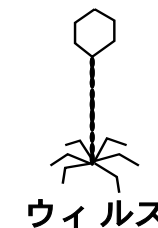
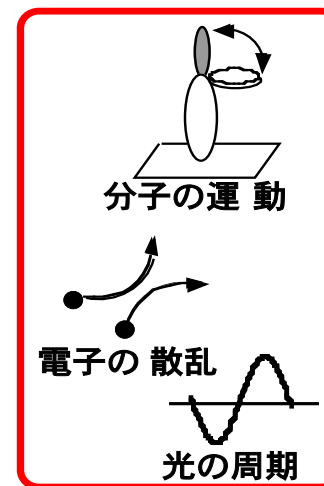
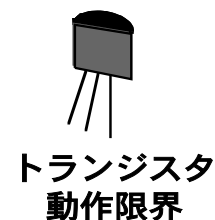
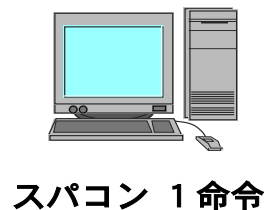
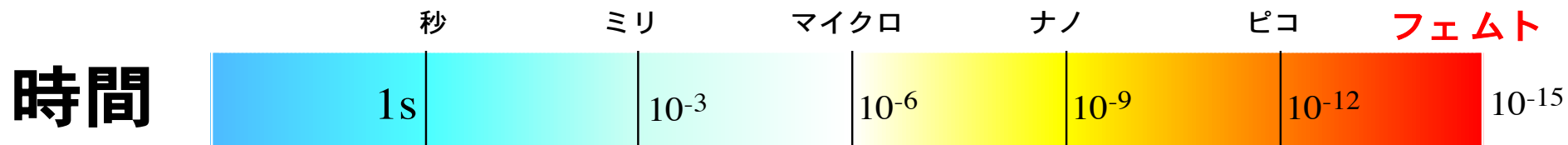
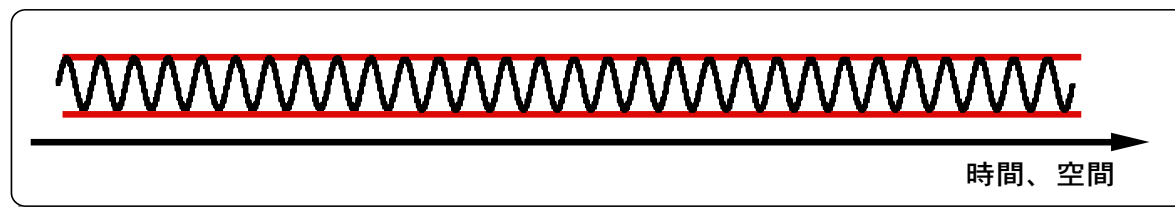


