近接場テラヘルツ放射分光イメージング装置

大阪大学　テラヘルツフォトニクスグループ

斗内政吉 教授

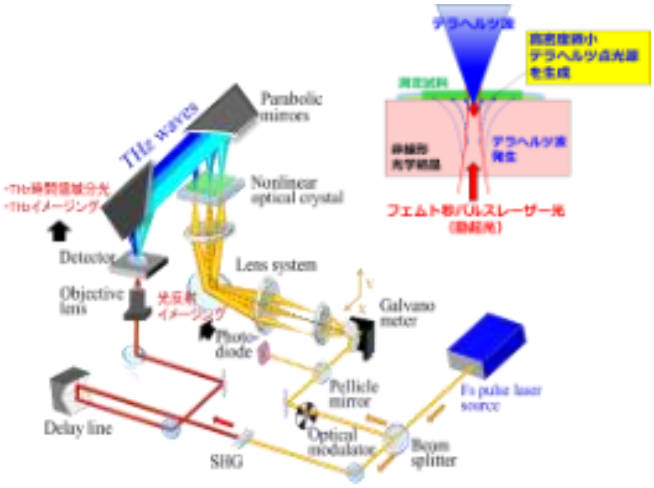
共同者：芹田和則　特任助教

近接場テラヘルツ放射技術

非線形光学結晶へのフェムト秒レーザー光照射により生成するテラヘルツ 波点光源を、回折前の近接場テラヘルツ 光の状態で試料に照射させることで高感度かつ高分解能な分光イメージング 測定を可能とする。

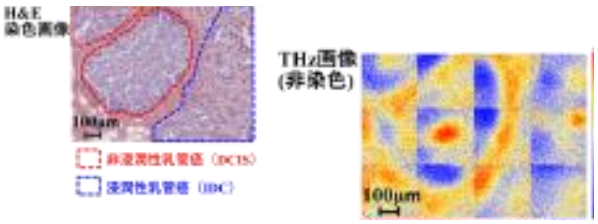
現在までに最大 9μm（$\lambda_{THz}/28$）の空間分解能を達成できており 、テラヘルツ分光イメージングにより、微小な物質のテラヘルツ 領域での 物性評価や非染色の早期癌可視化 に成功してきた。

最近では、ピコリットル オーダー の極微量溶液中の溶質濃度 を数百アトモル の感度で検出に成功しており、今後のテラヘルツ バイオセンシングのための大きなブレークスルーに繋がる手法としても注目されている 。



応用 1　バイオイメージング・物性評価

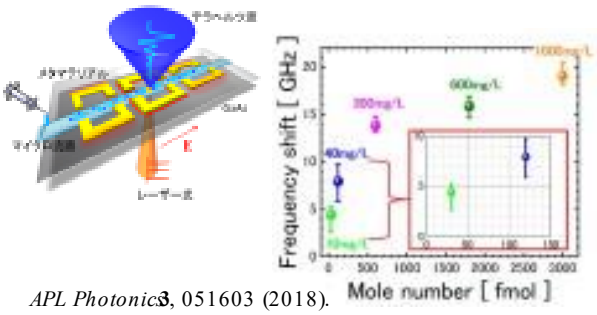
バイオ計測では、微小･微量な生体関連試料の高感度かつ高分解能な計測が必須であるが、テラヘルツ波で行う 場合その回折限界や水への強い吸収の点から困難であった。本技術では、テラヘルツ波の波長より小さな生体試料についても 成果を 挙げてきた。図は乳癌組織の H&E染色画像とTHz像（非染色）。染色画像では、病理医の診断の下、赤色の点線で囲まれた領域を 非浸潤性乳管癌（DCIS: 早期癌）、青色の点線で囲まれた領域を浸潤性癌（IDC）、その他の領域を 正常な組織として区切っている。



Opt. Express **20**, 12956 (2012) , J. Phys. Photonics 2 044008(2020)

応用 2　テラヘルツμTAS開発

マイクロタス（μTAS）は様々な化学プロセスが1つに集約されたチップで医療・バイオ分野への応用が期待されている。本技術において、非線形光学結晶にマイクロ流路等の微細構造を作製することで、テラヘルツ μTAS としても応用が可能である。下図のようなチップを利用して、僅か数十ピコリットルのイオン溶液中の数百アトモルのイオン濃度の検出に成功した。これは従来のテラヘルツ波による溶液測定の約 1000分の1以下の溶液量で10000倍以上の検出感度である。体液 1滴からのラベルフリー診断が可能なバイオチップとしての応用展開に期待できる 。



APL Photonics **3**, 051603 (2018).

http://www.ile.osaka-u.ac.jp/ja/groups/research01/thp/