

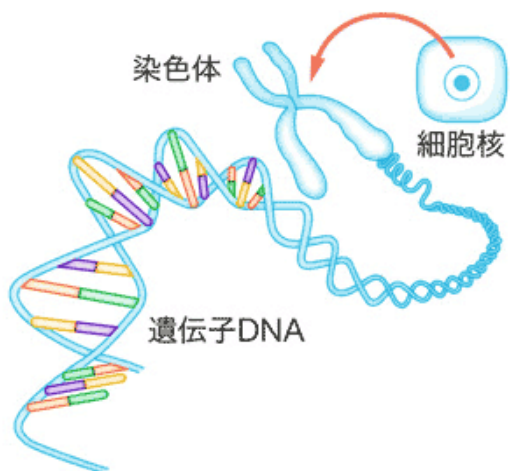
H24後期雑誌会宿題

2012/11/25 長谷

2重らせん構造からのSHG

Ref) Zhuang Zheng-Fei, et al. "Second-harmonic generation as a DNA malignancy indicator of prostate glandular epithelial cells". Chin. Phys. B **19**, 049501 (2010)

DNA (2重らせん) のSHGイメージング

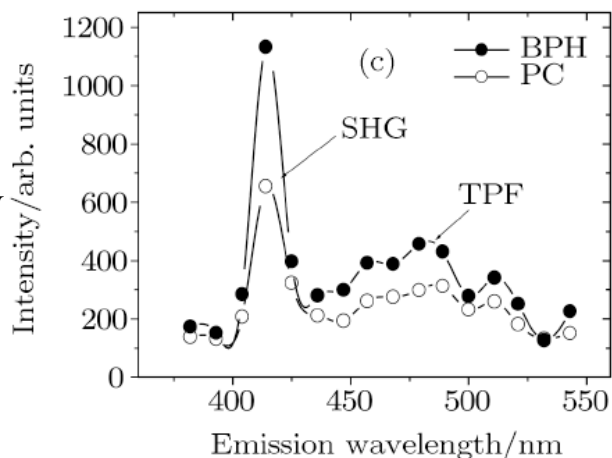


細胞核: $5\ \mu\text{m} \sim 15\ \mu\text{m}$

DNA: 直径約2 nm
・2本のポリヌクレオチド
・それぞれ方向が逆

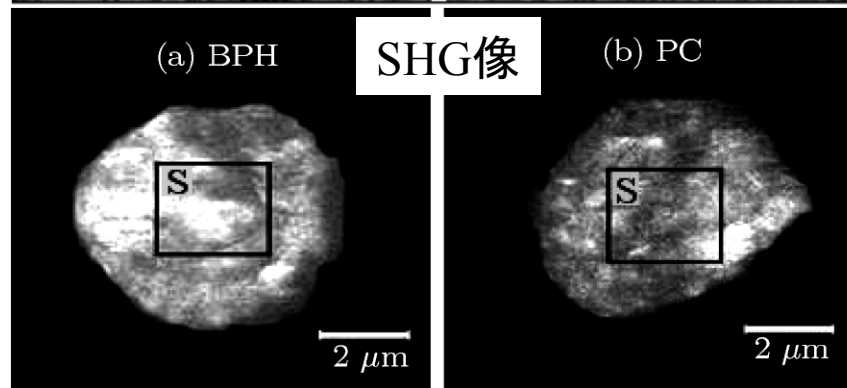
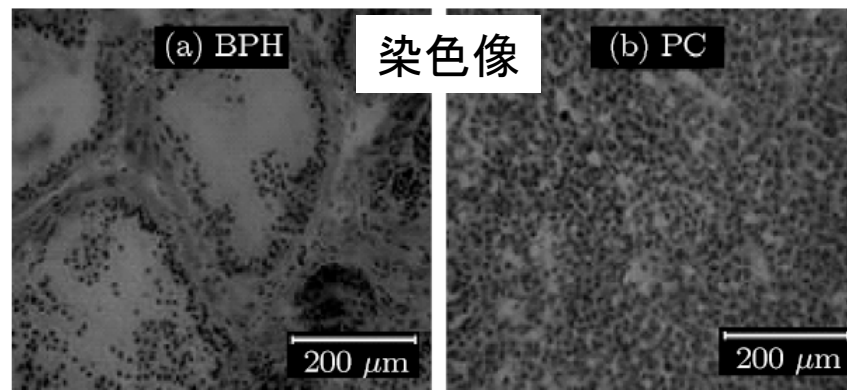
測定条件