# フェムト(10<sup>-15</sup>)秒とは・・・

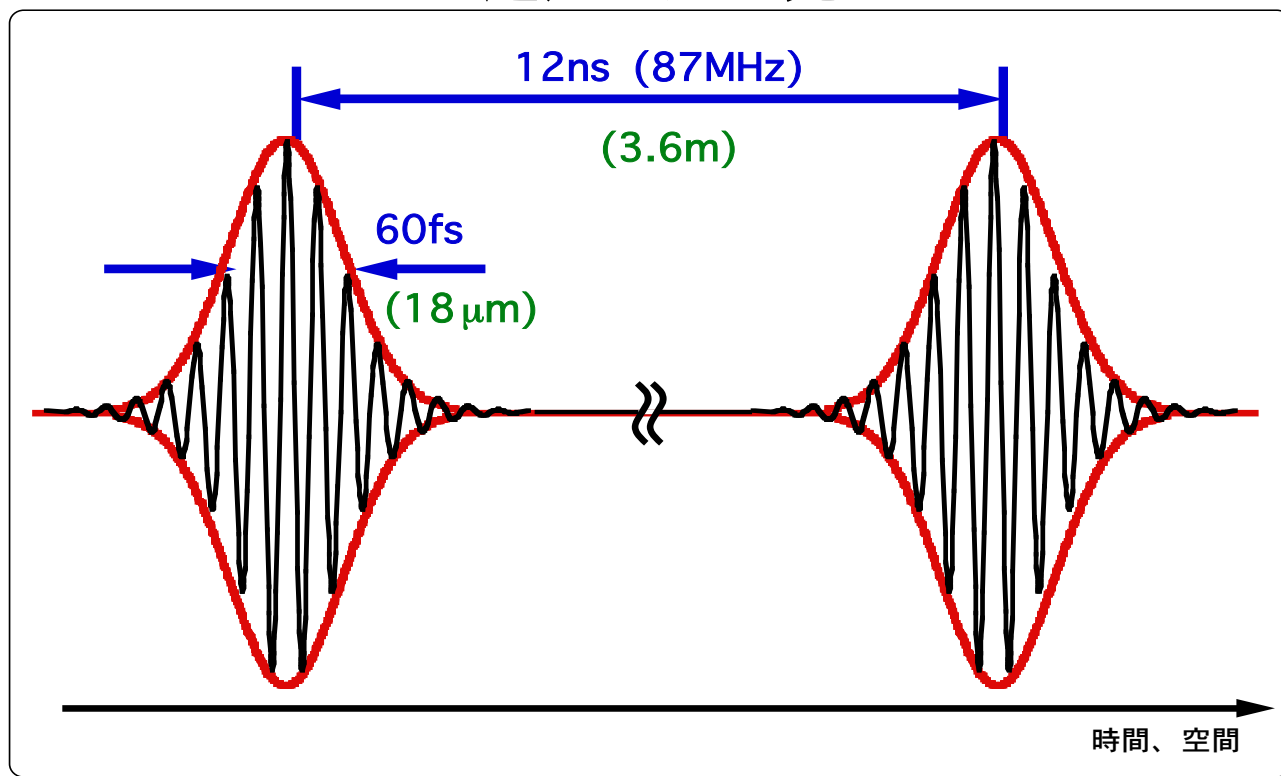


# 連続光とフェムト秒パルス光

## 連続光



## 超短パルス光



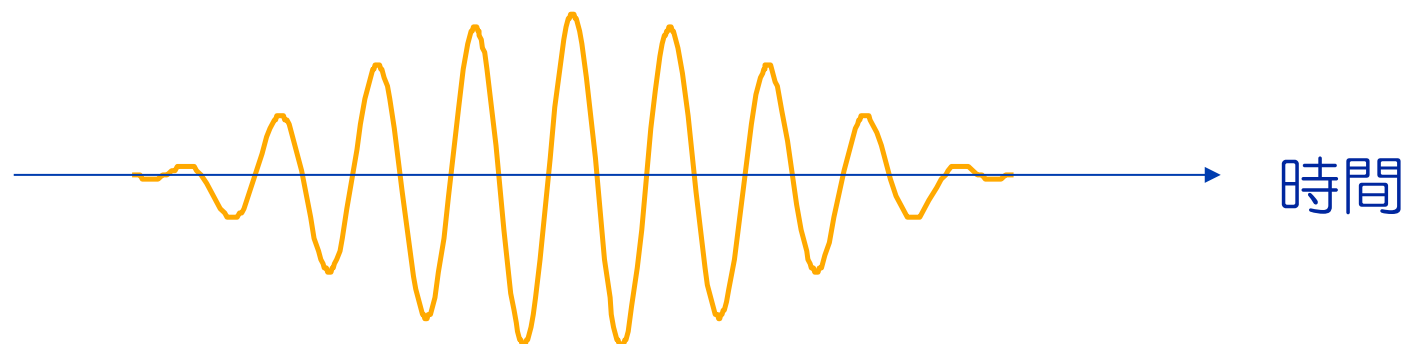
# フェムト秒レーザーとは？ 時間軸

- ▶ フェムト= $10^{-15}$ 、千兆分の1
- ▶ 超短パルスレーザーの一種

一瞬のみ光るパルスレーザーのこと：時間的局在

- ▶ どれくらい一瞬か？

光波が数サイクルしか振動しない究極の光も可能



# フェムト秒レーザーとは？ 空間軸

- ▶ 空間的にも局在
- ▶ 単位”1メートル”は、光速度で定義されている

”1秒の299792458分の1の時間に光が真空中を伝わる行程の長さ”

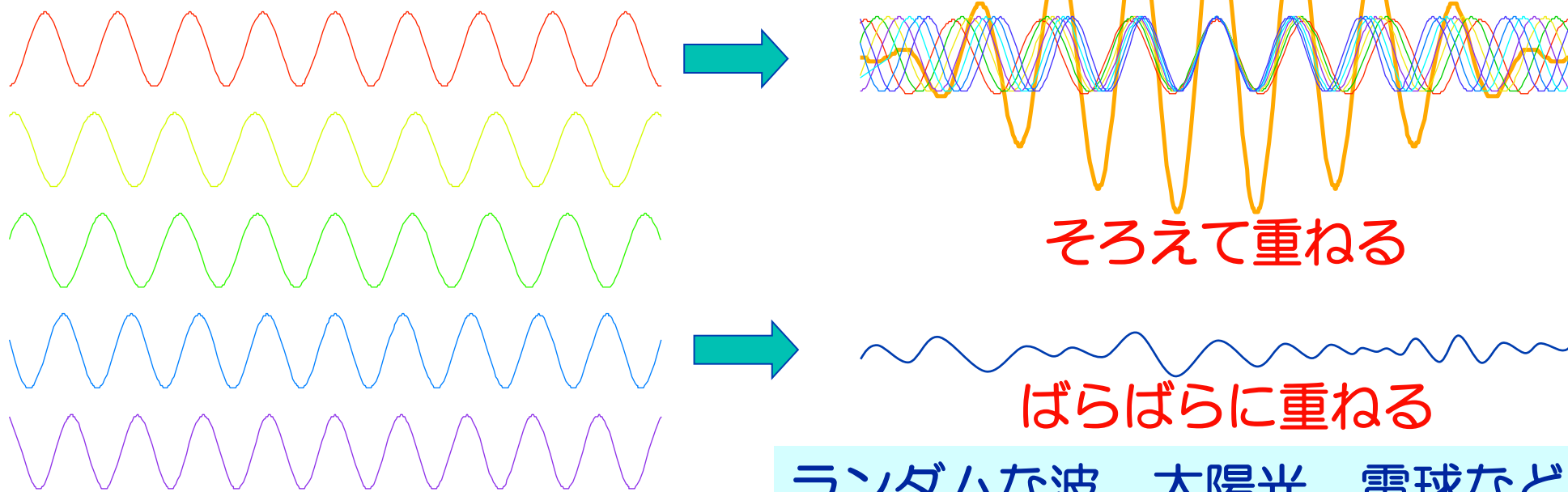
「憎くなく 二人寄れば いつもハッピー」

精密な時間を扱うことは、精密な空間を扱うこと

# フェムト秒レーザーとは？ 周波数軸

- ▶ どのように発生するか。 ”フーリエ変換”
- ▶ 「たくさんの波」を「そろえて」重ねる
  - ▶ たくさんの波=>いろいろな周波数（色）
  - ▶ そろえて=>位相を同期

