

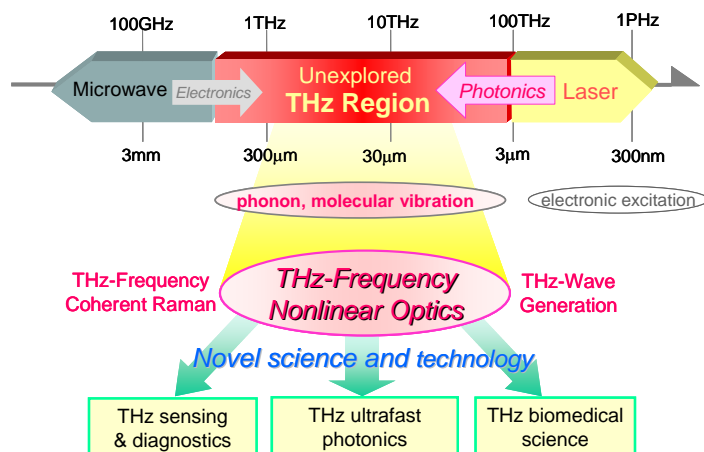
研究スタッフ

准教授： 四方 潤一

研究目的

応用量子光学研究分野では、強誘電体、半導体、有機の各種非線形光学材料に対するミクロな構造制御や、レーザー発振動作に対する高度な時間的空間的制御により、光波からテラヘルツ(THz)波に至る広範なコヒーレント波の発生を行うとともに、新たな研究分野の開拓を進めている。

特に、THz帯の電磁波スペクトル領域では、情報通信、物質科学、医学、各種センシングなどの科学技術分野における新展開が期待されており、超広帯域周波数可変コヒーレントテラヘルツ波光源やコヒーレントラマン顕微分光システムを用いたTHz帯バイオフィotonicsの研究を進めており、局所電場増強効果等を用いた新しいバイオフィonicsセンシング手法の開発や、超高解像度のTHzイメージング等への展開をめざしている。

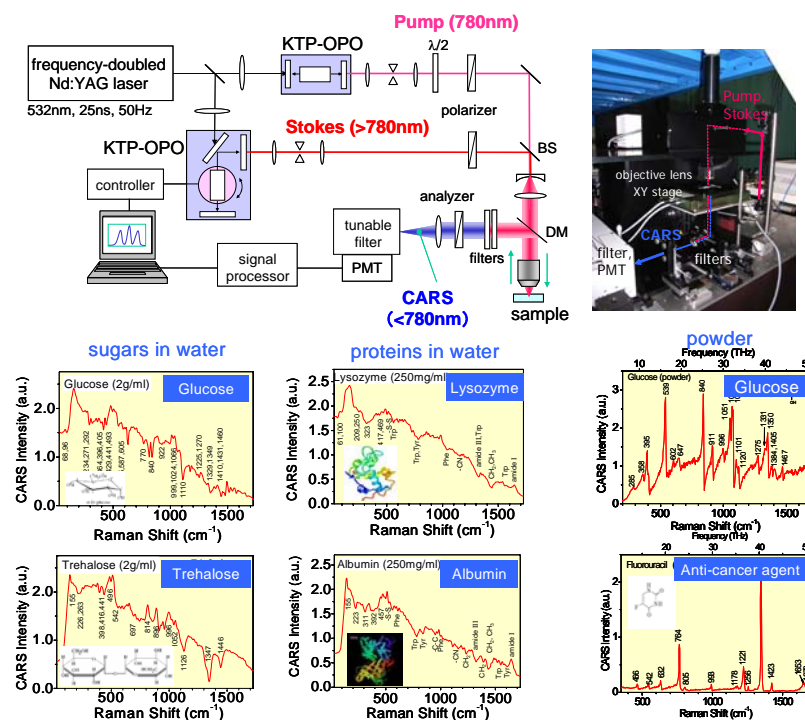


主な研究テーマ

1. 生体分子のTHz帯コヒーレントラマン分光

生体分子のTHz帯振動モードは分子の骨格振動や分子間相互作用に関連し、分子の機能に関連した新しい指紋スペクトル領域として重要な位置付けにある。

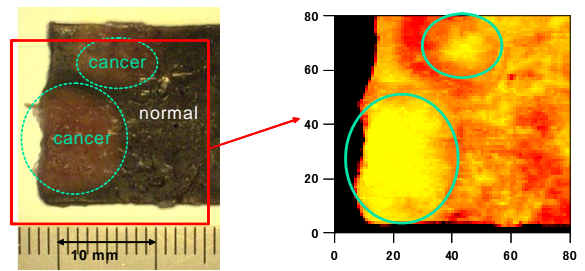
THz波は生細胞等の水を含む物質中での吸収損失が大きいいため、透過性の高い近赤外光を用いて、共焦点型THz帯コヒーレント・アンチストークスラマン(CARS)顕微分光システムの構築し、固体・液体の双方で微量生体物質のTHz帯振動スペクトル取得にも成功している。



