## 偏光 SHG 顕微鏡による単一微小管の構造解析 Structure Analysis of Single Microtubules by Polarization-Resolved SHG Microscopy <sup>°</sup>金城 純一<sup>1</sup>,市村 垂生<sup>1,2</sup>,渡邉 朋信<sup>1</sup>(理研 BDR<sup>1</sup>,阪大 OTRI<sup>2</sup>) <sup>°</sup>Junichi Kaneshiro<sup>1</sup>, Taro Ichimura<sup>1,2</sup>, Tomonobu M. Watanabe<sup>1</sup> (RIKEN BDR<sup>1</sup>, Osaka Univ. OTRI<sup>2</sup>) E-mail: jkaneshiro@riken.jp

光第二高調波発生(SHG)は、レーザー光が中心対称性の破れた物質に入射した時に起こる 2 次の 非線形光学現象である.物質の SHG 特性は 3 階のテンソル(SHG テンソル)で表され、その成分は SHG 強度の偏光依存性から解析できる.SHG テンソルは、物質の分子構造を強く反映するため、 SHG テンソルを計測すれば物質の構造状態を知ることができる.我々は、レーザー走査型偏光 SHG 顕微鏡を用いて、溶液中の単一微小管の観察および構造解析に取り組んできたが、単一微小 管からの SHG 光は微弱であり S/N 比が低い上に、液中で試料が絶えず動いてしまうために SHG 強度の偏光依存性を正確に計測することは困難を極めた.そこで我々は、SHG 顕微鏡観察におけ る S/N 比の向上と偏光計測の高速化に取り組んだ.

まず,我々は,微小管と同時に,微小管を吸着させるガラス基板からも SHG 光が発生し,これ がノイズ源となっていることを発見した.これはガラスに非常に強い強度のレーザーが照射され た時にのみ起こる光誘起 SHG 現象[1]であることが示唆された.この原因はガラス材質に包含され る不純物であると考えられたため,基板を従来用いていた硼珪酸ガラスから高純度石英ガラスに 変更したところ,基板からの SHG 強度が低減され,S/N 比を約 2.5 倍向上させることに成功した (Fig. 1(a), (b)). 次に,我々は,偏光制御の高速化のため,一対の電気光学変調器を用いた偏光制 御装置を開発した[2].これにより,0.1 ミリ秒以下の偏光掃引速度を達成し,レーザー走査顕微観 察において走査点毎の偏光依存性計測が可能になった.上記の成果により,溶液中の単一微小管 の SHG 強度偏光依存性が正確に計測できるようになり,ヌクレオチド状態に依存して異なる構造 を持つ2種の微小管に対して,SHG 強度の偏光依存性に有意差を見出すことに世界で初めて成功 した(Fig. 1(c)).これらの結果をもとに微小管の構造解析を行い,光学分解能よりも遥かに小さい 数 nm スケールでの構造変化を推定することにも成功した.講演では詳細を発表する.



Figure 1. (a, b) SHG images of single microtubules on a borosilicate glass substrate (a) and high-purity SiO2 glass (b). (c) Polarization dependence of SHG intensity of GMPCPP- (*red*) and GDP-taxol- (*blue*) state microtubules.

[1] V. O. Sokolov and V. B. Sulimov, Physica Status Solidi(b) 187, 177 (1995).

[2] J. Kaneshiro, T. M. Watanabe, H. Fujita, and T. Ichimura, Appl. Opt. 55, 1082 (2016).