超短パルス

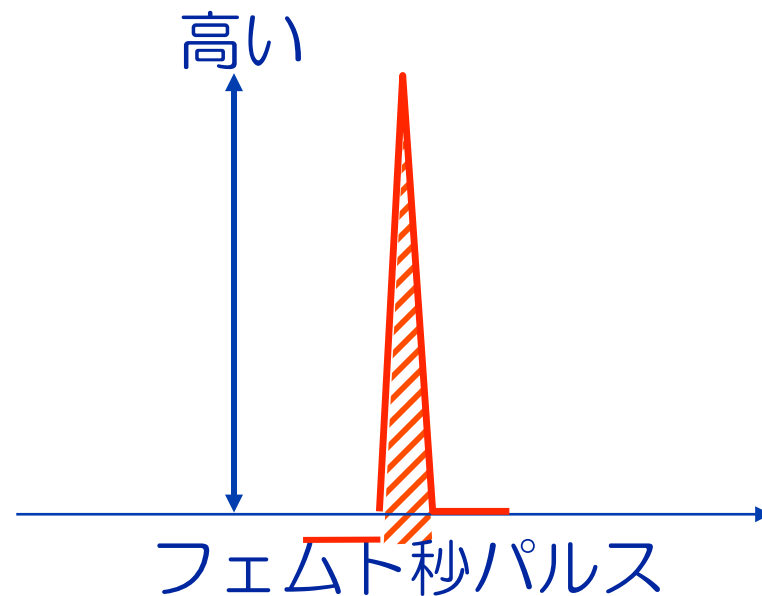


ランダムな波。太陽光、電球など

(by courtesy of Dr. Minoshima, AIST)

# フェムト秒レーザーとは？ 強度

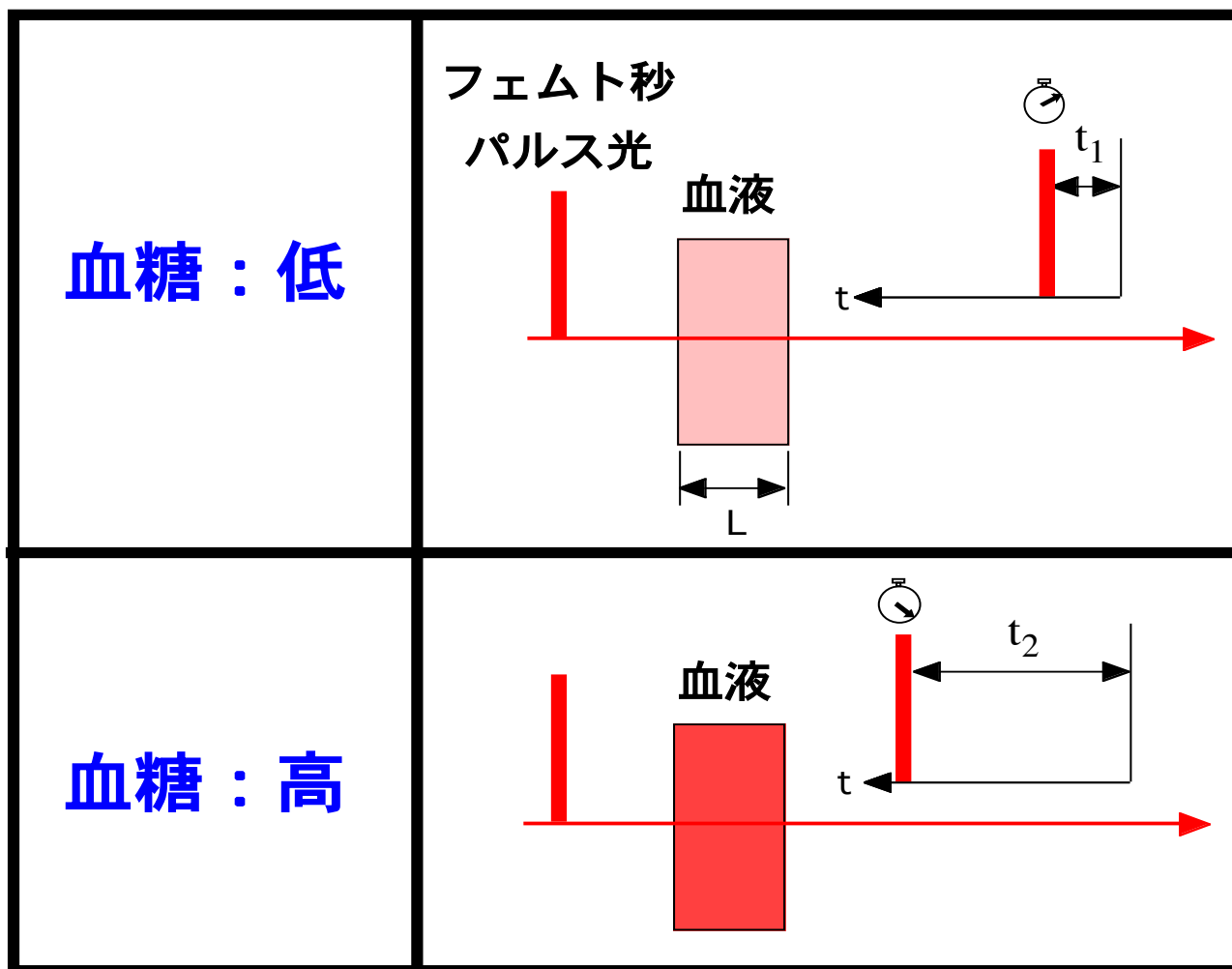
- ▶ ピーク強度が高い：光のエネルギーが局在
- ▶ 非線形光学効果が効率的に使える
  - ▶ 光の強度によって照射される物質の特性が変わる現象
- ▶ 多様な応用
  - ▶ 波長変換、広帯域光発生
  - ▶ 超高速シャッター



(by courtesy of Dr. Minoshima, AIST)