Ti:Sレーザー
中心波長 800 nm
照射パワー $\sim 5.5\ \text{mW}$
パルス幅 110 fs



BPH: 前立腺肥大

PC: 前立腺がん



2重らせん構造からも
SHGは発生する

Z軸からのレーザー入射

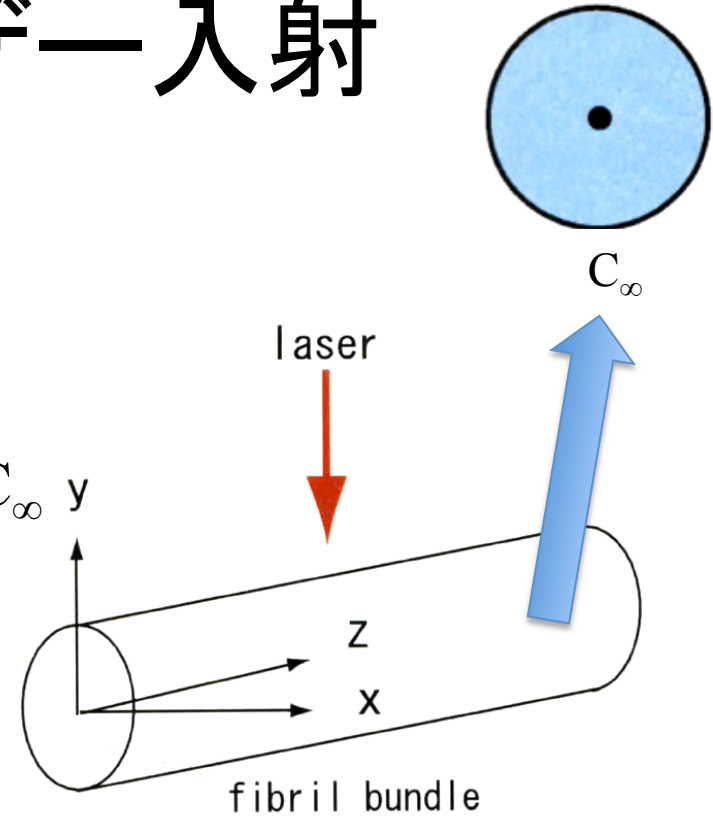
テンソル

特定の表示系によらず定まる

どの軸から見ても, Z軸を対称中心として, C_∞

$$\chi^{(2)} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & d_{xxz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d_{xxz} & 0 & 0 \\ d_{xxz} & d_{xxz} & d_{zzz} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

