

X線 Talbot 干渉計と白色放射光による生きたブドウ虫の 4D 位相 CT

4D Phase Tomography of Living Worm by X-ray Talbot Interferometry with White Synchrotron Radiation

百生敦^{1*}, 矢代航², Sebastien Harasse², 桑原宏萌²

¹東北大学多元研 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

²東京大学新領域 〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

1 はじめに

透過格子を用いる X 線 Talbot 干渉計は、X 線位相イメージングに使える新たなデバイスとして、近年注目が増している。柔軟で様々な撮影様式がとれることが特徴であり、特筆すべきは、実験室 X 線源でも現実的な撮影時間で使用可能であることである。一方、放射光を用いる応用としてもこれまで不可能であったいくつかの手法が可能となっている。本研究では、X 線 Talbot 干渉計が白色放射光に対しても機能することを活用し、4D 位相 CT、すなわち、位相 CT による高感度三次元画像の動画取得を行った。時間分解能 2ms での微分位相像取得に基づき、時間分解能 0.5s の 4D 位相 CT 像を、生きたブドウ虫について取得することに成功した[1]。

2 実験

BL-14Cにおいて得られる白色放射光に対して、28.8keVのX線に最適となる配置でX線Talbot干渉計を構築した。これは、 $\pi/2$ 位相格子 (G1) と振幅格子 (G2) から成り、共に $5.3\mu\text{m}$ の周期を持つL&Sパターンを持つ。被写体の背後にG1を配置し、その下流326mmの位置にG2を置き、さらにその背後に画像検出器を設置した。高速撮影を可能とするために、この画像検出器は、CMOSカメラ(pco.1200hs, PCO AG)と $20\mu\text{m}$ 厚のP46蛍光スクリーンをレンズカップルしたものである。画素サイズ $12.7\mu\text{m}$ を持つ。フレームレートは 0.5kf/s とした。

位相CTでは、各投影方向について試料による位相シフト像あるいは位相シフト微分像を取得する必要がある。従来の位相CTによる静的撮影では縞走査法を使用していた。しかし、この方法では各投影方向において毎回格子を並進させて複数 (例えば5枚) のモアレ画像を撮影する必要があるため、高速撮影を目的とする本実験には望ましくない。そこで、フーリエ変換法を採用した。これは、格子を傾けることにより生じる回転モアレをキャリアフリンジとして使い、フーリエフィルタリングにより微分位相像を得る方法である。一枚のモアレ画像から一枚の微分位相像が得られるため、高速撮影に向いている。ただし、空間分解能はキャリアフリンジの間隔によって決まるため、縞走査法に比べて空間分解能が劣ることは受け入れる必要がある。今回の実験では、キャリアフリンジ間隔を $77.5\mu\text{m}$ とした。

試料としては、生きたブドウ虫 (larva of *nokona regalis*) を撮影した。プラスチック管内に軽く接着し、1rpsで回転して動画像を取得し、4D位相CT像を再構成した。

3 結果および考察

図1に再構成した結果を示す。放射光照射から、0, 1, 2, 3, 4秒経過した時点に相当する像である。これは、体内の気道を可視化したリング画像であるが、特に下段 (頭部) に見られる鞘状の構造が縮むという動的变化が明瞭に見られる。

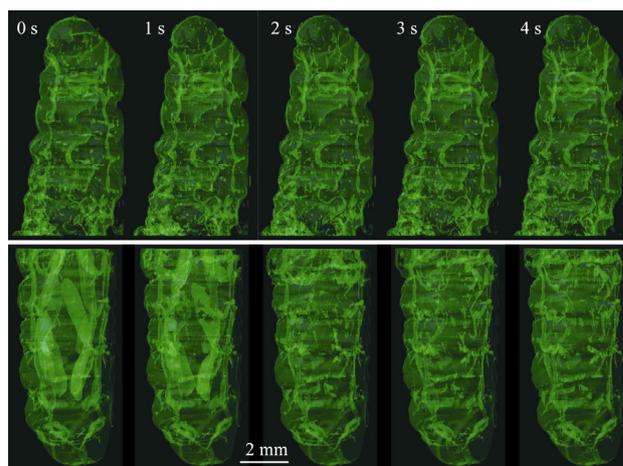


図1 : ブドウ虫の 4D 位相 CT 像。上段 : 尾部、下段 : 頭部。放射光照射から 0, 1, 2, 3, 4 秒経過の様子。

4 まとめ

生きた幼虫の動的三次元画像 (4D 位相 CT) に成功した。これまで静的観察が主であった位相 CT が動的観察のためのツールとして脱皮を迎えたと言える。生体以外にも各種材料の動的三次元観察にも適用を広げたい。

謝辞

本研究は、JST 先端計測のサポートにより推進した。

参考文献

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

* momose@tagen.tohoku.ac.jp