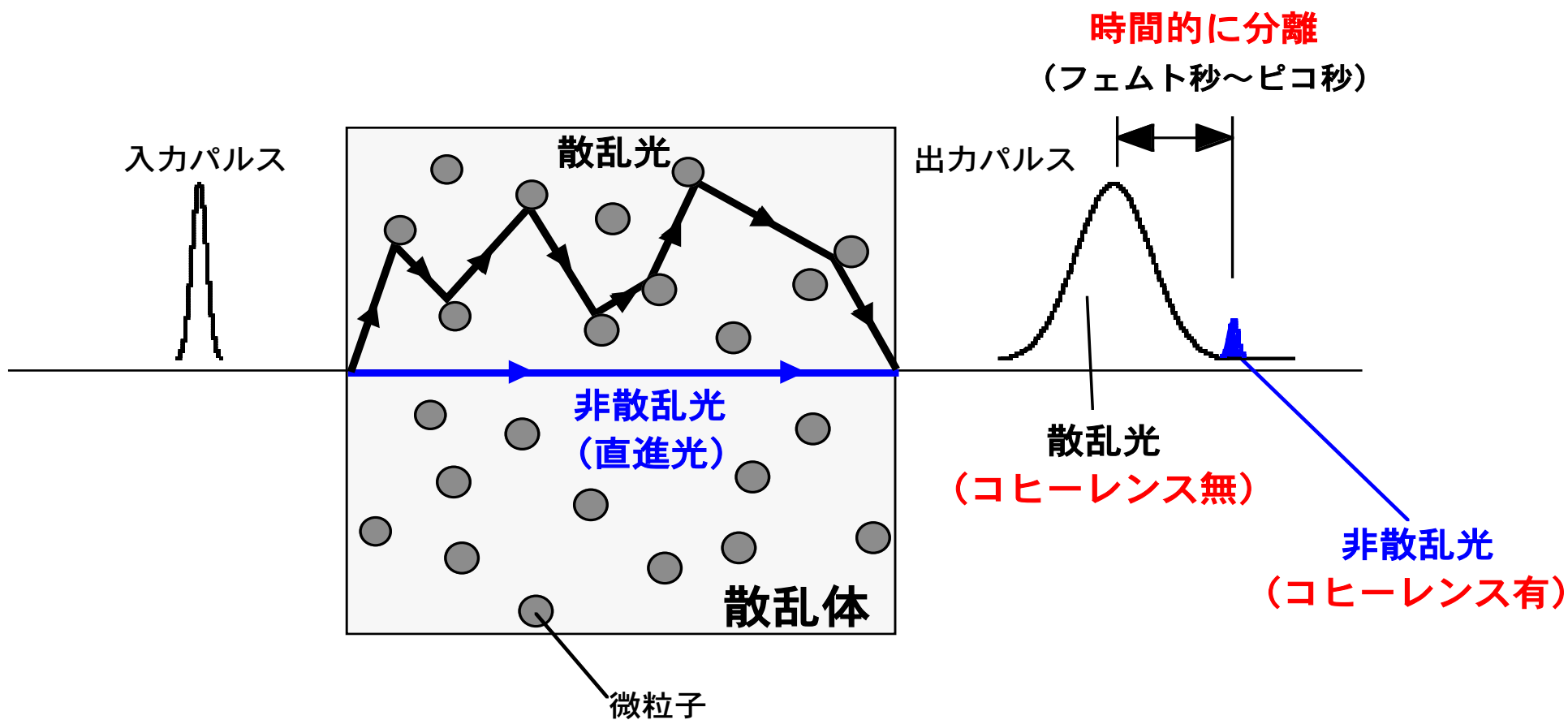
# フェムト秒のストップウォッチ①

～光学的血糖測定への応用～



# フェムト秒のストップウォッチ②

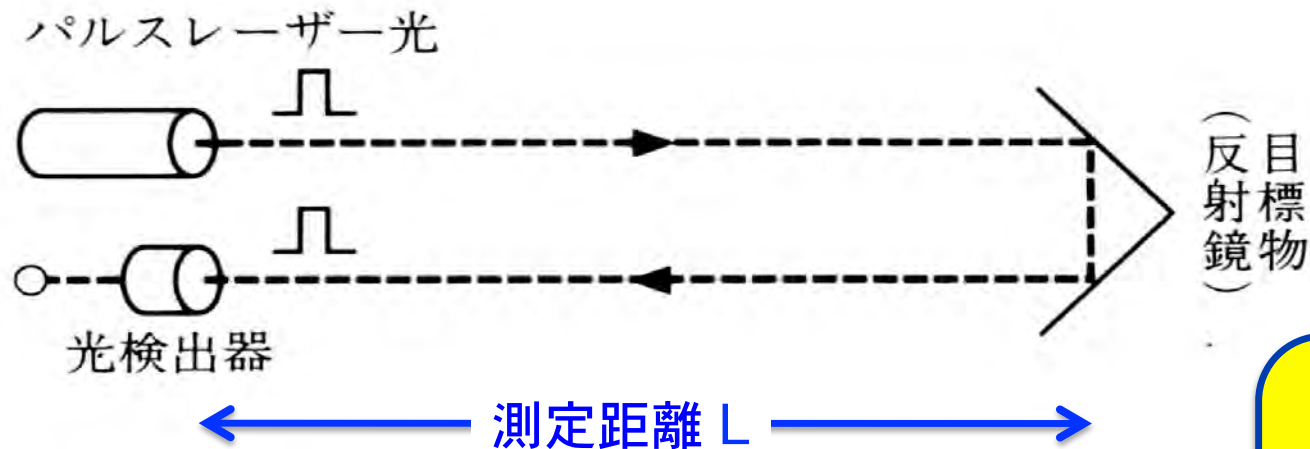
～生体散乱光の除去～





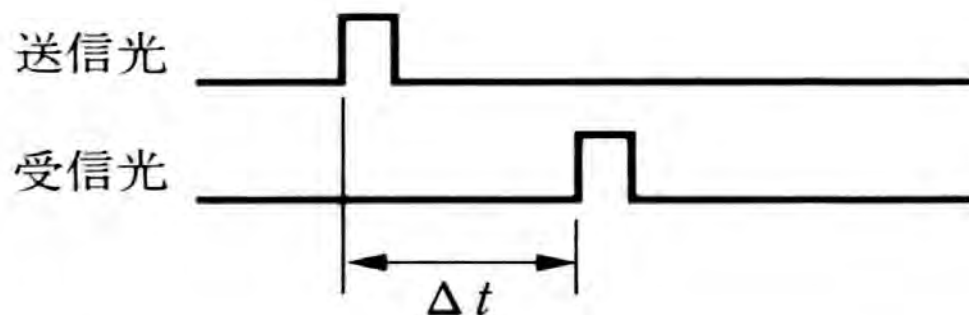
# フェムト秒のストップウォッチ③

～距離計測への応用～



$$L = \frac{c\Delta t}{2}$$

( $c$ :光速= $3 \times 10^8$  m/s)



