

偏光分解 SHG 顕微鏡を用いた目周り皮膚コラーゲンの配向解析

Orientation analysis of eyelid collagen fiber by use of the polarization-resolved SHG microscopy

株式会社資生堂・みらい開発研究所¹, 徳島大ポストLED フォトニクス研究所²

○小倉 有紀¹, 長谷 栄治², 南川 丈夫², 安井 武史²

MIRAI Technology Institute, Shiseido Co., Ltd.¹, Institute of Post-LED photonics, Tokushima Univ.²

○Yuki Ogura¹, Eiji Hase², Takeo Minamikawa², Takeshi Yasui²

E-mail: yuki.ogura1@shiseido.com

皮膚は機能に応じて構造に差異が認められる。目周りの皮膚は、他の部位の皮膚とは異なり、目の周囲全体を覆う筋肉(眼輪筋)が皮膚直下に配置されているのが特徴である。また、皮膚の厚みは身体の中でも最も薄く、頬部位と比較しても約半分の厚みしかない[1]。このように目周りの皮膚は筋肉による動きに合わせて動くという目的にかなった構造をしているが、繰り返して筋肉から皮膚へもたらされる動的な負荷は、やがては皮膚にシワなどの形状変化を生じさせると考えられる。目の下の小ジワ、目尻の大ジワといった加齢に伴う皮膚の形態変化はよく知られるところであるが、一方で、皮膚内部の組織が、どのように変化するかについては不明であった。皮膚の主成分である真皮コラーゲンに着目し、目周り組織内のコラーゲン線維がどのように構造変化するかを解析することは興味深い。

超短パルス光とコラーゲン分子の非線形相互作用によって生成される SHG (SHG: second harmonic generation, 第2高調波発生) 光を用いると、コラーゲンを選択的・高コントラストに可視化することが可能である。更に、SHG 光の発生強度が入射レーザー偏光とコラーゲン配向の関係性に依存して変化することを利用すれば、SHG の偏光解析から数 μm オーダーの焦点スポット内における分子配向角度とその構造異方性といったコラーゲン線維の性質を解析できる[2, 3]。そこで、偏光分解 SHG 顕微鏡を用いて、ヒト皮膚の解析を行った。

Figure 1. に実験装置の概略図を示す。フェムト秒レーザー (中心波長 1250 nm、パルス幅 100fs) を光源としたレーザー走査型顕微鏡を自作した。ガルバノミラー等のレーザー走査光学系の直前で、直線偏光を 15° 刻みで回転させながら 12 枚の偏光分解 SHG 画像を取得した。各ピクセルにおける偏光分解 SHG 強度を理論式にフィッティングした際のフィッティングパラメーターから、配向角度と異方性を抽出した[2]。

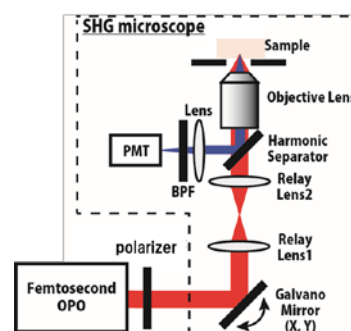


Fig.1. Experimental setup of fast, continuously, polarization-resolved SHG microscopy.

Fig.2. にヒト眼瞼皮膚組織における真皮コラーゲン配向解析の結果を示す。Fig.2.(a)は、若年(20代)の配向角度解析結果で、Fig.2.(b)は高齢(80代)の解析結果である。高齢者皮膚では画面に対して水平の一方向にコラーゲン線維が配向していた。また、異方性については加齢に伴い高くなる傾向が見られることが分かった (データ省略)。詳細は、当日に発表予定である。

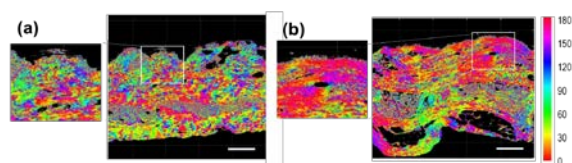


Fig.2. Orientation analysis of dermal collagen fiber in human eyelid skin. The scale size is 200 μm (2.5 $\mu\text{m}/\text{pixel}$).

[1] K. Chopra *et al.*, Aesthetic Sur. J. **35**, 1007 (2015).

[2] I. Gusachenko *et al.*, Biophys. J. **102**, 2220 (2012).

[3] Y. Tanaka *et al.*, Biomed. Opt. Express **5**, 1099 (2014).