

ICTによる安全・安心を実現するためのテラヘルツ波

技術の研究開発

(1) 研究の目的

テラヘルツ波の大きな特長は、マイクロ波帯や準ミリ波帯（1 GHz～30 GHz）電波に比べ一桁以上の高周波数（短波長）であるため高空間分解性を有すること、赤外線や可視光に比べると波長が長いいため伝搬において塵、煙、炎などによる散乱が少ないこと、テラヘルツ帯に存在する物質固有の吸収スペクトルによって有毒ガス、危険物質を検知できること、などである。

このテラヘルツ波の特長を、大規模地震などの災害発生時におけるイメージング（画像化）やセンシングに活用すれば、従来技術（X線、赤外線、マイクロ波、ミリ波）では困難であった新しい情報収集が可能となり、さらに得られた情報の迅速な流通と利用によって、被災者救援や二次災害防止などに役立て、災害被害を最小限に抑えることに貢献できると考えられる。本研究は、災害現場において、離れた場所からの遠隔計測（スタンドオフ計測とも呼ぶ）により、テラヘルツ帯の映像を取得するためのシステム（遠隔テラヘルツ帯イメージャ）と、災害時に発生するCOなどの危険ガスを検出するためのシステム（遠隔テラヘルツ帯分光センサ）を開発し、さらに、これらのシステムによって得られたテラヘルツ帯固有の情報を処理することにより災害現場の状況を正確に把握し、災害時に役立つ情報を提供するための技術を開発することを目的としている。

(2) 研究期間

平成18年度から（2年間）

(3) 委託先企業

日本電信電話株式会社〈幹事〉、国立大学法人東京大学、日本電気株式会社（平成18年度は株式会社 東芝）

国立大学法人大阪大学、国立大学法人名古屋大学、有限会社スペクトルデザイン、日本ガイシ株式会社、独立行政法人産業技術総合研究所

(4) 研究予算（百万円）

平成18年度	209 (契約金額)
平成19年度	194 (契約金額)

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：テラヘルツ帯遠隔イメージング技術の研究開発

1. テラヘルツ帯イメージャ
(日本電気株式会社 平成18年度は株式会社 東芝)
2. イメージャ評価用テラヘルツ帯固体光源
(国立大学法人東京大学)
3. 災害環境下テラヘルツ帯分光による生命体データ取得に関する研究開発
(国立大学法人東京大学)

課題イ：テラヘルツ帯高速分光センシング技術の研究開発

1. テラヘルツ帯遠隔分光センシングシミュレータ技術
(国立大学法人名古屋大学)
2. テラヘルツ帯遠隔計測スペクトル解析技術
(有限会社スペクトルデザイン)
3. テラヘルツ波発生用光サイドバンド制御
(日本ガイシ株式会社)
4. テラヘルツ帯遠隔分光用超高感度受信器構成
(独立行政法人産業技術総合研究所)
5. テラヘルツ帯遠隔分光用高出力テラヘルツ波発生
(日本電信電話株式会社)

(6) 主な研究成果

特許出願：7件

外部発表：36件

具体的な成果

(1)従来型非冷却赤外線アレイセンサがテラヘルツ帯で高感度になるよう再設計し試作・評価を行い、テラヘルツでの感度を2006年度比で約5倍向上させた (NEP=40pW：世界トップの性能)。更にフレーム積分と画素積分によりパッシブイメージャの条件 (64 フレーム、3×3 画素) で NEP ~ 5pW、アクティブイメージャの条件 (64 フレーム、24×24 画素) で NEP ~ 1pW を達成した。

(2)液体ヘリウム寒剤と超電導磁石による従来型 p-GeL L システムにおいて、レーザ共振器の一方の反射鏡をラメラグレーティングに置き換えて発振テストを行い、かつラメラグレーティングを手動により挿引しての波長可変化を実現した。

(3)環境可変装置に、透過型 THz-TDS システムを組み込み、テラヘルツ帯分光による 衣服関連材料、皮膚、頭髪、血液成分に対するテラヘルツスペクトル測定を実施した。

(4)光源部に差周波発生方式を採用した光源を開発し、サブテラヘルツ領域での出力を 20 dB 程度向上する事に成功した。

(5) 0.2 ~ 10 THz 周波数帯における建築材料の光学特性に関するデータベースを構築した。

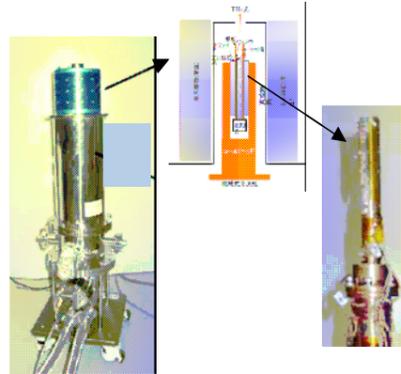
(6) 高速・低駆動電圧位相変調器を実現する変調電極構造を考案し、試作結果 ($V_{bias} = 2.2V @ DC$ 、3dB 帯域 20GHz) からその効果を確認した。

(7)200 ~ 500 GHz 帯を 1 素子でカバーし、この周波数帯において受信器雑音温度 < 600 K を満たす超伝導トンネル型ミキサを、液体ヘリウム冷却のもとで実現した。標記ミキサをフォトリック局部発振器で励起し、200 ~ 500 GHz 帯において従来型信号発生器使用時に比べ遜色ない受信器雑音温度を得た。

