



アナライザ結晶を用いた屈折コントラスト X 線 CT 測定

櫻井郁也
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

屈折コントラスト X 線測定法は、測定対象内の密度変化に伴う X 線の位相変化量をアナライザ結晶（LAA）を用いる事で検出、画像化する実験手法であり、吸収 X 線測定法に比較して密度差の小さな軽元素物質の内部構造に対しても高コントラスト画像の取得が期待できる。我々は、あいち SR BL8S2 で X 線暗視野光学系を用いた屈折コントラスト X 線 CT 撮影技術の立ち上げを行い運用を開始している。しかし、我々は、BL 光学系に平行化ミラーを用いない BL8S2 で高分解能位相像を取得するのに必要な位相の揃った X 線を得るため、BL 光学系の二結晶分光器（DXM）で単色化した入射 X 線の一部を非対称結晶を用いて切り出した後、照射面積を広げる非対称結晶を利用している。そのため実験に利用できる X 線強度は極めて弱く、屈折コントラスト X 線 CT 測定（屈折 CT 測定）に非常に長い時間が必要となる。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が、測定できる密度のダイナミックレンジが拡大し、同時に使用できる X 線強度は大きくなるため測定時間の大幅な短縮が期待できる。本実験では、非対称結晶を使用しない屈折 X 線 CT 測定を実施する事で、得られる位相コントラスト像と測定時間の検証を行い、ユーザー利用の最適化に向けた知見を得る事を目的とする。

2. 実験内容

BL8S2 に設置している屈折 X 線 CT 測定システムから非対称結晶を外し、DXM で単色化した X 線を直接試料に照射し、LAA 結晶を用いて位相コントラスト像を取り出すシステムに変更する。BL8S2 で使用する照射 X 線は縦方向にエネルギー分布を持っているため、非対称結晶を外すことで密度変化に対する分解能は低下するが、測定できる密度のダイナミックレンジの拡大と測定時間の短縮が期待できる。

3. 結果および考察

検出器の光学系拡大倍率を等倍と 3.54 倍に設定し、非対称結晶を使用した場合と使用しない場合の屈折コントラスト画像と取得画像のカウント数を取得した。表.1 に得られたカウントレートを示す。取得したカウントレートは、非対称結晶使用時に比較して 7.5 倍程度高いことが確認できた。Fig.1 に非対称結晶無し、測定倍率 3.54 倍で得られた位相コントラスト像を示す。得られた画像を検証したところ、光学拡大系を用いて X 線照射に対する検出器視野を狭くとれば、非対称結晶を用いた等倍測定と同程度の位相像を短時間で得る事ができる事が確認できた。本結果を基に、屈折 CT 測定システムの装置構成とユーザー提供条件の検証を行う。



Fig. 1 : 非対称結晶無し、測定倍率 3.54 倍で得られた米の位相コントラスト画像

非対称結晶	測定倍率	画像カウント	ユーザー提供 屈折 CT 測定時間
有	等倍	160 cts/s/pix	3.5 時間程度
	3.54 倍	53 cts/s/pix	7 時間程度
無	等倍	1200 cts/s/pix	1.5 時間程度
	3.54 倍	400 cts/s/pix	3.5 時間程度

表.1：測定条件と取得カウントレート、CT 測定時間は検討中のもの