# 波長を変換する①

～短波長変換（第2高調波発生光：SHG光）～

	線形効果	非線形効果
音	<p>(freq. = <math>f</math>)</p> <p>↑ さわる</p>	<p>(<math>f</math>)      (<math>2f</math>)</p> <p>▲ 強く叩く!</p>
光	<p>CW光</p> <p>生体組織</p>	<p>超短パルス光</p> <p>SHG光</p> <p>生体組織</p>

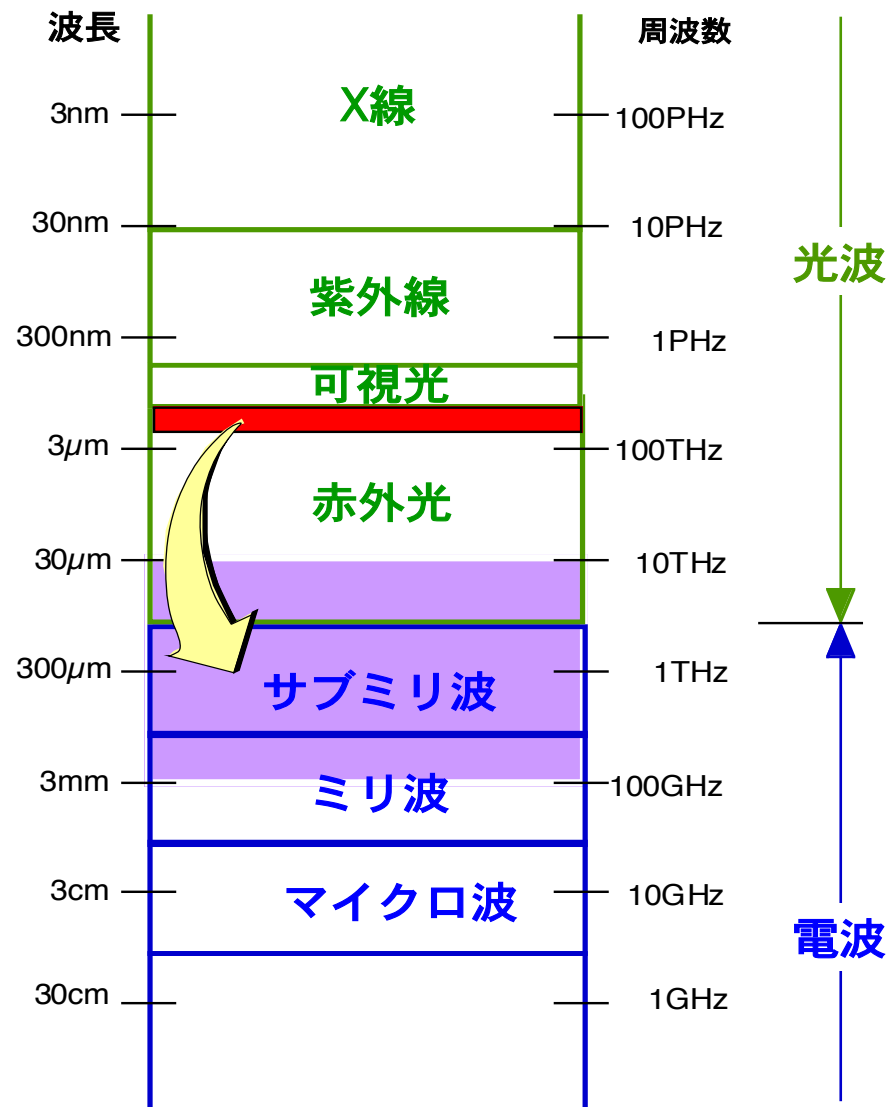
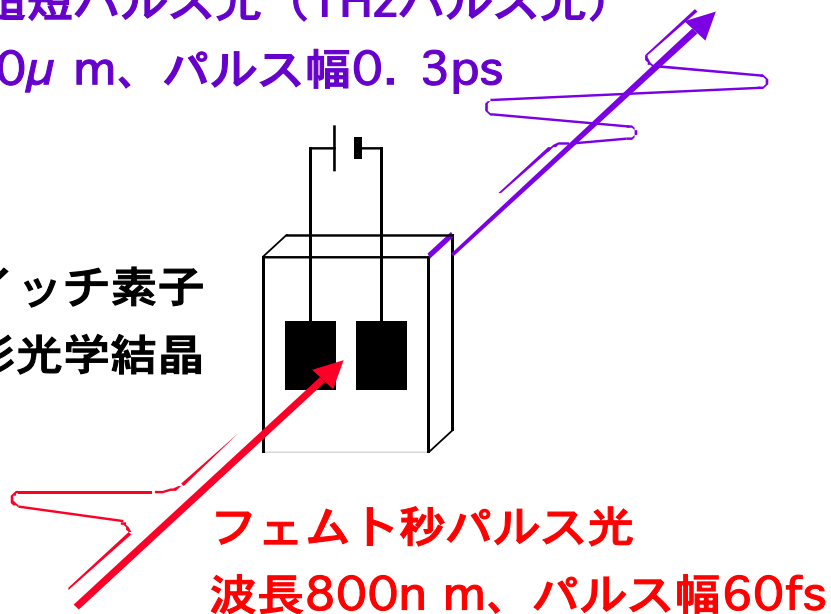
# 波長を変換する②