(8)200 ~ 500GHz 帯モジュールにおいて目標である出力 100 μW 以上 (@350 GHz) を実現するとともに、反射スペクトル測定用送受信器による、遠隔分光センシングの原理確認実験に成功した (最大距離 3.6 m)。

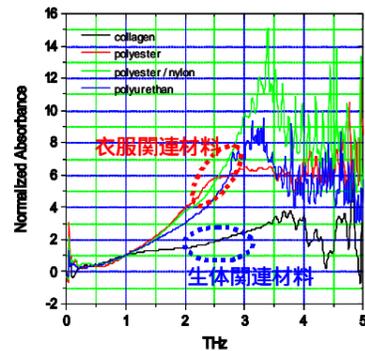
「安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」平成19年度成果

イメージャ評価用テラヘルツ帯固体光源技術

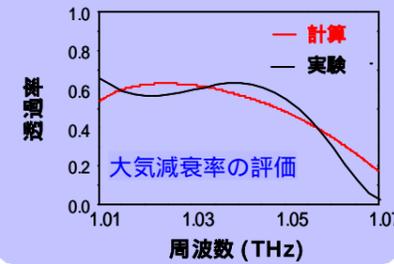


機械式冷凍機と永久磁石による
一体化型p-GeLシステム構築

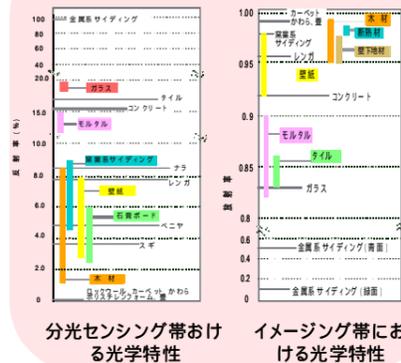
テラヘルツ帯生命体分光基礎データ技術



センシングシミュレータ技術



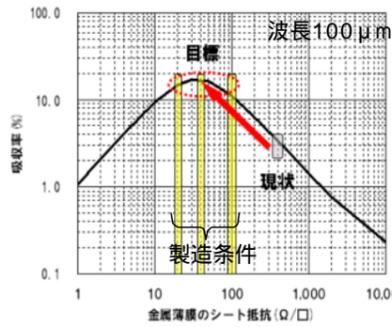
スペクトル解析技術



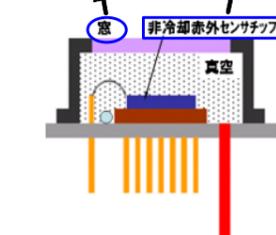
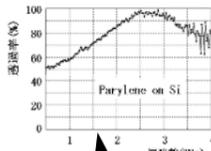
分光センシング帯における光学特性
イメージング帯における光学特性

テラヘルツイメージャ技術

感度: 約5倍の向上達成

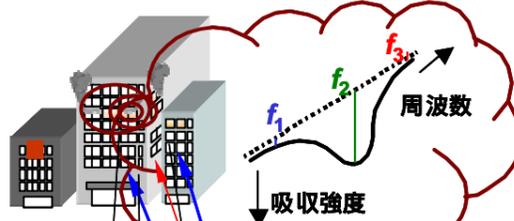


窓材の透過率:
3倍強の向上達成

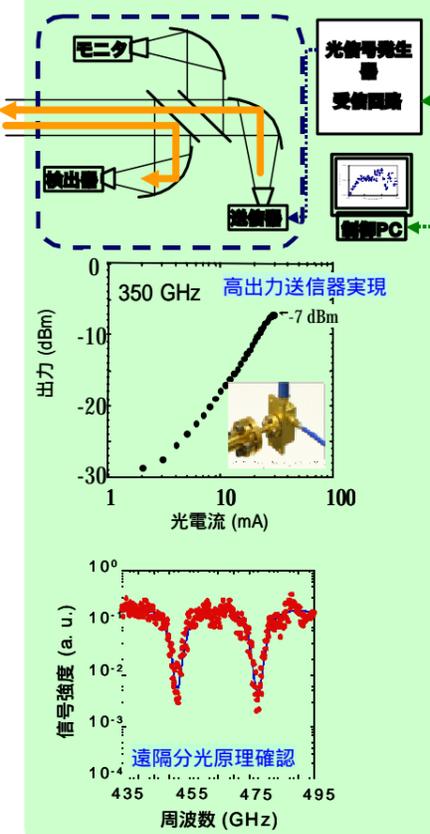


画像処理による信号雑音比の向上
 >パッシブイメージング: 4~10倍の向上達成
 >アクティブイメージング: 20~70倍の向上達成

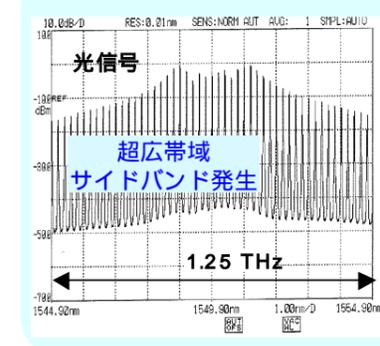
災害現場 危険ガス



高出力テラヘルツ波発生技術



光サイドバンド制御技術



超高感度受信器構成技術