は不変

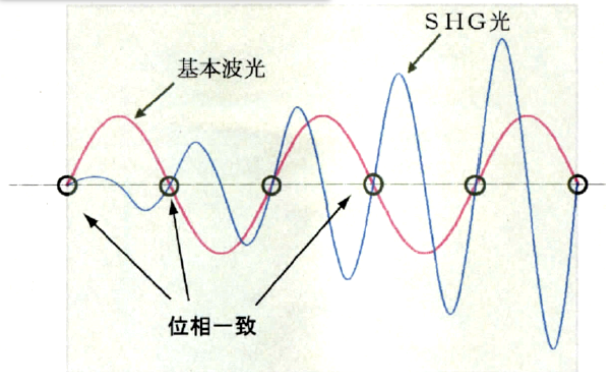


分極第二項

$$\begin{pmatrix} P_x^{(2\omega)} \\ P_y^{(2\omega)} \\ P_z^{(2\omega)} \end{pmatrix} = \epsilon_0 \begin{bmatrix} d_{xxx} & d_{xyy} & d_{xzz} & d_{xyz} & d_{xzx} & d_{xxy} \\ d_{yxx} & d_{yyy} & d_{yzz} & d_{yyz} & d_{yzx} & d_{yyx} \\ d_{zxx} & d_{zyy} & d_{zzz} & d_{zyz} & d_{zzx} & d_{zxy} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} E_x^2 \\ E_y^2 \\ E_z^2 \\ 2E_y E_z \\ 2E_z E_x \\ 2E_x E_y \end{pmatrix}$$

骨形成不全マウスのSHG画像

位相整合条件



打ち消し合わないためには

$$\Delta k = 2k_{\omega} - k_{2\omega} = 0 \quad \text{or} \quad n_{\omega} - n_{2\omega} = 0 \quad \text{となる必要がある}$$



光の屈折率は波長により異なる
☆通常は満たされない

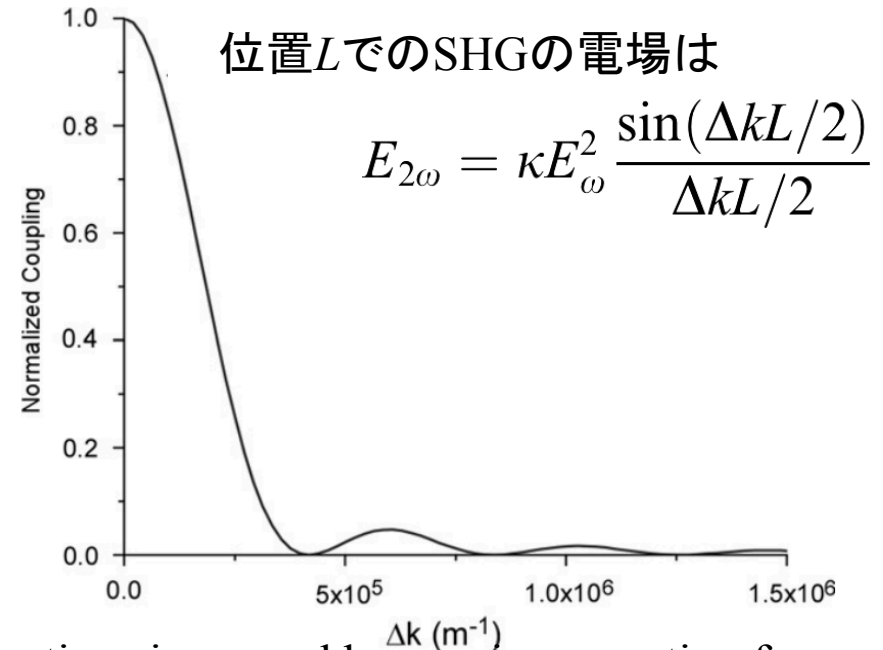
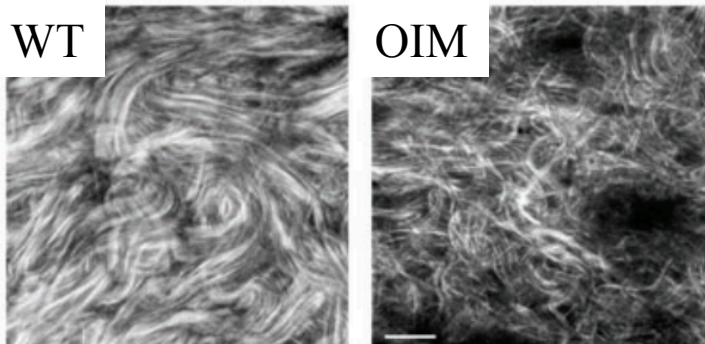
結晶の場合は複屈折を利用

生体組織の場合

- ・不均一
- ・複屈折が小さい(コラーゲン)