## ～長波長変換 (テラヘルツ波)～

遠赤外超短パルス光 (THzパルス光)

波長 $300\mu\text{m}$ 、パルス幅 $0.3\text{ps}$

- ・ 光スイッチ素子
- ・ 非線形光学結晶

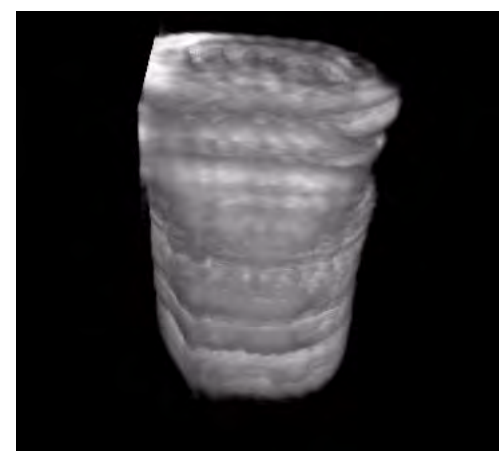


# 安井研究室のフェムト秒レーザー①

～フェムト秒チタン・サファイア再生増幅器～

極めて高いピークパワー

THzカラーCT



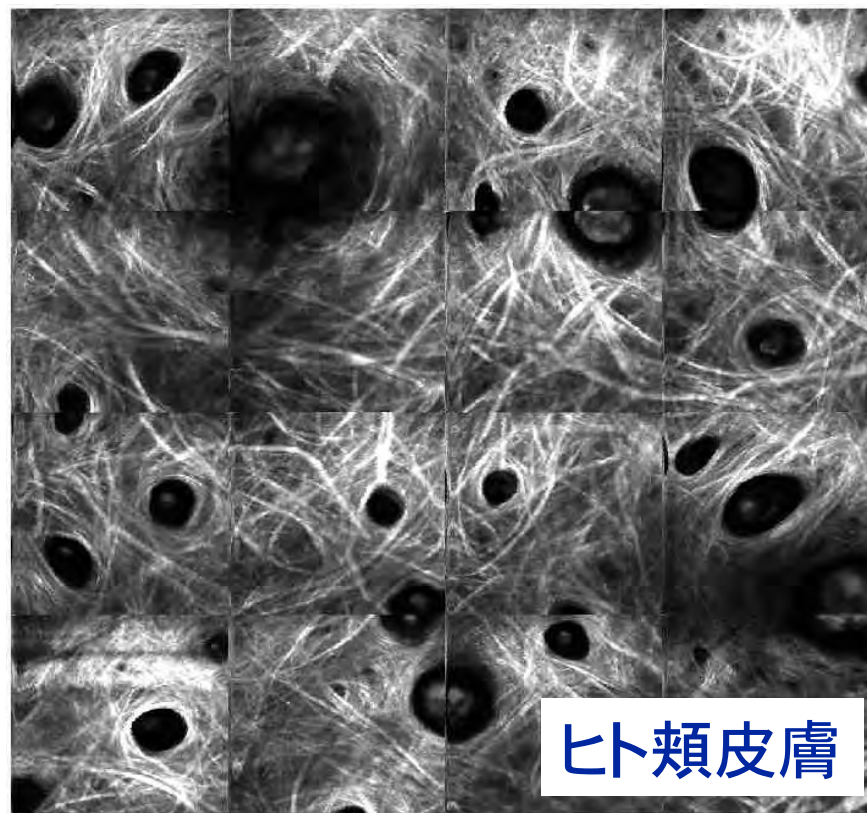
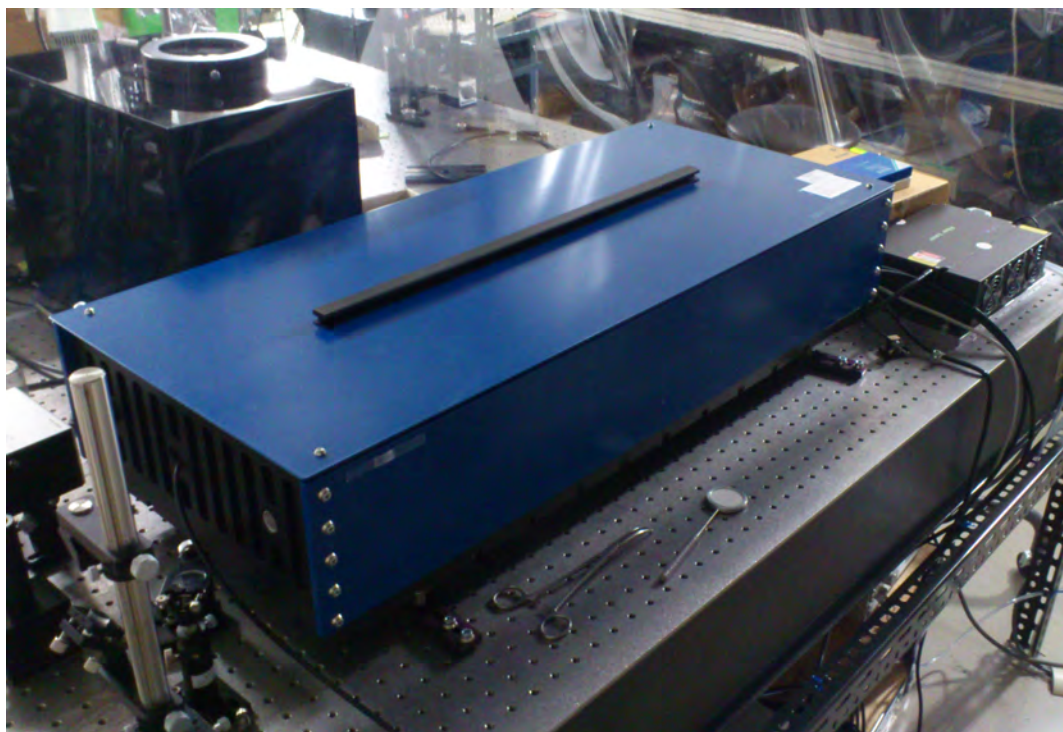
(中心波長800nm, 150fs, 繰返周波数1kHz, 平均出力1W)

