



X線暗視野光学系を用いた位相コントラスト X線 CT 撮影

砂口尚輝¹, 島雄大介², 桜井郁也¹, 花田賢志³, 池野成裕³, 東博純³
¹名古屋大学, ²北海道科学大学, ³あいちシンクロトロン光センター

キーワード：X線暗視野法, 位相コントラスト, X線 CT, 乳腺

1. 背景と研究目的

位相コントラスト X線撮影法(PCI)は、従来の吸収コントラストに基づく撮影法(ACI)と比べて生体軟組織の高コントラストな撮影が可能であることから、乳癌診断への利用に向けた研究が進められている。我々のグループでは、PCIの中でも高感度・高空間分解能に生体軟組織を撮影できる X線暗視野法(XDFI)を開発し、乳房の非浸潤性乳管癌、非浸潤性小葉癌、リウマチ性骨関節病変、硬化した動脈などをマイクロレベルで詳細に描出できることを示してきた[1]。現在、次のステップとして、名古屋医療センターと協力し、あいち SR に世界初の病理診断用 XDFI-CT 撮像システムの構築を計画している。昨年からの利用を始め、前回の実験(2017年8月9日)では、XDFI 光学系を BL8S2 ビームラインに構築し、位相コントラストに基づく投影像を撮影することに成功した。今回の実験では、サンプル回転ステージを導入し、あいち SR 光センター初となる位相コントラスト CT を撮像する。また、CT 画像から得られるコントラストや撮影時間等を以前高エネルギー加速器研究機構(KEK)で撮像した CT データと比較・評価する。

2. 実験内容

XDFI-CT 撮像システムを BL8S2 ビームライン内に構築し、人から摘出された乳頭標本、肝臓標本を撮像する。これらの生体軟組織の撮影については、名古屋医療センターの倫理委員会に承認されている。実験条件のうち、X線エネルギーは 19.8 keV、ビームサイズは 24×40 mm²、XDFI 光学系の中で使用されるアナライザーは厚さ 354 μm の Laue 型 Si(111)結晶薄板、画像検出器は浜ホト製 sCMOS カメラ (Pixel size: 6.5 μm, FOV: 13.3×13.3 mm²) である。1枚当たりの投影像の撮影時間は 15 sec である。

3. 結果および考察

図 1 は今回の実験で撮影された乳頭(a)と肝臓(b)の位相コントラスト CT である。乳頭の位相コントラスト CT では図内矢印のように乳頭内を走行する乳管の構造が描出された。乳頭内の乳管の 3次元構造については世界的にもまだ詳細に調べた例が少なく、現在我々のグループでは様々な乳頭サンプルの症例を集め、3次元構造解析を行っている。肝臓の位相コントラスト CT では無造影で図内矢印のような門脈、肝動脈、肝静脈を描出することができた。肝臓については、肝硬変組織と正常組織の間における 3次元構造の違いについて興味を持っている。我々はこれまで KEK の BL14C ビームラインを使用してきたが、今回得られた CT 画質や撮像時間は PF-BL14C とほぼ同等である。しかし、今回の実験では X線カメラに起因する多数のアーチファクトが確認されており、次回以降の課題である。また、装置のセットアップに長時間を要しており、時間短縮のために今後各デバイスを一体化したシステム作りを必要とする。

今回初めて、あいち SR で位相コントラスト CT を撮影できることを示した。今後、装置の改良を進め、名古屋医療センターから提供される様々な生体サンプルを測定し、3次元的な構造に着目した新しい診断法を確立したい。

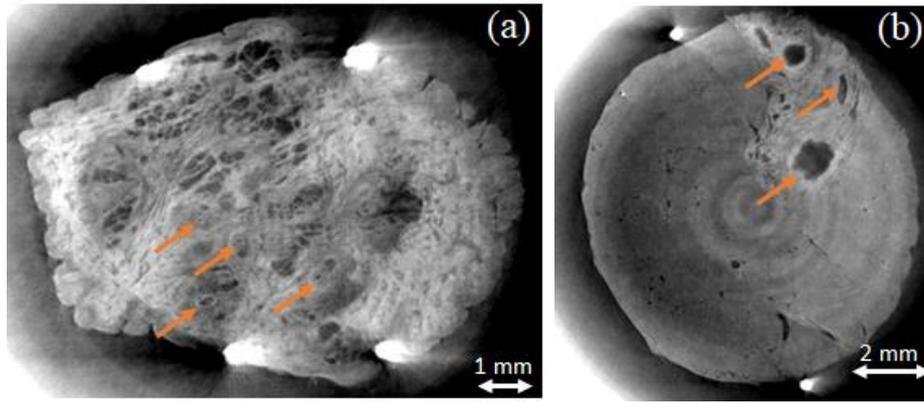


図 1 (a) 乳頭の位相コントラスト CT、(b) 肝臓の位相コントラスト CT

4. 参考文献

1. M. Ando, N. Sunaguchi, D. Shimao et al, Dark-field imaging: Recent developments and potential clinical applications, *Phys. Med.*, Vol. 32, No. 12, pp. 1801-1812 (2016).