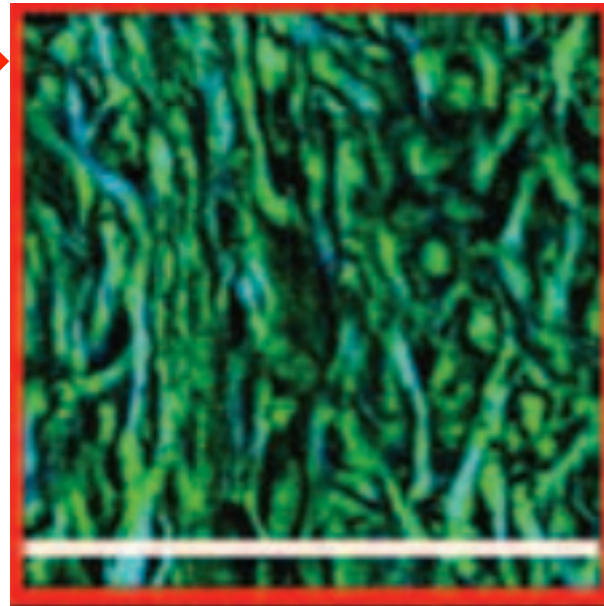
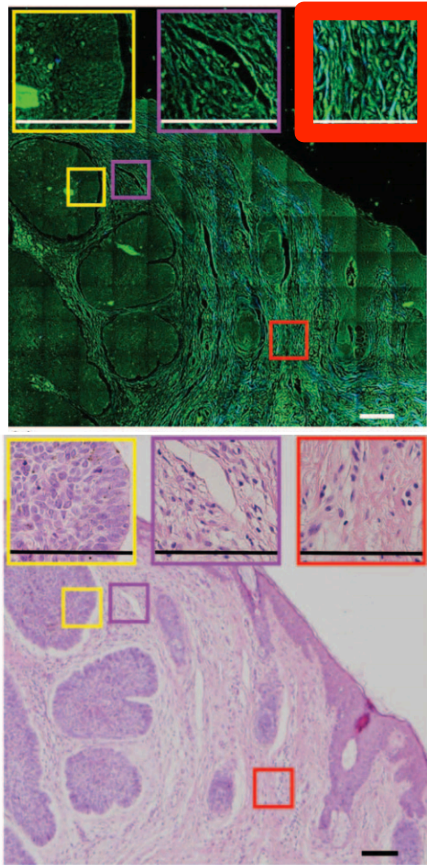


厳密な
位相整合は
とれない



Ref) Ronald LaComb, et al. "Phase matching considerations in second harmonic generation from tissues: Effects on emission directionality, conversion efficiency and observed morphology".
Optics Communications **281** 1823 (2008)

皮膚がんのSHG画像



赤枠: 真皮網状層(正常部)

- ・コラーゲン(青:SHG), エラスチン(MAF:緑)の可視化
- ・SHGが信号の大部分を占める
- ・コラーゲンの周囲にエラスチンが散在

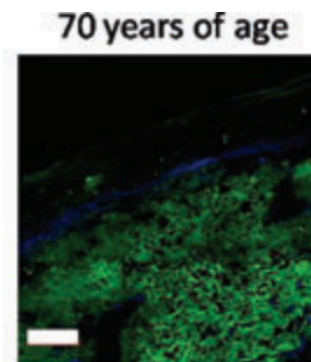
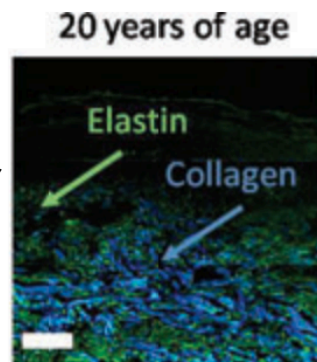


コラーゲンが真皮中で主要な細胞外マトリックスであることを反映

紫外線曝露 → BCCの主要な原因

サンプルの光老化が進行していた?

例) 光老化皮膚のSHG&MAF画像



老化皮膚
↓
エラスチンが支配的