

# 中赤外フォトサーマル定量位相顕微鏡による一細胞イメージング

## Single-cell imaging with mid-infrared photothermal quantitative phase imaging

東大理<sup>1</sup>, 阪大院情<sup>2</sup>, JST さきがけ<sup>3</sup>,

○玉光 未侑<sup>1</sup>, 戸田 圭一郎<sup>1</sup>, 島田 紘行<sup>1</sup>, 堀崎 遼一<sup>2,3</sup>, 井手口 拓郎<sup>1,3</sup>

The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Osaka Univ.<sup>2</sup>, PRESTO<sup>3</sup>,

○Miu Tamamitsu<sup>1</sup>, Keiichiro Toda<sup>1</sup>, Hiroyuki Shimada<sup>1</sup>, Ryoichi Horisaki<sup>2,3</sup>, Takuro Ideguchi<sup>1,3</sup>

E-mail: tamamitsu@gono.phys.s.u-tokyo.ac.jp

外因的な分子標識による生体試料の機能障害や光損傷を回避できる非標識光学顕微鏡は、生きた細胞の長時間観察や再生医療などに有効な手法である。特に、分子官能基の振動周波数を計測し試料の化学組成解析を可能とする分子振動顕微鏡[1]と、屈折率分布を計測し試料の網羅的な形態情報を取得する定量位相顕微鏡[2]が、近年活発に研究されている。しかし、前者では、官能基の濃度を推定でき得るものの、試料中で共鳴分子の存在する一部の構造しか可視化できない。また、後者では、屈折率（すなわち細胞内の乾燥質量密度）分布に基づいた定量的な形態解析が可能であるものの、化学的情報を得られない。

これらの相補的な問題点を解決するため、我々は、中赤外光による分子振動励起に伴う試料の屈折率変化（フォトサーマル効果）を可視光の定量位相顕微鏡で検出することで、両手法を融合した新たな顕微鏡手法（中赤外フォトサーマル定量位相顕微鏡）を開発した[3]。本稿では、本手法の三次元イメージングと広帯域赤外分光への拡張、および、生体細胞への応用を実証する[4]。具体的には、光回折トモグラフィに基づく三次元の定量位相イメージングの実装 [Fig. 1 (a, b)]、および、COS7 と HEK293 細胞の観察における中赤外指紋領域でのアミドバンド構造（タンパク質のペプチド結合に由来する特徴的なスペクトル形状）の計測を報告する[Fig. 1(c)]。

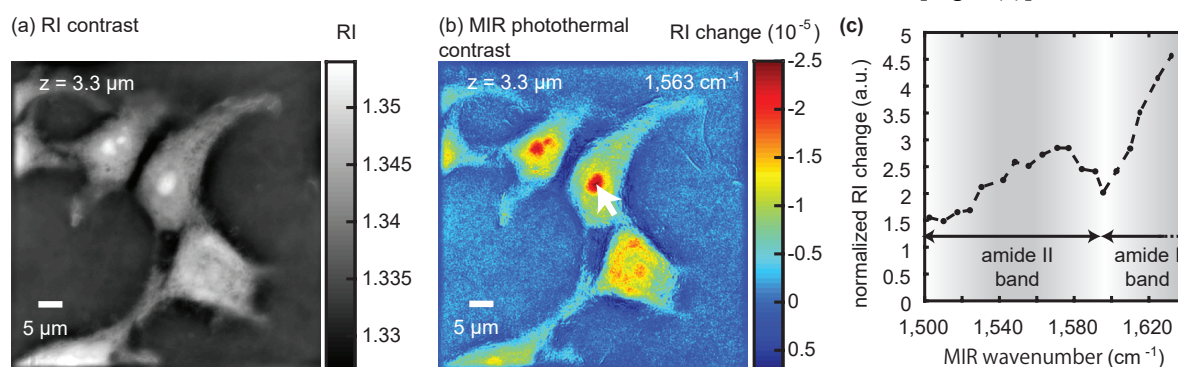


Fig. 1. Mid-infrared (MIR) photothermal quantitative phase imaging of HEK293 cells. (a, b) Cross-sectional images of (a) refractive-index (RI) and (b) MIR photothermal tomograms of the cells at a height 3.3  $\mu\text{m}$ . (c) MIR photothermal spectrum of a nucleoli of the cell indicated by the white arrow in (b).

謝辞 東大薬の岡部弘基助教と東大医の長島優助教に COS7、HEK293 細胞をご提供いただいた。

[1] C. H. Camp Jr et al., *Nature Photonics* **9**, 295 (2015). [2] Y. Park et al., *Nature Photonics* **12**, 578 (2018).

[3] M. Tamamitsu et al., *Optics Letters* **44**, 3729 (2019). [4] M. Tamamitsu et al., *Optica* **7**, 359 (2020).