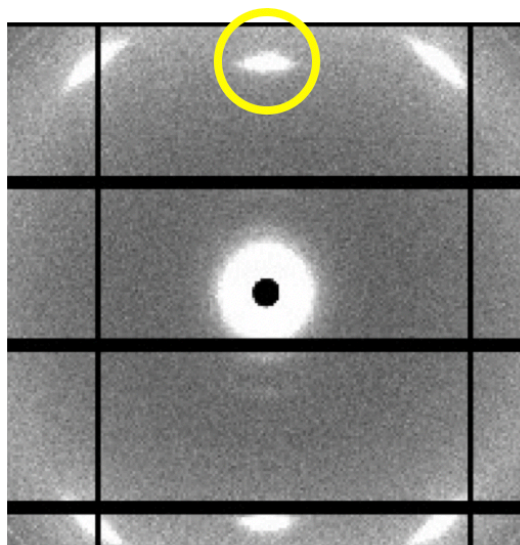


Fig.2 WAXS pattern obtained for uniaxially-elongated polyisoprene rubber without carbon black.

\* shin@kit.ac.jp