

リラクサー誘電体 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 9\% \text{PbTiO}_3$ の分域観察

(元) 富山大学・理学部 飯田敏, 今井匠, 植木真人

表記物質や $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ のような複合ペロフスカイト構造を持つ一群の物質はリラクサー誘電体と呼ばれ、多くの研究がなされている。これらの物質が興味を持たれるのは、それらの物質が大きな誘電率かつ小さい温度変化、大きな電気-機械結合定数などの特徴的物性を示すからである。これらの物性発現の機構に関しても多くの説が提唱されている。これらの物質では PbBO_3 と表記されたときのBサイトに複数の元素が入る。この構造不均一性から予想されるナノサイズの極性領域の存在が重要であるという説やこれらの物質が正方晶と菱面体晶の相境界近傍に存在するということが重要であるという説やこれらの物質が相図の臨界点近傍にあることが本質的で、構造不均一は重要でないとする説などが提唱されている。

我々は巨視的分域構造を観察することで、リラクサー物質特有の物性発現機構に関する知見を得ようと試みてきた。以前には、SPring-8, BL28B2にて表記物質の白色ラウエトポグラフィ観察を試みたが、分域観察には至らなかった。ここでは、富山大学で行った表記物質の回折強度曲線イメージング(Rocking Curve Imaging, 以下 R. C. I.), 偏光顕微鏡観察の結果を報告する。

試料は溶液ブリッジマン法で育成された単結晶から(110)面に平行に切り出された薄片結晶である。リングカメラを用いて回折強度曲線を測定し、回折強度曲線を測定した各入射角でベルクバレットトポグラフィを撮影した。得られたベルクバレットトポグラフィをスキャナでデジタル化し、入射角ごとに積層して三次元データを構成した。三次元データから各画素ごとに局所回折強度曲線を作り、ガウス関数にフィッティングして、ブラッグ角変化、半値幅、ピーク値を決めた。線源は $\text{CuK}\alpha_1$ で、用いた反射は 220 反射, 222 反射, 004 反射などである。対称反射の 220 反射に対しては、試料表面の法線まわりに 180° 試料を回転させて、入射 X 線と回折 X 線の方向を入れ替えた実験配置で測定を行った。220 反射に対する 2 組のブラッグ角変化画像を代数演算して、格子定数分布と格子面傾斜分布の画像を得た。

同じ試料についてクロスニコル状態で偏光顕微鏡観察を行い、分域ごとに消光角を決定した。異なる試料結晶については試料の面内方向, $[-111]$, $[-110]$, $[001]$ の 3 方向に電場を印可して、分域構造の変化を観察した。

(220) 反射の R. C. I. の実験は、結晶表面と裏面でそれぞれ 2 つの実験配置 (以下 $\chi 0$, $\chi 180$) で行った。4 つの実験配置のピーク位置の画像を図 1 に示す。格子定数分布と格子面傾斜分布の画像を図 2 に示す。分域毎にブラッグ角が変化する主要な原因は格子面傾斜であるということが分かる。

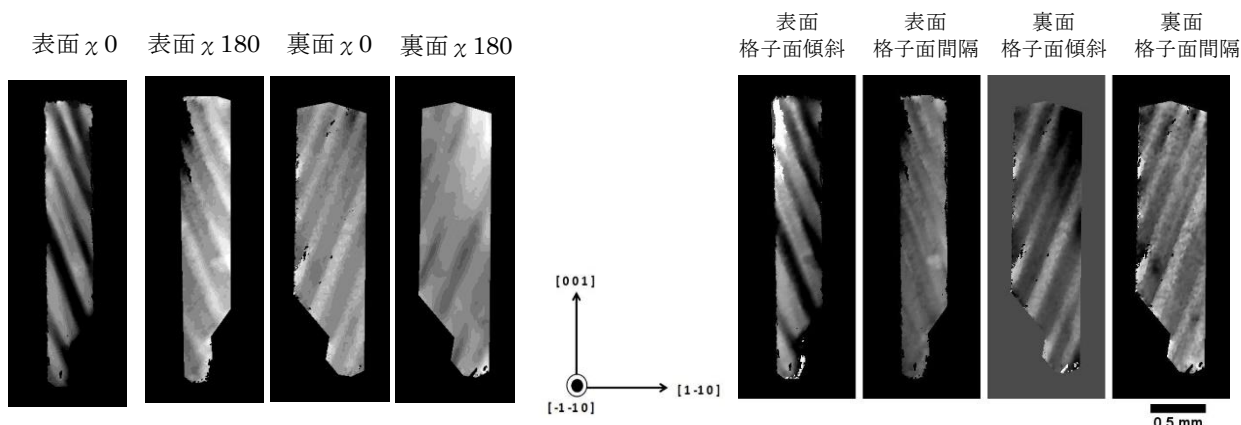


図 1. 各々の $\chi 0$ と $\chi 180$ の R.C. Imaging のピーク位置の画像

図 2. 各々の $\chi 0$ と $\chi 180$ の R.C. Imaging から演算して作成した画像。