# 安井研究室のフェムト秒レーザー②

～モード同期クロム・フォルステライトレーザー～

良好な生体透過性

生体コラーゲン顕微鏡



ヒト頬皮膚

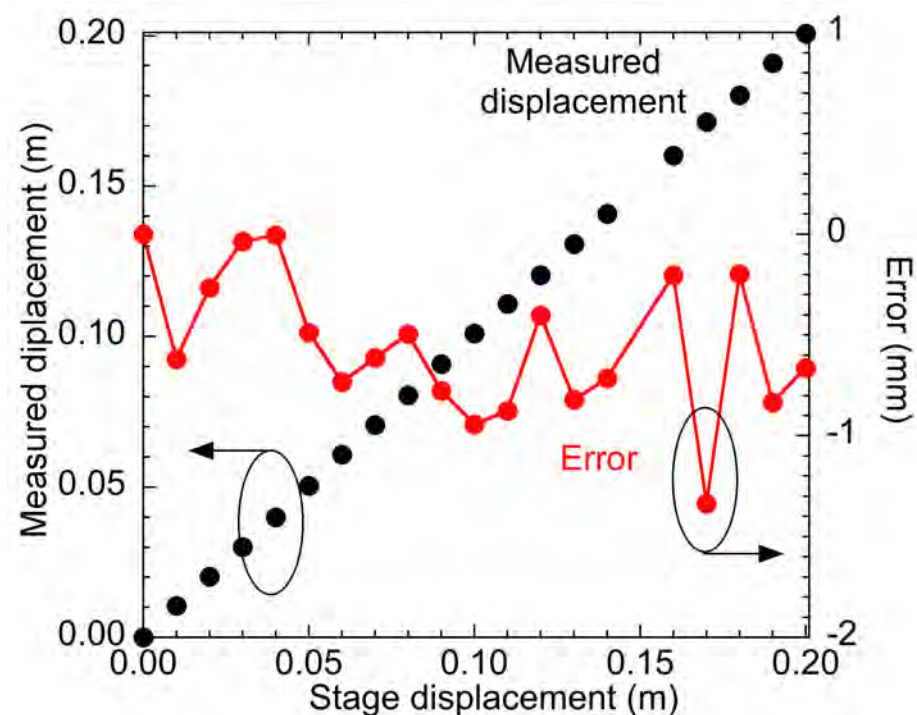
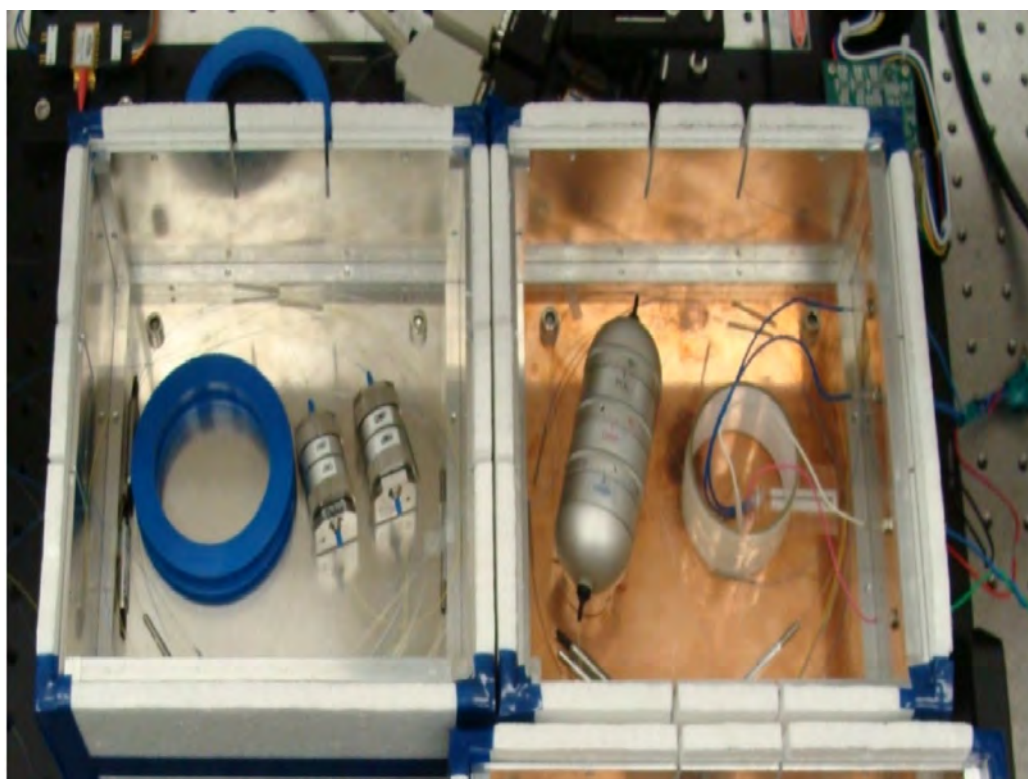
(中心波長1250nm, パルス幅90fs, 繰り返し周波数73MHz, 平均パワー200mW)