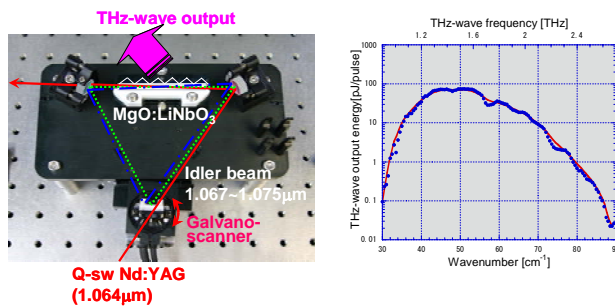
2. THz波および近赤外光を用いた生体組織のイメージング

THz波は種々の物質に対して高い透過性を持ち、最近これを生体組織のイメージングに適用することにより、**癌(皮膚癌、乳癌、肝臓癌等)の検出**が可能であることが示されているが、その理由については未解明の点が多い。

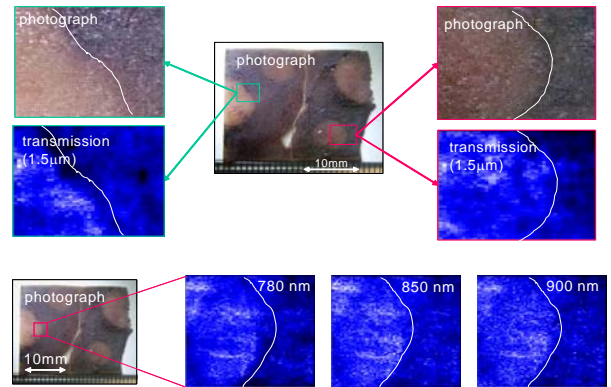
そこでTHz波イメージングに加えて、近赤外光(THz帯コヒーレントラマン分光を含む)を用いた解像度の高いイメージング手法を用いて、原因の究明と新しい応用展開を図っている。



肝臓癌のテラヘルツ波透過イメージ



高速周波数可変テラヘルツ波光源 (開発: 理研仙台テラヘルツ光源研究チーム)

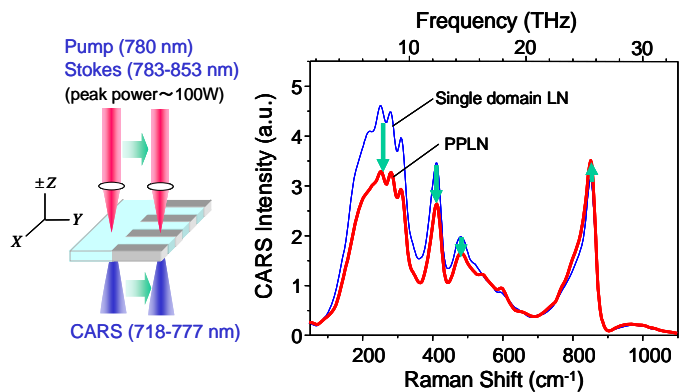


肝臓癌の近赤外光透過イメージ

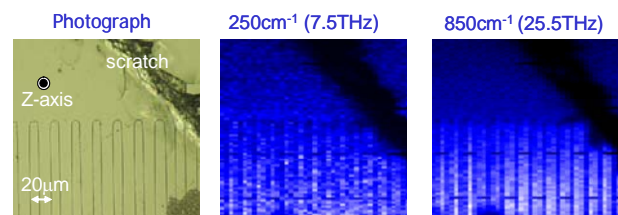
3. THz帯フォノンを用いた誘電体超格子構造のイメージング

THz帯フォノンのスペクトルは結晶構造の乱れに敏感であり、これを用いると種々の材料について**結晶性の評価**にも応用することができる。

THz帯CARS顕微分光システムを周期分極反転LiNbO₃(PPLN)結晶に適用してTHz帯フォノン(Eモード)スペクトルの測定を行い、**分極反転領域でスペクトル構造に変化**が現れることを初めて見出した。この結果を用いて、PPLN結晶のCARSシグナル強度をXY面内でマッピングし、分極反転構造を非破壊に鮮明に観察することに成功した。この手法を用いると、結晶の表面付近だけでなく内部(深さ方向)の観察も可能である。現在、ドメインウォール付近の様子を3次元的に捉える検討を進めている。



LiNbO₃結晶のEモードCARSスペクトル



周期分極反転構造のTHz帯CARSイメージ