

X線 Talbot 干渉計による4D位相CTの 縞走査法による空間分解能改善 Improvement in Spatial Resolution of 4D Phase Tomography with Phase-Stepping X-ray Talbot Interferometry

百生敦¹、木林駿介²、Margie P. Olbinado¹、太田崇士¹、矢代航¹

1 東大新領域、2 東大工

X線 Talbot 干渉計は様々な形態で使用できるフレキシブルなX線位相イメージングを可能とする。特に、白色シンクロtron光を用いても機能するため、その高いフラックスを活用した ms 時間分解能の高速X線位相イメージング、さらには、時間分解能を有する4D位相CTをも可能としている[1]。位相CTは試料を回転させて各投影方向にて微分位相画像を取得することを基本とする。単色X線を用いる通常の位相CTでは、各投影方向で試料回転を一旦停止させ、微分位相画像を得るためにX線 Talbot 干渉計を構成する格子の並進動作を行いながら複数の画像を取得すること(縞走査法)を繰り返していた。白色シンクロtron光を用いてこれを単純に高速化する場合、1ms 程度の露光時間で撮影を繰り返すことを考えると、機械的な振動の誘起、および、それによるコントラストの消失は明白に予想された。これを避けるために、一枚の画像から一枚の微分位相画像が生成できるフーリエ変換法を適用したことが4D位相CT実現の鍵であった。ただし、フーリエ変換法が原理的に有する問題点、すなわち空間分解能が縞走査法より大きく劣ることを甘受しての成功であった。我々は、空間分解能の問題回避を狙い、敢えて縞走査法に回帰することを試みた。振動の問題は、試料回転と格子並進を同時に連続運動で行い、且つ、両者の入れ子関係を逆にすることで回避した。すなわち、試料をM回転(回転速度 1rps)する間に、格子を1周期並進させ、その時得られる動画像から4D位相CT像を再構成した。Mは縞走査のステップ数であり、今回はM=5とした。以上より、時間分解能5秒の空間分解能劣化の無い4D位相CTに成功した。発表ではこのアイデアの詳細と、フーリエ変換法による4D位相CTとの比較を含めた実験結果を示す。

[1] A. Momose et al., Opt. Express 19 (2011) 8423-8432.