

テラヘルツ波というのは、もともとは遠赤外線とミリ波、サブミリ波の領域に重なる領域だった。テラヘルツ波の面白いところは、名前のつけ方にある。ミリ波やサブミリ波は、電磁波の波長でつけた名前。遠赤外や可視というのは、電磁波のもつ性質からつけられている。これに対して、テラヘルツ波というのは、テラという周波数でつけた名前である。

テラ(tera)とは、1兆(10の12乗)のことで、テラヘルツ波の名称は、周波数が10の12乗ヘルツ(Terahertz, THz)という領域にあることに由来している。一般的には、およそ周波数が0.1THz~10THzの領域にある電磁波をテラヘルツ波と呼んでいる。波長に換算すると3mm~30μmの領域を指し、波長は光と電波の境界領域にある。テラヘルツ波が「光と電波をつなぐ夢の領域」といわれるのは、このことによる。電波の透過性と光波の直進性を有するテラヘルツ波は、物質の透過性、分子の振動特性、そして人体に対して安全である特性を持っている。

物質の透過性では、可視光では透過性が低く、X線ではコントラストが低いために苦手とするものをテラヘルツ波ならとらえることができる。分子の振動特性では、テラヘルツ波のエネルギーが有機分子や結晶構造に特有の振動モードと一致するため、物質を特定することができる。また人体中のガン細胞を特定することも将来可能になると考えられている。

テラヘルツ波は、水による吸収が大きいことも知られている。また、多くの薬剤には、テラヘルツ帯に特有の指紋スペクトルが存在することが分かっている。テラヘルツ波を用いて薬剤の結晶構造を特定できることを利用した医学的あるいは薬学的な応用がますます盛んになると考えられる。さらに、その応用分野は多様で、まだまだ未開拓の分野が多くある。

## テラヘルツイメージングとは

テラヘルツイメージングとは、テラヘルツ波を用いて、研究対象物の情報を測定し、視覚化(画像化)することをいう。一般的に知られるイメージング技術には、レントゲン写真やデジタルカメラによる写真がある。レントゲン写真は、X線を用いた透過イメージングの一例であり、デジタルカメラは、可視光を用いた反射イメージングだ。透過イメージングとは、テラヘルツ波の物質透過性を利用して、物質の中の様子を視覚化すること。岩手県立大学のテラヘルツ波研究では、テラヘルツ波の透過特性を活用して、透過および反射イメージングを行うことが主たるテーマの一つとなっている。

## パッシブイメージングとアクティブイメージング

テラヘルツ波によるイメージングには、パッシブイメージングとアクティブイメージングの二つの手法がある。「パッシブ」は受動的、「アクティブ」は能動的を意味している。つまりパッシブイメージングというのは、対象物に

対して、背景波の反射や熱放射をそのままレンズを通して受信機に入れる方法。構造は簡単だが、受信機には非常に感度の高いものが求められる。赤外線カメラや一般で使われているデジタルカメラでは、CCDと呼ばれる小さな高感度光検出器をたくさん並べて受信機を構成して、背景波を利用し写真にしている。

一方、我々が使っている手法は、アクティブイメージングである。これは、発振源から出た電磁波を対象物に当てて、対象物から反射したものを受信機に入れる方法である。この方法には、発振源の高出力化によって画像のノイズを改善できるという利点がある。「見えないものを見たい」というときは、アクティブイメージングを使いこなすということが重要な要素になってくる。

## 世界が取り組むイメージングの研究例

ミリ波というテラヘルツ波よりもさらに長い波長を使ったパッシブイメージングの例として、セキュリティ応用の事例がある。人が立って新聞紙の中に凶器を持っている場合、当然ながら他の人間には見えていない。これをミリ波のパッシブイメージで見ると、紙が透けて見えるので、ナイフを持っていることが分かるのだ。このような研究は欧米で盛んに行われていて、空港などにシステムを導入しているところがある。

また、ミリ波より波長が短い赤外線を使った事例では、センサーを開発して実際に画像を撮ってみたという論文の例がある。赤外線カメラを使って撮影された画像がカリフォルニアの大学の論文で紹介されているのだが、朝から順次撮影された画像には、夜になっても駐車されていた車の残像が残っていた。赤外線カメラが、駐車場の温度差を感知して車の残像となって映っていることから、犯罪の記録や予防に役立つと期待されている。欧米では、この分野のセキュリティに関係した応用研究が進んでいる。

## 岩手県立大学におけるテラヘルツ波応用研究

### 二つのテラヘルツ信号発生システム

岩手県立大学がテラヘルツ波研究で採用しているテラヘルツ波信号発生システムには、大きくわけて二つのシステムがある。一つは、GaP(ガリウム・リン)信号発生装置で、もう一つは、テラヘルツ波よりも比較的低い波長を扱うタンネットダイオードというサブテラヘルツ波発生装置である。

GaP(ガリウム・リン)信号発生装置は、テラヘルツ帯の信号発生装置で、0.5~7THzの周波数をカバーしている。光源材料にGaP(ガリウム・リン)を使っていることからGaP信号発生装置といわれる。レーザから出た二つ

#### ●テラヘルツ波の特徴

- 0.1THz(波長3mm)~10THz(波長30μm) ○分子内振動に相当(分子の種類と量が分かる) ○分子の弱い相互作用のエネルギーに相当(水素結合、結晶構造を測ることができる)
- 水に対する吸収が非常に大きい水に敏感(ごく微量の水を測ることができる) ○エネルギーが非常に小さいため人体に対して安全 ○散乱されにくい(霧、雲、雨、焰の中の炭素の粉に散漫されず、直進性があるために障害物を越えて、画像を撮ることができる)
- 物質透過性が優れている(岩手県立大学では、分子および分子間の状態を検知することを研究している)

#### ●単位

- キロ(kilo)=10の3乗/メガ(mega)=10の6乗
- ギガ(giga)=10の9乗/テラ(tera)=10の12乗
- ペタ(peta)=10の15乗
- CCD(Charge Coupled Device)  
固体撮像素子のひとつで、ビデオカメラ、デジタルカメラなどに広く使用されている半導体素子である。