

電気光学結晶を用いた連続偏光分解 SHG 顕微鏡の開発

Continuously-polarization-resolved SHG microscopy using electro-optic crystal

徳島大[○]坂上卓也, 長谷栄治, 南川丈夫, 安井武史

Tokushima Univ. [○]Takuya Sakaue, Eiji Hase, Takeo Minamikawa, and Takeshi Yasui

E-mail: yasui.takeshi@tokushima-u.ac.jp <http://femto.me.tokushima-u.ac.jp/>

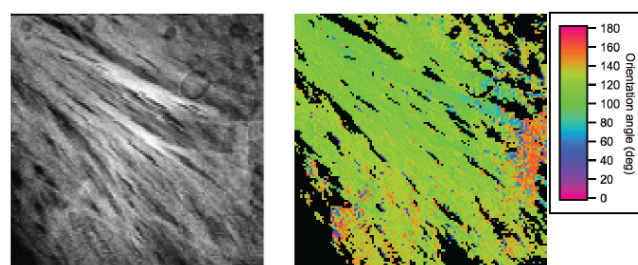
第2高調波発生光 (SHG) 顕微鏡は、コラーゲン分子特有の非線形光学的特性を利用することにより、生体組織中のコラーゲン線維を非染色に可視化可能な非線形光学顕微鏡である[1]。更に、SHG 光の発生効率が、入射レーザー偏光方向とコラーゲン線維配向との関係に依存することから、コラーゲン配向を定量評価することも可能である。このような偏光分解 SHG 顕微鏡では、入射レーザー偏光を変化させながら偏光分解 SHG イメージを取得し、それらからコラーゲン配向イメージを取得するが、従来の機械的偏光回転法では長い測定時間のため、ヒト皮膚の *in situ* 計測は容易でなかった。我々はこれまでに、電気光学結晶を用いた高速直交偏光変調により、直交偏光分解 SHG イメージングをヒト皮膚の *in situ* 計測に適用可能とした[2]。今回は、電気光学結晶を用いた高速偏光回転による連続偏光分解 SHG イメージングを報告する。

電気光学変調器 (ポッケルス・セル) と 1/4 波長板の組み合わせにより、直線偏光を 15° 刻みに回転させながら、ガルバノミラーを用いたラスタースキャンにより、12 枚の偏光分解 SHG イメージを取得した。個々のピクセル毎に、SHG 強度の偏光依存性を理論曲線にフィッティングし、フィッティングパラメーターとして配向方位を算出した[3]。図 1(a)および 1(b)は、ウサギ腱組織切片サンプルにおける、12 枚の偏光分解 SHG イメージの各ピクセルを平均することにより得られた平均 SHG イメージとコラーゲン配向方位イメージ (イメージサイズ = 300 μm × 300 μm) を示している。一方、図 2(a)および 2(b)は、ラット皮膚組織切片サンプルにおける平均 SHG イメージとコラーゲン配向方位イメージ (イメージサイズ = 300 μm × 300 μm) を示している。ウサギ腱サンプルが単一方向コラーゲン配向であるのに対し、ラット皮膚サンプルでは比較的ランダムなコラーゲン配向性が観測された。これらの結果は、組織学的所見と良く一致している。

[1] Laser Photon. Rev. **5**, 13–26 (2011).

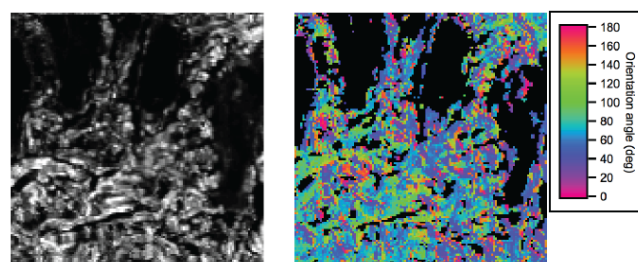
[2] Biomed. Opt. Express **5**, 1099–1113 (2014).

[3] Biomed. Opt. Express **3**, 1–15 (2011).



(a) 平均 SHG イメージ (b) 配向方位イメージ

図1 ウサギ腱組織切片サンプル



(a) 平均 SHG イメージ (b) 配向方位イメージ

図2 ラット皮膚組織切片サンプル