# 安井研究室のフェムト秒レーザー③

～モード同期エルビウム添加ファイバーレーザー（手作り）～

小型・安定・廉価

車載用THzレーザー



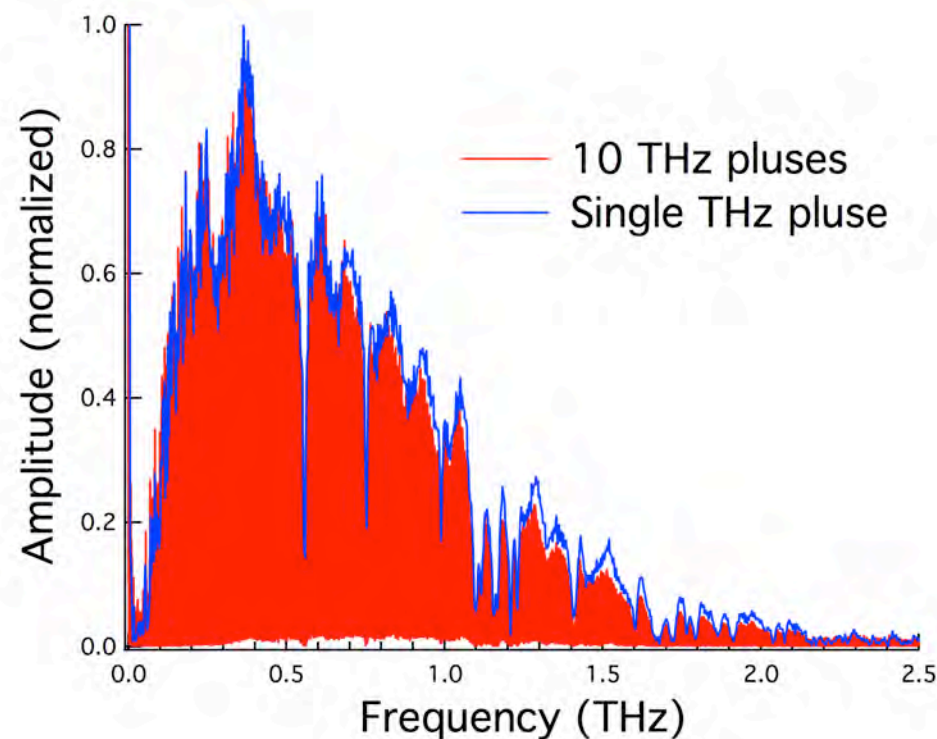
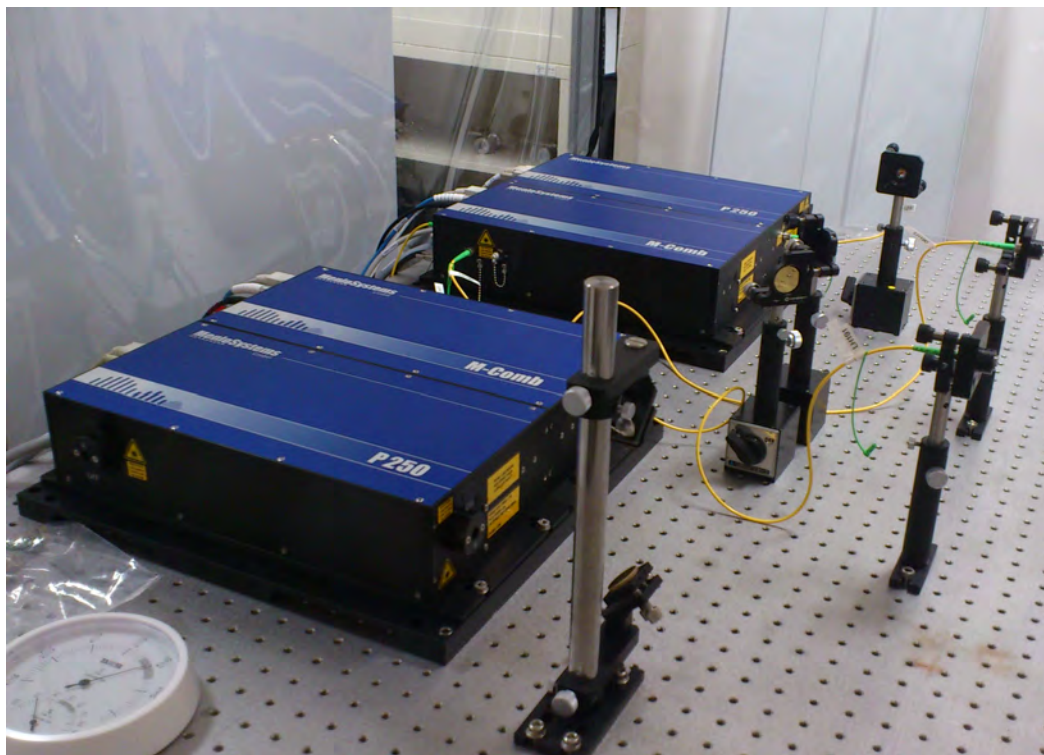
(中心波長1550nm, パルス幅40fs, 繰り返し周波数56MHz, 平均パワー100mW)

# 安井研究室のフェムト秒レーザー④

～モード同期エルビウム添加ファイバーレーザー～

小型・安定

THz周波数標準



(中心波長1550nm, パルス幅100fs, 繰り返し周波数100MHz, 平均パワー200mW)