# 位相シフトデジタルホログラフィでの生体組織背後の位相イメージング

Phase imaging through a biological tissue based on phase-shift digital holography

電気通信大学¹, 大阪府立大学², 宇都宮大学³ ○(M1)児玉 周太朗¹, (B)大田 愛美¹,

(M2)澤 優摩<sup>1</sup>, 池田 佳奈美<sup>2</sup>, 狩野 豊<sup>1</sup>, 宮本 洋子<sup>1</sup>, 武田 光夫<sup>3</sup>, 渡邊恵理子<sup>1</sup>

The Univ. of Electro-Communications<sup>1</sup>, Osaka Prefecture Univ.<sup>2</sup>, Utsunomiya Univ.<sup>3</sup>

<sup>O</sup>Shutaro Kodama<sup>1</sup>, Ohta Manami<sup>1</sup>, Yuma Sawa<sup>1</sup>, Kanami Ikeda<sup>2</sup>,

Yutaka Kano<sup>1</sup>, Yoko Miyamoto<sup>1</sup>, Mitsuo Takeda<sup>3</sup>, Eriko Watanabe<sup>1</sup>

E-mail: phase@fourier.ghrdp.uec.ac.jp

# 1. はじめに

散乱媒体背後のイメージングは長年研究されて きたが<sup>[1]</sup>、その中でもデジタルホログラフィは散 乱媒体背後の物体に対しても強度と位相情報を 取得可能である<sup>[2]</sup>。我々はそれまでの Off-axis 型 から In-line 型へ拡張させることで、拡散板背後 の物体に対して空間分解能 1.81 µm を確認し、位 相や 3 次元イメージングも可能であることを実 証した<sup>[3]</sup>。本研究では、散乱媒体としてラットの 皮膚を用いて生体組織背後の物体に対しての定 量位相イメージングを行った。

### 2. 原理

インライン位相シフトデジタルホログラフィに よる散乱媒体背後の顕微イメージングの概要図 を Fig.1 に示す。物体に照射された物体光と参照 光は同軸上で干渉し、散乱媒体上に干渉縞を形成 する。この干渉縞はレンズによって撮像素子に結 像・記録され、再生像は光波伝搬計算によって再 構成される。再生像に重なる不要像はピエゾ素子 を用いた位相シフト法によって除去される。 In-line 型では不要像の分離のために空間搬送周 波数を導入する必要がないため干渉縞のフリン ジが広く取れる。そのためスペックルノイズを低 減させるための散乱媒体を回転させるような平 均化処理を必要としない。



Fig. 1 Optical setup and biological tissue

# 3. 定量位相イメージングの実験結果

散乱媒体としてラットの皮膚(摘出後3週間経過)

を使用した。皮膚の厚みは 318 µm であった。Fig. 1 で示したように皮膚はスライドガラスによっ て固定されており、拡散板と異なり複数の散乱層 を有している。物体には直径 101µm のプラスチ ックビーズを使用し、記録・再構成を行った。 取 得した干渉縞画像から位相シフト法と光波伝搬 計算によって得られたビーズの強度像と位相像 を Fig. 2(a), (b)に示す。強度像ではビーズは透明 のため、ビーズの円形の輪郭が確認できる。位相 アンラッピング後の位相像では球状の位相変化 量が確認でき、中心の推定理論位相値 30.07± 3.30 rad に対し実験値は 30.66 rad となり定量位相 イメージングが実現できていることを確認した。



Fig. 2 Reconstructed (a) intensity image, (b) phase image

#### 4. まとめ

インライン位相シフトデジタルホログラフィを 用いて、生体組織背後の位相イメージングを行っ た。今後近赤外波長の適用や光導波路を組み合わ せたイメージングシステムを構築していく。

**謝辞**:本研究の一部は基盤研究 (C)18K04971 の 成果である。本研究を進めるにあたりご議論をい ただきました Universität Stuttgart の Osten 教授 に感謝を申し上げます 。

## 参考文献

- [1] J. W. Goodman, et al., Appl. Phys. Lett. 8, 311(1966).
- [2] A. K. Singh, et al., Light: Sci. Appl. 6, e16219 (2017).
- [3] S. Kodama, et al., Appl. Opt. 58, G345(2019).