



アナライザ結晶を用いた位相 X 線 CT 測定法の開発

櫻井郁也¹

¹ 名古屋大学

キーワード：X 線暗視野法，位相コントラスト

1. 背景と研究目的

位相コントラスト X 線 CT 測定（位相 CT 測定）は、試料内部の密度差によって生じる X 線の位相変化を高いコントラストで可視化できる測定手法である。一般的な吸収 X 線測定と比較して、密度差の小さな軽元素物質の内部構造も鮮明に可視化できるため、生体試料や Li-ion 電池のような密度差の小さな物質の内部観察に利用されている。あいち SR BL8S2 でも X 線暗視野法を用いた位相 CT 測定を立ち上げて運用を行っている。X 線暗視野法では、X 線の位相変化量をアナライザ結晶（LAA）を用いて検出する。測定には位相の揃った X 線が必要なため、二結晶分光器（DXM）を用いて X 線を単色化している。しかし、BL8S2 で利用できる X 線には垂直方向にエネルギー分布があることが確認されている。そこで、入射 X 線の一部を切り出して、非対称結晶を用いて広げる事で幅広く位相の揃った X 線を作っている。その結果、実験で利用できる X 線強度は極めて弱くなり、位相 CT の測定に非常に長い時間を必要とする。一方、非対称結晶を使用しない場合、密度分布の変化に対する分解能は低下するものの、利用可能な X 線強度が向上するため測定時間を大幅に短縮できる。本実験では、非対称結晶の利用した場合と利用しない場合の位相 X 線 CT 測定を比較し、得られた位相コントラスト像を評価した。

2. 実験内容と結果

本実験では、DXM で単色化した X 線から非対称結晶を利用して作った高い位相度を持つ X 線を使用した。X 線エネルギーは 19.8 keV、測定倍率は 3.54 倍で、BL8S2 で実施できる位相 CT 測定では、もっとも厳しい X 線強度条件となる。今回の非対称結晶を使用した時の X 線強度は、以前行った非対称結晶不使用時の測定と比較して約 10 分の 1 だった。測定に使用した試料は、非対称結晶不使用時と同じ物を使えるよう食米と酒米をアクリル中に封入し、変化や劣化の影響を受けないように準備した。図 1 に、非対称結晶使用時（左図、露光時間 7 秒）と非対称結晶不使用時（右図、露光時間 3 秒）で得られた位相コントラスト像を示す。それぞれで 2400 枚の透過像を撮影する位相 CT 測定に必要な測定時間は、7 時間と 3 時間となる。結果、本実験の測定条件（非対称結晶使用、X 線エネルギー：19.8 keV、撮影枚数：2400 枚）では、非対称結晶不使用時の測定結果と比較して、解析に十分な X 線強度が得られないことが確認できた。本結果を基に、位相 CT 測定のユーザー提供条件の検討を行ってゆく。

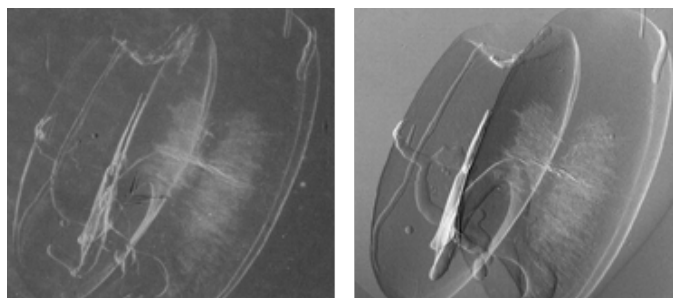


図 1：（左）非対称結晶使用、露光時間 7 秒。（右）非対称結晶不使用、露光時間 3 秒で得られた位相コントラスト像。非対称結晶を使用した測定では、X 線強度の不足から不鮮明なコントラスト像しか得ることができなかった。